

COMUNE DI CAMISANO VICENTINO

Provincia di Vicenza

Piazza Umberto I n. 1

36043 Camisano Vicentino (VI)

PICIL

PIANO DELL'ILLUMINAZIONE PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

ALLEGATO "F"

LINEE GUIDA PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVI IMPIANTI E PER GLI INTERVENTI SUGLI ESISTENTI

IL TECNICO

Ing. Calogero Collerone



Studio Ing. Collerone - Viale Ionio n. 78 - 30015 Chioggia (VE)

tel. 041 493635 - fax 178.2220322 – collerone@libero.it – calogero.collerone@ingpec.eu

X00	13.07.2017	Prima emissione	CC	CC
revisione	data	motivazioni	redatto	controllato

INDICE CAPITOLI

1. PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	4
2. IMPIANTI NON RICADENTI SOTTO GLI OBBLIGHI DELLA PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA	5
3. REQUISITI FONDAMENTALI DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	6
3.1 SISTEMI ILLUMINANTI.....	6
3.2 INSEGNE.....	7
3.3 TORRI FARO E SIMILI	8
3.4 IMPIANTI SPORTIVI	8
3.5 SISTEMI PUBBLICITARI E VOLUTTUARI.....	8
3.6 ILLUMINAZIONE DEGLI EDIFICI.....	9
3.7 EFFICIENZA DEGLI IMPIANTI	9
3.8 REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO E RISPARMIO ENERGETICO	10
4. PRINCIPALI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ILLUMINAZIONE STRADALE	10
4.1 GRANDEZZE FOTOMETRICHE DI RIFERIMENTO.....	10
4.2 LIVELLO DI LUMINANZA.....	11
5. ZONE DI STUDIO PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE.....	12
6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE PER LA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA	12
6.1 OPERE EDILI	12
6.2 CAVIDOTTI.....	15
6.3 QUADRI ELETTRICI.....	15
6.4 CONDUTTORI SENZA GUAINA ESTERNA PER CONDUTTORI DI TERRA	17
6.5 CONDUTTORI CON GUAINA ESTERNA.....	17
6.6 CAVI CONFORMI AL REGOLAMENTO CPR	18
6.7 CASSETTE DI DERIVAZIONE	18
6.8 GIUNZIONI INTERRATE	18
6.9 PALI	18
6.10 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE.....	19
6.11 SISTEMI PER ILLUMINAZIONE E SEGNALAZIONE ATTRAVERSAMENTI PEDONALI	22
6.12 IMPIANTI DI TERRA	23
7. TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	24

7.1	STRADE A TRAFFICO MOTORIZZATO E MISTO	24
7.2	PERCORSI URBANI A CARATTERE LOCALE - ZONE 30 - CENTRI STORICI	26
7.3	AREE DI AGGREGAZIONE - ZONE CENTRALI.....	28
7.4	SVINCOLI ED INTERSEZIONI DI RILEVANTE IMPORTANZA SU STRADE A TRAFFICO MOTORIZZATO – GRANDI AREE.....	29
7.5	ILLUMINAZIONE DEGLI EDIFICI.....	32
7.6	ATTRAVERSAMENTI PEDONALI.....	33
7.7	IMPIANTI SPORTIVI	34
7.8	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PRIVATI ED IMPIANTI PUBBLICITARI.....	35

1. Progettazione degli impianti di illuminazione esterna

Dal punto di vista illuminotecnico, in base all'art. 7 della L.R. 17/2009 gli impianti di illuminazione esterna, devono sempre essere progettati da un professionista dello specifico settore iscritto all'Albo professionale, fatti salvi i casi nel seguito elencati.

Per quanto riguarda gli aspetti funzionali e legati alla sicurezza elettrica e meccanica, per gli impianti di illuminazione esterna l'obbligatorietà o meno del progetto è stabilita dalla Legge dello Stato. In particolare, in conformità al DM (Sviluppo economico) 37/08, il progetto è obbligatorio nel caso in cui gli impianti siano connessi ad un impianto interno di un edificio soggetto a progettazione obbligatoria, mentre non lo è se l'impianto, inteso a partire dal punto di consegna dell'energia, è installato totalmente all'esterno.

I progetti devono essere redatti nel rispetto delle norme CEI e delle norme UNI e devono contenere la documentazione relativa alle misurazioni fotometriche degli apparecchi nelle forme previste dalla L.R. 17/2009 e la certificazione del progettista di rispondenza dell'impianto alla legge medesima.

Gli impianti di illuminazione stradale (nel presente documento, si intendono anche gli impianti per l'illuminazione di aree pubbliche di vario tipo) devono essere progettati con l'obiettivo di realizzare buone condizioni di visibilità durante i periodi di oscurità, utili alla sicurezza stradale degli utenti ed alla sicurezza personale nei confronti dei pericoli di furti o aggressioni. Gli impianti devono inoltre garantire la sicurezza contro pericoli elettrici e meccanici.

Le prestazioni di un impianto di illuminazione stradale devono essere stabilite in base a categorie illuminotecniche determinate dalla normativa tecnica di riferimento, di cui si citano le principali anche nell'Allegato E.

Per ogni impianto possono essere individuate le seguenti categorie illuminotecniche:

- la categoria illuminotecnica di ingresso, che dipende esclusivamente dal tipo di strada;
- la categoria illuminotecnica di progetto, che dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto;
- la categoria illuminotecnica di esercizio, che considera le condizioni operative istantanee di funzionamento di un impianto e le possibili condizioni operative previste dal progettista, in base alla variabilità dei parametri di influenza.

Per progettare ogni impianto di illuminazione stradale è pertanto necessario individuare i possibili parametri di influenza significativi e definire la categoria illuminotecnica attraverso una valutazione del rischio.

Alla base di ogni progetto di illuminazione esterna deve essere posto il Piano comunale dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso (PICIL), il quale discende dalla Legge Regionale Veneto 7 agosto 2009 n°17.

Oltre a ciò, per i progetti di illuminazione pubblica deve essere considerato:

- il Piano Urbano del Traffico (PUT);
- la Norma UNI EN 11248 “illuminazione stradale – selezione categorie illuminotecniche”;
- la Norma UNI EN 13201-2 “illuminazione stradale – requisiti prestazionali”;
- norme UNI EN 13201-3, UNI EN 13201-4 e UNI EN 13201-5.

In particolare si terrà presente che qualsiasi intervento sia attuato sugli impianti di illuminazione stradale, questo deve essere conforme a quanto disposto dalle norme UNI sopra elencate; qualora tale rispondenza non sia assicurata, l'intervento è da considerare fuori norma e quindi non attuabile.

2. Impianti non ricadenti sotto gli obblighi della progettazione illuminotecnica

Sono esclusi dall'obbligo di progetto illuminotecnico gli impianti esterni di illuminazione di modesta entità o temporanei e gli altri impianti per i quali è sufficiente il deposito della dichiarazione di conformità ai requisiti di Legge rilasciata dall'impresa installatrice.

Questi sono:

1) gli impianti di cui all'articolo 9. comma 4, lettere a), b), c), e) ed f) della L.R. 17/2009, e specificatamente:

- a. le sorgenti di luce internalizzate e quindi non inquinanti, quali gli impianti di illuminazione sotto tettoie, portici, sottopassi, gallerie e strutture similari, con effetto totalmente schermante verso l'alto;
- b. le sorgenti di luce facenti parte di installazione temporanea che vengano rimosse entro un mese dalla messa in opera, o che vengano spente entro le ore ventuno nel periodo di ora solare ed entro le ventidue nel periodo di ora legale;
- c. gli impianti che vengono accesi per meno di dieci minuti da un sensore di presenza o movimento, dotati di proiettori ad alogeni o di lampadine a fluorescenza compatte o altre sorgenti di immediata accensione;
- e. le installazioni e gli impianti di strutture, la cui progettazione, realizzazione e gestione sia regolata da specifica normativa statale;
- f. gli impianti dotati di piccole sorgenti tipo fluorescenza, gruppi di led o di sorgenti simili, caratterizzati dai seguenti requisiti:

- in ciascun apparecchio, il flusso totale emesso dalle sorgenti non sia superiore a 1.800 lumen;
- ogni apparecchio emetta meno di 150 lumen verso l'alto;
- gli apparecchi dell'impianto di illuminazione non emettano, complessivamente, più di 2.250 lumen verso l'alto.

2) gli impianti di rifacimento, ampliamento e manutenzione ordinaria di impianti esistenti con un numero di sostegni inferiori a cinque;

3) le insegne pubblicitarie di esercizio non dotate di illuminazione propria, come indicate all'articolo 23 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n° 285, "Nuovo codice della strada" e successive modificazioni e al decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n°495, "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" e successive modificazioni, e quelle con superfici comunque non superiori a sei metri quadrati, installate con flusso luminoso in ogni caso diretto dall'alto verso il basso, realizzate secondo le prescrizioni di cui l'articolo 9, comma2, lettera a) della L.R. 17/2009;

4) gli apparecchi di illuminazione esterna delle superfici vetrate, in numero non superiore a tre per singola vetrina, installati secondo le prescrizioni di cui all'articolo 9, comma 2, lettera a) della legge 17/2009;

5) le insegne a illuminazione propria, anche se costituite da tubi fluorescenti nudi;

6) le installazioni temporanee per l'illuminazione di cantieri comunque realizzate secondo le prescrizioni di cui all'articolo 9, comma 2, lettera a) della L.R. 17/2009.

3. Requisiti fondamentali degli impianti di illuminazione esterna

Per ogni impianto di illuminazione esterna devono essere rispettati i seguenti requisiti prescritti dalla L.R. 17/2009.

