

Comune di Almè
Provincia di Bergamo

Accessibilità dolce e nuovo parcheggio per la fruizione del centro sportivo e del polo scolastico comunale

Committente

Comune di Almè - Via Guglielmo Marconi, 12 (BG)

Tecnico

Luca Brugali - Via del Pascolo 22 - Osio Sotto (BG)

OPERA FINANZIATA DA

**IL PIANO
LOMBARDIA**
Interventi per la ripresa economica.



Regione
Lombardia

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA

L2

1. OGGETTO DEL PROGETTO

La presente relazione tecnica, unitamente agli allegati, costituisce il progetto esecutivo per gli interventi di realizzazione di un impianto di illuminazione pubblica a servizio della viabilità nell'ambito di una lottizzazione in Via Olimpia e Via Don Abele Iseni, comune di Almè (BG).

1.1 Limiti di intervento

Gli interventi oggetto del presente progetto esecutivo riguardano gli impianti di pubblica illuminazione individuati sulla tavola di progetto

Gli interventi comprendono:

- Sostegni
- Apparecchi illuminanti
- Derivazioni e risalite entro palo e entro tubo
- Dorsali di alimentazione

2. INQUADRAMENTO DELL'IMPIANTO

L'intervento riguarderà la realizzazione di un nuovo impianto di illuminazione pubblica a servizio all'accessibilità dolce e nuovo parcheggio per la fruizione del centro sportivo e del polo scolastico comunali.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti elettrici, le apparecchiature, i componenti e i materiali devono essere realizzati in conformità alla normativa vigente e alle Norme CEI, con particolare riferimento alle seguenti:

- CEI 64-8 Parte 7 - 714: Impianti elettrici in bassa tensione - Impianti di illuminazione situati all'esterno
- CEI EN 61439-1/2: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI 34: Apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale
- CEI 34-33: Apparecchi di illuminazione. Apparecchi per l'illuminazione stradale
- CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
- UNI 11248: Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI 13201-2: Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali
- UNI 13201-3: Illuminazione stradale - Calcolo delle prestazioni

- UNI 13201-4: Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- UNI 13201-5: Illuminazione stradale – Indicatori delle prestazioni energetiche
- UNI 11630: Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico
- UNI EN 40: Pali per illuminazione pubblica
- D.Lgs n°81 del 09/04/2008: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- DM n°37 del 22/01/2008
- L. n°168 del 01/03/1968: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- L.Reg. Lombardia n°31 del 05/10/2015: Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso
- D.G.R. Lombardia n°7/6162 del 20/09/2001: Criteri di applicazione della L. Reg. Lombardia 17/2000
- L. n°9 del 09/01/1991: Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale
- L. n°10 del 09/01/1991: Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia
- D.Lgs n°285 del 30/04/1992: Nuovo Codice della Strada e s.m.i.
- DPR 495/92: Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada
- D.Leg. n°151 del 25/07/2005: Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti
- D.Leg. n° 163 del 2006: Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture
- DPR n° 207 del 05/10/2010: Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Leg. n° 163 del 2006
- D.lgs n°50/2016: Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.
- DPR n°462 del 2001: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Linee guida della Provincia di Bergamo in materia di illuminazione pubblica
- Cam criteri ambientali minimi acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica approvato con DM 27 settembre 2017, in G.U. n 244 del 18 ottobre 2017

4. INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

4.1. Generalità

L'elemento fondante della Progettazione degli interventi per impianti di pubblica illuminazione è costituito dalla definizione dei livelli di illuminamento necessari ai fini della sicurezza dal traffico veicolare e dei cittadini.

La metodologia per l'individuazione delle corrette categorie illuminotecniche è definita dalla Norma UNI 11248, mentre i livelli di illuminamento richiesti per ogni categoria sono contenuti nella Normativa UNI EN 13201.

4.2. Classificazione viaria e illuminotecnica

Il primo passo per l'individuazione delle categorie illuminotecniche è rappresentato dalla definizione della classificazione viaria ai sensi del Nuovo Codice della Strada, effettuata secondo gli elementi forniti dal DM 05 novembre 2011, di seguito riportati.

