

***NORME IN MATERIA DI RIDUZIONE  
DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E DI  
RISPARMIO ENERGETICO***



**LEGGE REGIONALE n. 19 del 29 settembre 2003**  
**"Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico"**

**DIRETTIVA di Giunta Regionale n. 1732 del 12 novembre 2015**  
**"TERZA direttiva per l'applicazione dell'art.2 della Legge Regionale n. 19/2003 recante**  
**"Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico"**

Il fuoco è la prova dell'oro,  
la sventura quella dell'uomo forte.  
(Seneca)

**Riferimenti regionali per la materia Inquinamento Luminoso**

Regione Emilia-Romagna - Direzione Generale Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa

Servizio Risanamento Atmosferico, Acustico ed Elettromagnetico

Viale della Fiera 8- 40127 Bologna

Segreteria: Tel. 051-63.96.942 – Fax. 051-63.96.813

segraae@regione.emilia-romagna.it; segraae@postacert.regione.emilia-romagna.it

sito WEB per l' Inquinamento Luminoso: [www.regione.emilia-romagna.it](http://www.regione.emilia-romagna.it)

TEMI: Ambiente

SITO TEMATICO: Inquinamento

VOCE: Inquinamento Luminoso

Dott. Giuseppe Bortone – Direttore Generale e Responsabile di Servizio (ad interim)

Referente per la materia: Dott.ssa Maria D'Amore [mdamore@regione.emilia-romagna.it](mailto:mdamore@regione.emilia-romagna.it)

**Si ringrazia**

Il Gruppo di coordinamento regionale in materia di Inquinamento Luminoso per il professionale e costruttivo supporto nella redazione del testo della Terza Direttiva.

Riccardo Muzzi - per il disegno di copertina.

Novembre 2015

## **Premessa**

*La Regione Emilia-Romagna governa la materia relativa all'inquinamento luminoso e al risparmio energetico, attraverso la Legge regionale n. 19/2003 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico", pubblicata sul BUR n.147/2003.*

*Tale normativa è da sempre di grande importanza per lo sviluppo sostenibile in quanto:*

*- risulta in coerenza con la Dichiarazione dell'UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) sulle Responsabilità delle Generazioni Future adottata dalla Conferenza Generale il 12/11/1997, in cui si afferma che le Generazioni future hanno diritto di ricevere in eredità una Terra in cui le presenti generazioni dovrebbero agire per uno sviluppo durevole preservando le condizioni della vita e la qualità e l'integrità dell'ambiente, evitando gli inquinamenti che rischierebbero di mettere in pericolo la loro salute e l'esistenza stessa;*

*- risulta in coerenza con la definizione di Inquinamento Luminoso (Light pollution) data nell'International Workshop and Expert meeting "Starlight Reserves and World Heritage, scientific, cultural and environmental values" organizzato in collaborazione con l'UNESCO a marzo 2009 in Spagna che lo definisce l'alterazione del livello naturale di luce notturna dovuto alla luce artificiale ;*

*- promuove un'importante forma di risparmio energetico, quella legata all'illuminazione esterna, quale strumento chiave per preservare le fonti di energia non rinnovabili, limitare le emissioni di inquinanti climalteranti derivanti dai processi di combustione necessari alla produzione di energia, e tutelare l'ambiente dall'inquinamento luminoso.*

*E' infatti ormai dimostrato che tale inquinamento ha effetti negativi sulla salute umana (in quanto altera il ritmo circadiano, ha effetti negativi sull'apparato circolatorio, su quello nervoso e sulla produzione di importanti ormoni quali ad esempio la melatonina - principale regolatore del ritmo sonno/veglia- o del cortisolo -naturale protettore del nostro organismo dai tumori) ma anche sulla vita degli animali notturni e delle piante.*

*La piena operatività della legge regionale è raggiunta grazie all'emanazione di direttive regionali che forniscono specifiche indicazioni tecniche e procedurali per la corretta ed omogenea applicazione sul territorio.*

*La **prima direttiva** applicativa è stata approvata con DGR. n. 2263/2005, ed è stata affiancata da una Circolare esplicativa, destinata agli enti per i quali la norma prevede diverse competenze (Province, Comuni ed ARPA).*

*In seguito, nel 2013, anche per recepire la possibilità di utilizzo degli apparecchi a LED (Light Emitting Diode cioè Diodi ad emissione luminosa) che hanno rappresentato forse la più importante innovazione tecnologica dell'ultimo decennio, è stata emanata la "**NUOVA direttiva**" approvata con DGR. n.1688/2013 che ha sancito tra l'altro, la possibilità di utilizzo dei LED fuori dalle Zone di protezione dall'inquinamento luminoso, a particolari condizioni tecniche dettate dalla necessità di proteggere dai possibili effetti negativi per la salute legati alla componente di luce blu presente nello spettro luminoso dei LED (rischio di abbagliamento, rischio fotobiologico e rischio di alterazione dei ritmi circadiani).*

Con la presente "**TERZA direttiva**" approvata con DGR. n.1732 il 12 /11/2015, sono stati inseriti ulteriori elementi di innovazione e di miglioramento emersi in due anni di applicazione della norma, beneficiando così della sperimentazione della reale applicazione da parte di progettisti/ Enti competenti.

Le principali modifiche/innovazioni della Terza direttiva si possono così riassumere:

- proroga fino a dicembre 2016 ai comuni per la redazione del Piano della Luce, strumento obbligatorio la cui scadenza era fissata entro novembre 2015;
- ammissione dell'uso dei LED anche nelle zone di particolare protezione dall'Inquinamento luminoso (zone attorno agli Osservatori astronomici ed astrofisici, aree Naturali protette, siti della Rete Natura 2000 e corridoi ecologici) se con una temperatura di colore fino a 3000°K. Si precisa che il LED era già ammesso fuori dalle zone di protezione se con temperatura di colore fino a 4000°K. Inoltre, indicazione, a maggior tutela degli habitat particolari o di specie animali particolarmente protette (vd. Direttiva habitat e direttiva "uccelli"), della possibilità di utilizzare LED color ambra, meno impattante sull'ecosistema.
- inserimento della modulistica utile alle comunicazioni/certificazioni/dichiarazioni dei soggetti previsti. Tale modulistica, presente solo in parte nella precedente direttiva, è stata espressamente inserita per facilitare l'identificazione dei giusti e necessari contenuti e limitare al massimo, eventuali richieste di integrazione da parte dei comuni, Enti deputati al controllo in caso di esposto o su propria iniziativa.
- aggiornamento dei riferimenti di legge per la certificazione degli apparecchi in merito al rischio fotobiologico (rischio di danni alla retina e ai tessuti degli occhi legati soprattutto all'uso dei LED);
- indicazione, anche ai fini del risparmio energetico, della possibilità di utilizzo dell'illuminazione di tipo "adattivo", che attraverso moderne tecnologie, permette di variare il tipo di illuminazione prevista per meglio gestire la luce stradale, al variare delle condizioni meteo/giornaliere .
- indicazione dell'opportunità di dotare gli impianti di illuminazione pubblica oltre che di orologi astronomici (sistemi obbligatori per far accendere/spegnere gli impianti di illuminazione agli orari di tramonto/alba) di relè crepuscolari, per motivi di sicurezza. I dispositivi crepuscolari infatti, comandano l'accensione della luce in particolari condizioni di anomala scarsa luminosità (es. temporali, eclissi, o non funzionamento dell'orologio astronomico) a prescindere dall'orario ufficialmente previsto.
- migliore specificazione del regime a cui sono sottoposti i nuovi impianti di illuminazione realizzati per riqualificare gli impianti già esistenti, e identificazione dei parametri tecnici che possono essere non rispettati, in caso di concreta ed oggettiva impossibilità (es. nel caso in cui l'impianto sia riqualificato senza spostare i pali della luce, oppure in caso di apparecchi storici tutelati dalla Soprintendenza).
- miglioramento dei requisiti tecnici previsti per i "particolari impianti di illuminazione" quali gli impianti sportivi, l'illuminazione architettonica, le aree verdi, e le insegne luminose, grazie all'apporto professionale di tecnici specialisti del settore.

**LEGGE REGIONALE n. 19 del 29 settembre 2003**

**"NORME IN MATERIA DI RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E  
DI RISPARMIO ENERGETICO"**

Bollettino Ufficiale n. 147 del 29 settembre 2003

**Art. 1**

**Finalità**

1. La Regione con la presente legge promuove la riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici da esso derivanti nonché la tutela dell'attività di ricerca e divulgazione scientifica degli osservatori astronomici.

2. Per tali finalità si considera inquinamento luminoso ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte.

**Art. 2**

**Funzioni della Regione**

1. La Regione, per garantire una omogenea applicazione delle norme della presente legge, esercita le funzioni di coordinamento ed indirizzo in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici.

2. Per le finalità di cui al comma 1, la Giunta regionale, sentita la competente Commissione consiliare:

a) emana, entro centoventi giorni dall'entrata in vigore della presente legge, direttive e specifiche indicazioni applicative, tecniche e procedurali, finalizzate, in particolare, alla riduzione del consumo energetico;

b) coordina la raccolta delle informazioni relative all'applicazione della presente legge, al fine di favorire lo

scambio di informazioni in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici;

c) promuove, in accordo con gli Enti locali, iniziative di formazione in materia di illuminazione avvalendosi anche della collaborazione delle associazioni che si occupano di inquinamento luminoso, degli ordini professionali e di enti e associazioni competenti in materia.

### **Art. 3**

#### ***Funzioni delle Province***

1. Per le finalità della presente legge compete alle Province:

a) esercitare le funzioni di supporto e coordinamento ai Comuni per l'attuazione della presente legge;

b) curare la redazione e la pubblicazione dell'elenco degli osservatori astronomici e scientifici da tutelare sulla base delle richieste inoltrate dai gestori dei medesimi;

c) definire, sulla base dei criteri contenuti nella direttiva di cui all'articolo 2, comma 2, lettera a), l'estensione delle zone di protezione dall'inquinamento luminoso nell'intorno degli osservatori di cui alla lettera b), qualora interessi aree di più Comuni;

d) individuare, in collaborazione con i Comuni e su segnalazione degli osservatori astronomici e scientifici, le sorgenti di rilevante inquinamento luminoso da assoggettare ad interventi di bonifica;

e) aggiornare l'elenco delle aree naturali protette da tutelare.

## **Art. 4**

### **Funzioni dei Comuni**

1. Per le finalità della presente legge compete ai Comuni:
  - a) definire sulla base dei criteri contenuti nella direttiva di cui all'articolo 2, comma 2, lettera a) l'estensione delle zone di protezione dall'inquinamento luminoso nell'intorno degli osservatori di cui all'articolo 3, lettera b);
  - b) adeguare il regolamento urbanistico edilizio (RUE), di cui all'articolo 29 della legge regionale 24 marzo 2000, n. 20(Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio), alle disposizioni della presente legge e predisporre un abaco in cui siano indicate, zona per zona, le tipologie dei sistemi e dei singoli corpi illuminanti ammessi tra cui i progettisti e gli operatori potranno scegliere quale installare;
  - c) dare ampia diffusione a tutti i soggetti interessati delle nuove disposizioni per la realizzazione degli impianti di illuminazione pubblica e privata;
  - d) individuare, anche con la collaborazione dei soggetti gestori, gli apparecchi di illuminazione responsabili di abbagliamento, e come tali pericolosi per la viabilità, da adeguare alla presente legge;
  - e) elencare le fonti di illuminazione che in ragione delle particolari specificità possono derogare dalle disposizioni della presente legge, fra cui rientrano in particolare i fari costieri, gli impianti di illuminazione di carceri, caserme e aeroporti;
  - f) svolgere le funzioni di vigilanza sulla corretta applicazione della legge.
2. Degli impianti di illuminazione redatti e progettati con le modalità previste dall'articolo 5 e dalle direttive di cui

all'articolo 2, comma 2, lettera a), deve essere data preventiva comunicazione al Comune.

#### **Art. 5**

#### ***Requisiti tecnici e modalità d'impiego degli impianti di illuminazione***

1. Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna pubblica e privata devono essere corredati di certificazione di conformità alla presente legge e devono essere:

- a) costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen a 90 gradi ed oltre;
- b) equipaggiati di lampade al sodio ad alta e bassa pressione, ovvero di lampade con almeno analoga efficienza in relazione allo stato della tecnologia e dell'applicazione;
- c) realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, o, in assenza di queste, valori di luminanza media mantenuta omogenei e, in ogni caso, contenuti entro il valore medio di una candela al metro quadrato;
- d) realizzati ottimizzando l'efficienza degli stessi, e quindi impiegando, a parità di luminanza, apparecchi che conseguono impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interesse dei punti luce;
- e) provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro l'orario stabilito con atti delle Amministrazioni comunali, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività: la riduzione non va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da comprometterne la sicurezza.

2. I requisiti di cui al comma 1 non si applicano per le sorgenti interne ed internalizzate, per quelle in impianti con emissione complessiva al di sopra del piano dell'orizzonte non superiore ai 2250 lumen, costituiti da sorgenti di luce con flusso totale emesso in ogni direzione non superiore a 1500 lumen cadauna, per quelle di uso temporaneo che vengono spente entro le ore venti nel periodo di ora solare ed entro le ventidue nel periodo di ora legale, per gli impianti di modesta entità e per gli impianti per i quali è concessa deroga, così come definito dalle direttive di cui all'articolo 2, comma 2, lettera a).

3. L'illuminazione di impianti sportivi deve essere realizzata in modo da evitare fenomeni di dispersione di luce verso l'alto e al di fuori dei suddetti impianti. Per tali impianti è consentito l'impiego di lampade diverse da quelle previste al comma 1, lettera b).

4. È fatto divieto di utilizzare in modo permanente fasci di luce roteanti o fissi a scopo pubblicitario.

5. L'illuminazione degli edifici deve avvenire di norma dall'alto verso il basso. Solo in caso di illuminazione di edifici classificati di interesse storico-architettonico e monumentale e di quelli di pregio storico, culturale e testimoniale i fasci di luce possono essere orientati dal basso verso l'alto. In tal caso devono essere utilizzate basse potenze e, se necessari, dispositivi di contenimento del flusso luminoso disperso come schermi o alette paraluce.

## **Art. 6**

### **Sanzioni**

1. Salvo che il fatto costituisca reato, chiunque realizza impianti di illuminazione pubblica e privata in difformità alla presente legge è punito con la sanzione amministrativa da 500,00 euro a 2500,00 euro oltre a provvedere all'adeguamento entro sessanta giorni dalla notifica dell'infrazione.

2. Le somme derivanti dall'applicazione delle sanzioni previste dal comma 1 sono introitate dai Comuni.

## **Art. 7**

### **Delegificazione**

1. Alle modifiche ed integrazioni dei requisiti tecnici e delle modalità d'impiego degli impianti di illuminazione di cui all'articolo 5, provvede la Regione con proprio regolamento.

## **Art. 8**

### **Contributi regionali**

1. La Regione per agevolare l'attuazione della presente legge può concedere contributi ai Comuni per l'adeguamento degli impianti di illuminazione pubblica nell'ambito delle azioni previste nel programma triennale regionale per la tutela dell'ambiente di cui all'articolo 99 della legge regionale 21 aprile 1999, n. 3 (Riforma del sistema regionale e locale).

DELIBERA DI GIUNTA REGIONALE n. 1732 del 12 novembre 2015

**"TERZA DIRETTIVA PER L'APPLICAZIONE DELL'ART. 2 DELLA LEGGE REGIONALE 29 SETTEMBRE 2003, N. 19 RECANTE: "NORME IN MATERIA DI RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E DI RISPARMIO ENERGETICO".**

Publicata sul BURERT n. 299 del 20 novembre 2015

#### **Art.1**

##### **Finalità**

1. In adempimento alla LR 19/2003 "Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico" di seguito denominata "legge", la presente direttiva detta criteri, indicazioni tecniche e procedurali ed indirizzi per la sua corretta applicazione.

#### **Art.2**

##### **Definizioni e campo di applicazione**

1. Ai fini dell'applicazione della presente direttiva si forniscono le seguenti definizioni:

**Inquinamento luminoso:** alterazione dei naturali livelli di luce notturna dovuta alla luce artificiale. E' sottoposta alla presente direttiva, in particolare, ogni forma di irradiazione di luce artificiale che presenta una o più delle seguenti caratteristiche:

- si disperde al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata;
- è orientata al di sopra della linea di orizzonte ( 90°);
- induce effetti negativi conclamati sull'uomo o sull'ambiente;
- è emessa da sorgenti/apparecchi/impianti che non rispettano la legge e/o la presente direttiva.

**Impianto di illuminazione esterna:** sistema complesso di elementi la cui funzione è quella di fornire luce in ambito esterno che presenta contiguità territoriale ed è costituito da

apparecchi illuminanti alimentati dalla stessa fornitura elettrica. Può essere per:

- **illuminazione pubblica esterna:** illuminazione di pubbliche vie e/o piazze, di luoghi pubblici in genere comprese aree di attività e pertinenza delle stesse. Sono comprese in tale definizione le aree private ad uso pubblico o destinate ad un successivo uso pubblico (es. parcheggi di centri commerciali).
- **illuminazione privata esterna:** illuminazione di aree private (es. giardini di proprietà, rampe di garage, aree produttive, ecc) o di ambiti non ricadenti nella definizione di "illuminazione pubblica esterna".

Ai fini dell'applicazione della presente direttiva, si distingue in:

- **impianto esistente:** l'impianto già realizzato o il cui progetto esecutivo risulta già approvato alla data di entrata in vigore della presente direttiva.
- **impianto nuovo:** l'impianto non ancora realizzato o il cui progetto esecutivo NON risulta già approvato alla data di entrata in vigore della presente direttiva.

### **Art.3**

#### **Zone di particolare protezione dall'Inquinamento luminoso**

1. Sono *Zone di particolare protezione* dall'Inquinamento luminoso, le Aree Naturali Protette, i siti della Rete Natura 2000, le Aree di collegamento ecologico di cui alla LR. 6/2005 <sup>(1)</sup> e le aree circoscritte intorno agli Osservatori Astronomici ed Astrofisici, professionali e non professionali, che svolgono attività di ricerca o di divulgazione scientifica.

---

<sup>1)</sup> LR. 6/2005 "Disciplina della formazione e della gestione del sistema regionale delle aree naturali protette e dei siti della Rete Natura 2000" e s.m.i.

2. Le *Zone di particolare protezione* sono oggetto di aggiuntive misure di protezione dall'Inquinamento Luminoso. A tal fine, si forniscono, i seguenti indirizzi di buona amministrazione:

- a) limitare il più possibile i nuovi impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata;
- b) adeguare gli impianti realizzati prima del 14 ottobre 2003 (data di entrata in vigore della legge) e le fonti di rilevante inquinamento luminoso<sup>2)</sup>, entro due anni dall'emanazione della presente direttiva;
- c) soprattutto all'interno delle aree naturali protette, dei siti della Rete Natura 2000 e dei corridoi ecologici, ridurre il più possibile i tempi di accensione degli impianti e massimizzare l'uso di sistemi passivi di segnalazione (es. catarifrangenti, ecc) nel maggiore rispetto dell'ecosistema.

3. Le *Zone di particolare protezione* fatti salvi i confini regionali, hanno un'estensione pari a:

- a) 25 Km di raggio attorno agli osservatori (astronomici o astrofisici) di tipo professionale;
- b) 15 Km di raggio attorno agli osservatori (astronomici o astrofisici) di tipo non professionale;
- c) tutta la superficie delle Aree Naturali Protette, dei siti della Rete Natura 2000 e delle Aree di collegamento ecologico.

Nel caso in cui la *Zona di Protezione* comprenda una percentuale del territorio comunale superiore all' 80%, l'estensione di tale *Zona* può essere estesa a tutto il territorio comunale.

---

<sup>2)</sup>Le fonti di rilevante inquinamento luminoso sono identificate facendo riferimento a diversi aspetti, quali la presenza di elevati fenomeni di abbagliamento molesto, fenomeni di dispersione di luce verso l'alto, luce intrusiva e fenomeni di abbondanza di illuminazione. In particolare sono tali i singoli apparecchi di illuminazione a diffusione libera (es. sfere, piattelli a lampada libera, ecc) con potenza totale assorbita superiore a 100 W e un insieme di apparecchi di illuminazione (es. torri faro, multi proiettori ecc) con potenza totale assorbita superiore a 5000 W.