3.1 Sistemi illuminanti

I sistemi illuminanti devono presentare le seguenti caratteristiche:

- a. avere un'intensità luminosa massima pari a 0 (zero) candele (cd) per ogni 1000 lumen (lm) di flusso luminoso emesso, a 90 gradi e oltre, senza deroghe.
- b. essere equipaggiati con lampade ad alta efficienza, come quelle a LED, fermi restando i requisiti di cui ai punti a) e c) del presente capitolo, e comunque con sorgenti di efficienza superiore a 100 lm/W.
- c. essere realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta o di illuminamento medio mantenuto previsto dalle norme di

- sicurezza specifiche; in assenza di norme di sicurezza specifiche la luminanza media delle superfici non deve superare il valore di 1 Cd/mq;
- d. essere provvisti di appositi dispositivi regolatori agenti puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto riducendo il flusso luminoso in misura pari o superiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività entro le ore ventiquattro, compatibilmente con il rispetto dei requisiti illuminotecnici dettati dalla norma UNI 13201-2;
- e. possono essere costituiti da lampioni autoalimentati utilizzando pannelli fotovoltaici, con rendimento pari o superiore al dieci per cento, comunque corrispondenti a caratteristiche sopra descritte.

Possono derogare dai requisiti sopra descritti i seguenti casi:

- le sorgenti internalizzate sotto tettoie, portici, sottopassi e strutture similari, con effetto totalmente schermante verso l'alto;
- le sorgenti di luce facente parte di installazione temporanea, che vengano rimosse entro un mese dalla messa in opera, o che vengano spente entro le ore ventuno nel periodo di ora solare ed entro le ventidue nel periodo di ora legale;
- gli impianti che vengono accesi per meno di dieci minuti da un sensore di presenza o movimento, dotati di proiettori ad alogeni o lampadine a fluorescenza compatte o altre sorgenti di immediata accensione;
- le installazioni e gli impianti di strutture, la cui progettazione, realizzazione e gestione sia regolata da specifica normativa statale;
- gli impianti dotati di piccole sorgenti tipo fluorescenza, gruppi di led o di sorgenti simili, caratterizzati dai seguenti requisiti:
 - 1) in ciascun apparecchio, il flusso totale emesso dalle sorgenti non sia superiore a 1800 lumen;
 - 2) ogni apparecchio emetta meno di 150 lumen verso l'alto;
 - 3) gli apparecchi dell'impianto d'illuminazione non emettano, complessivamente, più di 2.250 lumen verso l'alto;
- gli impianti installati per le manifestazioni all'aperto e itineranti con carattere di temporaneità regolarmente autorizzate dal comune;
- le insegne ad illuminazione propria, anche se costituite da tubi di neon nudi.

3.2 *Insegne*

L'illuminazione delle insegne non dotate di illuminazione propria deve essere realizzata utilizzando apparecchi che illuminino dall'alto verso il basso. Le insegne dotate di luce propria

non devono superare i 4.500 lumen di flusso totale, emesso in ogni direzione per ogni singolo esercizio. In ogni caso tutte le insegne luminose non preposte alla sicurezza e ai servizi di pubblica utilità devono essere spente alla chiusura dell'esercizio e comunque entro le ore ventiquattro.

3.3 *Torri faro e simili*

Torri faro e sistemi simili illuminanti parcheggi, piazzali, cantieri, svincoli ferroviari e stradali, complessi industriali e grandi aree di ogni tipo devono avere, rispetto al terreno, un'inclinazione tale, in relazione alle caratteristiche dell'impianto, da non irradiare oltre 0 cd per 1.000 lumen a 90° e oltre. Si privilegiano gli apparecchi d'illuminazione con proiettori di tipo asimmetrico. In particolare, l'installazione di torri-faro deve prevedere una potenza installata inferiore, a parità di luminanza delle superfici illuminate, a quella di un impianto con apparecchi tradizionali; qualora il fattore di utilizzazione di torri-faro, riferito alla sola superficie di utilizzo, sia inferiore a 0,5, gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi di spegnimento o di riduzione della luminanza, nei periodi di non utilizzazione o di traffico ridotto.

3.4 *Impianti sportivi*

Nell'illuminazione degli impianti sportivi progettati per contenere oltre cinquemila spettatori, le disposizioni di cui al precedente punto sono derogabili, salvo l'obbligo di contenere al minimo la dispersione di luce verso il cielo e al di fuori delle aree verso le quali l'illuminazione è orientata. Devono essere comunque realizzabili la parzializzazione dell'illuminazione, funzionale alla natura del suo utilizzo, e l'accensione dell'impianto limitata al tempo necessario allo svolgimento della manifestazione sportiva. Negli impianti sportivi è ammesso l'utilizzo di sorgenti luminose a ioduri metallici, ma è da preferire l'impiego di LED.

3.5 *Sistemi pubblicitari e voluttuari*

È vietato, su tutto il territorio, l'utilizzo anche temporaneo, di fasci di luce fissi o rotanti, di qualsiasi colore e potenza, come i fari, i fari laser, le giostrine luminose e ogni tipo di richiamo luminoso, a scopo pubblicitario o voluttuario, come i palloni aerostatici luminosi e le immagini luminose che disperdono luce verso la volta celeste. È altresì vietata l'illuminazione di elementi del paesaggio e l'utilizzo delle superfici di edifici o di elementi architettonici o naturali, per la proiezione o l'emissione di immagini, messaggi o fasci luminosi, a scopo pubblicitario o voluttuario.

3.6 Illuminazione degli edifici

L'illuminazione degli edifici deve essere realizzata con apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa pari a 0 candele (cd) per 1000 lumen (lm) di flusso luminoso emesso a novanta gradi ed oltre, con spegnimento o riduzione della potenza d'illuminazione pari ad almeno il trenta per cento entro le ore ventiquattro. Qualora l'illuminazione di edifici di interesse storico, architettonico o monumentale dovesse risultare tecnicamente non realizzabile con apparecchi aventi le caratteristiche sopra indicate, è ammesso il ricorso a sistemi d'illuminazione dal basso verso l'alto, con una luminanza media mantenuta massima sulla superficie da illuminare pari a 1 cd/m² o ad un illuminamento medio fino a 15 lux. In tal caso i fasci di luce devono comunque essere contenuti all'interno della sagoma dell'edificio e, qualora la sagoma sia irregolare, il flusso diretto verso l'alto non intercettato dalla struttura non deve superare il dieci per cento del flusso nominale che fuoriesce dall'impianto di illuminazione.

3.7 Efficienza degli impianti

Ai fini dell'alta efficienza degli impianti devono essere osservate le seguenti prescrizioni:

- impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni massime di interesse dei punti luce e che minimizzino costi e interventi di manutenzione nell'illuminazione pubblica e privata per esterni. In particolare per i nuovi impianti di illuminazione stradale dovranno essere utilizzati apparecchi con rendimento superiore al sessanta per cento, intendendosi per rendimento il rapporto fra il flusso luminoso che fuoriesce dall'apparecchio e quello emesso dalla sorgente interna allo stesso. Gli impianti di illuminazione stradale dovranno garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7 fatta eccezione per quando via sia presenza di ostacoli, o in quanto funzionali alla certificata e documentata miglior efficienza generale dell'impianto o per l'illuminazione delle intersezioni, passaggi pedonali, dossi artificiali e tratti in curva. Di norma gli impianti devono essere realizzati con disposizione lungo un solo lato della strada; soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada sono consentite nei casi in cui le luminanze di progetto debbano essere superiori a 1.5 cd/m² o per carreggiate con larghezza superiore ai 9 metri;
- massimizzazione della frazione del flusso luminoso emesso dall'impianto, in ragione dell'effettiva incidenza sulla superficie da illuminare (utilanza). La progettazione degli impianti di illuminazione esterna notturna dev'essere tale da contenere al massimo la luce intrusiva all'interno delle abitazioni e di ogni ambiente adiacente l'impianto.

3.8 Regolazione del flusso luminoso e risparmio energetico

I corpi illuminanti di nuove installazioni e quelli oggetto di interventi di sostituzione o ristrutturazione potranno essere equipaggiati con alimentatori elettronici regolabili, in grado di funzionare sia da soli che telecontrollati da apposita centralina.

Nel caso funzionino anche temporaneamente senza telecontrollo, ogni alimentatore sarà dotato di software con curva di regolazione preimpostata che permetta una riduzione di flusso nelle ore centrali della notte, almeno a partire dalle 22:00 fino alle 7:00 (o 23-06 a seconda del caso) e prevedere il ritorno alla luminosità piena dalle h 7:00 in poi.

Nel caso in cui siano telecontrollati, la curva verrà impostata da sistema centrale, con possibilità di regolazione puntuale.

Il sistema da inserire a progetto associa i vantaggi della gestione remota del singolo punto luce al risparmio energetico effettuato con alimentatori elettronici regolabili per ogni punto luce.

La regolazione dà la possibilità di agire singolarmente sui punti luce impostando qualsiasi valore tra il 100% e il 25% della luminosità per le lampade al sodio, tra il 100% e il 45% della luminosità per le lampade CDO e tra il 100% e 1% per i LED, oltre a permettere una programmazione a fasce orarie all'interno dell'intervallo di funzionamento dell'impianto. Nel caso di regolazione centralizzata, sono da preferire differenti profili di regolazione per ogni punto luce e per ogni giorno della settimana, con ogni profilo tale da consentire la definizione di almeno 3 soglie distinte di potenza nell'arco della sera/notte. La scelta delle distinte soglie per la riduzione è opportuno che avvenga in maniera continua, e non discreta, nel campo di regolazione dell'alimentatore.

4. Principali parametri di qualità dell'illuminazione stradale

La Norma UNI 13201-2 "Illuminazione stradale – requisiti prestazionali" indica i requisiti illuminotecnici qualitativi e quantitativi da rispettare nel progetto degli impianti d'illuminazione stradale, ed è applicabile a tutte le strade.

4.1 Grandezze fotometriche di riferimento

Le grandezze fotometriche a cui fare riferimento per garantire una adeguata illuminazione sono:

- La luminanza media mantenuta (L) del manto stradale [cd/m²];
- L'uniformità generale (U₀) e Longitudinale (U_l) della Luminanza;
- L'indice di abbagliamento debilitante caratteristico di ogni impianto (TI [%]);
- L'illuminazione delle aree circostanti (SR [%]);

- L'Illuminamento Medio semisferico (\bar{E}_{hs}) su una zona della strada [lx];
- L'Illuminamento Minimo (E_{min}) su una zona della strada [lx].