TAB. 3.2.d - TIPI DI STRADE - CATEGORIE DI TRAFFICO AMMESSE																	
	TIPO SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				PEDONI	ANIMALI	VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE	VELOCIPEDI	CICLOMOTORI	AUTOVETTURE	AUTOBUS	AUTOCARRI	AUTOTRENI AUTOARTICOLATI	MACCHINE OPERATRICI	VEICOLI SU ROTAA	SOSTA DI EMERGENZA	SOSTA	ACCESSI PRIVATI DIRETTI
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□	si
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	◆	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□	si
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO		□	□	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□	si
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆	□	si
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		○	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆◆	□	si
LOCALE	F	EXTRAURBANO		□	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO		○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□	□	□	si

○ non ammessa in piattaforma (3) □ esterno alla carreggiata (in piattaforma)
 ◆ in carreggiata ◆ parzialmente in carreggiata

NOTE:
 (1) vale se è presente una pista ciclabile.
 (2) qualora le categorie 7 e 11 debbano essere ammesse, le dimensioni delle corsie e la geometria dell'asse vanno commisurate con le esigenze dei veicoli appartenenti a tali categorie.
 (3) quando è presente una strada di servizio complanare, caso in cui la piattaforma delle due strade (principale e servizio) è unica, la non ammissibilità sulla strada principale è da intendersi limitata alla sola parte di piattaforma che la riguarda.

Definita la classificazione viaria secondo gli elementi precedentemente indicati, si individua la categoria illuminotecnica di ingresso per la valutazione dei rischi, condotta su zone di studio della strada aventi condizioni omogenee per i parametri di influenza considerati.

A seguire, quindi, sono riportate le tabelle per la definizione della categoria illuminotecnica di ingresso e per la valutazione dei parametri di influenza.

UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO			
Tipo strada	Descrizione	Limite di velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica
A1	Autostrade extraurbane	130-150	M1
	Autostrade urbane	130	M1
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70-90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	M2
B	Strade extraurbane principali	110	M2

	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70-90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	M2
D	Strade urbane di scorrimento	50-70	M2
E	Strade di quartiere	50	M3
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4 / P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3 / P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4 / P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4 / P2
Strade locali interzonali	50	M3	
	30	C4 / P2	
Fbis	Itinerari ciclopedonali (L. n°214 del 04/08/2003)	-	P2
	Strade a destinazione particolare	30	P2

Definita la categoria illuminotecnica di ingresso si procede all'individuazione della categoria illuminotecnica di progetto secondo l'analisi dei rischi effettuata mediante la valutazione dei parametri di influenza di seguito riportati

UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI INFLUENZA	
Parametro di influenza costante nel tempo	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità delle zone di conflitto (es: svincoli, intersezioni a raso, attraversamenti pedonali, flussi di traffico di tipologie diverse)	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali (riferimenti in CIE 137)	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1

UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI INFLUENZA	
Parametro di influenza variabili nel tempo	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Ulteriori provvedimenti integrativi da adottare al fine di porre rimedio a particolari condizioni di rischio sono di seguito riportate.

UNI 11248: ULTERIORI CONDIZIONI DI RISCHIO	
Condizioni	Rimedio
Prevalenza di precipitazioni meteoriche	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 dei veicoli
Riconoscimento dei passanti	Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente

Luminanza ambientale elevata (ambiente urbano)	Adottare segnali stradali attivi e/o fluorifrangenti di
--	---

UNI 11248: ULTERIORI CONDIZIONI DI RISCHIO	
Condizioni	Rimedio
Intersezioni, svincoli, rotonde (in particolare se con traffico intenso e/o di elevata velocità)	classe adeguata per mantenere le condizioni di visibilità
Curve pericolose in strada con elevata velocità dei veicoli	
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Presenza di rallentatori di velocità	
Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e/o velocità elevate	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnalarli adeguatamente
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione considerato nel calcolo illuminotecnico

L'analisi degli elementi precedentemente descritti, nonché il risultato di tali valutazioni, sono riassunti nel successivo paragrafo "4.3 Classificazione illuminotecnica di progetto".

Ognuna delle categorie illuminotecniche di progetto individuate è requisiti prestazionali minimi definiti dalla Normativa UNI EN 13201 e di seguito riportati.

