





|   |    |
|---|----|
| PREMESSA .....  | 2  |
| NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....  | 2  |
| DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI .....   | 3  |
| CARATTERISTICHE GENERALI IMPIANTO PUBBLICA ILLUMINAZIONE DI PROGETTO .....          | 4  |
| QUADRO ELETTRICO .....  | 4  |
| LINEE ELETTRICHE .....  | 5  |
| CANALIZZAZIONI E TIPOLOGIE DI CAVI ELETTRICI UTILIZZATI .....                       | 5  |
| DIMENSIONAMENTO CAVI ELETTRICI .....  | 6  |
| PROTEZIONE DELLE LINEE CONTRO IL SOVRACCARICO .....                                 | 7  |
| PROTEZIONE DELLE LINEE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO .....                   | 8  |
| PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....  | 8  |
| IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....   | 9  |
| CALCOLO ILLUMINOTECNICO .....   | 9  |
| CONFORMITA' AI CRITERI MINIMI AMBIENTALI PER GLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE | 13 |



## PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del progetto definitivo dell'intervento relativo ai Lavori di sistemazione ed allargamento di Via Valente ricadente nei Comuni di Massa di Somma, Cercola e San Sebastiano al Vesuvio, ed, in particolare, descrive l'impianto di pubblica illuminazione delle viabilità di intervento.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per quanto non espressamente citato nel presente progetto, si rimanda all'attuale normativa di settore:

- NORMA CEI 17-13/1;
- NORMA CEI 17-31/3;
- NORMA CEI 11-26;
- NORMA CEI 23-51;
- NORMA CEI 17-70;
- NORMA CEI 64-4;
- NORMA CEI 64-8;
- NORMA CEI 64-12;
- NORMA CEI 64-14;
- NORMA CEI 68-2;
- NORMA CEI EN 60598-1;
- NORMA CEI EN 60598-2;
- NORMA CEI EN 60598-3;
- NORMA CEI EN 60947-2;
- NORMA CEI 20-22
- LEGGE N. °791/1977;
- DECRETO PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA N. °547/55;
- DECRETO MINISTERIALE DEL 20/02/1990;
- LEGGE N. °46/90;
- DECRETO MINISTERIALE N. °447/91;
- NORMA UNI 11095 NORMA UNI 10439: Verifiche illuminotecniche.



LAVORI DI SISTEMAZIONE ED ALLARGAMENTO DI VIA VALENTE RICADENTE NEI COMUNI DI MASSA DI SOMMA - CERCOLA E SAN SEBASTIANO AL VESUVIO - STRADA DI NOTEVOLE INTERESSE STRATEGICO QUALE VIA DI FUGA PREVISTA NEL PIANO NAZIONALE DI PROTEZIONE CIVILE PER IL RISCHIO VESUVIO

EDI3\_REL.I3 - RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

- NORMA CEN 12301: "ROAD LIGHTING" Illuminazione delle strade con traffico motorizzato, di quelle miste pedoni e auto ed in generale delle aree esterne pubbliche;
- NORMA IEC/EN 60825 -LED SICUREZZA 34A/1097/NP (LED) 34C/648/CDV
- NORMA UNI 10439: Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato ;
- NORMA UNI 10819: LUCE E ILLUMINAZIONE - Impianti di illuminazione esterna requisiti per la limitazione della luminanza del cielo da luce artificiale"
- NORMA UNI 10439/A1: ADDENDUM - Illuminotecnica. requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato.
- APPENDICE ALLA NORMA UNI10439.
- D.Lg.s n. 285 del 30/04/1992 : "Nuovo Codice della Strada";
- DPR 495/92: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada";
- D.lgs. 360/93 : "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992;
- DPR 503/96: "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche";
- LEGGE REGIONALE N. 12 DEL 25 LUGLIO 2002 -"Norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica e privata a tutela dell'ambiente, per la tutela dell'attività svolta dagli osservatori astronomici professionali e non professionali e per la corretta valorizzazione dei centri storici" - bollettino ufficiale della Regione Campania n.37 del 05 agosto 2002.
- DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE DEL 27/09/2017 - Criteri Ambientali Minimi per l'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.

#### DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Gli interventi previsti possono così sintetizzarsi:

- Realizzazione quadro elettrico di alimentazione;
- Realizzazione linee elettriche;
- Posa in opera dei pali;
- Installazione dei corpi illuminanti di progetto.



Si rappresenta che l'impianto così come progettato sarà certificato in classe 2 così come il corpo illuminante e la morsettiera e, quindi, non risulta necessario realizzare l'impianto di messa a terra per singolo palo, ma sarà prevista la sola messa a terra del quadro elettrico.