Si precisa che si intende per:

- L = rapporto tra l'intensità proveniente da una superficie luminosa in una data direzione e l'area apparente di quella superficie. Luminanza media mantenuta: valore che assume la luminanza media del manto stradale nelle peggiori condizioni d'invecchiamento e insudiciamento dell'impianto.
- U_0 = rapporto fra luminanza/illuminamento minimo e medio su tutta la strada
- U_1 = rapporto fra luminanza/illuminamento minimo e massimo lungo la mezzera di ciascuna corsia.

4.2 Livello di Luminanza

Dal livello di luminanza dipende la capacità di rivelazione, inteso come percentuale di un insieme definito di oggetti percepibile dal conducente in ogni punto della strada. La capacità di rivelazione aumenta all'aumentare della luminanza media del manto stradale, con andamento dipendente dall'uniformità e dal grado di abbagliamento debilitante prodotto dall'impianto. Per strade rettilinee, con manto asciutto, la norma UNI 13201-2 prevede vari livelli di luminanza a seconda del tipo di strada.

Uniformità di luminanza.

Il parametro utilizzato per descrivere la distribuzione delle luminanze sulla superficie stradale il rapporto $U_0 = L_{min}/L$, dove L_{min} è la luminanza puntuale minima e L è quella media sull'intera superficie stradale. La capacità di rivelazione cresce con U_0 , con andamento dipendente anche dal grado di abbagliamento debilitante. La UNI 13201-2 prevede un valore per U_0 non inferiore a 0,35.

Abbagliamento debilitante.

L'effetto dell'abbagliamento debilitante è quello di ridurre notevolmente la capacità di rivelazione. Il parametro generalmente utilizzato per quantificare l'abbagliamento debilitante è l'indice Tl .

La norma UNI 13201-2 indica i valori massimi da non superare.

Spettro di emissione delle lampade.

I tipi di sorgenti luminose ritenuti idonei per l'illuminazione stradale differiscono considerevolmente tra di loro per la composizione spettrale della luce emessa. La distanza di visibilità. Dipende sensibilmente dallo spettro di emissione. Dallo spettro di emissione dipendono:
- l'acuità visiva;

- l'impressione di luminosità a parità di luminanza della superficie stradale;
- la velocità di percezione;
- il tempo di recupero visivo dopo essere stati soggetti ad abbagliamento.

Guida ottica.

Per guida ottica s'intende la capacità di un impianto di illuminazione di dare all'utente un'immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire fino ad una distanza che dipende dalla massima velocità permessa sulla strada. La guida ottica contribuisce alla sicurezza e alla facilità della guida. Perciò, essa è particolarmente importante per le intersezioni.

Tra i fattori che influiscono sulla guida ottica nelle intersezioni vi sono il colore della luce, l'altezza dei pali, il livello di luminanza, la disposizione dei centri luminosi. La Norma raccomanda inoltre che sia evitata ogni discontinuità ad eccezione dei punti singolari intenzionalmente introdotti per attirare l'attenzione dei conducenti. La successione dei centri luminosi, l'intensità ed il colore della luce emessa devono cioè garantire la cosiddetta "guida ottica" (o visiva) cioè dare all'utente un'immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire.

5. Zone di studio per impianti di illuminazione stradale

Il progettista incaricato della stesura del progetto illuminotecnico di illuminazione stradale deve individuare chiaramente la zona o le zone di studio considerate per la corretta classificazione della strada e la giustificazione delle scelte unitamente alla categoria illuminotecnica di riferimento ed ai parametri principali utilizzati per la definizione della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio.

6. Caratteristiche dei materiali da impiegare per la realizzazione degli impianti di illuminazione pubblica

Vengono indicate nel seguito le caratteristiche minime che devono possedere i principali materiali impiegati per la realizzazione di nuovi impianti o la ristrutturazione degli impianti esistenti di illuminazione pubblica.

6.1 Opere edili

Scavi e ripristini

Esecuzione di scavi a sezione obbligata

In presenza di prescrizioni particolari di Enti proprietari delle strade, gli scavi ed i relativi ripristini dovranno essere eseguiti in conformità a tali prescrizioni.

Negli altri casi, lo scavo per la posa delle tubazioni interrato sarà a sezione obbligata con dimensioni stabilite nei progetti.

Valgono comunque le modalità di esecuzione nel seguito indicate, da considerarsi quelle minime da realizzare in mancanza di altre indicazioni.

Nei tratti asfaltati dovrà essere eseguito preventivamente il taglio dell'asfalto mediante l'utilizzo di sega a disco diamantato.

Per gli scavi eseguiti su terra il reinterro dovrà essere realizzato con un primo letto di sabbia lavata per uno strato di almeno 5 cm sotto la tubazione e per altri 5 cm fino sopra la tubazione. La parete restante del reinterro dovrà essere realizzata con materiale di risulta opportunamente vagliato e costipato in strati successivi.

Per gli scavi eseguiti su asfalto il reinterro dovrà essere eseguito realizzato con un primo letto di sabbia lavata per uno strato di almeno 5 cm sotto la tubazione e per altri 5 cm fino sopra la tubazione. La parete restante del reinterro dovrà essere realizzata completamente con materiale di cava pulito da argilla e limi di pezzatura medio piccola (stabilizzato), trasportando a discarica tutto il materiale estratto. Il ripristino del manto bituminoso dovrà essere eseguito con Binder chiuso da 6 cm previa formazione del cassonetto.

Sia negli scavi eseguiti su terra che in quelli eseguiti su asfalto dovrà essere posto alla profondità di 20 cm. dal piano stradale un nastro segnalatore con scritta continua indicante il tipo di conduttura interrata (cavo elettrico, tubazione acqua ecc.), della larghezza di 10 cm. di colore rosso.

Cementi ed agglomerati cementizi

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione nella Legge 26 maggio 1965, n.595 e nel Decreto Ministeriale 3 giugno 1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella Legge 26 maggio 1965, n.595 e nel Decreto Ministeriale 31 agosto 1972.

A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria 12 luglio 1999, n.314 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi", i cementi di cui all'articolo 1 lettera A) della Legge 26 maggio 1965, n.595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'articolo 6 della Legge 26 maggio 1965, n.595 e all'articolo 20 della Legge 5 novembre 1971, n.1086. I cementi recanti il Marchio ICITE-CNR sono considerati rispondenti ai dettati delle sopracitate disposizioni legislative. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

Sabbie

Le sabbie da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia vive, naturali od artificiali, dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordinate quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, stridente al tatto e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%. L'Appaltatore dovrà inoltre mettere a disposizione della Direzione dei lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla norma UNI 2332-1, per il controllo granulometrico.

La sabbia utilizzata per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'Allegato 1 del Decreto Ministeriale 3 giugno 1968 e dall'Allegato 1, punto 1.2., del Decreto Ministeriale 9 gennaio 1996.

La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm) ed adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

La sabbia posata a protezione delle tubazioni interrate dovrà essere debitamente compattata.

Plinti di fondazione

I plinti di fondazione dei pali saranno realizzati mediante getto di calcestruzzo Rck 300 e saranno completi di tubo in cemento diametro minimo 300 mm per l'alloggiamento del palo, tubazioni per il raccordo al pozzetto in PVC rigido pesante diametro min. 63 mm. e guaina in PVC a protezione dei cavi fino all'interno del palo, compreso eventuale cassero ed il reinterro.

Dimensioni e forme dovranno essere stabilite sulla base di calcoli statici dei sistemi plinto – palo, considerati gli apparecchi di illuminazione che saranno montati sui pali ed il luogo di installazione, firmati da un professionista abilitato.

Pozzetti stradali

I pozzetti saranno realizzati in calcestruzzo prefabbricato o in materiale tradizionale, sempre senza fondo, e saranno finiti con rinfianco in calcestruzzo per renderli stabili sul piano stradale.

Saranno completi di telaio e chiusino in ghisa carrabile con classe di resistenza adeguata al luogo di installazione secondo norma UNI –EN 124, con minimo di classe B125 (solo marciapiedi e aree a verde) e classe C250 o D400 a seconda dell'area e dei mezzi.

Le dimensioni saranno stabilite dai progetti, con minimo di cm 40x40 di luce netta, per cm 80 di altezza.

6.2 Cavidotti

Cavidotti per posa interrata

I cavidotti per posa interrata saranno costituiti da tubazioni corrugate in polietilene spirale a doppia parete di colore rosso, conformi alle norme EN 50086-1 (CEI 23-29) e EN 50086-4-+V1 (CEI23-46) ed avranno resistenza alla compressione minimo 450N e resistenza all'urto 5 Kg a -5°C. I tubi dovranno essere posati conferendo ad essi opportuna pendenza verso i pozzetti, in modo da far defluire eventuali ristagni d'acqua, e dovranno essere completi di filo pilota.

Tubi rigidi in PVC per posa aerea

I tubi rigidi per posa area su muratura avranno resistenza alla compressione min. 750N, resistenza elettrica di isolamento maggiore di 100 MOhm, comportamento autoestinguente, rispondenza alle norme CEI 23-39, CEI 23-54, IEC EN 61386-1, IEC EN 61386-21.

Saranno posti in opera a mezzo di appositi accessori per un grado di protezione min. pari a IP55.

Tubi in acciaio zincato per posa aerea

Saranno in acciaio laminato e zincato a caldo internamente ed esternamente, con superfici perfettamente lisce, rispondenza alle norme CEI EN50086.

Saranno completi di raccordi, curve, manicotti e pressacavi; l'installazione eviterà la filettatura dei tubi stessi con tenuta degli accessori realizzata mediante deformazione della parte conica del raccordo a mezzo del dado, per un grado di protezione pari a P67, ed assicurerà la continuità di terra.

La posa sarà effettuata mediante l'impiego di robusti collari in acciaio zincato.

Tesate per sospensioni

Le tesate per sospensioni di apparecchi di illuminazione e cavi saranno eseguite con corda di acciaio diametro min. 8 mm., tipo zincato senza anima di canapa, gaffettata a parete o tesata tra edifici o pali con doppio attacco a losanga.

La corda sarà completa di ganci in acciaio zincato per l'amarro, morsetti, redences ed accessori, installata e messa in tiro con Tirvit.

6.3 Quadri elettrici

Involucri

Avranno involucro esterno in vetroresina con grado di protezione min. IP55, completo di porte incernierate, piastra interna ed accessori.