4. Gli Osservatori di cui al comma 3, al fine dell'assegnazione della *Zona di Protezione* presentano la richiesta di cui all'**ALLEGATO A**, allegando la documentazione ivi specificata:
- al Comune, se la *Zona di particolare protezione* ricade sul territorio del solo Comune su cui è ubicato l'Osservatorio;
  - alla Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia se la *Zona di particolare protezione* ricade sul territorio di più Comuni.
5. Il Comune o l' Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia che riceve dall'Osservatorio la richiesta di cui al comma 4, dopo le opportune verifiche sulla documentazione presentata, assegna senza indugio la *Zona di Protezione* all'Osservatorio, comunicandola obbligatoriamente anche agli altri Enti interessati.
6. Il Comune o l'Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia sul cui territorio sono presenti Aree Naturali Protette, siti della Rete Natura 2000 e Aree di collegamento ecologico, assegna d'ufficio e senza indugio la *Zona di protezione*, comunicandola obbligatoriamente anche agli altri Enti interessati.
7. Gli Enti competenti devono recepire le *Zone di particolare protezione* assegnate e la relativa normativa all'interno dei propri strumenti di pianificazione di cui alla LR. 20/00 e s.m.i. "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio" alla prima occasione utile.
8. Ai sensi dell'art. 3 della legge, l'Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia, inoltre:
- cura la redazione e la pubblicizzazione dell'elenco degli Osservatori astronomici ed astrofisici tutelati;

- individua in collaborazione con i comuni e su segnalazione degli Osservatori, le fonti di rilevante inquinamento luminoso da assoggettare ad interventi di bonifica.

9. Ai sensi dell'art. 4 della legge, il Comune deve anche adeguare il RUE. A tal fine, predispone entro dicembre 2016, un "Piano della Luce" secondo le indicazioni di cui all'**ALLEGATO B**, in cui tra l'altro, deve effettuare un censimento degli impianti esistenti (in zona di protezione e non), per identificare quelli non a norma e pianificare gli interventi di adeguamento alla norma. Nelle more dell'adeguamento del RUE, almeno il censimento è effettuato con massima sollecitudine, anche ai fini della compilazione del quadro conoscitivo di cui all'art.11.

#### **Art.4**

##### **Impianti di illuminazione esterna**

1. I nuovi impianti di **illuminazione pubblica esterna**, in coerenza con quanto stabilito dalla legge, devono:

a) essere dotati di **sorgenti luminose** al sodio alta pressione o di altre sorgenti di almeno analoga efficienza in relazione allo stato della tecnologia e dell'applicazione. L'utilizzo dei LED <sup>(3)</sup> o di altre sorgenti a luce bianca, è consentito nel rispetto dei seguenti requisiti:

- per le zone di protezione di cui all'art.3, se la temperatura di colore (CCT)<sup>(4)</sup> è minore o uguale a 3000K. In presenza di particolari situazioni di habitat (localizzabili ad esempio anche presso ponti, pontili, piattaforme, zone di riproduzione, corridoi di migrazioni, ecc.) e/o di specie di particolare rilevanza conservazionistica <sup>(5)</sup> è preferibile l'uso di LED la cui

---

<sup>3</sup>)LED - Light Emitting Diode: Diodo ad emissione luminosa.

<sup>4</sup>)CCT- Temperatura di Colore Correlata - parametro sintetico che mette in relazione le coordinate cromatiche di una sorgente con quelle del corpo nero.

<sup>5</sup>)si veda al riguardo la Direttiva 92/43/CEE (c.d. Direttiva Habitat), la Direttiva 2009/147/CE (c.d. Direttiva uccelli), nonché la direttiva 2004/35/CE

lunghezza d'onda di picco sia indicativamente 590 nm (c.d. LED color ambra);

- per le restanti zone, se la temperatura di colore (CCT) è minore o uguale a 4000K.

Il valore di CCT deve essere dichiarato dal produttore utilizzando l'apposito modulo di cui all'**ALLEGATO C** o un equivalente.

b) essere dotati di **apparecchi** di illuminazione che:

- I. non emettano luce verso l'alto, cioè possano dimostrare di avere nella loro posizione di installazione, per almeno 90°, un'intensità luminosa massima compresa tra 0,00 e 0,49 cd/klm.

A tale scopo devono essere allegate al Progetto illuminotecnico le misurazioni fotometriche dell'apparecchio sotto forma di file normalizzato, tipo il formato commerciale "Eulumdat" o analogo verificabile ed emesso in regime di sistema di qualità aziendale certificato o rilasciato da Ente terzo quale IMQ; le stesse devono riportare inoltre l'identificazione del laboratorio di misura, il nominativo del Responsabile tecnico e la sua dichiarazione circa la veridicità delle misure. A tal scopo può essere usato **l'ALLEGATO C** o un equivalente.

- II. rispondano a determinati requisiti di prestazione energetica, cioè possano dimostrare di avere un Indice IPEA (<sup>6</sup>) corrispondente alla "classe C" o superiore, tranne in caso di utilizzo del c.d LED color ambra ai sensi del comma 1, lett.a), per cui è richiesta la "classe D" o superiore.

---

sulla responsabilità ambientale e la riparazione del danno ambientale e la direttiva 2008/99/CE sulla tutela penale dell'ambiente.

<sup>6</sup>)IPEA- Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Apparecchio

La prestazione energetica dell'apparecchio deve essere dichiarata dal produttore utilizzando l'apposito modulo di cui all'**ALLEGATO C** o un equivalente.

Si veda l'**ALLEGATO D** per approfondimenti sull'IPEA.

III. siano ritenuti sicuri dal punto di vista fotobiologico, e cioè siano conformi alla Norma EN 60598-1:2015<sup>(7)</sup>.

Il gruppo di riferimento deve essere dichiarato dal produttore utilizzando l'apposito modulo di cui all'**ALLEGATO C** o un equivalente.

c) essere **impianti** che:

I. rispondano a determinati requisiti di prestazione energetica, cioè possano dimostrare di avere un Indice IPEI<sup>(8)</sup> corrispondente alla "classe B" o superiore;

La prestazione energetica dell'impianto deve essere calcolata e dichiarata dal progettista nel progetto e corredata della pertinente documentazione tecnica.

Si veda l'**ALLEGATO E** per approfondimenti sull'IPEI.

II. soddisfino i parametri illuminotecnici di riferimento di cui all'**ALLEGATO F**, con una tolleranza massima accettabile solo in eccesso del +20%. Nei casi di ambiti non stradali, in cui non sia possibile pervenire ad una classificazione illuminotecnica dell'ambito considerato, gli impianti devono garantire un valore di illuminamento medio minimo mantenuto non superiore a 15 lux.

III. siano dotati di dispositivi in grado di ridurre di almeno il 30% la potenza impiegata dall'impianto, qualora le condizioni di utilizzo della strada lo

---

<sup>7</sup>)EN 60598-1:2015 "Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove"

<sup>8</sup>)IPEI- Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto

permettano e senza comprometterne la sicurezza o il rispetto dei parametri illuminotecnici.

L'orario, le strade e le modalità che sono oggetto della riduzione di potenza devono essere stabilite con atto dell'Amministrazione comunale competente, sulla base di opportune valutazioni (analisi di rischio, calcoli illuminotecnici dedicati e quant'altro possa essere ritenuto utile a tale fine).

Per garantire risparmio energetico ed un adeguato livello di illuminazione nelle varie situazioni di esercizio dell'impianto, può essere presa in considerazione la realizzazione della c.d. "illuminazione adattiva" che, attiva la corretta categoria illuminotecnica di esercizio (si veda **ALLEGATO F** per approfondimenti) al variare delle condizioni dei parametri di influenza.

IV. siano dotati di orologi astronomici il cui orario di accensione/spegnimento segua gli orari ufficiali di alba e tramonto del luogo di installazione, con un ritardo massimo dell'accensione o un anticipo massimo dello spegnimento pari a 20 minuti. Deve comunque essere garantito, per gli impianti accesi durante l'arco dell'intera notte, un funzionamento (lampade accese) annuo minimo non inferiore a 4000 ore.

Per motivi di sicurezza il gestore dell'impianto può valutare l'opportunità di aggiungere un dispositivo di tecnologia adeguata (es. crepuscolare), al fine di garantire l'accensione degli impianti anche in particolari condizioni di anomala scarsa luminosità o per ovviare a malfunzionamenti dell'orologio astronomico.

V. garantiscano un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti non inferiore al valore di 3,7. Sono consentite soluzioni alternative solo in presenza di

ostacoli quali alberi o in quanto funzionali a garantire prestazioni migliori dell'impianto.

VI. siano corredati, in caso di illuminazione stradale, da una Relazione di analisi dei consumi e dei risparmi energetici e dall'indicazione del TCO<sup>9)</sup> dell'impianto, che prenda in considerazione un arco temporale non inferiore a 20 anni.

2. I nuovi impianti di **illuminazione privata esterna, fino a 10 apparecchi** (piccoli impianti privati senza obbligo di progetto illuminotecnico) se non ricadono nelle deroghe di cui all'art.7, comma 1, lettere d) oppure e), devono:

a) essere dotati di **sorgenti luminose** al sodio alta pressione o di altre sorgenti di almeno di analoga efficienza in relazione allo stato della tecnologia e dell'applicazione. L'utilizzo dei LED <sup>(3)</sup> o di altre sorgenti a luce bianca è consentito nel rispetto dei seguenti requisiti:

- per le zone di protezione di cui all'art.3, se la temperatura di colore (CCT)<sup>(4)</sup> è minore o uguale a 3000K. In presenza di particolari situazioni di habitat (localizzabili ad esempio anche presso ponti, pontili, piattaforme, zone di riproduzione, corridoi di migrazioni, ecc.) e/o di specie di particolare rilevanza conservazionistica <sup>(5)</sup> è preferibile l'uso di LED la cui lunghezza d'onda di picco sia indicativamente 590 nm (c.d. LED color ambra);
- per le restanti zone, se la temperatura di colore (CCT) è minore o uguale a 4000K.

---

<sup>9)</sup>TCO- Total Cost of Ownership (trad. Costo Totale di Possesso)

b) essere dotati di **apparecchi** che:

- I. non emettano luce verso l'alto, cioè possano dimostrare di avere nella loro posizione di installazione, per almeno 90°, un'intensità luminosa massima compresa tra 0,00 e 0,49 cd/klm.
- II. siano ritenute sicure dal punto di vista fotobiologico, e cioè siano conformi alla Norma EN 60598-1:2015<sup>(7)</sup>.

c) essere **impianti** che:

- I. garantiscano ridotti consumi energetici, e cioè non superino i 100 W di potenza assorbita per apparecchio ed i 200 W di potenza assorbita totale.
- II. siano dotati preferibilmente di sistemi di rilevazione di presenza per ridurre il più possibile i tempi di accensione.

I piccoli impianti privati, se non rispettano i requisiti elencati ai punti a), b) e c) devono seguire quanto indicato al comma 3, per i grandi impianti privati.

L'appartenenza alla condizione di deroga, o in caso contrario, tutte le informazioni di cui al presente comma, devono essere dichiarate nella Comunicazione preventiva di cui all'art. 9, comma 2.

3. I nuovi impianti di **illuminazione privata esterna, oltre 10 apparecchi** (grandi impianti privati CON obbligo di progetto illuminotecnico), se non ricadono nelle deroghe di cui all'art.7, comma 1, lettere d) oppure e), devono rispettare quanto indicato per gli impianti di illuminazione pubblica esterna, ed in particolare:

- per il tipo di sorgenti ammesse, comma 1, lett.a);
- per gli apparecchi, comma 1, lett.b), punti I, II e III <sup>(10)</sup>;

---

<sup>10)</sup> art.4, comma 1, lett.b) punto I (0 cd verso l'alto), punto II (IPEA), punto III (rischio fotobiologico);

- per gli impianti, comma 1, lett.c), limitatamente ai soli punti I e II <sup>(11)</sup>. E' inoltre preferibile che tali impianti siano dotati di sistemi di rilevazione della presenza per ridurre il più possibile i tempi di accensione.

L'appartenenza alla condizione di deroga, o in caso contrario, tutte le informazioni di cui al presente comma, devono essere dichiarate nella Comunicazione preventiva di cui all'art.9, comma 3, a cui deve essere allegato il progetto illuminotecnico.

## **Art.5**

### **Riqualificazione degli impianti di illuminazione pubblica esterna esistenti**

1. Gli interventi di riqualificazione/manutenzione straordinaria degli impianti di illuminazione pubblica esterna esistenti, oltre i 5 punti luce, sono sempre soggetti a redazione del Progetto illuminotecnico da parte di progettista qualificato, in conformità a quanto specificato all'articolo 9, comma 4.

Tali interventi si distinguono in:

- interventi *per adeguamento* alla normativa, se permettono di ottenere l'adeguamento alla presente direttiva;
- interventi *per miglioramento* della situazione esistente, se permettono di ottenere il miglioramento di una o più caratteristiche dell'impianto, nella oggettiva impossibilità, dichiarata e giustificata dal progettista nel progetto, di rispettare tutti i parametri della presente direttiva.

2. In entrambi i casi previsti al comma 1, qualsiasi intervento che preveda la modifica degli apparecchi esistenti anche solo in termini di rimodulazione delle potenze, di introduzione di kit di retrofit o l'inserimento di sistemi di regolazione del flusso luminoso puntuale, richiede la conformità degli stessi

---

<sup>11)</sup> art. 4, comma 1, lett.c) punto I (IPEI), punto II (allegato F). Non devono quindi essere seguiti: l'obbligo di riduzione di potenza, l'obbligo di orologio astronomico, il riferimento sull'interdistanza tra i pali ed il calcolo della TCO.

ai sensi dell'art. 4, comma 1, lettera b, punto I <sup>(12)</sup>, pena la loro sostituzione.

3. In tutti i casi in cui sia possibile, gli interventi di riqualificazione /manutenzione straordinaria degli impianti di illuminazione pubblica esterna esistenti devono essere del tipo *per adeguamento*. Solo nei casi di oggettiva impossibilità nel rispettare tutti i parametri della presente direttiva si può realizzare un intervento di riqualificazione *per miglioramento*, esplicitando nel progetto le motivazioni di tale scelta, e dimostrando le caratteristiche dell'impianto, tra quelle indicate al successivo comma 4, lett.c) che l'intervento migliora rispetto alla situazione preesistente.
  
4. Gli interventi di riqualificazione *per miglioramento* devono:
  - a) utilizzare sorgenti conformi all'art.4, comma 1, lett. a) ed apparecchi conformi all'articolo 4, comma 1, lett.b) punto I.<sup>(13)</sup>
  - b) soddisfare i parametri illuminotecnici di riferimento di cui all'**ALLEGATO F**, con una tolleranza massima accettabile solo in eccesso del +20%;
  - c) garantire l'ottenimento di almeno una delle seguenti prestazioni di miglioramento:
    - aumento della prestazione energetica degli apparecchi, da dimostrare attraverso la comparazione dell'Indice IPEA<sup>(6)</sup> degli apparecchi prima e dopo la riqualificazione;
    - aumento della prestazione energetica dell'impianto, da dimostrare attraverso la comparazione dell'Indice IPEI<sup>(8)</sup> dell'impianto prima e dopo la riqualificazione.

---

<sup>12)</sup>apparecchi che non emettano luce verso l'alto

<sup>13)</sup>sorgenti o LED di tipo conforme alla direttiva ed apparecchi che non emettano luce verso l'alto (o cd verso l'alto)

5. Solo per impianti di illuminazione artistica realizzati prima dell'anno 1945 e sotto tutela, è possibile derogare dal rispetto del comma 4, lett.a) (<sup>13</sup>) del presente articolo, in caso di ricondizionamento e ripristino della funzionalità dell'apparecchio originale effettuato anche con nuove tipologie di sorgenti.

## **Art.6**

### **Particolari impianti di illuminazione**

#### **1. Illuminazione di impianti/aree destinate ad attività sportiva**

L'illuminazione degli impianti sportivi e delle aree destinate allo svolgimento di attività sportive di qualsiasi tipo, deve:

- essere realizzata con sorgenti luminose a scarica o con LED (<sup>3</sup>) nel rispetto dei requisiti minimi contenuti nelle norme Italiane ed Europee di settore (es. UNI EN 12193/2008 e s.m.i.);
- non emettere luce verso l'alto nel rispetto di quanto indicato all'art. 4, comma 1, lett.b) punto I) della presente direttiva nel caso si possano ospitare sino a 5000 posti a sedere e non si prevedano riprese televisive. Negli altri casi, al fine di limitare la luce intrusiva, è necessario contenere al minimo la dispersione di luce al di fuori dell'area destinata all'attività sportiva;
- utilizzare appositi sistemi di riduzione di potenza in relazione alle differenti attività/avvenimenti(es. allenamenti, gare, riprese televisive, ecc) ed essere spenta immediatamente dopo l'ultimazione delle attività.

#### **2. Illuminazione architettonica**

- a) L'illuminazione di edifici, monumenti e manufatti, classificati di interesse storico-architettonico e monumentale, dotati di "dichiarazione di interesse", nonché di quelli di pregio storico, culturale e testimoniale ecc. sottoposti a tutela dagli strumenti di pianificazione urbanistica, si distingue in

*illuminazione diffusa* (se è rivolta verso le facciate e finalizzata a sottolineare con la luce gli aspetti significativi del manufatto o la sua collocazione urbana) ed *illuminazione d'accento* (se ha carattere puntuale ed è finalizzata ad enfatizzare una porzione di manufatto o un suo particolare).

b) L'illuminazione architettonica deve essere realizzata da progettisti qualificati nel rispetto dei seguenti indirizzi progettuali:

I. evitare di illuminare in presenza di particolari situazioni di habitat e/o di specie di particolare rilevanza conservazionistica<sup>(5)</sup>;

II. l'illuminazione architettonica non deve essere solo una verifica illuminotecnica ma anche un'analisi storica del contesto generale in cui il monumento e o l'edificio si trova. Le scelte progettuali per una buona illuminazione architettonica vanno sostenute con eventuali Autorità interessate (es. Soprintendenza per i beni architettonici, Commissione (CQAP) per la Qualità Architettonica e il Paesaggio) per ottenere i nullaosta.

III. il monumento non va considerato un oggetto isolato dal contesto ambientale in cui si trova; è necessario valutare attentamente il livello luminoso dell'ambiente e la qualità di luce esistente intorno all'edificio o monumento oggetto di incarico. E' necessario valutare il suo indice di riflessione che incide fortemente sulla leggibilità dello stesso. Gli edifici e i monumenti sono volumi fruibili in più punti di vista da osservatori e posizioni di osservazione diverse. E' necessario valutare e analizzare anche questi aspetti per ottenere le giuste gerarchie visive. Nel caso di edifici isolati, va

misurata la sua illuminazione, al fine di evitare di falsare il paesaggio o creare eccessiva enfasi.

c) L'illuminazione *diffusa* o d'accento, in particolare deve:

I. illuminare dall'alto verso il basso ed in conformità alla presente direttiva. Solo in casi di conclamata impossibilità è possibile un'orientazione diversa, anche se in area verde, mantenendo il fascio di luce entro il perimetro dell'elemento, limitando l'illuminamento massimo al di fuori a 5 lux, calcolato sullo stesso piano della superficie illuminata;

II. realizzare un illuminamento medio mantenuto sulla superficie in oggetto inferiore o uguale a 30 lux e comunque scelto sulla base di opportune valutazioni documentate all'interno del progetto;

III. essere spenta entro le ore 24 se effettuata con impianti che non rispettano i requisiti di intensità luminosa massima compresa tra 0,00 e 0,49 cd/klm per 90° e, negli altri casi, se non spenti, subire una riduzione di almeno 50% della potenza impiegata.

Si veda anche **l'ALLEGATO F**, nell'apposito capitolo 5, per ulteriori elementi guida e spunti per la progettazione.

### **3. Ambiti specializzati per attività produttive**

L'illuminazione degli ambiti specializzati per le attività produttive <sup>(14)</sup>deve:

- rispettare quanto previsto dalla presente direttiva in base al tipo di illuminazione (pubblica o privata) e alla zona di riferimento (zona di particolare protezione o non);

---

<sup>14)</sup> sono quelli definiti all'All. A-13 della LR.20/2000: "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio

- utilizzare sistemi di controllo che provvedano allo spegnimento totale dopo l'orario di fine attività e alla diminuzione di potenza impiegata per attività private che si protraggono in orari notturni da effettuare entro le ore 23 (24 se in ora legale).