Categoria M: veicoli motorizzati su strada con velocità di marcia medio/alte.

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: M					
Categoria	Luminanza della carreggiata			Abbagliamento debilitante Ti (%)	Illuminazione di contiguità Rei
	Lm (cd//m2)	U0 (%)	Ul (%)		
M1	2,0	0,4	0,7	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,35
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,3
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,3
M5	0,5	0,35	0,4	15	0,3
M6	0,3	0,35	0,4	15	0,3

Categoria P: pedoni e ciclisti su marciapiedi, piste ciclabili, corsie di emergenza e altre zone della strada separate o lungo la carreggiata di una via di traffico, nonché a strade urbane, strade pedonali, parcheggi, cortili scolastici

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: P		
Categoria	Illuminamento orizzontale	
	EMED (lux)	EMIN (lux)
P1	15	3
P2	10	2
P3	7,5	1,5
P4	5	1
P5	3	0,6
P6	2	0,4
P7	-	-

Categoria C: veicoli motorizzati e altri utenti della strada in zone di conflitto come strade in zone commerciali, incroci stradali di una certa complessità, rotonde, zone con presenza di coda

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: C		
Categoria	Illuminamento orizzontale	
	EMED (lux)	EMIN (lux)
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3	15	0,4
C4	10	0,4
C5	7,5	0,4

Categoria aggiuntiva EV: situazioni ove è necessario vedere superfici verticali, per esempio nelle zone di intersezione

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: EV	
Categoria	Illuminamento orizzontale
	EMED (lux)
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7,5
EV5	5
EV6	0,5

Categoria aggiuntiva SC: aree pedonali ai fini del miglioramento del riconoscimento facciale

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: EV	
Categoria	Illuminamento orizzontale
	EMED (lux)
SC1	10
SC2	7,5
SC3	5
SC4	3
SC5	2
SC6	1,5
SC7	1
SC8	0,75
SC9	0,5

4.3. Classificazione illuminotecnica di progetto

A seguito di tutto quanto sopra riportato, secondo quanto definito nei precedenti paragrafi, si riporta la tabella di classificazione illuminotecnica di progetto per le strade interessate dall'intervento di sostituzione.

CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO PER LE AREE OMOGENE					
	Identificazione	Denominazione secondo il codice della strada	Classe di riferimento	Categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di progetto
	Via Olimpia	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	F	C3 / P1	P1

5. INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

5.1. Generalità

Sono riportati a seguire gli interventi necessari ai fini della realizzazione dei nuovi impianti di pubblica illuminazione.

I requisiti minimi da raggiungere sono:

- Rispondenza ai requisiti illuminotecnici previsti dalla Norma UNI EN 13201, con classificazione delle strade secondo la Norma UNI 11248
- Rispondenza alle prescrizioni della L.Reg. Lombardia n°31 del 05/10/2015 anche in materia di regolazione dell'impianto
- Contenimento della potenza complessiva installata e dell'energia assorbita
- Rispondenza alle norme tecniche e di sicurezza relative agli impianti
- Rispondenza alle Linee Guida della Provincia di Bergamo in tema di illuminazione pubblica (Aggiornamento Gennaio 2021, in vigore alla data di emissione del presente Progetto)

Gli elementi sui quali intervenire e la relativa modalità di raggiungimento degli obiettivi sopra descritti sono riportati nei paragrafi a seguire.

5.2. Quadri elettrici

L'impianto di illuminazione pubblica di nuova realizzazione saranno alimentati da una nuova linea dorsale derivata dal quadro elettrico in via Olimpia

5.3. Sistema di regolazione

La L.Reg. n°31 del 05/10/2015 promuove tutte le iniziative a favore della riduzione dell'inquinamento luminoso e dell'aumento del risparmio energetico; in tale senso, anche se non è ancora disponibile il regolamento attuativo con le prescrizioni specifiche, in accordo a quanto era già previsto con la L.Reg. n°17/2000, si considera fin da ora di dotare l'impianto di illuminazione di sistemi che permettano la riduzione del flusso nelle ore notturne in misura

non inferiore al 30%, comunque in accordo alle condizioni di sicurezza necessarie e specifiche dell'area illuminata.