L'involucro esterno fungerà da protezione contro gli urti e le intemperie.

Al suo interno sarà installato un contenitore modulare completamente isolato in classe II (le viti di fissaggio con grado di protezione IP65 completo di pressacavi isolanti per le linee in ingresso ed in uscita, destinato ad accogliere i componenti elettrici.

Se concesso dalla Società distributrice, i quadri potranno essere configurati prevedendo due sezioni verticali separate, in cui nella parte superiore troverà posto il contatore di misura ed in quella inferiore il contenitore isolante contenente i componenti elettrici. Ogni sezione avrà una propria porta frontale apribile a cerniera. I quadri saranno completi di tettuccio antipioggia, serratura per ciascuna porta e basamento di cemento con tubazioni di raccordo al pozzetto, da cui entreranno le linee elettriche. La linea elettrica di alimentazione del gruppo di misura dovrà essere installata entro propria tubazione isolante separata dalle altre linee.

Cablaggi

Gli apparecchi di manovra e protezione saranno e contrassegnati singolarmente in modo da assicurare la facile individuazione del relativo circuito. Sulle porte e pannelli frontali non saranno fissate apparecchiature. Il cablaggio sarà realizzato con corde isolate tipo N07G9-K. Il collegamento dall'interruttore generale alla sezione riservata al Distributore sarà effettuato con cavo Tipo FG7(O)R 0,6/1 KV. I morsetti di ingresso dell'interruttore generale dovranno essere provvisti di calotte isolanti. Le corde ed i cavi saranno dimensionati per la portata delle apparecchiature, con contemporaneità 100%. Le sezioni minime dei conduttori di collegamento saranno 6 mmq. per i circuiti luce e 1,5 mmq. per i circuiti ausiliari. Per l'alimentazione degli interruttori derivati dal generale dovranno essere impiegati idonei sistemi di parallelo in rame isolato precostruiti. La densità massima di corrente ammessa nei sistemi di parallelo sarà di 2A/mmq. La portata ammissibile dei conduttori di collegamento sarà quella corrispondente alla pertinente tabella UNEL 35024. La corrente nominale di dimensionamento delle singole derivazioni sarà almeno pari alla corrente nominale dell'interruttore corrispondente. La corrente limite dinamica per il dimensionamento dei supporti sbarre sarà valutata con la seguente formula: $I_{ld} = 1,8 \text{ a } 2 I_{cc}$ (I_{ld} = corr. limite dinamica; I_{cc} = corr. di c.c. simmetrica presunta). Tutti i quadri saranno completi di schema contenuto in una tasca in pvc.

Configurazione elettrica ed apparecchiature di comando e protezione

La configurazione elettrica dei quadri e la scelta delle apparecchiature di comando e protezione devono essere eseguite dal progettista in funzione delle specificità degli impianti da alimentare.

A livello generale vanno comunque osservate le prescrizioni nel seguito riportate.

- Tutti i circuiti dovranno essere singolarmente protetti dalle sovracorrenti; le apparecchiature di protezione devono avere potere di interruzione adeguato alle correnti di corto circuito presunte,

con minimo di 10 kA in caso di utenze con alimentazione trifase e 6 kA in caso di utenze con alimentazione monofase.

- I circuiti isolati in Classe I devono essere protetti singolarmente da interruttori a corrente differenziale con classe di protezione A, aventi taratura coordinata con il valore della resistenza degli impianti di terra al fine di garantire la protezione dai contatti indiretti secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8, evitando per quanto possibile valori di corrente di intervento differenziale troppo sensibili in modo da ridurre la possibilità di interventi intempestivi, ed essere di tipo SI (insensibile alle perturbazioni);
- I circuiti soggetti a sovratensioni di origine atmosferica (non autoprotetti) devono essere protetti con limitatori di sovratensione;
- .In caso di installazione di controllori di potenza, i limitatori devono essere previsti in ogni caso, sia a monte che a valle dei controllori.

6.4 Conduttori senza guaina esterna per conduttori di terra

Devono essere in rame isolato con materiale termoplastico non propagante l'incendio ed a bassa emissione di gas corrosivi, tipo N07V-K, rispondenza alle norme UNEL 35752, CEI 20-22 II, marchio IMQ.

Tensione nominale: 450/750V

Tensione di prova: 2500V

Colorazioni ammesse:

- conduttore di terra giallo-verde;
- conduttore di neutro: blu;
- conduttori di fase: nero, grigio, marrone.

Condizioni di posa ammesse: entro cavidotti in vista, interrati o incassati.

6.5 Conduttori con guaina esterna

Devono essere in rame ricotto stagnato isolato con miscela di gomma etilenpropilenica e guaina esterna in PVC non propagante l'incendio ed a ridotta emissione di gas corrosivi, tipo FG7R 0,6/1KV, rispondenza alle norme CEI 20-22 II, 20-35, marchio IMQ.

Tensione nominale: 0,6/1KV

Tensione di prova: 4KV

Colorazione delle anime: quelle commerciali

Condizioni di posa ammesse: entro cavidotti in vista, interrati o incassati.

Terminazioni: da eseguirsi con guaine termorestringenti e capo-corda in rame stagnato.

Ingresso nei pali: protetto con guaina isolante dal tubo inglobato nel plinto fino all'interno dei pali.

6.6 Cavi conformi al Regolamento CPR

Saranno impiegati cavi conformi al Regolamento CPR sono nei tratti interni agli edificio dai quali eventualmente gli impianti di illuminazione esterna dovessero essere alimentati.

Nel caso di impianti con sviluppo totalmente esterno agli edifici e per i tratti all'esterno degli edifici di impianti alimentati dal loro interno, i cavi conformi al Regolamento CPR non sono obbligatori ma possono essere usati.

6.7 Cassette di derivazione

Saranno di Tipo ottagonale in PVC con coperchio fissato a mezzo viti, complete di passacavi conici in PVC, grado di protezione IP54/53 secondo IEC 114/63 - IP47 secondo NF C20-010, morsettiere interne fisse con morsetti a grano e base in PVC, collegamenti di terra.

6.8 Giunzioni interrate

Le giunzioni tra cavi all'interno dei cavidotti sono vietate.

Le giunzioni interrate entro i pozzetti, che non siano relative a derivazioni, sono vietate.

Le derivazioni in pozzetto dovranno essere evitate; esse saranno realizzate solo se non sarà possibile effettuarle all'interno di morsettiere fuori terra, normalmente poste a base palo.

Le derivazioni in pozzetto, se indispensabili, e il rifacimento di derivazioni esistenti saranno eseguite con muffole con tensione nominale fino a 1 kV, isolate con resina polibutadienica, grado di protezione IP68 per giunzioni lineari o di derivazione di cavi da una linea principale, adatte per cavi multipolari o unipolari, complete di connettori preisolati, nastro accessori e quant'altro necessario.

6.9 Pali

I pali devono essere costruiti in acciaio di qualità S 235 JR (UNI EN 10025), di tipo conico o rastremato o cilindrico, diritto o con sbraccio (forma e caratteristiche dimensionali devono essere fissate dal progetto).

Nel caso di estensione di impianti esistenti la tipologia dei pali deve essere conforme a quanto già installato, fatta salva la verifica statica da eseguire.

I pali devono essere dotati di asola e portella in lega di alluminio, con scatola di giunzione e morsetti isolata in Classe II quadripolare da 16 mm² (o superiore ove necessario) con portafusibile, asola passaggio cavi e bullone di messa a terra.

I pali devono essere protetti con zincatura a caldo per immersione secondo UNI EN ISO 1461, guaina termorestringente in poliolefine all'incastro alta min. 450 mm e verniciatura ove previsto. Sono da preferire pali di spessore 4 mm.

6.10 Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi illuminanti devono avere le seguenti caratteristiche minime, in aggiunta a quelle di specifica conformità alla LR 17/2009 già descritte, documentati come specificato:

- conformi ai Criteri Ambientali Minimi vigenti alla data di installazione (CAM);
 - devono essere corredati di curve fotometriche ricavate da apparecchi in prova dotati di vetro piano; non saranno ammessi apparecchi le cui curve fotometriche siano ricavate senza il vetro piano o privandoli di altri elementi relativi alle ottiche o agli ausiliari elettrici;
 - la determinazione delle curve fotometriche e dei relativi file eulumat, nonché la determinazione dei fattori LLMF, LSF, OMF e VMF devono essere ricavate mediante misurazioni direttamente effettuate sull'apparecchio così come assemblato e consegnato presso il luogo d'installazione;
 - il soggetto che effettua le misurazioni e determina le curve fotometriche e gli altri fattori dovrà essere un laboratorio accreditato indipendente o un laboratorio interno, del costruttore dell'apparecchio, questo operante in regime di sorveglianza da parte di un Ente terzo indipendente;
 - l'impiego di curve fotometriche diversamente ricavate comporta l'inammissibilità dell'impiego dell'apparecchio;
 - gli apparecchi dovranno essere dotati di dati di laboratorio della misura e determinazione dei fattori LLMF, LSF, OMF e VMF; dati riferiti a singole parti costituenti l'apparecchio, ad esempio ai soli LED o moduli LED o piastre LED e non all'apparecchio nella sua interezza, completo di tutte le parti che lo costituiscono, determineranno l'inammissibilità dell'impiego degli apparecchi;
- Significato dei termini:

LLMF = Lumen Lamp Maintenance Factor, fornito dal costruttore dell'apparecchio

LSF = Lamp Survive Factor, fornito dal costruttore dell'apparecchio

OMF = Fattore di mantenimento dell'ottica, fornito dal costruttore dell'apparecchio

VMF = Fattore di mantenimento del vetro piano di protezione del vano ottico, fornito dal costruttore dell'apparecchio.