#### **4. Insegne di esercizio e altri mezzi pubblicitari luminosi**

- a) Le insegne di esercizio ed altri mezzi pubblicitari luminosi tipo scatolati o monitor televisivi a LED devono essere spenti entro le ore 23, con l'eccezione delle insegne delle attività aperte oltre tale ora, per le quali lo spegnimento è posticipato alla chiusura dell'esercizio stesso;
- b) Le insegne di esercizio ed altri mezzi pubblicitari luminosi nel caso in cui non siano dotate di illuminazione propria, devono essere illuminate dall'alto verso il basso, con sorgenti conformi alla presente direttiva;
- c) Le insegne di esercizio ed altri mezzi pubblicitari luminosi nel caso in cui siano dotate di illuminazione propria (es. scatolati o monitor televisivi a LED) non possono avere luce intermittente, né abbagliante e la luminanza non deve superare le  $150 \text{ cd/m}^2$  <sup>(15)</sup>, e comunque le 2500 cd totali (da intendersi come prodotto della luminanza media per la superficie dell'insegna). Inoltre, devono essere dotate, ove possibile, di sistemi per contenere il flusso di luce verso l'alto (schermi, alette paralucente, sistemi ottici di contenimento del flusso luminoso verso l'alto, ecc).

Ai sensi dell'art. 5, comma 4 della legge è vietato l'uso di fasci di luce fissi o roteanti, di qualsiasi colore o potenza, quali fari, fari laser ecc. siano essi per mero scopo pubblicitario o voluttuario.

#### **5. Illuminazione di uso temporaneo**

- a) E' illuminazione di uso temporaneo, quella ottenuta con apparecchi provvisori che:

---

<sup>15</sup>)dal Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada

- rimangano accesi NON oltre due ore/giorno;
- rimangano accesi NON oltre 15 giorni consecutivi all'anno, per non più di due volte/anno.

b) Gli apparecchi di cui al comma a), se spenti entro le ore 20 (22 se in ora legale) ricadono nelle deroghe di cui all'art. 7, comma b).

c) L'illuminazione di uso temporaneo:

- I. in caso di proiezione a carattere culturale e comunque non commerciale di immagini su facciate di edifici, deve garantire almeno che il fascio luminoso rimanga contenuto all'interno del perimetro della facciata;
- II. in caso di illuminazione di manifestazioni all'aperto che abbiano ottenuto l'autorizzazione prevista, rispettare l'uso delle sorgenti ammesse nella zona di riferimento (zona di protezione o non), illuminare dall'alto verso il basso ed essere spenta tassativamente dopo la fine della manifestazione;
- III. in caso di illuminazione di cantieri, nel rispetto delle norme in materia di sicurezza dei lavoratori, deve essere illuminata in modo opportuno l'area di lavoro, preferibilmente con apparecchi rivolti dall'alto verso il basso, e che comunque non costituiscano mai, fonte di abbagliamento o di fastidio per i lavoratori. Nel caso in cui il "coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione o di esercizio" di cui al DLgs 81/08 e s.m.i., ritenga necessaria l'illuminazione per tutta la notte per motivi di sicurezza, questa deve essere ridotta in termini di potenza di almeno il 50% una volta terminati i lavori.

## **6. Aree verdi**

- a) L'illuminazione delle aree verdi non deve costituire una minaccia significativa e non adeguatamente mitigabile in caso di presenza di particolari habitat e/o specie di particolare rilevanza conservazionistica<sup>(5)</sup>;
- b) L'illuminazione delle aree verdi pubbliche (parchi, giardini ecc) deve essere realizzata da progettisti qualificati, e deve utilizzare sorgenti ed apparecchi conformi alla presente direttiva, privilegiando quelli a ridotto abbagliamento. Inoltre, al fine di garantire risparmio energetico, deve utilizzare sistemi quali riduttori di potenza, orologi astronomici e crepuscolari. La riduzione di potenza opportunamente calcolata, deve essere realizzata entro le ore 23 (24 se in ora legale), mentre lo spegnimento totale può essere realizzato solo dopo la chiusura del parco/giardino pubblico, per motivi di sicurezza. Per la progettazione devono essere utilizzate classi illuminotecniche analoghe a quelle usate per le piste ciclabili/percorsi ciclopedonali o per le piazze pedonali/importanti zone di aggregazione. Inoltre, è preferibile utilizzare più apparecchi di potenza ridotta piuttosto che un numero di apparecchi minore ma con potenza maggiore, al fine di garantire maggiore uniformità dell'illuminazione, adeguato comfort visivo e un maggiore rispetto per le piante.
- c) L'illuminazione delle aree verdi private se di dimensioni considerevoli (oltre 20 apparecchi come definito all'art.9, comma 3) deve essere realizzata da progettisti qualificati, e deve utilizzare sorgenti ed apparecchi conformi alla presente direttiva, privilegiando quelli a ridotto abbagliamento. Inoltre, al fine di garantire risparmio energetico, occorre utilizzare sistemi di gestione della luce che consentano

accensioni diversificate inibite a vicenda, e prevedere rilevatori di presenza.

Si veda anche l'**ALLEGATO F**, nell'apposito capitolo 7 per ulteriori elementi guida e spunti per la progettazione.

#### **Art.7 - Dergoghe**

1. In coerenza con quanto disposto dalla legge, ricadono nelle deroghe:

a) le sorgenti interne o internalizzate (<sup>16</sup>) a condizione che non si confligga con le disposizioni di tutela delle specie e degli habitat sancite dalle Direttive 92/43/CEE, 2009/147/CE, 2004/35/CE e 2008/99/CE e dalle relative norme di adozione nazionali e regionali (<sup>5</sup>).

Non possono essere considerate "internalizzate" sorgenti protette da vetrate che lascino sfuggire flusso luminoso verso l'alto.

b) le sorgenti di uso temporaneo, che vengano spente entro le ore 20 (22 se in ora legale);

c) gli impianti destinati all'illuminazione di emergenza;

d) gli impianti privati qualora il flusso luminoso totale emesso verso l'alto dagli apparecchi illuminanti costituenti l'impianto non superi complessivamente i 2250 lumen, fermo restando che l'emissione del singolo apparecchio non può superare un flusso totale emesso in ogni direzione di 1500 lumen. Si veda tabella 1, per un esempio.

e) gli impianti privati qualora la potenza totale assorbita dall'impianto non superi i 60W, fermo restando che la potenza assorbita del singolo apparecchio non può superare i 20W. Si veda tabella 1, per un esempio.

---

<sup>16</sup>) Ai fini della presente direttiva sono definite sorgenti internalizzate le sorgenti che per il loro posizionamento non possono diffondere luce verso l'alto (es. in porticati, logge, gallerie non stradali, sottopassi) ed in generale le sorgenti che illuminano tutti quegli ambienti delimitati da schermi opachi come es. tettoie di copertura opache di ambienti aperti, o da impalcati nella parte superiore.

Tabella 1: esempio di confronto per il calcolo del numero di apparecchi in deroga per l'illuminazione privata esterna. Si noti che l'uso del sistema di valutazione basato sulla potenza, è di approccio più semplice ma applica la deroga in modo più restrittivo essendo meno preciso.

Potenza (W)	Flusso totale (lm)	flusso verso l'alto % lm		Numero apparecchi in deroga (calcolo con il sistema dei lumen) [deroga punto d)]	Numero apparecchi in deroga(calcolo con il sistema della potenza) [deroga punto e)]
18	600	30%	180	$2250/180= 12$	$60/18=3$
23	1500	30%	450	$2250/450= 5$	nessuno

f) agli impianti di segnalazione e di regolazione del traffico;

g) agli impianti di illuminazione di porti, aeroporti e strutture militari e civili, limitatamente agli impianti ed ai dispositivi di segnalazione strettamente necessari a garantire la sicurezza della navigazione marittima ed aerea.

2. Gli impianti di cui al comma 1, qualora privati, devono presentare la Comunicazione preventiva al Comune di cui all'**ALLEGATO H1** oppure **ALLEGATO H2**, e non sono tenuti a rispettare i requisiti della presente direttiva.

## **Art.8**

### **Segnalazioni, Controlli, Verifiche e Sanzioni**

1. Chiunque ravvisi apparecchi/impianti di illuminazione esterna, pubblica o privata, non conformi può inviare al Comune competente per territorio, una segnalazione per richiedere le necessarie verifiche ed adeguamenti. A tale scopo è possibile utilizzare il modello di cui all'**ALLEGATO G**.
2. L'effettuazione dei controlli, a seguito di esposto o di propria iniziativa, al fine di verificare/garantire il rispetto della presente direttiva è una competenza del Comune, che la esercita sia nei riguardi dei soggetti da esso incaricati che dei soggetti privati. Il Comune per esercitare tale competenza, può avvalersi del supporto dell' Agenzia Regionale per la

prevenzione, l'ambiente e l'energia concordando e programmando preventivamente tale attività all'interno del Comitato Provinciale di Coordinamento.

3. A supporto delle attività di cui al comma 2, e delle verifiche di cui all'art. 9, comma 5, è messo a disposizione sul sito della Regione, alla voce "Inquinamento Luminoso" un foglio di calcolo per la verifica dell'IPEI. In caso di difformità dei risultati con quanto dichiarato dai progettisti, il Comune richiede appositi chiarimenti, valuta le motivazioni delle difformità e richiede eventuali adeguamenti.
4. All'elenco delle disposizioni normative e regolamentari su cui le Province possono conferire il potere di accertamento alle GEV (Guardie Ecologiche Volontarie) ai sensi dell'art.6, comma 2 della LR.23/1989 "Disciplina del servizio volontario di vigilanza ecologica", è aggiunta anche la LR.19/2003 e la relativa direttiva applicativa, già entrate a far parte dei programmi dei corsi di formazione ai sensi della DGR. n.2291/2008 "Quinta direttiva regionale in attuazione della LR. 23/1989".

#### **Art.9**

##### **Documenti e Procedure per gli impianti di Illuminazione**

1. Ai sensi dell'art. 4, comma 2 della legge, per i nuovi impianti di illuminazione deve essere trasmessa preventiva Comunicazione al Comune, per le opportune verifiche di conformità. Alla Comunicazione, qualora previsto, deve essere allegato il Progetto illuminotecnico redatto da progettista qualificato, completo di tutte le dichiarazioni, certificazioni, dati fotometrici e calcoli previsti dalla presente direttiva, per permettere al Comune la verifica.
2. Gli impianti di illuminazione privata esterna, fino a 10 apparecchi, NON hanno obbligo di progetto illuminotecnico.

Pertanto l'adempimento di cui al comma 1 si intende assolto presentando il documento di cui all'**ALLEGATO H1**, anche se l'impianto ricade nelle deroghe. Per tali impianti si precisa che deve essere acquisita anche la dichiarazione di conformità dell'installazione di cui all'**ALLEGATO I**.

3. Gli impianti di illuminazione privata esterna oltre 10 apparecchi, e gli impianti particolari di cui all'art.6, qualora privati, hanno obbligo di progetto illuminotecnico redatto da progettista qualificato. Pertanto l'adempimento di cui al comma 1, si intende assolto presentando il documento di cui all'**ALLEGATO H2**, anche se l'impianto ricade nelle deroghe. Per tali impianti si precisa che deve essere allegato il **progetto illuminotecnico** (completo di tutte le dichiarazioni, certificazioni, dati fotometrici e calcoli previsti dalla presente direttiva) e che deve essere acquisita anche la dichiarazione di conformità dell'installazione di cui all'**ALLEGATO I**.

Fanno eccezione solo gli impianti di illuminazione dei giardini privati, per i quali l'obbligo di progetto di cui al presente comma parte da 20 apparecchi in poi.

4. Gli impianti di illuminazione pubblica esterna, comprese le riqualificazioni (per adeguamento e per miglioramento) e gli impianti particolari di cui all'art.6 qualora pubblici, hanno obbligo di **progetto illuminotecnico** redatto da progettista qualificato, completo di tutte le dichiarazioni, certificazioni, dati fotometrici e calcoli previsti dalla presente normativa - che deve essere mantenuto agli atti del Comune. Unica eccezione è costituita dall'ampliamento di impianto esistente che risulti già conforme alla presente direttiva, realizzato attraverso la riproposizione della stessa tipologia di apparecchio illuminante e geometria di installazione per un massimo di 5 punti luce. In tale caso l'ampliamento dovrà essere dotato comunque di una dichiarazione

del progettista. Si precisa che devono essere mantenuti agli atti anche le dichiarazioni di cui all'**ALLEGATO H3** ed **ALLEGATO I**.

5. Il Comune, verifica la conformità della documentazione di cui ai commi 2 e 3 a quanto richiesto dalla presente direttiva, chiedendo eventuali chiarimenti/adequamenti. In caso il Comune abbia affidato la progettazione dell'impianto di illuminazione pubblica esterna ad un soggetto esterno, controlla tutta la documentazione di cui al comma 4, in quanto ne diventa responsabile dopo averne approvato il lavoro. In caso di presa in carico da parte del Comune di un impianto privato, il Comune ne deve verificare la rispondenza alla normativa vigente al momento dell'approvazione del progetto esecutivo.
6. L'installatore deve rilasciare al termine dei lavori la Dichiarazione di conformità di cui all'**ALLEGATO I**. Tale dichiarazione è mantenuta agli atti ed è esibita su richiesta.
7. L'utilizzo di KIT di retrofit è ammesso solo nei casi in cui venga fornito dallo stesso produttore dell'apparecchio e sia dotato di "marcatura CE" ed omologazione. L'apparecchio così realizzato deve essere conforme :
  - per il tipo di sorgenti ammesse, all'art. 4, comma 1, lett.a);
  - per gli apparecchi, all'art. 4, comma 1, lett.b), punti I, II e III <sup>(17)</sup>;
8. Nel caso di utilizzo di KIT di retrofit NON certificato e non omologato dal produttore dell'apparecchio originale, quanto previsto al comma 7 deve essere garantito da:

---

<sup>17)</sup> art.4, comma 1, lett.b) punto I (0 cd verso l'alto), punto II (IPEA), punto III (rischio fotobiologico);

- riacquisizione della "marcatura CE" per l'apparecchio così modificato, da parte di chi ha effettuato l'intervento di modifica;
- ricalcolo e ricertificazione dei parametri di cui alla presente direttiva (dichiarazioni, certificazioni, dati fotometrici e calcoli), per la verifica della conformità non solo dell'apparecchio ma di tutto l'impianto di illuminazione.

9. Il rispetto di quanto indicato nella presente direttiva non esime dalla conformità:

- al DPR 207/2010 "Regolamento di esecuzione e attuazione del D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163" e s.m.i.;
- al DM 37/08 "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" e s.m.i.;
- al DPR 207/2010 "Regolamento di esecuzione e attuazione del D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163" e s.m.i.

10. Tutti i Capitolati relativi agli impianti di illuminazione pubblica e privata devono prevedere e privilegiare i criteri di valutazione che premiano le classi IPEA ed IPEI superiori ove possibili e le analisi TCO inferiori. In caso di Appalti Pubblici sono da privilegiare Appalti Verdi redatti in conformità ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'illuminazione pubblica redatti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ove non in contrasto con la presente direttiva.

11. Le opere soggette alla presentazione del permesso di costruire, alla SCIA e al certificato di conformità ed agibilità edilizia di cui alla DGR 993/2014 e s.m.i. <sup>(18)</sup>

---

<sup>18)</sup>"Atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione della modulistica edilizia unificata (LR 15/2013 art.12, comma 4, lett. a) e b) e comma 5)"

devono tener presente che nelle relative modulistiche sono richieste la conformità alla legge e direttiva applicativa.

#### Art. 10

##### Contributi regionali

1. I Comuni che ottemperano alla Legge ed alla presente Direttiva possono essere ammessi ad eventuali contributi regionali.

#### Art. 11

##### Questionario annuale sulla pubblica illuminazione

1. Ai fini della presente direttiva, i Comuni inviano alla Regione entro il 31 marzo di ogni anno le Tabelle 1, 2, 3 e 4 debitamente compilate. A tale scopo è possibile compilare e spedire con PEC il foglio di calcolo "Quadro conoscitivo della Pubblica illuminazione" messo a disposizione sul sito della Regione, alla voce "Inquinamento luminoso", all'indirizzo: [segraae@postacert.regione.emilia-romagna.it](mailto:segraae@postacert.regione.emilia-romagna.it).

Tab.1: Dati generali - Comune di XXX

Referente dei dati	Anno di riferimento	Abitanti (n°)	Km di strada illuminata
Es. Ufficio tecnico geom. Rossi	xxxx	xxxx	xxxx

Tab.2: Sistema di gestione

Anno di riferimento	Piano della LUCE		Numero di sorgenti luminose totali (*)	Tipo di gestione (Proprio/ Terzi/Mista)
	Si/No	Estremi della Delibera di approvazione		
xxxx	Si	n°xxx del xx/xx/xxxx		Es. Proprio/mista

(\*): accertarsi che il numero totale di sorgenti luminose indicate in questa tabella coincida con la sommatoria del numero totale delle sorgenti di Tab. 3

Tab.3: Tipo, numero e potenza delle sorgenti luminose

Anno xxxx	Numero sorgenti luminose e loro potenza (W)												
	Mercurio		Sodio HP		Sodio BP		Ioduri		LED		altro		TOT
	n.	W	n.	W	n.	W	n.	W	n.	W	n.	W	n.
tot													xxxx (**)

(\*\*) per la corretta indicazione del numero di sorgenti luminose si consideri il seguente esempio. Per una torre faro con 6 proiettori sodio HP si deve inserire 6 nella casella "Sodio HP". Per un apparecchio LED (indipendentemente dal numero di diodi installati sulla piastra) si deve inserire 1 nella casella "LED".

Tab.4: Indicazione sui consumi e sui costi

Anno	Consumi totali (KWh/a)	COSTI (euro)			
		Energia elettrica	Manutenzione ordinaria	Manutenzione straordinaria	Investimenti
xxxx					

## Art. 12

### Abrogazione di norme regionali e regime di transizione

- La Delibera di Giunta Regionale n. 1688/2013 "Direttiva per l'applicazione dell'art.2 della Legge regionale n. 19 del 29/09/2003 recante Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" è abrogata;
- Ai soli fini dell'applicazione dell'art. 6 della legge "sanzioni", gli impianti di illuminazione esterna, pubblici e privati, realizzati a partire dal 14 ottobre 2003 (data di entrata in vigore della legge) sino alla data di entrata in vigore della presente direttiva, devono dimostrare di rispondere alla legge e ai criteri della normativa tecnica applicativa in vigore nel periodo di riferimento, che così si identificano:

se realizzati dal 14 ottobre 2003 al 28 dicembre 2005 devono rispondere ai requisiti della sola LR 19/03;

se realizzati dal 29 dicembre 2005 al 17 novembre 2013 devono rispondere ANCHE ai requisiti tecnici di cui alla DGR. 2263/2005 e sua Circolare esplicativa;

se realizzati dal 18 novembre 2013 alla data di entrata in vigore della presente direttiva, devono rispondere ANCHE ai requisiti tecnici di cui alla DGR 1688/2013.

**ALLEGATO A**

**RICHIESTA di ZONA di PARTICOLARE PROTEZIONE**

**dall'Inquinamento luminoso**

Il sottoscritto (cognome).....(nome).....  
nato a (luogo).....(prov)..... il .....  
residente a (luogo) .....(prov).....  
in via (indirizzo).....n.....

in qualità di (gestore/rappresentante) .....  
dell'Osservatorio (nome identificativo) .....  
di tipo (professionale/non professionale).....  
ubicato nel comune di ..... (prov) .....  
in via (indirizzo) .....n.....

**CHIEDE**

che intorno dell'Osservatorio di cui sopra, venga assegnata una  
*Zona di Particolare Protezione* dall'Inquinamento Luminoso di:

25 Km di raggio

15 Km di raggio

che presumibilmente ricadrà:

    sul territorio del solo comune in cui è ubicato l'osservatorio;

    sul territorio di più comuni;

A tal fine, allega:

- a) cartografia in opportuna scala con localizzazione;
- b) programma scientifico di ricerca e/o divulgazione dell'Osservatorio.

Si allega inoltre (altra documentazione utile).....

Indirizzo per le comunicazioni.....

lì .....

Firma .....

Dichiaro di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art.13 del decreto legislativo 196/2003 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente domanda viene presentata.

Firma .....

**ALLEGATO B**  
**IL PIANO DELLA LUCE**

Il Piano della Luce deve essere redatto da figure professionali specializzate, cioè da professionisti singoli o associati iscritti agli ordini o collegi professionali, in possesso dei requisiti tecnico professionali necessari.

Un esempio di organizzazione del documento, è proposta di seguito.

**Premessa**

Nella Premessa il Comune può riportare un sintetico inquadramento normativo relativo alla materia dell'Inquinamento luminoso ed un elenco dei principali obiettivi del Piano della Luce, quali ad esempio la limitazione dell'inquinamento luminoso, il raggiungimento del risparmio energetico, la mitigazione delle situazioni critiche o pericolose, l'analisi della messa a norma degli impianti, il miglioramento della viabilità e della qualità di vita, la valorizzazione dei contesti urbani, la salvaguardia e protezione dell'ambiente nel suo complesso, ecc.