Considerato:

- La natura delle sorgenti previste per la riqualifica ed efficientamento dell'impianto
- L'assenza di sistemi di regolazione centralizzati sull'impianto si ritiene tecnicamente ed economicamente migliore procedere con una soluzione di regolazione del flusso luminoso del tipo "punto-punto" con calcolo della mezzanotte virtuale; tale soluzione, infatti, è facilmente applicabile su apparecchi dotati di sorgente LED e non implica alcun intervento di modifica sui quadri elettrici e sulla distribuzione generale.

Al fine di ottimizzare i consumi e massimizzare i livelli di illuminamento ove necessario, coerentemente con le categorie illuminotecniche di esercizio, sarà implementata la seguente curva di regolazione:

Riduzione dalle 23.00 alle 5.00 al 70% (riduzione di una categoria illuminotecnica)

5.4. Sistema dispersore e protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti per gli impianti di illuminazione all'esterno può essere generalmente ottenuta nei seguenti modi:

- Mediante interruzione automatica dell'alimentazione: impiegando dispositivi a corrente differenziale, opportunamente coordinati con il valore del sistema dispersore e installando apparecchio in Classe I, opportunamente collegati allo stesso sistema dispersore.
- Mediante installazione di componenti elettrici (linee dorsali, derivazioni, apparecchi, ecc...) in Classe II o con isolamento equivalente. In tal caso non deve essere previsto alcun conduttore di produzione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con doppio isolamento, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra.

Fra i due metodi di protezione, nell'applicazione con apparecchi dotati di sorgente LED, il primo offre migliore protezione contro le sovratensioni, in quanto gli apparecchi, dotati di SPD interni, offrono resistenza a livelli più elevati di sovratensione; il secondo offre maggiore continuità di servizio in quanto un guasto su un apparecchio non provoca l'intervento delle protezioni differenziali.

L'impianto di pubblica illuminazione oggetto di intervento sarà realizzato con componenti in Classe II. Gli apparecchi installati dovranno essere in Classe II; nessun apparecchio dovrà essere connesso al sistema dispersore.

5.5. Linee di alimentazione e derivazioni

La distribuzione generale dell'impianto di pubblica illuminazione sarà costituita da cavo in doppio isolamento, tipo FG16(O)R16 sezione minima 16mmq, posato entro le vie cavi predisposte.

Saranno infine realizzate le derivazioni di risalita e della relativa giunzione, con posa di cavo FG16(O)R16 2x2,5mm² per tutti i punti luce; la derivazione al punto luce sarà realizzata entro morsettiera da palo, in Classe II.

5.6. Sostegni

Saranno installati sostegni in acciaio zincato, rastremato, con altezza fuori terra da 5m per la strada ciclopedonale, come specificatamente indicato sulla tavola di progetto.

I sostegni saranno completi delle lavorazioni standard alla base, ovvero asola di passaggio cavi e nastratura bituminosa di protezione, oltre che essere dotati di portella a chiave e morsettiera di derivazione monofase in Classe II.

5.7. Tipologia di sorgenti

Le tipologie di sorgenti utilizzabili ai fini della riqualifica dell'impianto sono le sorgenti LED, presentano le seguenti prerogative:

VANTAGGI:

- efficienza complessiva elevata (>130lm/W)
- vita media elevata (>100.000h)
- ridotti costi di manutenzione ordinaria

SVANTAGGI:

- maggiori costi di manutenzione straordinaria
- maggiore sensibilità alle sovratensioni

Le problematiche derivanti dalle sovratensioni è una tematica che è stata affrontata sia dai costruttori, mediante prodotti specificatamente progettati che sono in grado di garantire un'adeguata protezione, sia dal Progettista, che deve prevedere adeguate protezioni sulle dorsali di alimentazione. La combinazione di queste soluzioni tecniche permette di raggiungere un idoneo grado di affidabilità.

Infine, la disponibilità sul mercato di apparecchi che permettono la sostituzione di singoli componenti (piastra LED, ottica, alimentatore) permette di ridurre i costi di manutenzione straordinaria.