- caratteristiche principali apparecchi di tipo stradale:

Gruppo ottico	Temperatura di colore: 4000K, 3000K
	CRI \geq 70
	Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP

	Classificazione fotometrica CIE: Semi cut-off. Classificazione fotometrica IES: Full cut-off. Efficienza sorgente LED: 160 lm/W @ Tj=85°C, corrente modulo led 525mA, 4000K
IPEA	≥ A++ in accordo al DM 13/12/2013 (C.A.M.)
Classe di isolamento	I o II
Grado di protezione	IP66 con valvola di scambio pressione a membrana IK09 Totale
Moduli LED	Gruppo ottico rimovibile
Inclinazione	Testa palo: 0°, +5°, +10°, +15°, +20° Braccio: +5°, 0°, -5°, -10°, -15°, -20°
Montaggio	Braccio o testa palo Ø60mm Ø32 / Ø42 / Ø48 / Ø76 mm se richiesto
Cablaggio	Rimovibile. Vano cablaggio integrato nell'apparecchio, separato dal gruppo ottico. Piastra cablaggio estraibile opzionale.
Temp. di esercizio	-40°C / +50°C
Norme di riferimento	EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
Marchi	CE, ENEC Tq 50 gradi
Alimentazione	220÷240V 50/60Hz
Corrente modulo LED	525mA (se richiesto anche 700mA)
Fattore di potenza	>0,95 (a pieno carico)
Connessione rete	Per cavi sezione max. 4mm ²
Dispositivo di protezione surge	SPD integrato 10kV-10kA, type II, completo di LED di segnalazione e termofusibile per disconnessione del carico a fine vita. Tenuta all'impulso CL. I: 10 kV CM / 10 kV DM Tenuta all'impulso CL. II: 7 kV CM / 10 kV DM
Sistema di controllo flusso	Dimmerazione automatica (mezzanotte virtuale) Dimmerazione automatica personalizzabile
Vita sorgente LED (Tq=25°C)	100.000hr L90F10, corrente modulo led 525 mA
Attacco	
Telaio	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Verniciato a polveri.
Copertura	
Chiusura	Viti imperdibili in acciaio inox.
Gruppo ottico	Alluminio 99.85% con finitura superficiale realizzata con deposizione sotto vuoto 99.95%. (Alluminio classe A+ DIN EN 16268)
Schermo	Vetro piano temperato sp. 4mm elevata trasparenza.
Pressacavo	Passacavo IP66
Guarnizione	Poliuretanic

Nota: le prove di surge devono essere effettuate sull'apparecchio così come fornito in opera, non sono ammesse prove sui soli singoli componenti costituenti l'apparecchio o prove sui soli SPD.

APPARECCHIO CON TEMPERATURA COLORE 4000 K

Corrente LED (mA)	FLUSSO APPARECCHIO ¹ (T _q =25°C, 4000K, lm)	POTENZA APPARECCHIO ¹ (T _q =25°C, Vin=230Vac, F / DA / DAC, W)	EFFICIENZA APPARECCHIO (T _q =25°C, lm/W)	FLUSSO NOMINALE LED ² (T _j =85°C, 4000K, lm)	POTENZA NOMINALE LED ² (T _j =85°C, W)
525	Almeno 1690	Max 14.5	Almeno 116	Almeno 1928	Max 12
	Almeno 3340	Max 28	Almeno 119	Almeno 3856	Max 24
	Almeno 4980	Max 41	Almeno 121	Almeno 5784	Max 36

APPARECCHIO CON TEMPERATURA COLORE 3000 K

Corrente LED (mA)	FLUSSO APPARECCHIO ¹ (T _q =25°C, 3000K, lm)	POTENZA APPARECCHIO ¹ (T _q =25°C, Vin=230Vac, F / DA / DAC, W)	EFFICIENZA APPARECCHIO (T _q =25°C, lm/W)	FLUSSO NOMINALE LED ² (T _j =85°C, 3000K, lm)	POTENZA NOMINALE LED ² (T _j =85°C, W)
525	Almeno 1570	Max 14.5	Almeno 108	Almeno 1793	Max 12
	Almeno 3100	Max 28	Almeno 111	Almeno 3586	Max 24
	Almeno 4640	Max 41	Almeno 113	Almeno 5379	Max 36

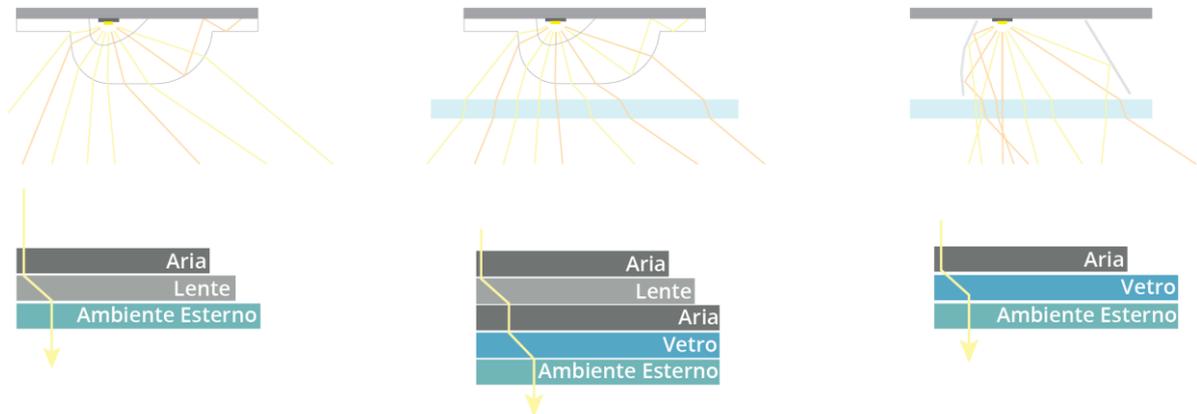
Nota 1: Dati nominali rilevati dal laboratorio del costruttore dell'apparecchio illuminante operante in regime di sorveglianza o da un laboratorio esterno certificato.

Nota 2: Dati nominali estrapolati da datasheet del costruttore dei LED.

- per i LED utilizzare, isolamento in Classe I;
- gli apparecchi di illuminazione posti ad altezza inferiore ai 3 metri devono essere apribili (accesso a parti in tensione) solo con uso di chiave o di un attrezzo;
- regolazioni di lampada o disponibilità di ottiche idonee a rispondere alle esigenze di illuminazione;
- dimmerazione automatica con timer integrato;
- certificazione di rispondenza e istruzioni per la corretta installazione in conformità alla LR17/2009, indicazioni per la manutenzione;

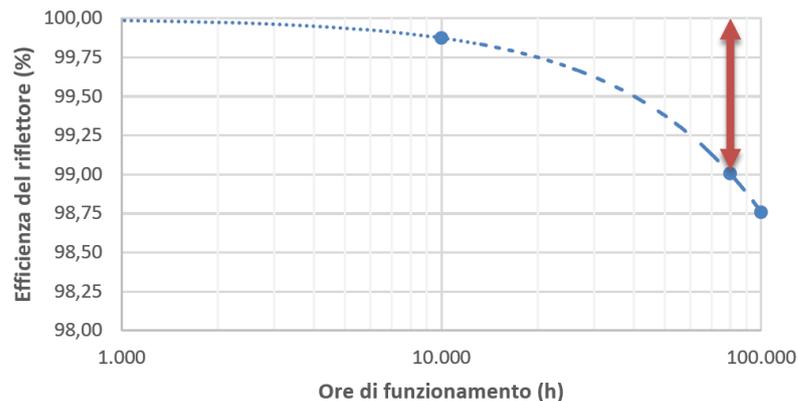
- Vano cablaggio separato dal vano ottico. Moduli LED rimovibili.
- Apertura vano cablaggio e vano ottico con attrezzi di uso comune senza parti sigillate con collanti.
- Verniciatura in polvere poliestere RAL 7016 satinato opaco
- Protezione alla corrosione: 1500 ore nebbia salina ISO 9227
- moduli "multilayer" dove ogni singola ottica contribuisce a illuminare tutta la sede stradale.

- privo di lenti secondarie e dotato di vetro piano di protezione, come da figura a destra sotto riportata



Soluzione a sinistra non ammessa, soluzione al centro non ammessa, soluzione di destra: ammessa.

- massima perdita di efficienza del riflettore inferiore all'1% in 80.000 ore di funzionamento nelle condizioni più gravose (temperatura ambiente 50°C) e inferiore a 1,25 % a 100.000 ore, confermato da grafico ricavato da laboratorio del costruttore delle ottiche, conforme al seguente standard:



6.11 Sistemi per illuminazione e segnalazione attraversamenti pedonali

Devono avere sostegno in acciaio S355 JR formato da 2 tronchi incastrati e saldati tra loro e braccio porta segnaletica con tirante.

Le caratteristiche dimensionali devono essere fissate dal progetto.

Devono essere dotati di asola e portella in lega di alluminio, con scatola di giunzione e morsettiera isolata in classe II quadripolare da 16 mmq. con portafusibile, asola passaggio cavi e bullone di messa a terra.

Devono avere trattamento di zincatura a caldo per immersione secondo UNI EN ISO 1461, guaina termorestringente in poliolefine all'incastro alta min. 450 mm. e verniciatura colore grafite con effetto satinato.

Devono essere dotati di:

- cassonetto segnaletico luminoso a LED, appeso alla parte finale del braccio, tipo bifacciale con telaio in alluminio e schermi in metacrilato serigrafato conforme al codice della strada
- apparecchio di illuminazione con ottica asimmetrica specifica per l'applicazione montato sul secondo tronco verticale, dotato di lampada a LED, di potenza tale da garantire una netta differenza tra gli illuminamenti della strada e quelli del passaggio pedonale, che dovrà avere illuminamenti nettamente superiori, al fine di differenziare l'illuminazione per evidenziare la presenza del passaggio pedonale.

L'altezza di installazione minima da terra degli apparecchi di segnalazione e di illuminazione deve essere di mt. 5,20.

6.12 Impianti di terra

Gli impianti di terra sono costituiti dall'insieme dei conduttori di protezione, del conduttore di terra, del dispersore e dei collegamenti delle apparecchiature e masse a tale rete.

Gli impianti devono essere coordinati con le protezioni in modo da assicurare la tempestiva interruzione del circuito di guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

Per i sistemi senza propria cabina di trasformazione deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_A \times I_A \leq 50$$

dove

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in Ohm

I_A è la corrente che provoca lo scatto del dispositivo a corrente differenziale, in A.