**Cap.1- Inquadramento territoriale e caratteristiche territoriali**

Nel primo capitolo il Comune può descrivere il suo territorio, approfondendone le caratteristiche principali ed evidenziando le Zone di Protezione dall'inquinamento luminoso in coerenza con i contenuti del PSC/POC o del PTCP. Si possono prevedere i seguenti paragrafi:

**Par. 1.1- Inquadramento territoriale**

Introduzione geografica, confini e centri abitati, principali caratteristiche morfologiche, ambientali e climatiche, popolazione e statistiche utili, attività produttive, commerciali ecc).

**Par. 1.2- Evoluzione storica dell'illuminazione**

Ricerca storica sull'evoluzione territoriale dell'illuminazione anche mediante l'ausilio di foto e documenti d'epoca; identificazione di eventuali caratterizzazioni storiche dell'illuminazione del territorio oggetto di studio.

### **Par. 1.3- Aree omogenee**

Suddivisione del territorio in aree omogenee, es. aree agricole, residenziali, verdi, industriali/artigianali, parchi e zone di salvaguardia ambientale, centri storici e cittadini ed aree pedonali e di possibile aggregazione, impianti destinati alla ricreazione sportiva. Allegata a tale paragrafo si propone una cartografia delle Aree omogenee, da effettuare in scala adeguata anche in base alle indicazioni del PSC/POC.

### **Par. 1.4- Zone di protezione dall'inquinamento luminoso**

Riportare i contenuti e le cartografie ufficiali che le identificano.

## **Cap. 2- Illuminazione del territorio: censimento e stato di fatto**

Nel secondo capitolo il Comune può effettuare un'analisi dettagliata dello stato dell'illuminazione esistente (eventualmente potrebbero essere di aiuto delle Schede di rilevamento appositamente predisposte, contenenti l'elencazione dei principali aspetti tecnici da rilevare). Inoltre il Comune valuta i parametri illuminotecnici relativi agli impianti esistenti, ivi compresi quelli privati, per la verifica dei requisiti di conformità alla normativa regionale. Si possono prevedere i seguenti paragrafi:

### **Par. 2.1- Stato dell'illuminazione esistente, conformità alla LR.19/2003 e Direttiva applicativa**

#### **2.1.1 Censimento degli impianti nelle Zone di particolare Protezione.**

Il censimento deve prevedere, per ogni impianto, l'identificazione di almeno le seguenti informazioni:

ubicazione esatta dell'impianto;

proprietario e gestore;

tipologia di apparecchi installati e di supporti impiegati;

alimentazione, potenze elettriche e distribuzione elettrica;  
stato dei quadri elettrici e compatibilità con le norme vigenti in materia;  
tipi di lampade installate e potenze;  
eventuale presenza di elevati fenomeni di abbagliamento molesto;  
eventuale condizione di "fonti di rilevante inquinamento luminoso" come definite all'art.3, comma 3 della presente direttiva, ai fini della programmazione di interventi di bonifica;  
valutazione della conformità alla LR.19/2003 ai fini della programmazione di interventi di adeguamento/ sostituzione.

#### **2.1.2 Censimento degli impianti fuori dalle Zone di particolare Protezione**

Il censimento dovrà prevedere l'identificazione, per ogni impianto, di almeno le seguenti informazioni:

ubicazione esatta dell'impianto;  
proprietario e gestore;  
tipologia di apparecchi installati e di supporti impiegati;  
alimentazione, potenze elettriche e distribuzione elettrica;  
stato dei quadri elettrici e compatibilità con le norme vigenti in materia;  
tipi di lampade installate e potenze;  
eventuale presenza di elevati fenomeni di abbagliamento molesto;  
eventuale condizione di "fonti di rilevante inquinamento luminoso", come definite all'art.3, comma 3 della presente direttiva, ai fini della programmazione di interventi di bonifica;  
valutazione della conformità alla LR.19/2003 ai fini della programmazione di interventi di adeguamento/ sostituzione.

rilievo del livello di usura dell'impianto ai fini della programmazione di interventi di sostituzione o messa a norma (ad esempio: stato di usura degli apparecchi illuminanti, stato di usura dei quadri elettrici, ecc.)

Allegati ai precedenti paragrafi si propongono i seguenti Elaborati cartografici:

- a) **Mappatura della distribuzione delle tipologie di sorgenti luminose.** Tale lavoro dovrà essere riportato su un supporto cartografico di adeguata scala.
- b) **Mappatura della distribuzione degli apparecchi di illuminazione.** Tale lavoro dovrà essere riportato su un supporto cartografico di adeguata scala.

#### **Par. 2.2- Evidenze storiche, culturali ed artistiche.**

Identificazione degli edifici, monumenti e manufatti, classificati di interesse storico-architettonico e monumentale, e di quelli di pregio storico, culturale e testimoniale ecc. sottoposti a tutela dagli strumenti di pianificazione urbanistica.

#### **Cap. 3- Classificazione illuminotecnica del territorio**

In questo capitolo il Comune potrà effettuare una valutazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi delle aree individuate all'interno del territorio comunale, sulla base del tipo di strada (dal PUT se esistente) e di quanto espresso nell' **ALLEGATO F** della presente direttiva.

Come Allegato al paragrafo, si propone un elaborato cartografico, di **Mappatura della classificazione del territorio.** Tale lavoro dovrà essere riportato su un supporto cartografico di adeguata scala che evidenzia le Zone di protezione dall'inquinamento luminoso eventualmente esistenti sul territorio comunale e la classificazione illuminotecnica degli ambiti considerati secondo le categorie illuminotecniche di ingresso considerate.

#### **Cap. 4- Pianificazione degli interventi**

In questo capitolo il Comune, sulla base degli elementi emersi nei precedenti capitoli e seguendo gli indirizzi di buona amministrazione per le zone di particolare protezione, potrà effettuare una programmazione degli interventi (nuovi impianti e riqualificazioni). Il Comune dovrà altresì prevedere interventi di messa a norma (sicurezza elettrica, statica, ecc.) dell'impianto di illuminazione pubblica di sua proprietà. Le scelte del Comune dovranno basarsi su soluzioni integrate di riassetto del territorio, e dovranno essere prese in funzione dei risparmi energetici, economici e manutentivi. Si possono prevedere i seguenti paragrafi:

**Par. 4.1- Pianificazione delle modalità e dei tempi di adeguamento degli impianti non rispondenti ai requisiti della presente direttiva ubicati nelle Zone di particolare Protezione;**

**Par. 4.2- Pianificazione delle modalità e dei tempi di sostituzione degli impianti esistenti sul territorio comunale (fuori dalle Zone di Protezione), in base allo stato di usura degli impianti;**

**Par. 4.3- Pianificazione della realizzazione di interventi di bonifica o di sostituzione per le sorgenti di rilevante inquinamento luminoso, sia pubbliche che private, degli apparecchi illuminanti con indice IPEA /IPEI inferiori a quanto stabilito dalla normativa;**

**Par. 4.4- Definizione del Piano di manutenzione degli impianti;**

**Par. 4.5- Pianificazione di eventuali azioni di sviluppo dell'illuminazione**

#### **Cap. 5- Valutazioni Economiche**

In questo capitolo il Comune potrà effettuare le valutazioni economiche relative alle scelte/indicazioni evidenziate nel capitolo precedente, corredandole di bilanci energetici/economici, ed identificare le opportunità tecnologiche che favoriscono una

illuminazione a basso impatto ambientale e maggiore risparmio energetico. Verranno effettuate previsioni di spesa e di priorità. Le valutazioni economiche dovranno essere basate sull'analisi TCO così come indicato richiesto dalla presente direttiva, estesa a tutto l'impianto di illuminazione comunale.

Il Comune, nella valutazione economica, dovrà altresì tenere conto di fattori finanziari dovuti al costo del capitale investito, dell'esposizione finanziaria e di tutti gli oneri secondari dovuti a questo genere di interventi.

**ALLEGATO C**

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL PRODOTTO ALLA LR.19/03  
E DI VERIDICITA' DEI DATI FOTOMETRICI**

(Utilizzabile cumulativamente per prodotto/modello se tutti i dati fotometrici sono disponibili pubblicamente in forma controllata per esempio nel sito pubblico aziendale)

LOGO E INTESTAZIONE AZIENDA

La ditta: .....

dichiara sotto la propria responsabilità la conformità alle suddette leggi del prodotto della serie / modello: .....  
Ottica tipo: ..... Tipo di chiusura: .....  
con sorgenti (tipo e potenza): .....

**Lo stesso prodotto è stato testato:**

<b>Nel Laboratorio</b>		<b>Responsabile Tecnico:</b>	
------------------------	--	------------------------------	--

**secondo le indicazioni di seguito riportate:**

<b>Sistema di Misura</b> (tipo di Goniometro)		<b>Posizione apparecchio durante la misura</b>	
<b>Parametri di Misura</b>		<b>Incertezza di misura</b>	
<b>Sistema di riferimento</b>		<b>Simmetria applicata</b>	
<b>Tensione Alimen.</b>		<b>Frequenza:</b>	
<b>Temperatura Amb.</b>		<b>Centro Fotometrico</b>	EN 13032-1
<b>Distanza fotocellula</b>		<b>Incertezza del flusso:</b>	
<b>Norme di Riferimento:</b>	EN 13032-2 Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi		

<b>Intensità luminosa max. per gamma maggiore o uguale a 90°</b> (nella posizione di misura):	inferiore a 0.49cd/klm
<b>IPEA dell'apparecchio (per applicazioni stradali, ciclopedonali, aree verdi e centri storici):</b>	
<b>GRUPPO RISCHIO EN 60598-1 del 2015:</b>	
<b>TEMPERATURA DI COLORE (CCT):</b>	
<b>Posizione di Installazione per soddisfare i requisiti di legge:</b>	

Il laboratorio e l'azienda operano in regime di qualità ISO ..... Nr. Certificato: ..... Nel suo ruolo di responsabile tecnico del laboratorio fotometrico suindicato,

**Dichiara**

- che i dati fotometrici dei prodotti sopra elencati sono distribuiti anche in formato elettronico e disponibili in forma controllata sul sito .....
- che i dati fotometrici dei prodotti sopra elencati sono stati rilevati all'interno del laboratorio medesimo, senza manomissioni o alterazioni e sono gestiti in regime controllato di qualità ed in accordo con le norme di settore.

TIMBRO E FIRMA Responsabile del Laboratorio

## ALLEGATO D

### IPEA E PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI APPARECCHI

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

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

La formula dell'IPEA è quindi:

$$IPEA = \frac{a}{r}$$

dove:

$a$  = Efficienza globale dell'apparecchio

$r$  = Efficienza globale di riferimento

---

<sup>19)</sup>"Piano d'azione per la sostenibilità Ambientale dei consumi della pubblica amministrazione" adottato con Decreto Interministeriale dell'11 aprile 2008, ed aggiornato con DM 10 aprile 2013

<sup>20)</sup>Decreto 23/12/2013 e s.m.i "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta densità e moduli LED per l'illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica".

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

Tab.1: Classi ed intervalli IPEA

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

Semplificando <sup>(21)</sup>, per calcolare l'IPEA occorre tener conto che:

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

$$a = \eta_{sorg} \cdot \eta_{alim} \cdot DLor \quad [lm/W]$$

ove:

$\eta_{sorg}$  (lm/W) efficienza nominale della sorgente luminosa

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

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

---

<sup>21)</sup> per maggiori approfondimenti si veda ALLEGATO D della DGR 1688/2013

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

Tab.2: Efficienza globale di riferimento ( $\eta_r$ )

Potenza nominale della sorgente [W]	Efficienza globale di riferimento ( $\eta_r$ ) lm/W			
	Stradale e grandi aree	Percorsi ciclopedonali	Aree verdi e parchi	Centri storici(*)
P ≤ 55	60	50	49	51
55 < P ≤ 75	65	56	55	57
75 < P ≤ 105	75	58	57	58
105 < P ≤ 155	81	63	62	63
155 < P ≤ 255	93	67	66	68
255 < P ≤ 405	99	67	66	68

(\*)i valori si riferiscono a centri storici con apparecchi artistici.

Si precisa che le efficienze delle sorgenti ed i rendimenti degli alimentatori devono essere conformi al Regolamento CE n.245/2009 (22).

### **Esempio n.1**

**Tipo apparecchio:** Stradale senza ottica e senza coppa

**Sorgente:** Lampada a vapori di mercurio da 125W

**Efficienza sorgente:** 50 lm/W

**Rendimento alimentatore:** 0.89

**Dlor:** 0.65

**Efficienza globale di riferimento** (da Tab.2): 81 lm/W

**Efficienza globale apparecchio:**  $50 \cdot 0.89 \cdot 0.65 = 29$  lm/W

**IPEA:**  $29/81 = 0.36$  in classe G

---

<sup>22)</sup> Regolamento recante modalità di esecuzione della DIR/2005/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio per quanto riguarda le specifiche per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e di alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade, e che abroga la DIR/200/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio".

### Esempio n.2

**Tipo apparecchio:** Stradale performante di ottima qualità

**Sorgente:** Lampada sodio alta P. super da 70W

**Efficienza sorgente:** 94 lm/W

**Rendimento alimentatore:** 0.91 (alimentatore elettronico)

**Dlor:** 0.81

**Efficienza globale di riferimento (da Tab.2):** 65 lm/W

**Efficienza globale apparecchio:**  $94 \cdot 0.91 \cdot 0.81 = 69$  lm/W

**IPEA:**  $69/65 = 1.06$  in classe A

### Esempio n.3

**Tipo apparecchio:** stradale ottima qualità

**Sorgente:** LED e micro ottiche. 50 LED a 4000K,  $i=525$  mA

**Flusso Modulo LED:** 9415 lm

**Potenza reale:** 78 W

**Dff:** 0.79

**Efficienza globale di riferimento (da Tab.2):** 75 lm/W

**Efficienza globale apparecchio:**  $9415/78 \cdot 0.79 = 95$  lm/W

**IPEA:**  $95/75 = 1.26$  in classe A++

**ALLEGATO E**  
**IPEI E PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO.**

Come evidenziato nell'Allegato D, ed in analogia ai CAM <sup>(17)</sup> criteri di efficienza energetica che garantiscano determinate prestazioni *minime* sono stati individuati anche per gli impianti.

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

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

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

Le formule dell'IPEI sono quindi:

$$IPEI = \frac{SL}{SL_R} k_{inst}$$

(in luminanza)  
per ambiti stradali

$$IPEI = \frac{SE}{SE_R} k_{inst}$$

(in illuminamento)  
per gli altri ambiti

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

Tab.1: Classi ed intervalli IPEI

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

Semplificando (<sup>18</sup>), per calcolare l'IPEI occorre tener conto che:

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

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

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

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

dove:

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

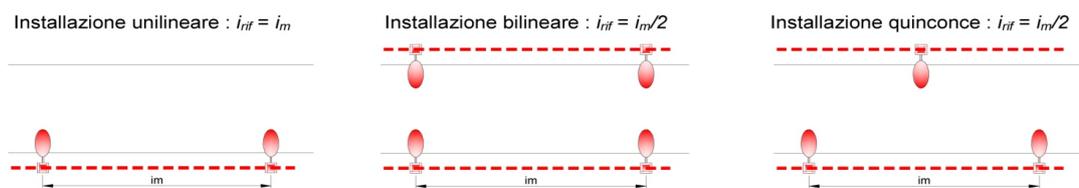
nominale della sorgente e  $\eta$  è il rendimento dell'alimentatore.

$L_m$  (cd/mq) Luminanza media mantenuta, risultante dal calcolo illuminotecnico effettuato con apposito software secondo le indicazioni dell'Allegato F, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,80 ed un manto stradale di classe C2

$E_m$  (lux) Illuminamento medio mantenuto risultante dal calcolo illuminotecnico effettuato con apposito software secondo le indicazioni dell'Allegato F, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,80<sup>(17)</sup>

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

$i_{rif}$  (m) Interdistanza di riferimento in un impianto di pubblica illuminazione fra un punto luce e l'altro computata secondo lo schema espresso di seguito:



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

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

$$SE = \frac{P_{app}}{E_m S_{media}}$$

dove:

$S_{media}$  l'area media illuminata da ciascun apparecchio di illuminazione. 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.

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

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

Tab.2: SLEEC di riferimento  $SL_R$  per ambiti stradali

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

- **in illuminamento ( $SE_R$ )**, quelli riportati nelle seguenti Tabelle 3 e 4 in relazione alla categoria illuminotecnica di progetto prevista secondo l'Allegato F e la Norma UNI EN 13201 e s.m.i.

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

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

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

Illuminazione di marciapiedi, percorsi ciclopedonali, parcheggi	
Categoria illuminotecnica	$SE_R \frac{W}{lux m^2}$
P1	0,07
P2	0,08
P3	0,09
P4	0,11
P5	0,14
P6	0,17
P7	0,21

### Esempio

Si supponga di dover illuminare la seguente strada:

**Ambito principale:** Strada urbana locale tipo F (da PUT)

**Categoria illuminotecnica (da Allegato F):** M4

**Parametro principale di riferimento (da EN 13201-2):** 0.75 cd/mq

**Larghezza della carreggiata:** 6 m

E di voler valutare /confrontare l'IPEI utilizzando i tre apparecchi di cui agli esempi dell'Allegato E (di cui per comodità di lettura si riportano i parametri di riferimento utili)

- caso 1 (apparecchio dell'esempio 1, Allegato E)

**Tipo apparecchio:** Stradale senza ottica e senza coppa

**Sorgente:** Lampada a vapori di mercurio da 125W

**Efficienza sorgente:** 50 lm/W

**Rendimento alimentatore:** 0.89

**IPEA: in classe G**

I parametri derivanti dal calcolo illuminotecnico sono:

per interdistanza 22 m, altezza delle sorgenti 7 m

$L_m=0.75$  cd/mq  $U_0=0.5$   $U_1=0.77$   $TI=12\%$   $SR=0.60$

$P_{app} = P_{sorg} / \eta = 125 / 0.89 = 140$  W

$K_{inst} = 0.524 + (0.75 / (0.75 * 2.1)) = 1$

$SL = 140 / (0.75 * 22 * 6) = 1.41$

$SL_R = 0.58$  (da Tabella 2, per categoria M4)

**IPEI** =  $(1.41 / 0.58) * 1 = 2.43$  in **classe E**

- caso 2 (apparecchio dell'esempio 2, Allegato E)

**Tipo apparecchio:** Stradale performante di ottima qualità

**Sorgente:** Lampada sodio alta pressione super da 70W e alimentatore elettronico

**Efficienza sorgente:** 94 lm/W

**Rendimento alimentatore:** 0.91

**IPEA: in classe A**

I parametri derivanti dal calcolo illuminotecnico sono:

per interdistanza 33 m, altezza delle sorgenti 7 m

$L_m=0.75$  cd/mq  $U_0=0.4$   $U_1=0.5$   $TI=15\%$   $SR=0.50$

$P_{app} = P_{sorg} / \eta = 70 / 0.91 = 77$  W

$$K_{inst} = 0.524 + (0.75 / (0.75 * 2.1)) = 1$$

$$SL = 77 / (0.75 * 33 * 6) = 0.52$$

$$SL_R = 0.58 \text{ (da Tabella 2, per categoria M4)}$$

$$IPEI = (0.52 / 0.58) * 1 = 0.89 \text{ in classe A}$$

- caso 3 (apparecchio dell'esempio 3, Allegato E)

**Tipo apparecchio:** stradale ottima qualità

**Sorgente:** LED e micro ottiche. 50 LED a 4000K, i=525 mA

**Flusso Modulo LED:** 9415 lm

**Potenza apparecchio reale:** 78 W

**IPEA: in classe A++**

I parametri derivanti dal calcolo illuminotecnico sono:

per interdistanza 29 m, altezza delle sorgenti 7 m

$$L_m = 0.81 \text{ cd/mq} \quad U_0 = 0.52 \quad U_1 = 0.63 \quad TI = 12\% \quad SR = 0.87$$

$$K_{inst} = 0.524 + (0.81 / (0.75 * 2.1)) = 1.03$$

$$SL = 78 / (0.81 * 29 * 6) = 0.55$$

$$SL_R = 0.58 \text{ (da Tabella 2, per categoria M4)}$$

$$IPEI = (0.55 / 0.58) * 1.03 = 0.98 \text{ in classe B}$$

## **ALLEGATO F**

### **PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE DEGLI IMPIANTI**

#### 1. PREMESSA

Il presente Allegato definisce le prestazioni illuminotecniche minime che gli impianti di illuminazione esterna devono rispettare al fine di garantire l'adeguato effetto visivo riferito all'ambito considerato e al contempo fornire il giusto comfort percettivo.