A seguito delle suddette considerazioni, il presente progetto prevede l'impianto esclusivo di sorgenti LED: così facendo, pur a fronte di un lieve maggior esborso iniziale, è possibile ottenere grazie ai maggiori risparmi un migliore piano di rientro economico.

5.7. Tipologia di sorgenti

Tutti gli interventi precedentemente descritti permetteranno di conseguire i requisiti di illuminamento previsti, con riferimento alle categorie illuminotecniche di progetto.

In allegato i calcoli illuminotecnici effettuati in corrispondenza delle sezioni stradali di interesse; gli apparecchi stradali e l'installazione determinano indici IPEA* ed IPEI* come richiesto dai CAM 2017 e CAM 2018.

Le ottiche installate dovranno risultare rigorosamente quelle determinate dai calcoli.

Determinazione del coefficiente di manutenzione utilizzato per i calcoli illuminotecnici secondo il documento CIE 154/2003

Il coefficiente di manutenzione utilizzato per lo sviluppo dei calcoli illuminotecnici del presente Progetto Definitivo è stato calcolato ai sensi del documento CIE 154/2003 con la seguente formula:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF$$

Dove:

- MF è il coefficiente di manutenzione
- LLMF è il coefficiente di mantenimento del flusso del corpo illuminante
- LSF è il coefficiente di sopravvivenza del corpo illuminante
- LMF è il coefficiente di manutenzione degli apparecchi

In particolare, i coefficienti sono ricavati dalle tabelle del documento CIE 154/2003 (ove applicabile) o dai dati tecnici degli apparecchi illuminanti forniti dal costruttore.

LLMF e LSF

Le tabelle 3.1 e 3.2 di riferimento non contemplano sorgenti LED, poiché il documento è stato redatto nel 2003. Per tale motivo è necessario utilizzare i dati forniti dal costruttore.

I prodotti previsti nel Progetto Definitivo hanno Life Time dichiarato 100.000 ore a L90B10; tale dato significa:

- che l'apparecchio ha un flusso residuo di almeno il 90% dopo 100.000 ore di funzionamento
- che la mortalità degli apparecchi o gli apparecchi con flusso inferiore al 90% dopo 100.000 ore di funzionamento sono massimo il 10%

Si tenga inoltre in considerazione che, come per altro da letteratura tecnica disponibile, la vita attesa di un corpo illuminante è pari a 20 anni, che corrispondono sostanzialmente alla vita attesa al 90% del flusso residuo e alla mortalità massima 10% dichiarata dal costruttore (tenuto conto anche sull'utilizzo in riduzione di flusso e potenza).

Non sono previste sostituzioni programmate e preventive della sorgente, salvo i casi di guasto. Ne conseguito che il dato utile alla determinazione del coefficiente LLMF corrisponde al flusso residuo della lampada al termine del ciclo di vita previsto (20 anni).

Considerata una perdita pari a 0,33%/anno in relazione anche alle ore equivalenti di funzionamento, trattandosi di una perdita di flusso sostanzialmente lineare, si può assumere il seguente valore:

Per il coefficiente LLMF = 0,93.

Per quanto concerne il coefficiente LSF, essendo prevista la sostituzione del corpo illuminante in caso di guasto come da contratto di manutenzione in essere, si può assumere come sostanzialmente nullo il coefficiente legato alla sopravvivenza della lampada. Per tale motivo si può assumere il seguente valore:

Per il coefficiente LSF = 0,99.

LMF

La tabella 3.3 di riferimento fornisce i coefficienti di manutenzione in relazione al grado di protezione (IP) dell'apparecchio e al ciclo di pulizia. Nel caso specifico sono previsti

- apparecchi illuminanti con grado di protezione IP67
- cicli di pulizia triennale

Incrociando i dati sulla tabella si ottiene il seguente valore:

Per il coefficiente LSF = 0,87.

Fatte le considerazioni di cui sopra, si dichiara un coefficiente di manutenzione pari a:

$$MF = 0,93 \times 0,99 \times 0,87 = 0,80$$

Per tale motivo, il coefficiente di manutenzione utilizzato per le verifiche illuminotecniche stradali è pari a MF = 0,80

Madone, Febbraio 2024

IL TECNICO