Dispersori

Nei casi ove è necessario eseguire i collegamenti di terra di masse, i dispersori devono essere costituiti da un conduttore posto a contatto con il terreno (entro lo scavo delle tubazioni) e da una serie di spandenti posti entro pozzetti ispezionabili.

Il conduttore per dispersori orizzontali deve essere in rame ricotto con le seguenti caratteristiche minime:

Sezione nominale: mmq. 35

Diametro minimo singoli fili: mm. 1,8

Le giunzioni devono essere effettuate con accessori in lega di rame deformabile per giunzioni a pressione, con rivestimento protettivo in resina bituminosa.

Gli spandenti devono essere a norma CEI, in acciaio zincato a croce con le seguenti caratteristiche:

Materiale: Fe 360 B

Protezione: zincatura a fuoco

Lunghezza minima: mt. 1,50

Sezione: 50x50x5 mm.

Gli spandenti devono essere completi di morsetti terminali a contatto in materiale neutro, viti e piastre.

Devono essere collegate all'impianto di terra tutte le apparecchiature elettriche e gli apparecchi di illuminazione non appartenenti alla cl. II o alla cl. III di isolamento con conduttori Tipo N07V-K aventi sezioni non inferiori a quelle previste dalla norma CEI 64-8.

7. Tipologia degli impianti di illuminazione esterna

7.1 Strade a traffico motorizzato e misto

Campo di applicazione

- Prevalentemente strade urbane ed extraurbane con categoria illuminotecnica M
- Strade con categorie illuminotecniche C o S quando non sia richiesta illuminazione d'arredo.

APPARECCHI ILLUMINANTI CON LAMPADA A SCARICA IN GAS

Tipologia sistemi

- Armature stradali totalmente schermate con rendimento > 60% (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente) aventi emissione massima di flusso 0 cd/klm a 90° ed oltre, nella posizione di montaggio, installate a testa palo o a mezzo sbraccio su palo di altezza idonea.

Sorgenti

- Lampade al Sodio ad alta pressione con la massima efficienza (tipo Plus o Super) con resa cromatica ≤ 25 . Flusso luminoso - efficienza minima: tipo ellissoidale 100W 10.200 lm - 102 lm/W
150W 17.000 lm - 113 lm/W
250W 31.100 lm - 124 lm/W
tipo tubolare 70W 6.600 lm - 94 lm/W
100W 10.700 lm - 107 lm/W
150W 17.500 lm - 116 lm/W
250W 33.200 lm - 133 lm/W

APPARECCHI ILLUMINANTI A LED

Tipologia sistemi

Si rimanda a quanto previsto al paragrafo 6.10.

Sorgenti

· Led con temperatura di colore massima 4000 K (3.000K per le zone del centro), con efficienza luminosa superiore a 100 lm/W.

Ottimizzazione impianti

Negli interventi di ristrutturazione di impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime.

Negli impianti nuovi: rispettare il rapporto minimo interdistanza/altezza sorgente luminosa pari a 3,7, salvo presenza di ostacoli o situazioni specifiche (intersezioni, curve con ridotto raggio di curvatura o altre criticità).

Riduzione flusso luminoso nelle ore notturne

- Obbligatoria entro le ore 24,00 in misura superiore al 30% rispetto al regime di piena operatività. Per i nuovi impianti di illuminazione stradale obbligatoria in funzione dei livelli di traffico. Garantire comunque il rispetto dei parametri di sicurezza previsti dalle norme di riferimento UNI EN 11248 e UNI EN 13201.

Si possono impiegare sistemi centralizzati o individuali.

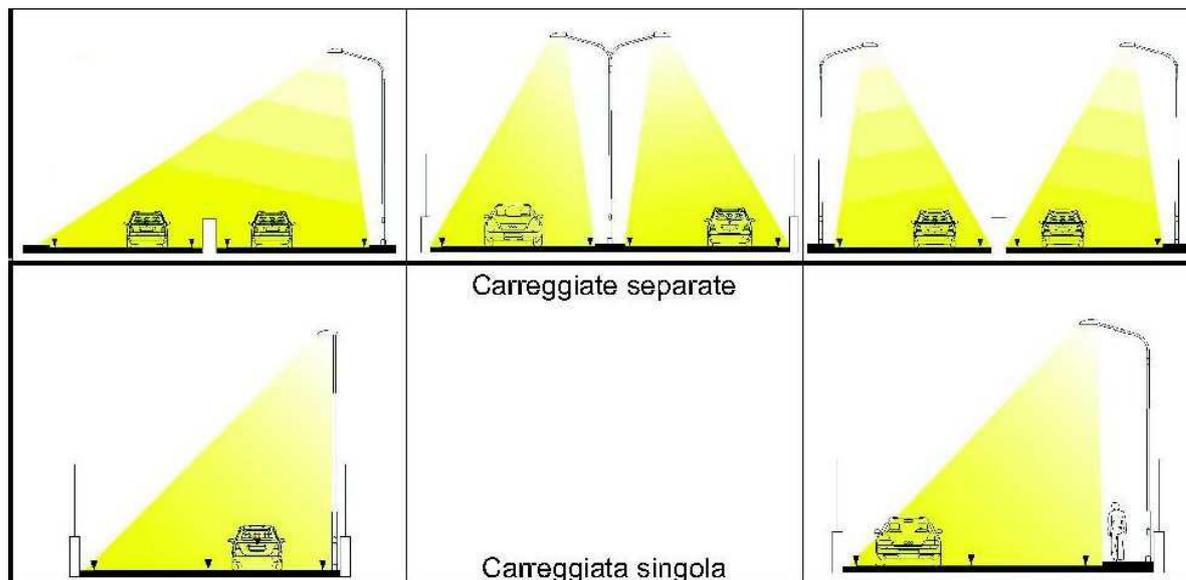
I sistemi individuali (punto-punto) sono ammessi solo se il relativo applicativo software consente il salvataggio dei dati di regolazione, degli orari e degli eventi in forma non modificabile; diversamente non potranno essere impiegati.

Possono essere impiegati anche sistemi individuali senza telecontrollo.

Nel caso di impiego dei sistemi punto-punto con software, è da prevedersi l'eventuale hardware, software, manutenzione e aggiornamento del software di telecontrollo, gestione e visualizzazione anche da più sedi/client.

Per gli impianti esistenti non provvisti di dispositivi di regolazione del flusso luminoso è consentito lo spegnimento fino al 50% delle sorgenti entro le ore 24,00, fatto salvo comunque il rispetto del valore di luminanza media prescritto dalle vigenti norme per il caso in oggetto.

Metodologie possibili per l'esecuzione degli impianti



Nota: I pali in doppio ordine sono consentiti dalla L.R. 17/2009 solo nei casi in cui le luminanze di progetto debbano essere superiori a 1,5 Cd/mq o per carreggiate con larghezza superiore a 9 m.

7.2 Percorsi urbani a carattere locale - zone 30 - centri storici

Campo di applicazione

Prevalentemente per strade locali urbane, percorsi ciclo pedonali, centri storici, zone pedonalizzate.
 Categorie illuminotecniche C o S.

APPARECCHI ILLUMINANTI CON LAMPADA A SCARICA IN GAS

Tipologia sistemi

Armature schermate con rendimento $> 60\%$ (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente) aventi emissione massima di flusso 0 cd/klm a 90° ed oltre, nella posizione di montaggio, installate a testa palo o a mezzo sbraccio su palo di altezza idonea o a sospensione su tesata in fune d'acciaio quando non sia possibile l'installazione dei pali.

Sorgenti

Lampade al Sodio ad alta pressione con la massima efficienza (tipo Plus/Super) con resa cromatica superiore a 25.

Flusso luminoso/efficienza minima:

tipo ellissoidale	100W 10.200 lm - 102 lm/W
	150W 17.000 lm - 113 lm/W
tipo tubolare	70W 6.600 lm - 94 lm/W
	100W 10.700 lm - 107 lm/W

150W 17.500 lm - 116 lm/W

Altre sorgenti ammesse per zone pedonalizzate di centri storici

Oltre alle sorgenti sopra riportate sono ammesse:

- Lampade a ioduri metallici con la massima efficienza, tipo Master Color CDM-TT o equivalenti con Ra 80 ÷ 90

Flusso luminoso minimo:	50W	4.500
	70W	6.400
	100W	8.800
	150W	13.500

APPARECCHI ILLUMINANTI A LED

Tipologia sistemi

Si rimanda a quanto previsto al paragrafo 6.10.

Altre caratteristiche

Si applica il paragrafo 7.1.

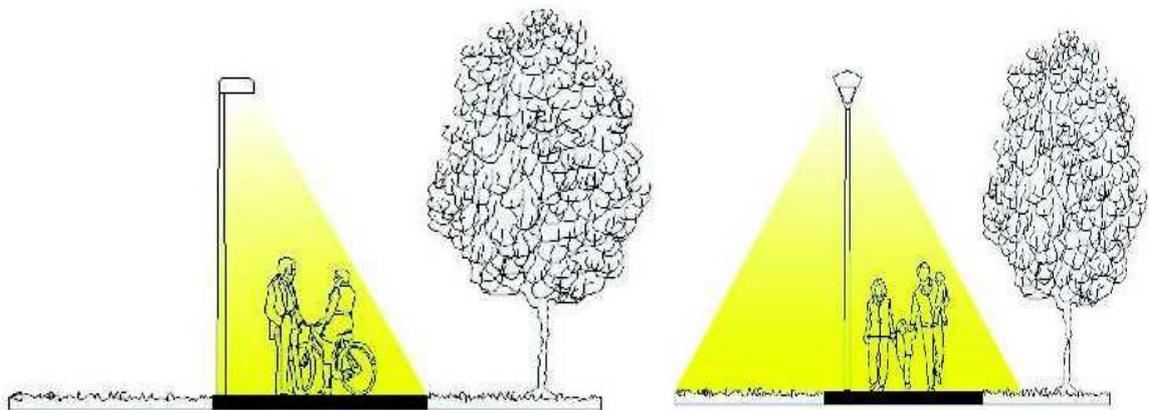
Ottimizzazione impianti

Si applica il paragrafo 7.1.

Riduzione flusso luminoso nelle ore notturne

Si applica il paragrafo 7.1.