Il rispetto di queste indicazioni non è esaustivo ai fini della progettazione, che deve necessariamente tenere conto delle condizioni al contorno specifiche e delle esigenze proprie di ogni ambito illuminato.

In particolare, in presenza di ambiti che coinvolgono più tipologie di utenti, il progettista dovrà valutare quale sia l'aspetto principale da privilegiare oppure se sia possibile garantire una illuminazione adatta alle diverse esigenze.

Essendo questo allegato particolarmente corposo si riporta di seguito, l'indicazione dei principali contenuti dei Capitoli e paragrafi per facilitare la comprensione della sua articolazione.

#### **ILLUMINAZIONE FUNZIONALE**

##### **2. AMBITI STRADALI**

2.1 categorie di ingresso per l'analisi di rischio

2.2 categorie di progetto

2.2.1 analisi di rischio

2.2.2 zone di studio

2.3 categorie di esercizio

2.4 ulteriori criteri

2.4.1 controllo abbagliamento debilitante

2.4.2 gestione condizioni atmosferiche avverse

2.4.3 provvedimenti integrativi e responsabilità

2.5 definizione del coefficiente di manutenzione

2.6 classificazione di pavimentazioni stradali

##### **3. ALTRI AMBITI ESTERNI PUBBLICI**

- 3.1 attraversamenti pedonali
- 3.2 intersezioni a rotatoria
- 3.3 intersezioni a raso e a livelli sfalsati

#### 4. ILLUMINAZIONE ESTERNA PRIVATA

#### **ILLUMINAZIONE NON FUNZIONALE**

- 5. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE E ARTISTICA
- 6. ILLUMINAZIONE DI PIAZZE E ALTRI LUOGHI DI AGGREGAZIONE
- 7. ILLUMINAZIONE DI AREE VERDI

#### **ILLUMINAZIONE FUNZIONALE**

Le prescrizioni inerenti l'illuminazione funzionale sono state redatte sulla base di metodi consolidati di identificazione delle categorie illuminotecniche e di valori di riferimento <sup>(23)</sup>e definisce i principi per la progettazione illuminotecnica degli impianti funzionali di illuminazione esterna; fornisce quindi i criteri generali di sicurezza, le modalità di analisi, e le prestazioni che devono essere soddisfatte.

Circa le indicazioni applicative per l'ottenimento delle prestazioni prescritte è facoltà del progettista anche fare riferimento a normative di comprovata validità (come ad esempio la norma UNI 11248) oppure ad opportune indagini, eventualmente anche sperimentali, purché dimostri attraverso una documentazione approfondita e puntuale il mantenimento degli stessi livelli di sicurezza o maggiori e la coerenza coi principi espressi nel presente Allegato. I metodi sperimentali eventualmente utilizzati dovranno sempre far riferimento ad una bibliografia scientifica internazionale consolidata, di comprovato valore e convalidata da diversi autori; nel caso di prove sperimentali a supporto queste dovranno essere certificate da laboratori accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.

---

<sup>23)</sup> Norma CEN/TR 13201-1, CEI 115:2010 ed EN 13201-2 normative di riferimento per la progettazione illuminotecnica.

## 2. ILLUMINAZIONE DI AMBITI STRADALI

Per *strada* la norma di riferimento <sup>(24)</sup> definisce "l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali". L'identificazione dei parametri progettuali per la sua illuminazione avviene attraverso tre gradi successivi di approfondimento, che devono essere obbligatoriamente valutati nella loro pertinenza e necessità dal progettista e che determinano:

1. la definizione di una categoria illuminotecnica di **ingresso** per l'analisi dei rischi obbligatoria;
2. la definizione di una categoria illuminotecnica di **progetto**;
3. la definizione di una categoria illuminotecnica di **esercizio**.

Di seguito si riporta in dettaglio la procedura per il calcolo illuminotecnico, attraverso i tre passaggi indicati.

### **2.1 Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria.**

La definizione della Categoria illuminotecnica di *ingresso* per l'analisi dei rischi obbligatoria è determinata considerando esclusivamente la classificazione della strada, che non è responsabilità del progettista illuminotecnico, ma deve essergli comunicata dal committente o dal proprietario/gestore della strada, valutando le reali condizioni ed esigenze.

In mancanza di strumenti urbanistici adeguati (come ad esempio il PUT), il progettista illuminotecnico può proporre - sempre su indicazioni del committente o del proprietario/gestore della strada - una classificazione di massima, sulla scorta dei riferimenti normativi e legislativi esistenti; in questo caso è comunque il committente o il proprietario/gestore a farsi carico dell'onere della scelta della classificazione della strada.

Per procedere a tale definizione occorre:

- suddividere la strada in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza;
- per ogni zona di studio identificare il tipo di strada cioè la classe stradale. Al momento attuale, come già evidenziato, il riferimento per tale identificazione è il PUT (Piano Urbano del Traffico) ove esistente o il D.M. n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti;
- in relazione al tipo di strada, individuare con l'ausilio della Tabella 1, la categoria illuminotecnica di *ingresso*. Si specifica che la categoria così individuata presuppone il possesso del livello base, dei parametri di influenza di cui alla Tabella 5).

---

<sup>24)</sup> DM. 6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti

Tab.1: Categoria illuminotecnica di *ingresso* per l'analisi dei rischi obbligatoria, in relazione al tipo di strada.

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limite di velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria
A1	Autostrade extraurbane	130-150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70-90	M3
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M3
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	M4
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) (1)	70-90	M3
	Strade extraurbane secondarie	50	M4
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	M3
D	Strade urbane di scorrimento (2)	70	M3
		50	
E	Strade urbane di interquartiere	50	M3
	Strade urbane di quartiere	50	
F(3)	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) (1)	70-90	M3
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	P3
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C5/P3 (3)
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C5/P3 (3)
50			
Strade locali interzonali	30		
F bis	Itinerari ciclo-pedonali (4)	--	P3
	Strade a destinazione particolare (1)	30	P3

(1) DM 5/11/2001, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

(2) per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica della strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria a questa comparabile (si veda Tabella 16 della presente direttiva).

(3) Nel caso di indicazione multipla la categoria illuminotecnica deve essere scelta attraverso l'analisi dei rischi. Se in prossimità di incroci in zone rurali o in strade locali extraurbane sono previsti apparecchi di illuminazione, singoli o in numero molto limitato con funzione di segnalazione visiva, limitatamente per questa zona non si richiede alcuna prescrizione per i livelli di illuminazione (categoria illuminotecnica P7) e si richiede la categoria illuminotecnica G3 per la limitazione dell'abbagliamento, valutata nelle condizioni di installazione degli apparecchi di illuminazione.

(4) Secondo la Legge 1 agosto 2003 numero 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003, n 151, recante modifiche caso di indicazione multipla, la categoria deve essere scelta attraverso l'analisi dei rischi.

Al fine di rendere più semplice e comprensibile la lettura della Tabella 1, si specifica che:

- le categorie M definiscono i parametri minimi necessari per soddisfare prevalentemente le esigenze del traffico motorizzato, nei casi in cui la luminanza sia applicabile. Il parametro di riferimento è quindi la luminanza (cd/mq).
- le categorie C si usano per determinare i parametri da rispettare nei "punti di conflitto" ossia nelle aree ove i flussi di traffico motorizzato si intersecano (es. incroci, rotatorie, sottopassi, strade commerciali, corsie di incolonnamento e decelerazione, ecc.) e le convenzioni di luminanza non siano applicabili o con pavimentazione non uniforme e con coefficienti ridotti di luminanza difficilmente rilevabili (in generale aree complesse con molteplici direzioni di osservazione). Il parametro di riferimento è l'illuminamento orizzontale (lux).
- le categorie P definiscono il valore minimo di sicurezza da rispettare in aree principalmente pedonali o di secondaria importanza. Si usano ad esempio nei parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili. In questo caso, è necessario verificare i valori di illuminamento e soprattutto il rispetto del valore minimo puntuale.

E' possibile identificare tali classi con le classi ME/CE/SE indicate dalla norma EN 13201-2 attraverso le seguenti Tabelle 2, 3 e 4 di codifica:

Tab.2 Codifica delle categorie illuminotecniche M con quelle ME identificate dalla EN 13201-2

Categoria	Classe EN 13201-2
M1	ME1
M2	ME2
M3	ME3b
M4	ME4a
M5	ME5
M6	ME6

Tab.3 Codifica delle categorie illuminotecniche C con quelle CE identificate dalla EN 13201-2

Categoria	Classe EN 13201-2
C0	CE0
C1	CE1
C2	CE2
C3	CE3
C4	CE4
C5	CE5

Tab.4 Codifica delle categorie illuminotecniche P con quelle SE identificate dalla EN 13201-2

Categoria	Classe EN 13201-2
P1	S1
P2	S2
P3	S3
P4	S4
P5	S5
P6	S6

I parametri di riferimento per le categorie sopra indicate (es. LM,  $U_0$ ,  $U_1$ , ecc.) sono riportati nella Norma EN 13201-2. Nel caso in cui la stessa subisca modificazioni, si farà riferimento alle nuove classi introdotte in maniera tale da rispettare la rispondenza sopra indicata ovvero, nel caso in cui non sia possibile pervenire ad una corrispondenza univoca, verranno fornite ulteriori indicazioni a riguardo attraverso una circolare.

## **2.2 Categoria illuminotecnica di progetto.**

La definizione di una categoria illuminotecnica di *progetto*, è determinata modificando la categoria illuminotecnica di *ingresso* in base all'effettivo valore di parametri di influenza considerati nella valutazione dell'analisi dei rischi obbligatoria. Tale lavoro è responsabilità del progettista, che individua i parametri di influenza applicabili e definisce la categoria di *progetto* attraverso una valutazione dei rischi, evidenziando i criteri e le fonti d'informazione che giustificano le scelte effettuate.

In pratica il progettista, definita la categoria illuminotecnica di *ingresso* sulla base del tipo di strada, e consapevole che tale categoria presuppone il possesso del livello base dei parametri di influenza di cui alla Tabella 5, deve pervenire alla definizione della categoria illuminotecnica di *progetto* attraverso un'analisi dei rischi (obbligatoria) della zona di studio. L'analisi dei rischi è parte integrante del progetto e deve essere eseguita esplicitando i criteri e le fonti delle informazioni che hanno portato alle scelte effettuate.

### 2.2.1 Analisi dei rischi.

Consiste nella valutazione reale del livello dei parametri di influenza per garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzando al contempo, i consumi energetici, i costi d'installazione e di gestione e di impatto ambientale. L'analisi dei rischi deve essere necessariamente firmata dal progettista.

L'Analisi può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

- sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;
  
- individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali leggi dalla presente norma e da esigenze specifiche;

- studio dei fattori di rischio attraverso l'analisi degli eventi potenzialmente pericolosi. Questa analisi potrà basarsi, se presenti, su dati statistici rilevanti come la frequenza degli incidenti pregressi e il rapporto fra incidenti diurni e notturni;
- definizione di una gerarchia dei rischi rilevati e della possibile variazione degli stessi durante il tempo.

Il progettista, nei casi normali, prende in considerazione i parametri di influenza indicati in Tabella 5 e ne valuta il reale livello, confrontandolo con quello indicato come livello base. In caso di differenza, applicherà la relativa riduzione/aumento della categoria illuminotecnica evidenziata in Tabella 6.

Nei casi più complessi (es. incroci e svincoli tra strade molto trafficate, o situazioni di conflitto particolarmente pericolose) il progettista deve valutare l'importanza locale di ulteriori parametri di influenza rispetto a quelli elencati in Tabella 5 avvalendosi anche di dati statistici. Alcuni esempi di parametri ulteriori da valutare sono indicati nella Tabella 7.

Tab.5 Livello base dei parametri di influenza considerati nella definizione della categoria di ingresso per l'analisi dei rischi di cui alla Tabella 1

Parametri di influenza	Tipo di strada							
	A1	A2	B	C	D	E	F	F bis
Flusso di traffico	elevato							
Complessità campo visivo	elevata	normale	-			normale	-	
Zone di conflitto	-		non cospicue				-	
Dispositivi rallentatori	-			-			assenti	-
Rischio aggressione	-			-			normale	-
Pendenza media	-			-			5%	
Livello luminoso dell'ambiente	-			-			Ambiente Urbano	
Pedoni	-			-			Non ammessi	

Per maggiore chiarezza si specifica che:

Flusso di traffico motorizzato: parametro di influenza che indica la percentuale della portata di servizio (massima quantità oraria di veicoli ammessi per la tipologia di strada considerata) valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico. Si identifica con "elevato" se è superiore al 50% della portata massima di servizio, con "normale" se va dal 25 al 50% della portata massima di servizio, con "basso" se è inferiore al 25%.

Complessità del campo visivo: parametro di influenza che, valutata la presenza di ogni elemento compreso nel campo visivo dell'utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito (es. cartelloni pubblicitari luminosi, stazioni di servizio fortemente illuminate, apparecchi di illuminazione non orientati correttamente, vetrine fortemente illuminate, ecc). Per "Elevata" si intende una quantità di oggetti tali da creare confusione o distrazione in virtù del numero e della frequenza con cui essi si presentano nel campo visivo dell'utente.

Zona di conflitto: zona di studio nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano tra loro o si sovrappongono con zone frequentate da altri tipi di utenti. Si configurano come "cospicue" le zone di conflitto presenti in quantità tale da rappresentare più del 50% dell'area esaminata e "non cospicue" le zone di conflitto presenti in quantità inferiore al 50%;

Dispositivi rallentatori: dispositivi applicati alla pavimentazione atti a rallentare il flusso del traffico;

Rischio di aggressione: parametro che valuta il rischio di aggressione in una data zona di studio sulla base dell'analisi storica dei reati; se utilizzato nell'analisi di rischio, questo parametro deve essere validato dalle Forze dell'Ordine territorialmente competenti e dimostrato attraverso opportune analisi statistiche.

Pendenza media: il rapporto tra il dislivello tra il punto di partenza e quello di arrivo e la distanza orizzontale.

Livello luminoso dell'ambiente: livello di illuminazione presente nella zona di studio in assenza dei corpi illuminanti considerati nel progetto; nelle zone urbane possono influenzare il livello medio di illuminazione ad esempio i proiettori per illuminazione architettonica orientati verso la strada, le vetrine dei negozi, i porticati illuminati ecc.

Pedoni: parametro che valuta l'ammissibilità dei pedoni sulla strada.

Tab.6 Possibile variazione di categoria illuminotecnica in relazione al reale livello dei parametri di influenza

Parametro di influenza	reale livello	Variazione di categoria
Flusso di traffico	< 50% della portata di servizio	-1
	< 25% della portata di servizio	-2
Complessità campo visivo	elevata	+1
Zone di conflitto	cospicue	+1
Zone di conflitto	assenti	-1
Dispositivi rallentatori	presenti	-1
Rischio aggressione	elevato	+1
Pendenza media	Elevata cioè >5%	+1
Livello luminoso dell'ambiente	elevato	-1
Pedoni	ammessi	+1

Esempio: Il progettista nel caso di una strada di tipo F di tipo locale urbana, come categoria illuminotecnica di *ingresso* per l'analisi di rischio, individua la categoria M4 (vd. Tabella 1). Tale categoria presuppone il possesso del livello base dei parametri di influenza di cui alla Tabella 5, e cioè:

- flusso di traffico elevato;
- complessità del campo visivo normale;

- zone di conflitto non cospicue;
- dispositivi rallentatori assenti;
- rischio di aggressione normale

A seguito dell'analisi di rischio, il progettista verifica però che il livello reale del parametro di influenza "zone di conflitto" è cospicue.

Attraverso l'applicazione della Tabella 6, si vede che la presenza di zone di conflitto "cospicue", se il livello base è "non cospicuo", determina una variazione di categoria +1, cioè un aumento di una categoria illuminotecnica (corrispondente ad un incremento di luminanza/illuminamento). Pertanto la categoria di *progetto* diventerà la M3.

ATTENZIONE: La variazione (decremento/incremento) massima totale della categoria di *ingresso* per l'analisi dei rischi applicabile in funzione dei parametri di influenza precedentemente individuati, non può essere maggiore di 2. Qualora il decremento massimo totale sia dovuto esclusivamente alla riduzione del flusso di traffico rispetto alla portata di servizio, il progettista può valutare un'eventuale ulteriore riduzione di massimo una categoria illuminotecnica associata ad un altro parametro di influenza, giustificandola responsabilmente in relazione alla sicurezza e considerando l'interazione tra tutti i parametri di influenza.

Tuttavia, se come categoria illuminotecnica di *progetto* il progettista individua la categoria illuminotecnica M6, tenendo conto dell'influenza della luminanza stradale sulla percezione, potrà applicarla soltanto in zone di studio ove alla bassa densità abitativa sia associato un ridotto rischio di incidenti e di atti criminosi.

Tab.7 Esempio di ulteriori parametri di influenza da valutare caso per caso

Parametro di influenza	Nota	Possibile variazione di categoria illuminotecnica
Svincoli e/o intersezioni a raso	presenti	+1
Abbagliamento	Ti < 8%, indice di intensità luminosa G6 e indice di abbagliamento D6	-1
Segnaletica	cospicua nelle zone conflitto	-1
Prossimità di passaggi pedonali	Si veda paragrafo 3.1	Da valutare
Uso di sorgenti a luce bianca o moduli LED	rapporto S/P elevato e campo di adattamento visivo mesopico	Da valutare

In riferimento all'ultimo parametro indicato in Tabella 7 "Uso di sorgenti a luce bianca o moduli LED" occorre precisare che in base al documento CIE 191:2010, una volta valutato l'ambito mesopico (la valutazione deve essere dimostrata mediante relazione scritta del progettista attraverso opportune valutazioni e rilievi sul campo), utilizzando sorgenti ad alto rapporto S/P (Rapporto fra flusso luminoso scotopico emesso [S] e flusso luminoso fotopico emesso [P]) è possibile adottare valori di luminanza inferiori nei calcoli ma non tali da consentire uno sconto di categoria.

Per i valori di luminanza adottabili si faccia riferimento alla Tabella 8, per i valori di illuminamento, alla Tabella 9.

Tab.8 Possibile percentuale di variazione di valori di luminanza in caso di uso di sorgenti luminose o moduli LED con rapporto S/P elevato e campo di adattamento visivo mesopico (CIE 191:2010)

S/P	Variazione in percentuale dei Valori di luminanza (cd/mq) di riferimento con uso di sorgenti con elevato rapporto S/P in campo di adattamento visivo di tipo mesopico						
	0,35	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0
1.05	1%	1%	1%	1%	0%	0%	0%
1.25	5%	4%	3%	3%	2%	1%	1%
1.45	9%	7%	5%	5%	3%	3%	1%
1.65	13%	10%	8%	7%	5%	4%	2%
1.85	17%	13%	10%	9%	6%	5%	3%
2.05	21%	16%	12%	11%	8%	6%	3%
2.25	24%	19%	14%	12%	9%	7%	4%
2.45	28%	22%	16%	14%	10%	8%	4%
2.65	31%	24%	18%	16%	12%	9%	5%

Ad esempio, se si sta progettando una strada di categoria M4 che richiede 0,75 cd/mq (in base alla Norma EN 13201-2), e si sta utilizzando una sorgente per la quale S/P = 2.05, il risultato in luminanza che si ottiene con l'uso di tale sorgente è maggiorato dell'12% (evidenziato in tabella per comodità). Pertanto, per ottenere il valore richiesto di 0,75 cd/mq, con l'utilizzo di quella sorgente, si potrà progettare con una luminanza pari a 0,67 cd/mq, così calcolate:

$$X + X(12\%) = 0,75$$

$$X (1+12/100) = 0,75$$

$$X (1+0,12) = 0,75$$

$$X = 0,75/1,12 = 0,67 \text{ cd/mq}$$

Ovviamente tutti gli altri parametri (uniformità, abbagliamento, ecc.) devono essere soddisfatti così come previsto per la categoria considerata senza sconti percentuali.