METODOLOGIE POSSIBILI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI



APPARECCHI ILLUMINANTI PER INSTALLAZIONE SOTTO GRONDA

Campo di applicazione

- Strade e percorsi urbani ove non è possibile l'installazione di apparecchi su palo o sbraccio a parete.

Tipologia sistemi

- Proiettori asimmetrici totalmente schermati orientati con vetro orizzontale, aventi rendimento > 60% (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente), emissione massima di flusso 0 cd/klm a 90° ed oltre, nella posizione di montaggio, installati a parete sotto lo sporto della gronda degli edifici

Sorgenti

Si applica il paragrafo 7.1.

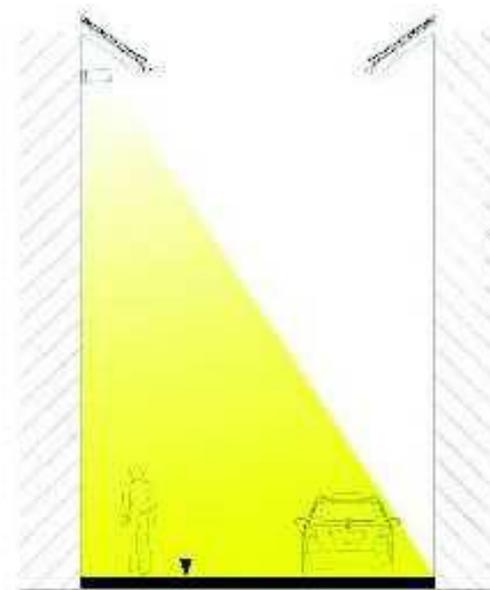
Ottimizzazione impianti

Si applica il paragrafo 7.1.

Riduzione flusso luminoso nelle ore notturne

Si applica il paragrafo 7.1.

METODOLOGIE POSSIBILI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI



7.3 Aree di aggregazione - zone centrali

Campo di applicazione

- Prevalentemente piazze ed altre aree di aggregazione.

Tipologia sistemi

- Proiettori asimmetrici totalmente schermati orientati con vetro orizzontale, aventi rendimento > 60% (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla

sorgente), emissione massima di flusso 0 cd/klm a 90° ed oltre, nella posizione di montaggio, installati a parete o su pali di idonea altezza.

Sorgenti

Si applica il paragrafo 7.1.

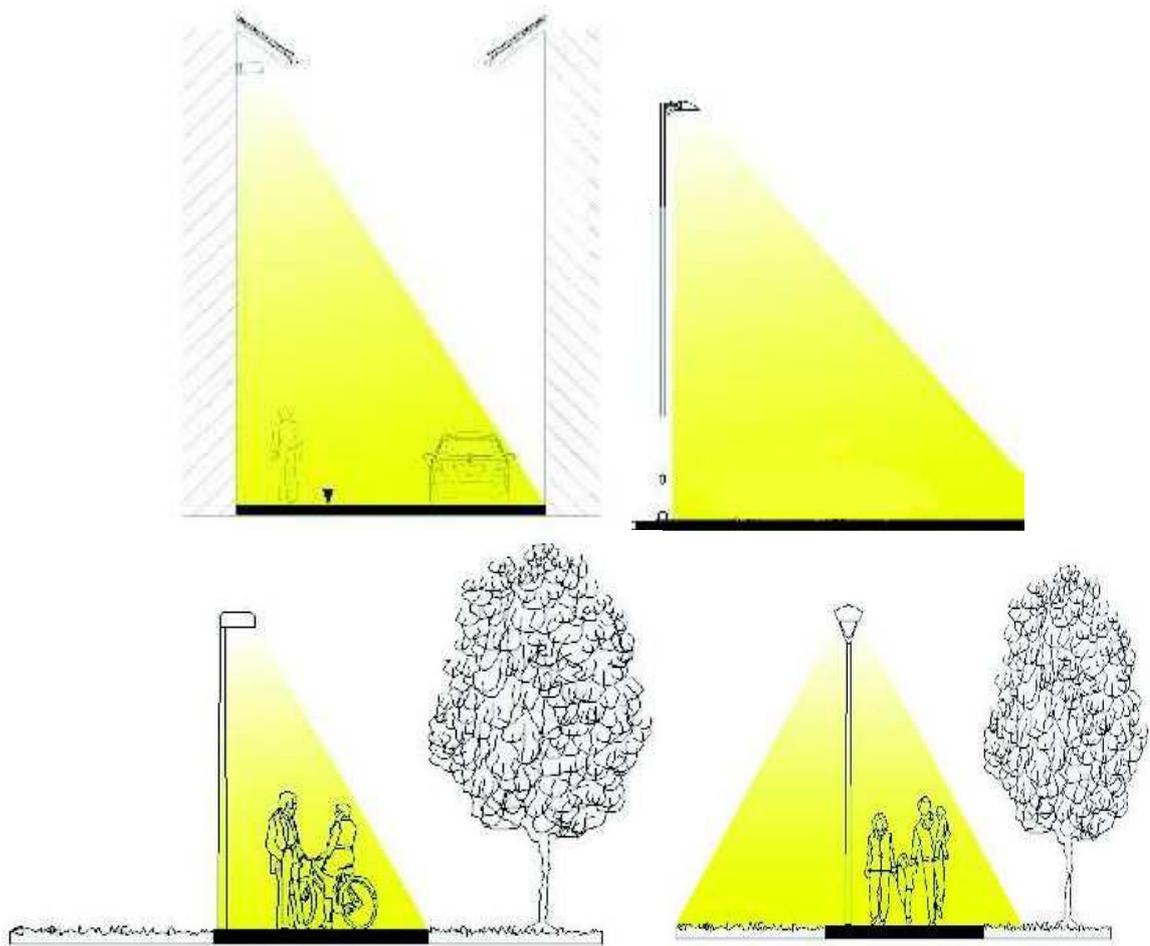
Ottimizzazione impianti

Si applica il paragrafo 7.1.

Riduzione flusso luminoso nelle ore notturne

Si applica il paragrafo 7.1.

METODOLOGIE POSSIBILI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI



7.4 Svincoli ed intersezioni di rilevante importanza su strade a traffico motorizzato – grandi aree

Campo di applicazione

- Svincoli, grandi incroci e rotatorie

- Grandi aree adibite a piazzali, parcheggi etc.

ARMATURE SU PALO

Tipologia sistemi

- Armature stradali totalmente schermate con rendimento > 60% (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente) aventi emissione massima di flusso 0 cd/klm a 90° ed oltre, nella posizione di montaggio, installate a testa palo o a mezzo sbraccio su palo di altezza idonea.

Sorgenti

- Lampade al Sodio ad alta pressione con la massima efficienza (tipo Plus/Super) con resa cromatica maggiore di 25.

Flusso luminoso - efficienza minima: 150W 17.500 Lm - 116 lm/W

250W 33.200 Lm - 133 lm/W

400W 56.500 Lm - 141 lm/W

PROIETTORI SU PALI DI GRANDE ALTEZZA O TORRI PORTA FARI

(prevalentemente per l'illuminazione di grandi aree come parcheggi, depositi etc..)

Tipologia sistemi

- Proiettori asimmetrici totalmente schermati orientati con vetro orizzontale, aventi rendimento > 60% (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente), emissione massima di flusso 0 cd/klm a 90° ed oltre, nella posizione di montaggio, installati su pali di grande altezza o su torri porta fari.

Sorgenti

- Lampade al Sodio ad alta pressione con la massima efficienza (tipo Plus/Super) con resa cromatica maggiore di 25.

Flusso luminoso - efficienza minima: 400W 56.500 Lm - 141 lm/W

600W 90.000 Lm - 150 lm/W

1.000W 120.000 Lm - 130 lm/W

- Lampade a LED conformi a quanto previsto al paragrafo 6.10.

Condizioni per l'installazione - Ottimizzazione impianti

- Secondo l'art. 9 c. 6 della L.R. 17/2009 l'installazione delle torri porta fari deve prevedere una potenza installata inferiore, a parità di luminanza delle superfici illuminate, a quella con impianto realizzato con apparecchi installati su normali pali stradali. Qualora il fattore di utilizzazione delle