Tab.9 Possibile percentuale di variazione di valori di illuminamento in caso di uso di sorgenti luminose o moduli LED con rapporto S/P elevato e campo di adattamento visivo mesopico sulla base delle indicazioni contenute nel rapporto CIE 191:2010

S/P	Variazione in percentuale dei Valori di illuminamento (lux) di riferimento con uso di sorgenti con elevato rapporto S/P in campo di adattamento visivo di tipo mesopico						
	5	7.5	10	15	20	30	50
1.05	1%	1%	1%	1%	0%	0%	0%
1.25	5%	4%	3%	3%	2%	1%	1%
1.45	9%	7%	5%	5%	3%	3%	1%
1.65	13%	10%	8%	7%	5%	4%	2%
1.85	17%	13%	10%	9%	6%	5%	3%
2.05	21%	16%	12%	11%	8%	6%	3%
2.25	24%	19%	14%	12%	9%	7%	4%
2.45	28%	22%	16%	14%	10%	8%	4%
2.65	31%	24%	18%	16%	12%	9%	5%

### 2.2.2 Zone di Studio

La strada è normalmente costituita da più zone di studio. Per ogni zona di studio il progettista seleziona una categoria illuminotecnica di progetto e una o più categorie illuminotecniche di esercizio.

La determinazione dell'estensione della zona di studio e delle parti della strada che la delimitano è compito del progettista.

La presenza di rallentatori di velocità implica la necessità di definire una zona di studio che consideri il tratto di strada ove sussiste l'azione di rallentamento (vedere punto specifico).

Nello specifico:

a) Zone di studio per le strade a traffico veicolare (escluse le strade di classe F con limite di velocità <30 Km/h) e strade in cui le convenzioni di luminanza non siano applicabili (esempio strade con pavimentazione particolare)

In assenza di corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla carreggiata.

In presenza di corsie di emergenza adiacenti occorre considerare le due zone come zone di studio separate.

Marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, se presenti, costituiscono una zona di studio separata (vedere punti c) ed f)). Come definito dalla EN 13201-2, nel caso in cui la strada presa in considerazione presenti ai lati zone di studio classificate autonomamente e verificate per quel che riguarda i parametri illuminotecnici di riferimento, è possibile evitare il calcolo del parametro riguardante l'illuminamento delle aree laterali.

b) Zona di studio per le strade di classe F con limite di velocità <30 km/h

In assenza di marciapiedi laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla totalità dello spazio compreso tra le facciate degli edifici posti direttamente a filo oppure entro i limiti delle proprietà che costeggiano la zona.

Marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, se presenti, costituiscono una zona di studio separata (vedere punti c) ed f)).

c) Zona di studio per le piste ciclabili e le strade o zone i cui utenti principali sono i pedoni (velocità della marcia a piedi)

La zona da prendere in considerazione corrisponde a marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili definite.

Marciapiedi (o attraversamenti pedonali) e piste ciclabili adiacenti possono essere raggruppati in una medesima zona.

d) Zona di studio per le zone di conflitto

In assenza di marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla carreggiata.

Nella zona di studio deve essere considerato anche l'isolotto centrale di una rotatoria se questi può essere occupato o attraversato da veicoli autorizzati.

Marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, se presenti, costituiscono una zona di studio separata (vedere punti c) ed f)).

e) Zona di studio per i rallentatori di velocità

La zona considera esclusivamente i tratti ove sono installati rallentatori di velocità.

Nel caso di dispositivi ravvicinati, questi dispositivi e la strada costituiscono una medesima zona di studio.

Invece quando la distanza tra più dispositivi successivi è, a giudizio del progettista, sufficientemente ampia da giustificare tecnicamente una variazione delle prestazioni dell'impianto di illuminazione, ciascuno di questi dispositivi può essere considerato come appartenere a una zona di studio distinta, limitata alle vicinanze immediate del dispositivo.

f) Zona di studio per gli attraversamenti pedonali

La zona di studio considera:

- lo spazio specificatamente definito dalla segnaletica orizzontale;
- lo spazio simmetricamente disposto rispetto alla segnaletica per una larghezza pari a quella della segnaletica stessa;
- il marciapiede, limitatamente al tratto corrispondente alla larghezza della zona.

### 2.3 Categoria illuminotecnica di esercizio.

La definizione di una o più categorie illuminotecniche di esercizio è determinata sulla valutazione dei requisiti prestazionali che l'impianto dovrà garantire in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa. In pratica, in relazione al variare nel tempo dei parametri di influenza (come ad es. in ambito stradale, il variare dei flussi di traffico durante la giornata o durante l'anno) si individuano diverse categorie di *esercizio*, maggiori o minori della categoria di *progetto*. La classe illuminotecnica di *progetto* corrisponde alla classe illuminotecnica di *esercizio* i cui parametri non variano rispetto alle condizioni progettuali.

Per tutti gli ambiti i valori di calcolo dei requisiti fotometrici per le varie categorie illuminotecniche sono quelli riportati nella Norma EN 13201-2, con le seguenti specificazioni:

- i valori di luminanza media mantenuta dovranno essere pari a quelli minimi previsti e comunque non eccedere i valori minimi previsti di più del 20%;
- i valori di illuminamento medio mantenuto dovranno essere pari a quelli minimi previsti e comunque non eccedere i valori minimi previsti di più del 20%;
- tutti gli altri valori dovranno essere non superiori a quelli massimi previsti ovvero non inferiori a quelli minimi previsti dalla norma EN 13201-2.

### 2.4 Ulteriori criteri da considerare per una corretta progettazione

La norma EN 13201-2 individua per ciascuna categoria illuminotecnica parametri di abbagliamento e comfort visivo che vanno rispettati per la corretta progettazione.

In mancanza di indicazioni normative puntuali, a supporto delle scelte progettuali, vengono di seguito indicati ulteriori criteri da considerare per una corretta progettazione.

### 2.4.1 Controllo dell'Abbagliamento debilitante

L'abbagliamento debilitante - cioè l'abbagliamento prodotto da sorgenti di luce che può compromettere la percezione visiva senza provocare necessariamente una forte sensazione fastidiosa- deve essere sempre mantenuto entro i valori di riferimento dell'incremento di soglia riportati in Tabella 10.

Tab.10 Incremento di soglia massimo per le categorie illuminotecniche M e C.

Categoria illuminotecnica	Incremento di soglia massimo (TI%)
M1, M2, C0, C1, C2	10%
M3, M4, M5, M6 C3, C4, C5	15%

Per le situazioni che fanno riferimento alle categorie illuminotecniche C, per le quali non è specificato alcun requisito sull'abbagliamento, si devono adottare i valori riportati nella Tabella 10 con il coefficiente TI calcolato come segue:

$$TI = 65 \frac{L_v}{L_m^{0,8}} \quad \%$$

dove:

$L_v$  è la luminanza equivalente di velo;

$L_m$  è la luminanza media della pavimentazione con illuminamento nell'ipotesi di diffusione lambertiana.

In particolare si ha:

$$L_v = 10^n \frac{E_i}{2} \frac{cd}{m^2} \quad e \quad L_m = Q_o E_{hs} \frac{cd}{m^2}$$

in cui:

rappresenta l'angolo, espresso in gradi, tra la direzione di osservazione, assunta come giacente su un piano parallelo all'asse stradale ed inclinata di 1° verso il basso rispetto all'orizzonte,

e la congiungente l'occhio e il centro fotometrico dell' i-esimo apparecchio di illuminazione che rientra nel campo visivo;

$E_i$  è l'illuminamento generato dall'i-esimo apparecchio di illuminazione sull'occhio dell'osservatore in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione;

$E_{hs}$  è l'illuminamento medio orizzontale della pavimentazione della carreggiata o della zona in considerazione;

$Q_0$  è il fattore di riflettanza della pavimentazione considerata.

La somma deve essere effettuata a partire dal primo apparecchio illuminante lungo la direzione dell'osservatore fino all'n-esimo apparecchio illuminante lungo la medesima fila di apparecchi che superi la distanza di 500m dall'osservatore; la somma dovrà comunque essere interrotta allorché l'n-esimo apparecchio illuminante fornisca un contributo alla luminanza equivalente di velo inferiore al 2% rispetto alla luminanza equivalente di velo dovuta alla somma degli apparecchi illuminanti precedenti.

Gli apparecchi illuminanti posizionati al di sopra di uno schermo opaco inclinato di 20° rispetto all'orizzontale e che sia posto al di sopra degli occhi dell'osservatore (ad esempio il tetto di un'automobile) e che sia posizionato in direzione ortogonale alla direzione della strada (o dell'ambiente considerato), dovranno essere esclusi dal calcolo.

La posizione dell'osservatore deve essere scelta dal progettista come quella più critica e chiaramente indicata nel progetto illuminotecnico.

Per le situazioni che fanno riferimento alle categorie illuminotecniche P, il controllo dell'abbagliamento deve avvenire attraverso il rispetto delle seguenti classi di controllo dell'intensità luminosa e dell'indice di abbagliamento dell'apparecchio, così come indicato dalla norma EN 13201-2 e riportato in Tabella 11:

Tab.11 Classi di intensità luminosa e di indice di abbagliamento da rispettare per le classi illuminotecniche P.

Categoria illuminotecnica	Classi di intensità luminosa (G) e di indice di abbagliamento (D) (*)
P1, P2, P3	G6, D6
P4, P5, P6	G4, D5

(\*) fermo restando il rispetto di zero candele/klm per un angolo 90°

#### 2.4.2 Gestione condizioni atmosferiche avverse.

In caso di strade in cui le condizioni atmosferiche risultassero per la maggior parte dell'anno avverse, occorre valutare l'eventualità di applicazione delle categorie illuminotecniche o di parametri che tengano conto delle prestazioni dell'asfalto o della pavimentazione bagnata.

Il progettista, in questi casi, dovrà inoltre valutare se ridurre l'altezza e l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione e l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti degli autoveicoli.

#### 2.4.3 Provvedimenti integrativi e responsabilità

Nel caso in cui l'ambito da illuminare non presenti già in condizioni diurne un sufficiente grado di sicurezza (es. buche stradali, cartellonistica assente, segnaletica orizzontale insufficiente ecc) non è compito dell'illuminazione sopperire a tali mancanze. Per questo è buona norma che la progettazione illuminotecnica sia effettuata, quando possibile, contestualmente alla progettazione urbanistica ed architettonica.

Il progetto, a discrezione del progettista, può comunque considerare tali elementi all'interno dell'analisi dei rischi al fine di garantire la massima sicurezza per gli utenti.

Allo stesso modo il progettista illuminotecnico non è responsabile del deterioramento o delle variazioni nel tempo delle condizioni della strada, della cartellonistica, ecc. essendo unicamente

responsabile del corretto funzionamento del sistema di illuminazione: qualsiasi variazione della geometria stradale o delle condizioni al contorno avvenute una volta realizzato l'impianto - oltre limiti accettabili di tolleranza - potrebbero rendere non più valide le soluzioni progettuali. In questi casi è compito del proprietario/gestore valutare misure di compensazione o procedere con l'adeguamento dell'impianto attraverso una nuova progettazione.

### ***2.5 Definizione del corretto coefficiente di Manutenzione***

Nel corso della vita di un impianto di illuminazione, il livello di illuminazione iniziale decresce progressivamente: la riduzione è dovuta a fattori ambientali, gestionali e di invecchiamento dei sistemi. Nella progettazione degli impianti di illuminazione è pertanto necessario prendere in considerazione questi fattori e predisporre un adeguato piano di manutenzione che consenta di limitare il deprezzamento dell'impianto.

Sulla base del Piano di Manutenzione che deve essere obbligatoriamente predisposto [vd. art.9, comma 3, lett.a) punto III) della presente direttiva] è possibile definire un Coefficiente di Manutenzione (MF) dell'apparecchio illuminante considerato, da adottare in sede di calcolo illuminotecnico, secondo quanto definito dalla CIE 154:2003 "The maintenance of outdoor lighting systems" o viceversa, sulla base del Coefficiente di Manutenzione adottato in sede di calcolo, va definito un piano di manutenzione adeguato.

Il Coefficiente di manutenzione è dato dal valore più basso del rapporto fra illuminamento medio (o luminanza media) dopo un certo periodo di tempo  $t$  di uso dell'impianto e l'illuminamento medio (o luminanza media) quando l'impianto è nuovo:

$$MF = \min_{0 < t < \infty} (MF(t)) = \min_{0 < t < \infty} \left( \frac{E(t)}{E_0} \right)$$

Nel progetto illuminotecnico questo fattore (che risulta sempre minore di 1) viene applicato ai risultati del calcolo per far sì che l'impianto, anche nel momento peggiore, risulti sempre conforme ai requisiti normativi.

Seguendo una pratica ormai consolidata (si veda la CIE 154:2003) è possibile ricondurre la perdita complessiva di illuminamento (o luminanza) a tre diversi fattori:

- riduzione di flusso dovuta all'insudiciamento dell'apparecchio, espressa dal fattore di manutenzione parziale *LMF* (*Luminaire Maintenance Factor*);
- riduzione di flusso dovuta all'invecchiamento della sorgente luminosa, espressa dal fattore di manutenzione parziale *LLMF* (*Lamp Lumen Maintenance Factor*);
- riduzione di flusso dovuta alla rottura di una o più sorgenti all'interno dell'apparecchio, espressa dal fattore di manutenzione parziale *LSF* (*Lamp Survival Factor*).

E' quindi possibile definire un fattore di manutenzione  $MF(t)$  attraverso i fattori parziali nel seguente modo:

$$MF(t) = LMF(t) \times LLMF(t) \times LSF(t)$$

Dove:

MF coefficiente di manutenzione

LLMF fattore di deprezzamento del flusso luminoso della sorgente

LSF fattore di sopravvivenza della sorgente

LMF fattore di deprezzamento dell'apparecchio

Anche in questo caso, il fattore di manutenzione che va utilizzato è quello minore fra tutti i  $MF(t)$  possibili.

*Il fattore di deprezzamento del flusso luminoso (LLMF)* indica la riduzione del flusso della sorgente luminosa nel tempo ed è calcolato come rapporto fra il flusso luminoso della sorgente ad un tempo  $t$  e il flusso luminoso iniziale al tempo  $t_0$ .

Mentre per le lampade tradizionali è possibile fare riferimento ai cataloghi (o alla stessa CIE 154:2003 che presenta valori cautelativi), per le sorgenti a LED occorre fare riferimento alle curve fornite dai produttori, diverse a seconda della temperatura di giunzione considerata e della corrente di pilotaggio (ben consci però che il comportamento nella reale applicazione risulta in genere molto diverso da quello studiato in laboratorio, con alimentazione, sollecitazioni e temperature controllate).

Quindi, mentre per una lampada a scarica è possibile prevedere in maniera abbastanza accurata il decadimento, per una sorgente a LED occorrerebbe conoscere per il lotto utilizzato la corrente di pilotaggio, la temperatura di giunzione media di funzionamento per ogni diodo presente all'interno dell'apparecchio.

*Il fattore di sopravvivenza della sorgente (LSF)* indica la progressiva mortalità delle sorgenti presenti all'interno del medesimo apparecchio dopo un certo numero di ore di funzionamento ed è calcolato come rapporto fra il numero di sorgenti ancora funzionanti ad un tempo  $t$  ed il numero totale di sorgenti al tempo  $t_0$ . Questo coefficiente va utilizzato unicamente nel caso di apparecchi illuminanti al cui interno sono presenti più sorgenti (ad esempio apparecchi a scarica bilampada oppure apparecchi con Moduli LED formati da più diodi).

*Il fattore di deprezzamento dell'apparecchio (LMF)* è dovuto in genere allo sporco che si accumula sul vetro di protezione (o alle lenti applicate ai diodi) e quindi è in funzione del grado di protezione IP dell'apparecchio, dell'intervallo di pulizia previsto dal piano di manutenzione e dall'inquinamento nell'area di installazione ed è calcolato come rapporto fra il flusso

luminoso dell'apparecchio ad un tempo  $t$  e il flusso luminoso dell'apparecchio iniziale al tempo  $t_0$  (considerando però lo stesso flusso luminoso della sorgente).

In caso di sottopassi o ambienti urbani racchiusi per due o più lati, all'interno dei quali l'illuminazione può essere fortemente condizionata dal livello di pulizia dell'ambiente circostante, è buona norma prendere in considerazione un ulteriore fattore di deprezzamento dovuto alla manutenzione delle superfici e indicato come (*SMF*). In questi casi la formula di calcolo del coefficiente di manutenzione al tempo  $t$  diviene:

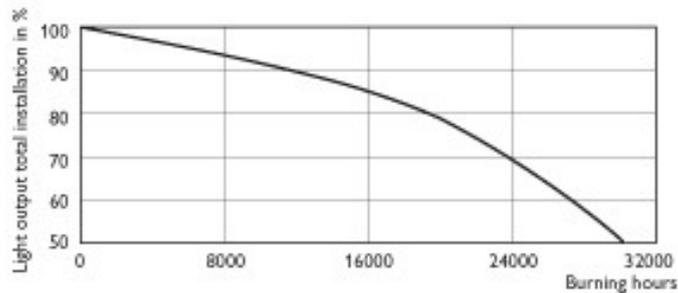
$$MF(t) = LMF(t) \times LLMF(t) \times LSF(t) \times SMF(t)$$

Di seguito si riportano due esempi applicativi di calcolo del coefficiente di manutenzione. Tali esempi illustrano in maniera sintetica il procedimento di calcolo e vengono forniti unicamente a scopo illustrativo: pertanto non si riferiscono né a situazioni reali di calcolo né riportano la situazione attuale delle tecnologie prese in considerazione.

#### **Esempio n. 1**

##### **Apparecchio illuminante stradale dotato di lampada sodio alta pressione e alimentatore ferromagnetico**

In questo caso si suppone di avere un apparecchio illuminante dotato di una singola lampada a scarica, grado di protezione IP65 per la parte ottica e ambiente esterno a basso inquinamento; la curva di decadimento della sorgente fornita dal produttore e indicativa del parametro LLMF è la seguente:



Si suppone in questo caso che venga effettuato un cambio programmato della lampada ogni 14.000 ore (circa 3,5 anni) con contestuale pulizia del vetro di protezione.

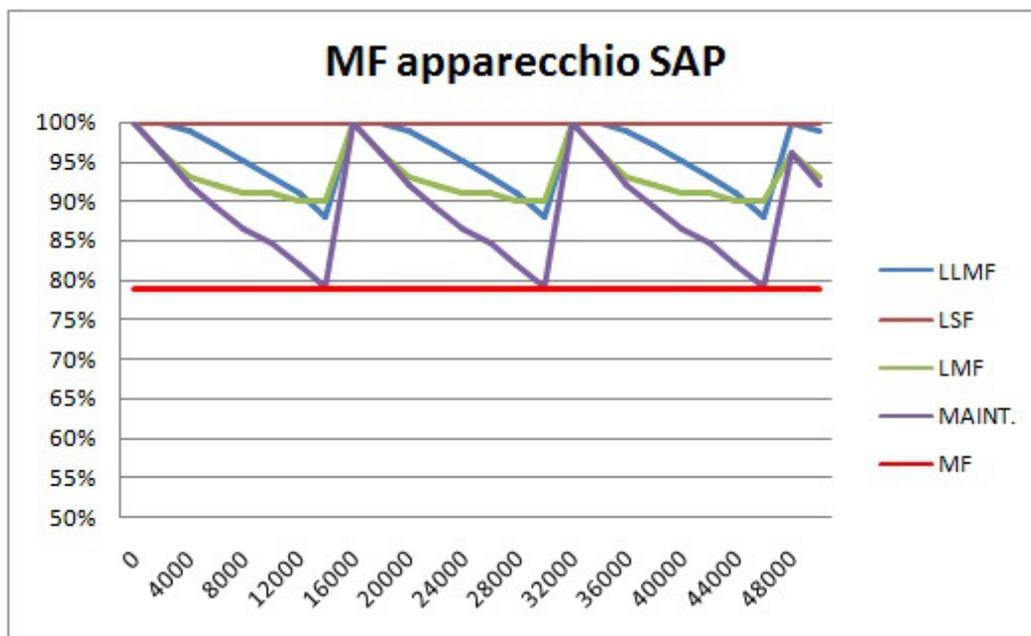
Basandosi sulla tabella 3.3 del documento CIE 154:2003 di seguito riportata in Tabella 12, è possibile valutare il fattore di deprezzamento LMF dell'apparecchio:

Tab.12 Valori di deprezzamento LMF per apparecchi a scarica (CIE 154:2003).

Grado di protezione IP	Inquinamento	Ciclo di pulizia (anni)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
<b>IP2X</b>	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Basso	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
<b>IP5X</b>	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Basso	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
<b>IP6X</b>	Alto	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

Poiché l'apparecchio illuminante è dotato di una sola sorgente luminosa si pone  $LSF = 1$  (ovvero la sorgente viene cambiata immediatamente all'occorrenza della rottura).

In base ai dati di progetto e al programma di manutenzione, di seguito si riporta l'andamento dei vari fattori nel tempo così come il coefficiente di manutenzione MF(t) indicato con la sigla MAINT per distinguerlo dal coefficiente di manutenzione MF adottato nel calcolo.

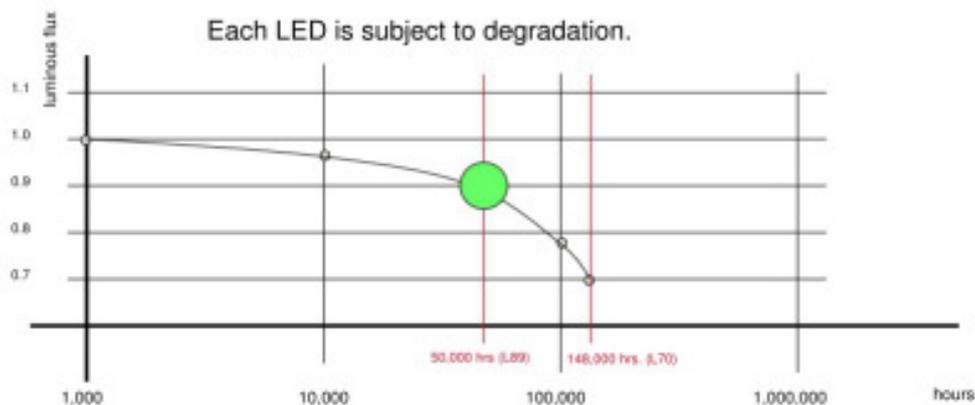


Come si rileva dal grafico riportato, il coefficiente di manutenzione MF adottato nel calcolo è pari al minore dei valori MF(t) durante la durata di vita considerata per l'apparecchio e uguale a 0,80.

### **Esempio n. 2**

#### **Apparecchio illuminante stradale dotato di modulo LED**

In questo caso si suppone di avere un apparecchio illuminante dotato di modulo LED formato da una piastra costituita da 40 diodi LED con ottica secondaria applicata al di sopra di ogni diodo, grado di protezione IP66 per la parte ottica e ambiente esterno a basso inquinamento; la curva di decadimento del flusso luminoso dei diodi LED fornita dal produttore per una temperatura ambiente di 25°C e corrente di alimentazione pari a 525 mA e indicativa del parametro LLMF è la seguente:



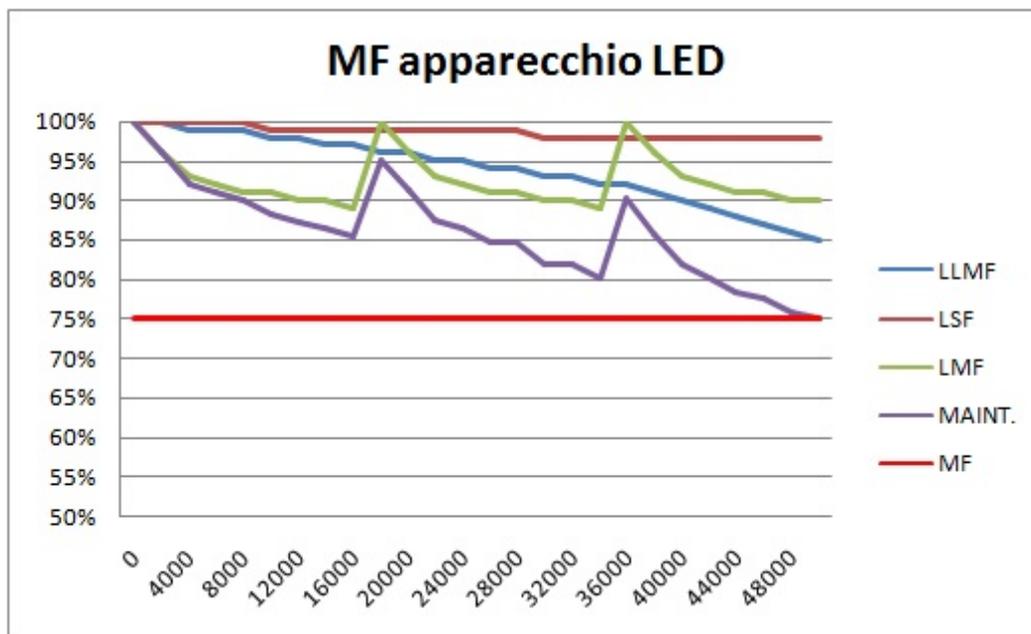
I produttori LED, in base alle indicazioni contenute nei documenti IEC, devono fornire, oltre all'indicazione della perdita percentuale di flusso nel tempo, anche l'indicazione della *failure rate* relativa ad ogni diodo luminoso (ovvero quale percentuale della popolazione dei diodi mantiene il flusso luminoso indicato); in generale l'indicazione riporta la percentuale di flusso residua dopo un determinato periodo e la percentuale di diodi che mantengono le caratteristiche indicate senza rompersi.

In questo caso si suppone che il produttore per 50.000 ore di funzionamento alle condizioni sopra indicate fornisca un riferimento  $L_{85}B_{90}$  (ovvero che dopo 50.000 ore di funzionamento a 25°C di temperatura esterna e alimentazione a 525 mA il 90% dei diodi manterrà un flusso luminoso pari all'85% del flusso iniziale).

Poiché la sorgente è costituita da più diodi luminosi LED, occorre valutare l'incidenza del parametro LSF. Il produttore, indicando un parametro  $L_{85}B_{90}$  afferma che un 10% di diodi luminosi non garantiranno un flusso luminoso superiore all'85% di quello iniziale: questo non significa che ci sarà una rottura del 10% dei diodi luminosi allo scadere delle 50.000 ore ma semplicemente che il 10% di questi avrà prestazioni inferiori. Il calo delle prestazioni dovuto ad un *failure rate* del 10% viene considerato pari allo spegnimento del 2% dei diodi all'interno del modulo considerato (pari al fattore di 1/5 del *failure rate* indicato) allo scadere delle 50.000 ore.

In base ai dati di progetto e al programma di manutenzione, di seguito si riporta l'andamento dei vari fattori nel tempo così

come il coefficiente di manutenzione MF(t) indicato con la sigla MAINT per distinguerlo dal coefficiente di manutenzione MF adottato nel calcolo.



Come si rileva dal grafico riportato, il coefficiente di manutenzione MF adottato nel calcolo è pari al minore dei valori MF(t) durante la durata di vita considerata per l'apparecchio e uguale a 0,75.

## **2.6 Parametri normalizzati e classificazione delle pavimentazioni stradali**

Si introducono due classi normalizzate di pavimentazione stradale asciutta (classi C1 e C2).

I parametri globali delle classi normalizzate sono riassunti nella Tabella 13, mentre i valori della ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza sono indicati nelle Tabelle 14 e 15.

Qualora non sia possibile caratterizzare una pavimentazione mediante una serie completa di misurazione della ripartizione del coefficiente di luminanza, un'indicazione della ripartizione suddetta può essere ottenuta:

- misurando il fattore di specularità  $S_1$  e scegliendo la classe normalizzata in base alla gamma di valori permessi;

- moltiplicando i valori del coefficiente ridotto di luminanza della classe selezionata per il rapporto tra il coefficiente medio di luminanza  $Q_0$  misurato e quello normalizzato.

Le pavimentazioni stradali quando asciutte rientrano normalmente nelle classe C1 o C2. In mancanza della misura del fattore di specularità  $S_1$  si può ritenere la classe C1 rappresentativa delle pavimentazioni in calcestruzzo e la classe C2 di quelle in asfalto.

La Tabella 13 indica i valori medi del fattore di specularità  $S_1$  delle classi C1 e C2, ritenute rappresentative delle pavimentazioni di calcestruzzo e di quelle di asfalto. Tuttavia, per assicurare una maggiore aderenza del progetto alla pavimentazione effettiva, è opportuno misurarne le caratteristiche fotometriche o almeno il valore di  $S_1$ .

Tab.13 Classificazione delle pavimentazioni stradali asciutte

Classe pavim.	Ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza	Coefficiente medio di luminanza	Fattore di specularità	Gamma del fattore di specularità
C1	Vedere Tabella 14	0,10	0,24	$S_1 \geq 0,4$
C2	Vedere Tabella 15	0,07	0,97	$S_1 > 0,4$

Tab.14 Coefficienti ridotti di luminanza r della pavimentazione di classe C1(valori moltiplicati per 104)

tg	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770
0,25	710	708	703	710	712	710	708	708	707	704	702	708	698	702	704	714	708	724	719	723
0,5	586	582	587	581	581	576	570	567	564	556	548	541	531	544	546	562	566	587	581	589
0,75	468	467	465	455	457	446	430	420	410	399	390	383	373	384	391	412	419	437	438	445
1	378	372	373	363	347	331	314	299	285	273	263	260	250	265	278	295	305	318	323	329
1,25	308	304	305	285	270	244	218	203	193	185	179	173	173	183	194	207	224	237	238	245
1,5	258	254	251	229	203	178	157	143	134	128	124	120	120	132	140	155	163	177	179	184
1,75	217	214	205	182	153	129	110	100	95	90	87	84	88	98	103	116	123	134	137	138
2	188	181	174	142	116	95	80	73	69	64	62	64	64	72	78	88	95	105	108	109
2,5	145	136	121	90	66	53	46	41	39	37	36	36	39	44	50	55	60	66	69	71
3	118	108	87	57	41	32	28	26	25	23	22	23	25	28	31	37	41	45	47	51
3,5	97	87	64	39	26	20	18	17	16	15	15	16	17	19	23	27	30	33	35	37
4	80	69	50	29	17	14	13	12	11	11	11	11	13	15	17	19	22	26	27	29
4,5	70	58	37	21	13	10	9	8	8	8	8	9	10	12	14	16	17	20	21	22
5	60	51	29	15	9	7	7	6	6	6	6	7	7	9	10	12	14	17	17	18
5,5	52	41	23	12	7	6	6	6	5	4										
6	48	36	19	8	6	5	5	5	5											
6,5	44	32	17	7	6	5	5	5												
7	41	28	14	6	5	4	4	4												
7,5	37	26	12	6	4	3	3													
8	34	23	11	5	4	3	3													
8,5	32	21	9	5	4	3	3													
9	29	19	8	4	3	3														
9,5	27	17	7	4	3	3														
10	26	16	6	3	3	3														
10,5	25	16	6	3	2	1														
11	23	15	6	3	2	1														
11,5	22	14	6	3	2															
12	21	14	5	3	2															

Tab.15 Coefficienti ridotti di luminanza r della pavimentazione di classe C2(valori moltiplicati per 104).

tg	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
0,25	362	358	371	364	371	369	362	357	351	349	348	340	328	312	299	294	298	288	292	281
0,5	379	368	375	373	367	359	350	340	328	317	306	280	266	249	237	237	231	231	227	235
0,75	380	375	378	365	351	334	315	295	275	256	239	218	198	178	175	176	176	169	175	176
1	372	375	372	354	315	277	243	221	205	192	181	152	134	130	125	124	125	129	128	128
1,25	375	373	352	318	265	221	189	166	150	136	125	107	91	93	91	91	88	94	97	97
1,5	354	352	336	271	213	170	140	121	109	97	87	76	67	65	66	66	67	68	71	71
1,75	333	327	302	222	166	129	104	90	75	68	63	53	51	49	49	47	52	51	53	54
2	318	310	266	180	121	90	75	62	54	50	48	40	40	38	38	38	41	41	43	45
2,5	268	262	205	119	72	50	41	36	33	29	26	25	23	24	25	24	26	27	29	28
3	227	217	147	74	42	29	25	23	21	19	18	16	16	17	18	17	19	21	21	23
3,5	194	168	106	47	30	22	17	14	13	12	12	11	10	11	12	13	15	14	15	14
4	168	136	76	34	19	14	13	11	10	10	10	8	8	9	10	9	11	12	11	13
4,5	141	111	54	21	14	11	9	8	8	8	8	7	7	8	8	8	8	10	10	11
5	126	90	43	17	10	8	8	7	6	6	7	6	7	6	6	7	8	8	8	9
5,5	107	79	32	12	8	7	7	7	6	5										
6	94	65	26	10	7	6	6	6	5											
6,5	86	56	21	8	7	6	5	5												
7	78	50	17	7	5	5	5	5												
7,5	70	41	14	7	4	3	4													
8	63	37	11	5	4	4	4													
8,5	60	37	10	5	4	4	4													
9	56	32	9	5	4	3														
9,5	53	28	9	4	4	4														
10	52	27	7	5	4	3														
10,5	45	23	7	4	3	3														
11	43	22	7	3	3	3														
11,5	43	22	7	3	3															
12	42	20	7	4	3															

### 3. ILLUMINAZIONE DI "ALTRI AMBITI" ESTERNI PUBBLICI

In altri ambiti, quali ad esempio rotatorie ed intersezioni, sottopassi (escluse gallerie), piste ciclabili, parcheggi, strade commerciali ecc., utilizzando la Tabella 16 di seguito riportata, si può effettuare una comparazione delle categorie illuminotecniche tra aree contigue ed adiacenti, tenendo conto che comunque non è consigliabile per zone adiacenti, una differenza di categoria illuminotecnica maggiore di 2.

Tab.16 Comparazione di categorie illuminotecniche per zone attigue/adiacenti

Livelli di prestazione visiva e di progetto									
<b>Categoria</b>		M1	M2	M3	M4	M5	M6		
<b>Categoria</b>	C0	C1	C2	C3	C4	C5			
<b>Categoria</b>				P1	P2	P3	P4	P5	P6
<b>Categoria</b>	EV2	EV3	EV4	EV5	EV5	EV5			

**Categoria M:** 6 classi, che definiscono la luminanza per soddisfare esigenze di traffico motorizzato

**Categoria C:** 6 classi, che definiscono gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotatorie, sottopassi pedonali, ecc.

**Categoria P:** 6 classi, che definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi ecc.

**Categoria EV:** 6 classi, che definiscono gli illuminamenti verticali per favorire la percezione di piani verticali in passaggi pedonali, caselli, ecc.

Nel caso in cui esistano ambiguità nella corretta definizione dell'ambito considerato oppure vi sia una manifesta impossibilità nell'associare tale ambito a una categoria illuminotecnica, è

buona norma che il proprietario o l'Ente gestore - sulla base degli strumenti urbanistici vigenti o di altre valutazioni - in comune accordo col progettista fornisca una definizione univoca di tale ambito.

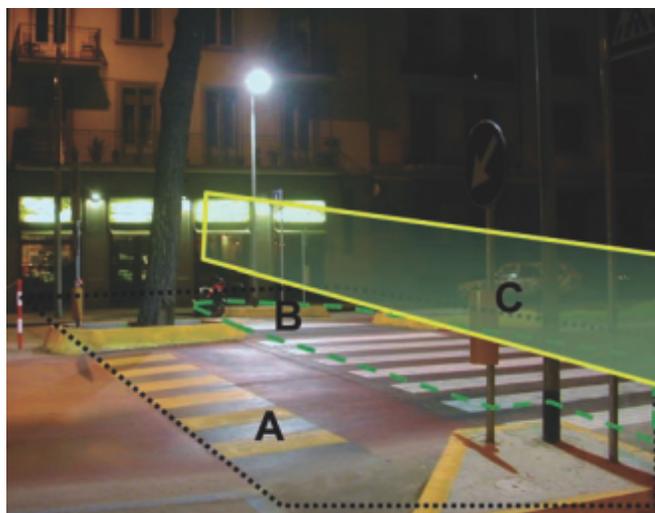
### **3.1 Illuminazione degli attraversamenti pedonali**

Il Valore di riferimento da tener presente per definire opportuni livelli di prestazione visiva sono quelli dell'illuminamento Verticale (EV) di cui alla precedente Tabella 16.

In questo caso può essere utile e necessario collocare gli apparecchi stradali in modo tale da rendere ben visibile il pedone: per questo si suggerisce di valutare la possibilità di posizionare apparecchi d'illuminazione aggiuntivi e dedicati, prima dell'attraversamento pedonale in entrambi i sensi di marcia. Allo scopo sono particolarmente adatti apparecchi con emissione di luce asimmetrica che consentono minore abbagliamento del conducente.

Nei casi più complessi si consiglia di prendere in considerazione ulteriori parametri di riferimento, come l'illuminamento cilindrico e la resa cromatica delle sorgenti.

In base a quanto definito al Paragrafo 2.2.2. lett. f), risulta fondamentale lo studio non solo dell'attraversamento vero e proprio ma anche dei contorni dello stesso.



Nella progettazione vanno considerate tre differenti aree:

- la zona A: avvicinamento al percorso la cui larghezza è pari a circa tre volte il passaggio pedonale e la cui lunghezza deve comprendere i marciapiedi (o, in assenza di questi, protrarsi per almeno 1m oltre il bordo della carreggiata);
- zona B: il passaggio vero e proprio, la cui larghezza è comprensiva dei marciapiedi (o, in assenza di questi, protrarsi per almeno 1m oltre il bordo della carreggiata);
- zona C: relativa al piano verticale del passaggio, la cui larghezza è comprensiva della zona del marciapiede (o, in assenza di questi, protrarsi per almeno 1m oltre il bordo della carreggiata).

Per la zona A è necessario incrementare la categoria illuminotecnica di un punto (oppure anche di più punti in virtù della maggiore o minore pericolosità del passaggio) e quindi definire la corretta categoria C di progetto in base a quanto indicato dalla Tabella 16.

Per la zona B (sulla "zebra") occorre creare un fascio di luce maggiormente concentrato. Per ottenere questo risultato si suggerisce di aumentare di un ulteriore punto la categoria C considerata per la zona A.

Per la zona C, occorre fornire un adeguato illuminamento verticale  $E_v$  corrispondente al valore assunto per la zona B (eventualmente aumentato di una ulteriore categoria) che possa fornire il massimo livello di contrasto e quindi consenta la corretta individuazione dei pedoni, in virtù del livello di illuminazione dell'ambiente circostante, della velocità di percorrenza della strada, delle diverse altezze di visione per le diverse tipologie di veicoli e di tutti quegli altri parametri che il progettista riterrà necessario prendere in considerazione.

Ad esempio, nel caso di categoria illuminotecnica di progetto M4 per la strada considerata, alla quale in base alla Tabella 16 corrisponderebbe una categoria C4, la Zona A dovrà prevedere una categoria illuminotecnica di progetto C3, la zona B una categoria illuminotecnica di progetto C2 e la zona C una categoria

illuminotecnica di progetto EV4 o EV3 a seconda delle considerazioni del progettista.

Occorre inoltre verificare che, al di là del livello di illuminamento medio mantenuto, sia anche garantito un livello di uniformità tale da non creare zone disomogenee lungo l'attraversamento.

### **3.2 Illuminazione delle intersezioni a rotatoria**

Le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie C, integrate con i requisiti sull'abbagliamento debilitante, come specificato al Paragrafo 2.4.

#### **Strade di accesso con bracci di ingresso e di uscita illuminati**

La categoria illuminotecnica di progetto selezionata deve essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento alla Tabella 16. Per esempio se la categoria illuminotecnica di progetto di livello massimo tra quelle selezionate per le strade di accesso è la M3, nell'intersezione deve essere applicata la categoria illuminotecnica C2.

#### **Strade di accesso con bracci di ingresso e di uscita non illuminati**

Se una o più strade di accesso non fossero illuminate, il riferimento è alla categoria illuminotecnica di progetto prevista per tali strade (se fossero illuminate) maggiorata di un livello rispetto alla maggiore, facendo riferimento alla Tabella 16.

Per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si raccomanda di adottare soluzioni tecniche che creino una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella completamente illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, non

dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

### **Calcolo dell'illuminamento**

L'illuminamento medio mantenuto, riferito alla carreggiata dell'intero anello o "corona", è definito da un reticolo di punti su 3 linee longitudinali per corsia posizionati su raggi aventi tra di loro un angolo pari a  $15^\circ$  o inferiore e riferiti al centro dell'intersezione.

Le linee longitudinali seguono la curvatura della strada e sono spaziate trasversalmente come previsto dalla norma EN 13201-3.

### **Calcolo dell'incremento di soglia**

Il calcolo dell'incremento di soglia (TI) [*Threshold Increment*] deve essere eseguito nelle seguenti due modalità e si deve considerare il valore maggiore:

- l'osservatore, al centro della corsia di destra della strada di accesso si avvicina fino a raggiungere la striscia di arresto della rotatoria;
- l'osservatore si muove lungo l'asse mediano della carreggiata dell'anello o "corona" della rotatoria

L'incremento di soglia è calcolato con spostamenti dell'osservatore di 1m nel tratto rettilineo e a incrementi angolari di  $5^\circ$  nel tratto circolare. Il calcolo parte dall'asse di una strada di accesso.