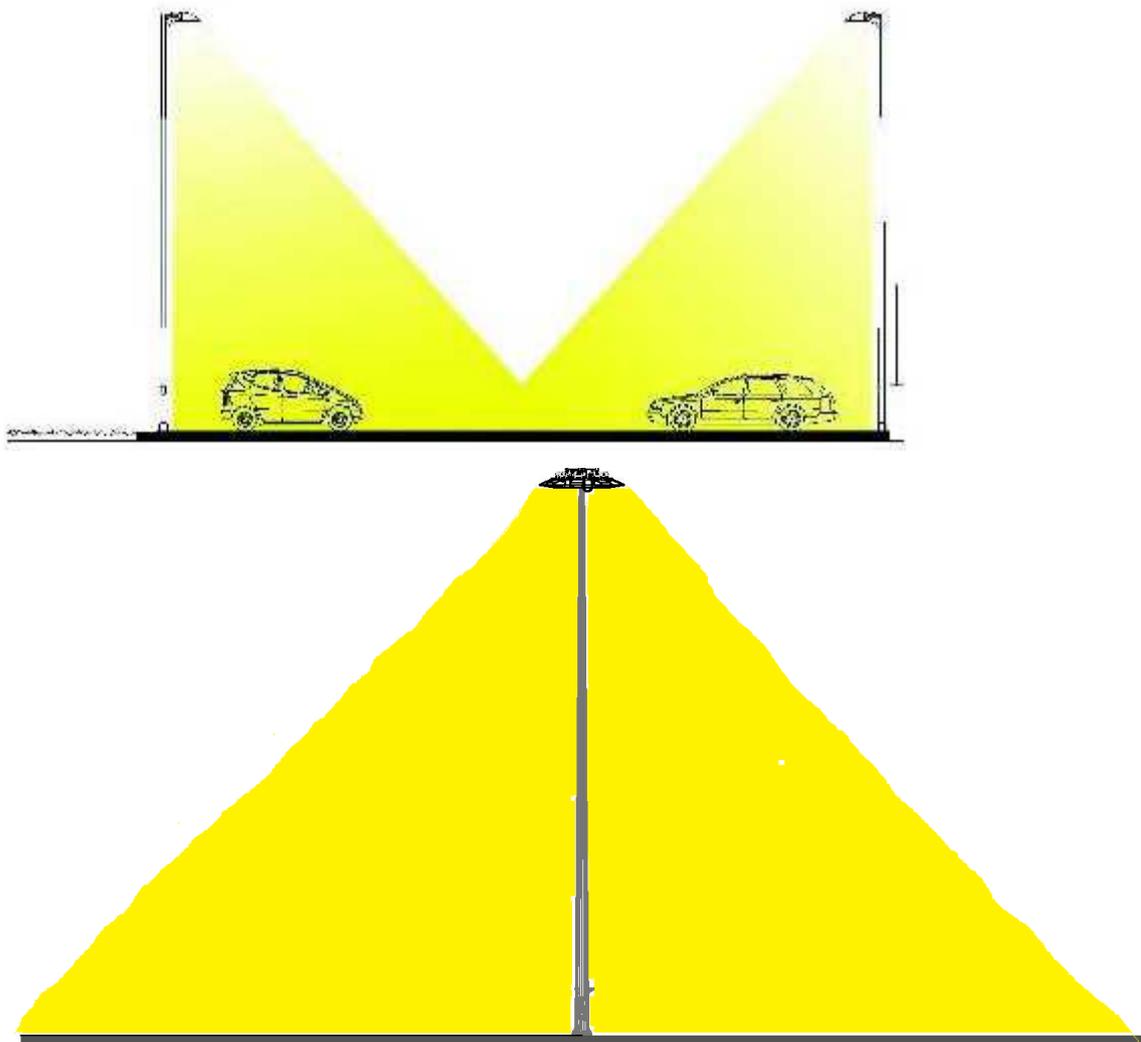
tori faro, riferito alla sola superficie di utilizzo, sia inferiore al valore di 0,5, gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi di spegnimento o di riduzione della luminanza nei periodi di non utilizzazione o di traffico ridotto.

- Interventi di ristrutturazione di Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime.
- Impianti nuovi: rispettare il rapporto minimo interdistanza/altezza sorgente luminosa pari a 3,7, salvo presenza di ostacoli o situazioni specifiche.

Riduzione flusso luminoso nelle ore notturne

Si applica il paragrafo 7.1.

METODOLOGIE POSSIBILI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI



7.5 *Illuminazione degli edifici*

Campo di applicazione

- Illuminazione di edifici in genere e di edifici di interesse storico, architettonico o monumentale

Tipologia sistemi

- Per gli edifici in genere impiegare proiettori asimmetrici totalmente schermati orientati con vetro orizzontale, aventi rendimento > 60% (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente), emissione massima di flusso 0 cd/klm a 90° ed oltre, nella posizione di montaggio, installati a parete o su pali di idonea altezza.
- Per gli edifici di interesse storico, architettonico o monumentale impiegare preferibilmente proiettori come sopra descritto; tuttavia, qualora l'illuminazione non sia tecnicamente realizzabile con apparecchi aventi le caratteristiche sopra indicate, è ammesso il ricorso a sistemi d'illuminazione dal basso verso l'alto con una luminanza media mantenuta massima sulla superficie da illuminare pari a 1 cd/m² o ad un illuminamento medio fino a 15 lux. In tal caso i fasci di luce devono comunque essere contenuti all'interno della sagoma dell'edificio e, qualora la sagoma sia irregolare, il flusso diretto verso l'alto non intercettato dalla struttura non deve superare il dieci per cento del flusso nominale che fuoriesce dall'impianto di illuminazione. Per tali applicazioni è opportuno l'impiego di apparecchi a flusso controllato, se del caso dotati di appositi accessori per il direzionamento del fascio di luce emesso.

Sorgenti a scarica

- Lampade al Sodio ad alta pressione con la massima efficienza (tipo Plus/Super) con resa cromatica maggiore di 25.

Flusso luminoso/efficienza minima: tipo tubolare 70W 6.600 lm - 94 lm/W

100W 10.700 lm - 107 lm/W

150W 17.500 lm - 116 lm/W

250W 33.200 lm - 133 lm/W

400W 56.500 Lm - 141 lm/W

- Lampade a ioduri metallici con la massima efficienza, tipo Master Color CDM-TT o equivalenti con Ra 80 ÷ 90

Flusso luminoso minimo : 50W 4.150 lm

70W 6.400 lm

100W 8.800 lm

150W 13.500 lm

250W 22.500 lm

400W 35.000 lm

Sorgenti a LED

Si applica il paragrafo 7.1.

Ottimizzazione impianti

Si applica il paragrafo 7.1.

Riduzione della potenza di illuminazione nelle ore notturne

Si applica il paragrafo 7.1.

7.6 *Attraversamenti pedonali*

Campo di applicazione

· Attraversamenti pedonali di strade molto trafficate o dove le velocità dei veicoli sono sostenute, o nei punti in cui si ravvisa una situazione di pericolo per i pedoni in fase di attraversamento.

Tipologia sistemi

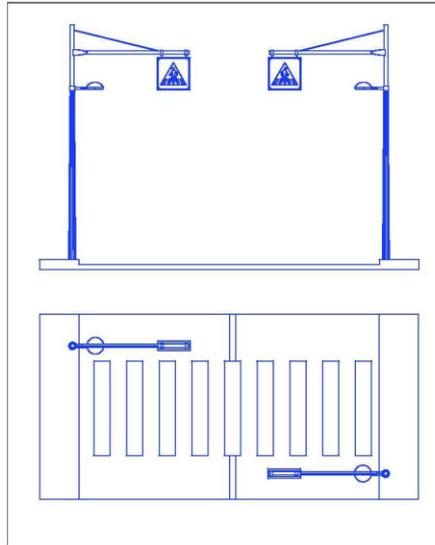
- Proiettori per l'illuminazione della zona delle strisce pedonali di tipo schermato, aventi particolare asimmetria idonea all'installazione laterale ed anteriore alle strisce nel senso di marcia, con rendimento > 60% (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente) installati con vetro in posizione orizzontale, con emissione massima di flusso 0 cd/klm a 90° ed oltre.
- -Cassonetto luminoso bifacciale a LED, con telaio in alluminio e schermi in metacrilato serigrafato conformi al codice della strada.
- -Portali con sbraccio per supporto proiettori e cassonetti, aventi caratteristiche tali da consentire l'installazione dei sistemi ad altezza non inferiore a mt 5,20 dalla carreggiata.

Sorgenti per i proiettori

- Lampade LED ad alta efficienza.

Sorgenti per i cassonetti

- Lampade LED ad alta efficienza.



Riduzione flusso luminoso nelle ore notturne

- Non prevista.

7.7 Impianti sportivi

Campo di applicazione

- Campi da calcio, campi da tennis, campi da baseball, piste di atletica

Tipologia sistemi

Impianti progettati per contenere fino a cinquemila spettatori

- Proiettori con rendimento $> 60\%$ (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente) installati in modo da contenere al minimo la dispersione di luce verso il cielo e al di fuori delle aree verso le quali l'illuminazione è orientata.

Impianti progettati per contenere oltre cinquemila spettatori

- Proiettori con rendimento $> 60\%$ (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente) preferibilmente asimmetrici, o comunque installati in modo da non superare l'emissione di flusso di 0 cd/klm a 90° ed oltre.

Sorgenti

- Lampade a ioduri metallici della massima efficienza possibile o LED.

Ottimizzazione impianti

- A parità di condizioni utilizzare le potenze minime.

Parzializzazione e mantenimento in funzione degli impianti

- Secondo l'art. 9 c. 6 della L.R. 17/2009 deve essere tecnicamente assicurata la parzializzazione dell'illuminazione funzionale alla natura del suo utilizzo. L'accensione deve essere limitata al tempo necessario allo svolgimento della manifestazione sportiva.

7.8 Impianti di illuminazione privati ed impianti pubblicitari

Campo di applicazione

- Illuminazione di giardini, passaggi, altre zone esterne private.

Tipologia apparecchi di illuminazione

Apparecchi totalmente schermati con rendimento > 60% (rapporto tra flusso luminoso fuoriuscente dall'apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente con emissione massima di flusso 0 cd/klm a 90° ed oltre, equipaggiati con lampade ad alta efficienza luminosa, come quelle al sodio.

E' concessa deroga ai sopra citati requisiti nei seguenti casi:

- -sorgenti internalizzate sotto tettoie, portici, sottopassi, gallerie e strutture similari, con effetto totalmente schermante verso l'alto;
- -sorgenti di luce facente parte di installazione temporanea, che vengano rimosse entro un mese dalla messa in opera, o che vengano spente entro le ore ventuno nel periodo di ora solare ed entro le ventidue nel periodo di ora legale;
- -impianti che vengono accesi per meno di dieci minuti da un sensore di presenza o movimento, dotati di proiettori ad alogeni o lampadine a fluorescenza compatte o altre sorgenti di immediata accensione;
- -impianti dotati di piccole sorgenti tipo fluorescenza, gruppi di led o di sorgenti simili, caratterizzati dai seguenti requisiti:
 - in ciascun apparecchio, il flusso totale emesso dalle sorgenti non sia superiore a 1800 lumen;
 - ogni apparecchio emetta meno di 150 lumen verso l'alto;
 - gli apparecchi dell'impianto d'illuminazione non emettano, complessivamente, più di 2.250 lumen verso l'alto.
 - le insegne ad illuminazione propria, anche se costituite da tubi di neon nudi.

Insegne luminose – disposizioni particolari

L'illuminazione delle insegne non dotate di illuminazione propria deve essere realizzata utilizzando apparecchi che illuminino dall'alto verso il basso. Le insegne dotate di luce propria non devono superare i 4.500 lumen di flusso totale, emesso in ogni direzione per ogni singolo esercizio. In ogni caso tutte le insegne luminose non preposte alla sicurezza e ai servizi di pubblica utilità devono essere spente alla chiusura dell'esercizio e comunque entro le ore ventiquattro.

Lì, 13 luglio 2017

Il tecnico

Ing. Calogero Collerone