L'angolo di osservazione, rispetto alla superficie stradale, è pari a  $1^\circ$  verso il basso e la direzione corrisponde a quella tangente al cerchio dell'asse mediano.

L'illuminamento medio mantenuto da considerare per il calcolo è quello riferito all'intera carreggiata dell'anello.

### **3.3 Illuminazione delle intersezioni a raso ed a livelli sfalsati**

I principali elementi componenti le intersezioni sono:

le rampe;

le corsie specializzate: di entrata, di uscita e di accumulo.

In generale gli elementi componenti le intersezioni (rampe e corsie specializzate), per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, possono essere illuminati applicando le categorie illuminotecniche della serie C, integrate con i requisiti sull'abbagliamento debilitante, come specificato al Paragrafo 2.4. Occorre osservare che gli elementi delle intersezioni in oggetto costituiscono delle zone di conflitto, nelle quali statisticamente si verifica il maggior numero di incidenti, anche se la velocità ammessa è minore di quella delle strade principali.

La categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi che il progettista deve considerare per le corsie di decelerazione e accelerazione delle autostrade è M1.

Nel caso di intersezioni a livelli sfalsati, occorre tenere in considerazione anche la pendenza media delle corsie, con opportune valutazioni sul posizionamento e rotazione relativa degli apparecchi illuminanti.

### **Strade principali (delle quali gli elementi di intersezione fanno parte) illuminate**

La categoria illuminotecnica selezionata deve essere maggiore di una categoria illuminotecnica rispetto alla maggiore tra quelle selezionate per le strade di accesso, facendo riferimento alla Tabella 16. Per esempio se la categoria illuminotecnica di livello massimo tra quelle selezionate per le strade di accesso è la M3, nell'intersezione deve essere applicata la categoria illuminotecnica C2.

Nella definizione della maggiore tra le categorie illuminotecniche delle strade convergenti nell'intersezione si deve tenere conto dei valori dei parametri fotometrici effettivamente previsti, in fase di progetto, o esistenti.

### **Strade principali non illuminate**

Se una o più strade di accesso non fossero illuminate, il riferimento è alla categoria illuminotecnica di progetto prevista per tali strade (se fossero illuminate) maggiorata di un livello rispetto alla maggiore, facendo riferimento alla Tabella 16.

Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si raccomanda di adottare soluzioni tecniche che creino un'illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella completamente illuminata. La lunghezza di questa zona non deve essere minore dello spazio percorso in 5s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

L'incremento di soglia (TI), calcolato come nel Paragrafo 2.4, dovrebbe soddisfare i requisiti della Tabella 10.

### **Calcolo dell'illuminamento**

L'illuminamento medio è definito da un reticolo di punti su 3 linee longitudinali per corsia posizionati nel seguente modo:

per i tratti rettilinei come previsto dalla UNI EN 13201-3:2004;

per i tratti in curva su raggi aventi tra di loro un angolo al centro pari a 15°.

Le linee longitudinali seguono la curvatura della strada e sono spaziate trasversalmente come previsto nella UNI EN 13201-3:2004.

### **4. ILLUMINAZIONE ESTERNA PRIVATA**

Per l'illuminazione esterna privata con impianti costituiti da più di 10 punti luce è necessario che sia redatto un progetto illuminotecnico da parte di progettista qualificato. In analogia a quanto indicato per gli ambiti ad uso pubblico (strade) i valori di luminanza/illuminamento da utilizzare, devono essere stabiliti identificando la categoria illuminotecnica di *ingresso*, attraverso la comparazione di categorie di cui alla Tabella 16 relativa alle aree contigue ed adiacenti, ed applicando i corrispondenti valori di luminanza/illuminamento di cui alla Norma EN 13201-2, con l'accortezza anche in questo caso di non superare una differenza

maggiore di due categorie illuminotecniche tra le aree adiacenti/contigue.

Per maggiore chiarezza si riporta questo generico esempio.

**Esempio.**

Per definire la categoria di riferimento per un parcheggio di una struttura residenziale ad uso esclusivamente privato, occorre innanzitutto sapere la categoria illuminotecnica della strada da cui vi si accede, e attraverso l'applicazione della Tabella 16 definire la corrispondente categoria P come area adiacente. Es. se la strada di accesso al parcheggio è di categoria illuminotecnica M5, per il parcheggio la corrispondente categoria illuminotecnica di riferimento sarà la P3, quindi occorrerà al massimo utilizzare un valore di illuminamento orizzontale medio mantenuto di 7,5 lx (vd. Norma EN 13201-2).

Nel caso di spazi di lavoro fare riferimento alla UNI 12464-2:2008 e s.m.i ove non in contrasto con la presente direttiva.

**ILLUMINAZIONE NON FUNZIONALE**

L'immagine notturna degli ambienti antropizzati in epoca moderna è fortemente caratterizzata dalla presenza o meno di sorgenti di illuminazione artificiale e dalla tipologia e disposizione di queste.

Scelte di intensità, distribuzione e colore della luce, così come la localizzazione e disegno degli apparecchi illuminanti, incidono sull'immagine dei luoghi interessati non solo durante le ore notturne.

Per questi motivi - fermo restando le prescrizioni minime di sicurezza applicabili agli ambiti più funzionali - occorre che la progettazione degli impianti di illuminazione risulti orientata anche verso la valorizzazione dell'ambiente, il benessere degli utenti e la comunicazione visiva.

Questi caratteri non possono essere ridotti a semplici valori numerici ed attingono più alla fenomenologia della luce che al suo aspetto fisico.

Di seguito vengono fornite indicazioni generali circa la corretta progettazione, fermo restando il rispetto delle prescrizioni contenute all'interno della presente Direttiva.

## 5. ILLUMINAZIONE ARCHITETTURALE ED ARTISTICA

Quando si parla di illuminazione architettonica ed artistica risulta difficile fornire indicazioni univoche, in quanto all'aspetto prettamente tecnico si devono affiancare valutazioni di diversa natura (storiche, artistiche, urbanistiche, ecc.) che difficilmente possono essere racchiuse in principi standardizzati. Il parametro principale che deve guidare la progettazione è la valutazione (anche indicativa) della luminanza delle superfici nei confronti dell'osservatore, poiché è la grandezza che più si avvicina a quella che è la sensazione visiva dell'occhio umano.

A differenza dell'illuminamento, che risulta un parametro indipendente dall'osservatore e facilmente misurabile, la luminanza dipende non solo dalla sorgente luminosa e dalla geometria dell'impianto, ma anche dalle caratteristiche della superficie colpita e dalla posizione relativa dell'osservatore: questi fattori rendono la luminanza un parametro di difficile valutazione e controllo e proprio per questo la progettazione di tali ambiti deve dimostrarsi molto scrupolosa ed attenta.

Gli edifici e monumenti sono volumi fruibili in più punti di vista e posizioni di osservazione diverse, è necessario quindi valutare e analizzare anche questi aspetti per ottenere le giuste gerarchie visive.

Un altro parametro molto importante è il contrasto di luminanza che si viene a creare tra l'oggetto illuminato e lo sfondo. Per questo motivo ad esempio un edificio isolato in un ambiente poco illuminato necessiterà di valori di luminanza molto bassi rispetto ad un edificio inserito in un contesto urbano dotato di illuminazione artificiale cospicua. Allo stesso modo, a parità di illuminamento sulla superficie, materiali con fattore di riflessione più elevato (come ad esempio marmo o pietre chiare)

produrranno una luminanza maggiore di materiali con fattore di riflessione minore (come ad esempio intonaci scuri o mattoni) e quindi maggior contrasto.

La direzione e l'intensità dei fasci luminosi determinano inoltre effetti più o meno pronunciati sulle superfici illuminate che possono alterare sensibilmente la percezione degli oggetti illuminati.

Anche in caso di illuminazione artistica, il monumento non va considerato come un oggetto isolato dal contesto ambientale in cui si trova: è necessario valutare attentamente il livello luminoso dell'ambiente e la qualità di luce esistente intorno all'oggetto illuminato. E' necessario inoltre valutare l'indice di riflessione delle superfici, che incide fortemente sulla leggibilità dello stesso.

In aggiunta a questi parametri, il progettista dovrà inoltre tenere in considerazione qualsiasi altro aspetto, come ad esempio le caratteristiche delle sorgenti (spettro luminoso, resa cromatica, temperatura di colore, ecc.), la possibilità di attuare una variazione del flusso luminoso o delle caratteristiche spettrali di emissione, la forma stessa degli apparecchi illuminanti, che può influire sulla buona riuscita del progetto.

## 6. ILLUMINAZIONE DI PIAZZE E ALTRI LUOGHI DI AGGREGAZIONE

Questi ambiti in larga parte risultano già compresi all'interno delle categorie funzionali riportate nel capitolo precedente; questo non significa però che si debbano illuminare in maniera uniforme tutte le varie zone. E' compito del progettista decidere se utilizzare una illuminazione uniforme oppure se scegliere di illuminare solo certe zone (che definiranno quindi un ambito ridotto di intervento) e lasciarne altre meno illuminate (o non illuminate).

In caso di luoghi di aggregazione è buona norma prevedere una illuminazione che faciliti il riconoscimento dei volti e delle fisionomie grazie ad esempio ad una elevata resa cromatica, a valori adeguati di illuminamento verticale ovvero semi-cilindrico

ovvero cilindrico (a seconda delle esigenze riscontrate), a un ridotto abbagliamento.

## 7. ILLUMINAZIONE DI AREE VERDI

Per l'illuminazione di aree verdi non esistono specifiche prescrizioni riguardanti i livelli di illuminamento. Questo non esime il progettista dal fornire un riscontro oggettivo delle scelte effettuate, evidenziando le analisi fatte e i criteri seguiti nella progettazione.

A livello indicativo, per le aree calpestabili (sentieri, zone di sosta, ecc.) si consiglia di utilizzare le medesime indicazioni fornite per l'illuminazione funzionale di aree pedonali, mantenendo sempre una buona uniformità; per le restanti zone occorre innanzitutto valutare l'opportunità di illuminare tali aree e quindi differenziare i livelli di illuminamento in base alla tipologia di vegetazione presente - sulla base di considerazioni relative alla luminanza delle superfici illuminate rispetto alla posizione dell'osservatore (ad esempio una vegetazione ben tenuta, con verdi brillanti, necessiterà di livelli di illuminamento più bassi rispetto a una vegetazione scarsa o arsa).

Per quanto riguarda il riconoscimento di volti e fisionomie, nel caso in cui il progettista lo ritenga un elemento necessario, si faccia riferimento a quanto detto a tal proposito per l'illuminazione dei luoghi di aggregazione.

Poiché in genere nelle aree verdi la luminanza dello sfondo è particolarmente bassa, occorre prestare particolare attenzione all'abbagliamento delle sorgenti - soprattutto se si utilizzano apparecchi bassi.

Occorre prestare particolare attenzione al tipo di sorgenti utilizzate e alla quantità di luce qualora i fasci di luce fossero diretti anche verso le piante, in maniera tale da evitare il più possibile alterazioni di fotoperiodismo, fotomorfogenesi e fotosintesi.

Allo stesso tempo è bene utilizzare sorgenti che valorizzino la percezione dei luoghi (ad esempio per permettere una corretta lettura del verde è bene impiegare sorgenti che diano una consistente emissione in questa banda spettrale), cercando di rendere quanto più possibile omogenea la lettura dell'ambiente circostante.

**ALLEGATO G**

**MODELLO DI SEGNALAZIONE PER APPARECCHI/IMPIANTI NON CONFORMI**

Comune di .....  
Ufficio Tecnico.....  
indirizzo .....

e p.c.

Regione Emilia-Romagna  
Servizio SRAAE  
Viale della Fiera,8- 40127 Bologna

ARPA Emilia Romagna  
Sezione di .....  
Indirizzo .....

Difensore Civico Regionale Viale  
Aldo Moro, 50 - 40127 Bologna

Il sottoscritto .....

**SEGNALA**

*che nel Comune di ..... in via .....  
è presente un apparecchio/impianto di illuminazione esterna,  
pubblico/privato, costituito da (es. due punti luce, un proiettore  
di elevata potenza) che si ritiene abbia caratteristiche non  
conformi alla LR.19/2003 "Norme in materia di riduzione  
dell'Inquinamento luminoso e di risparmio energetico" e sua  
direttiva applicativa, in quanto ...(es. emette luce verso l'alto,  
appare sovradimensionato da un punto di vista di consumi  
energetici, ecc).*

*Pertanto, si chiede una verifica di conformità alla normativa,  
essendo il Comune l'Autorità competente al controllo, ai sensi  
dell'art. 4 della citata Legge Regionale.*

*Si chiede, ai sensi degli artt.9 e 10 della Legge 241/90 di  
partecipare al procedimento amministrativo connesso a tale  
verifica.*

*Si allegano alla presente n.... foto dell'apparecchio/impianto  
scattate di giorno e di notte (in modo da evidenziarne sia il tipo  
di apparecchio che gli effetti di inquinamento luminoso).*

*In fede*

**Data .....**

**Firma .....**

**ALLEGATO H1**  
**COMUNICAZIONE preventiva**

**Impianti privati fino a 10 apparecchi SENZA OBBLIGO di Progetto**  
**(di cui all'art. 9, comma 2)**

*Il sottoscritto .....  
residente in (via, n°, CAP, Comune) .....  
tel. ....fax.....e-mail (facoltativo) .....*

**COMUNICA**

*che intende far eseguire presso la propria  
abitazione/proprietà/altro (specificare).....  
in (via, n°, CAP, Comune).....  
nuovo impianto di illuminazione esterna  
ampliamento di impianto di illuminazione già esistente  
sostituzione di tecnologia (es. da sodio a LED)  
altro .....*

che tale intervento:

*ricade nelle DEROGHE di cui all'articolo 7, comma 1:*

*lett.a)[sorgente interna/internalizzata]*

*lett.b) [sorgente uso temporaneo]*

*lett.c) [illuminazione di emergenza]*

*lett.d)[impianto privato calcolo in lumen]*

*lett.e) [impianto privato, calcolo in watt]*

*lett.f) [impianto di segnalazione/regolazione traffico];*

*lett.g)[illuminazione di sicurezza di (specificare)].....*

*NON ricade nelle DEROGHE di cui all'articolo 7, comma 1.*

**Descrizione dell'intervento da realizzare**

*(da compilare solo in caso non ricada nelle deroghe)*

Inserire una descrizione il più possibile dettagliata dell'intervento che si intende far realizzare, specificando almeno:

- se l'intervento ricade in *Zona di particolare protezione dall'inquinamento luminoso* (art.3 della direttiva);
- il numero e tipo di apparecchi (specificare la marca ed il modello che si intende scegliere e se possibile, allegare una foto dell'apparecchio procurata su internet o catalogo);
- il tipo di sorgenti (es. sodio alta pressione, LED ecc) ed eventuale temperatura di colore (in caso di LED).
- la potenza degli apparecchi (se diversa specificarla per ciascun apparecchio) e l'eventuale presenza di sistemi di rilevazione di presenza.

In caso di ampliamento di impianto già esistente, specificare inoltre:

- il numero complessivo di punti luce e la potenza totale dell'impianto, dopo l'intervento di ampliamento.

**SI IMPEGNA**

a farsi rilasciare la dichiarazione di conformità dell'installazione di cui all'ALLEGATO I.

**Data** .....

**Firma**.....

**ALLEGATO H2**

**COMUNICAZIONE preventiva**

**Impianti privati oltre 10 apparecchi CON OBBLIGO di Progetto**

**(di cui all'art.9, comma 3)**

*Il sottoscritto .....  
residente in (via, n°, CAP, Comune) .....  
tel. ....fax.....e-mail (facoltativo) .....*

**COMUNICA**

*che intende far eseguire presso la propria  
abitazione/proprietà/altro (specificare).....  
in (via, n°, CAP, Comune).....*

*nuovo impianto di illuminazione esterna  
ampliamento di impianto di illuminazione già esistente  
sostituzione di tecnologia (es. da sodio a LED)  
altro .....*

che tale intervento:

*ricade tra i particolari impianti di illuminazione di cui  
all'art. 6:*

- comma 1 [impianti/aree sportive]*
- comma 2 [illuminazione architettonica]*
- comma 3 [ambiti per attività produttive]*
- comma 4 [insegne di esercizio e mezzi pubblicitari luminosi]*
- comma 5 [illuminazione di uso temporaneo]*
- comma 6 [aree verdi]*

*NON ricade tra i "particolari impianti di illuminazione" di cui  
all'art. 6*

che tale intervento:

*ricade nelle DEROGHE di cui all'articolo 7, comma 1:*

- lett.a) [sorgenti interne/internalizzate]*
- lett.b) [sorgenti uso temporaneo]*
- lett.c) [illuminazione di emergenza]*
- lett.d) [impianti privati calcolo in lumen]*

lett.e) [impianti privati calcolo in watt];  
lett.f) [impianto di segnalazione/regolazione traffico]  
lett.g)[illuminazione di sicurezza di (specificare)].....

NON ricade nelle DEROGHE di cui all'articolo 7, comma 1.

**Breve descrizione dell'intervento da realizzare**

(da compilare solo in caso non ricada nelle deroghe)

Inserire una breve descrizione dell'intervento che si intende far realizzare, ed allegare il Progetto illuminotecnico, completo di tutte le dichiarazioni, certificazione, dati fotometrici e calcoli previsti dalla presente direttiva, esplicitando anche se l'intervento ricade in *Zona di particolare protezione dall'inquinamento luminoso* (art.3 della direttiva).

In caso di ampliamento di impianto già esistente, specificare inoltre il numero complessivo di punti luce e la potenza totale dell'impianto, dopo l'intervento di ampliamento.

Si precisa che si forniscono contestualmente:

- Progetto illuminotecnico redatto da progettista qualificato
- l'ALLEGATO C per la conformità dei dati fotometrici o un equivalente
- l'ALLEGATO H3 per la conformità del progetto alla LR.19/03 e direttiva applicativa

**SI IMPEGNA**

a farsi rilasciare la dichiarazione di conformità dell'installazione di cui all'ALLEGATO I.

Data .....

Firma.....

**ALLEGATO H3**

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO  
alla LR 19/03 e Direttiva applicativa**

*Il sottoscritto .....con sede di lavoro in via.....n°...  
Comune... Prov.....Tel.... fax ....iscritto all'Ordine di  
.....con numero .....*

*Progettista dell'impianto di illuminazione (identificazione come  
da Progetto (definitivo/esecutivo) .....*

**DICHIARA**

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato progettato in conformità alla LR. 19/2003 "Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico" e alla direttiva applicativa di tale legge.

**DECLINA**

- ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da una esecuzione sommaria e non realizzata con i dispositivi previsti nel progetto illuminotecnico esecutivo.
- ogni responsabilità derivante da una scorretta installazione (non conforme alla LR. 19/2003 e al presente progetto), ricordando che nel progetto sono presenti tutti gli elementi per una installazione corretta.

**Data .....**

**Firma .....**

ALLEGATO I

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DELL'INSTALLAZIONE

alla LR. 19/2003 e SUA DIRETTIVA APPLICATIVA e AL PROGETTO  
(per INSTALLATORI)

Il sottoscritto .....titolare o legale  
rappresentante della ditta .....operante nel settore  
.....con sede in  
via.....n°....CAP....comune di Prov.....tel.  
.....fax.....P.IVA .....

iscritta nel registro delle ditte (RD 20/9/1394 n°2011)  
della C.I.A.A. di ..... al n° .....

iscritta all'albo provinciale delle imprese artigiane  
(L.8/8/1985, n°443) della C.I.A.A. di..... al n°  
.....

Esecutrice dell'impianto (descrizione schematica)

.....  
.....  
.....

inteso come:

nuovo impianto                      riqualificazione                      ampliamento  
manutenzione straordinaria                      altro.....

commissionato da .....

realizzato presso ..... Comune di  
.....

**DICHIARA**

sotto la propria responsabilità che l'impianto è stato installato in modo conforme alla regola d'arte e alla LR 19/03 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" e alla sua direttiva applicativa, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato il luogo d'installazione, avendo in particolare:

- rispettato il progetto predisposto da un progettista abilitato e conforme alla LR. 19/2003 e alla sua direttiva applicativa (da indicare solo in caso di obbligo di progetto);
  - seguito le indicazioni di installazione dei fornitori per la conformità alla LR. 19/2003 e alla sua direttiva applicativa;
  - installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo d'installazione;
  - controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo avendo eseguito le verifiche richieste dal committente, dalle norme e dalle disposizioni di legge.
- allegato copia della dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/08.

Allegati:

.....  
.....  
.....

**DECLINA**

Ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi ovvero da carenze di manutenzione o riparazione.

**Data** .....

**Firma**.....