Di seguito, dunque, verranno dettagliate le caratteristiche dell'impianto di progetto ed illustrati i criteri di dimensionamento dello stesso.

### **CARATTERISTICHE GENERALI IMPIANTO PUBBLICA ILLUMINAZIONE DI PROGETTO**

L'impianto di pubblica illuminazione è articolato in modo tale da consentire l'illuminazione dell'intera viabilità di progetto, così come rappresentato nella tavola dedicata I4. In particolare, viste le caratteristiche geometriche e funzionali della strada, si sono predisposti:

- N. 1 Quadro di alimentazione opportunamente calibrato e dotato delle specifiche caratteristiche di seguito riportate;
- Verifiche illuminotecniche che hanno riguardato tutta la viabilità, la cui variabilità geometrica rispetto allo scenario di progetto è stata computata, in termini illuminotecnici orientando le ottiche ovvero, inserendo nei punti singolari dei pali ad hoc..

### **QUADRO ELETTRICO**

Il progetto dell'impianto prevede la fornitura e posa in opera di n.1 quadro elettrico, all'interno del quale saranno alloggiate tutte le apparecchiature di protezione e comando delle linee elettriche necessarie per l'alimentazione dei corpi illuminanti dislocati lungo la viabilità di progetto. Il quadro elettrico sarà alloggiato in un involucro, installato a parete ed in materiale plastico, completo di portello incernierato, avente grado di protezione minimo IP65 e dovrà essere conforme alle prescrizioni riportate nelle norme CEI 17-13/1, CEI 17-31/3 e CEI EN 60947-2, pertanto, in corso d'opera, si dovrà ottemperare alle seguenti precauzioni:

- Il cablaggio del quadro deve essere eseguito in modo uniforme e compatto, utilizzando apparecchiature adatte;
- nel quadro non devono essere presenti nodi elettrici;
- tutti i materiali impiegati devono avere marchio "CE" ed "IMQ";



- l'impianto di messa a terra del quadro deve essere efficiente e conforme alle norme di settore (CEI 68-8 e 68-4) in modo da garantire l'ottimale funzionamento degli apparecchi d'interruzione;
- eventuali variazioni in corso d'opera, verranno realizzate previa autorizzazione della Direzione dei lavori.

Si rappresenta inoltre, che l'alimentazione del quadro di progetto avviene da una cabina elettrica attualmente presente in prossimità della futura rotatoria di progetto. In particolare, atteso il nuovo tracciato viario, le lavorazioni prevederanno lo spostamento della cabina esistente ed il collegamento al nuovo quadro di progetto.

## LINEE ELETTRICHE

### CANALIZZAZIONI E TIPOLOGIE DI CAVI ELETTRICI UTILIZZATI

L'impianto di pubblica illuminazione, prevede la realizzazione delle linee elettriche di alimentazione dei corpi illuminanti posate all'interno di corrugati a doppia parete in PEAD, dal diametro di 110mm

All'interno della tubazione si prevede l'installazione cavi elettrici della seguente tipologia:

- **Cavo FG16OM16 multipolare** per energia isolato in gomma etilpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

#### **Conduttore**

Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5

#### **Isolante**

Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16

#### **Riempitivo**

Mescola di materiale non igroscopico

#### **Guaina esterna**

Mescola LS0H di qualità M16

LS0H = Low Smoke Zero Halogen

#### **Colore anime**

Normativa HD 308

#### **Colore guaina**

Verde

### **CARATTERISTICHE TECNICHE**

Tensione nominale U<sub>o</sub>/U: 0,6/1 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -15°C



(in assenza di sollecitazioni meccaniche)

**Temperatura minima di posa:** 0°C

**Temperatura massima di corto circuito:**

250°C fino alla sezione 240 mm<sup>2</sup>, oltre 220°C

**Sforzo massimo di trazione:** 50 N/mm<sup>2</sup>

**Raggio minimo di curvatura:** 4 volte il diametro esterno massimo

Il cavo elettrico previsto per le linee principali, sarà di sezione in mm<sup>2</sup> variabile in funzione del numero di corpi da alimentare per la cui disposizione geometrica, si rimanda alla tavola grafica di progetto.

Per la giunzione dei cavi di alimentazione dei corpi illuminanti alla corrispondente linea elettrica saranno utilizzate morsettiere di classe d'isolamento II, predisposte per il cablaggio a ponte, idonee per cavi di alimentazione. L'alimentazione dalla linea principale al singolo corpo illuminante avverrà mediante un cavo di sez. 2.5 mm<sup>2</sup> unipolare flessibile per alte temperature omologato IMQ con doppio isolamento in FEP, idoneo per cablaggio interno di apparecchiature elettriche in classe II e luminarie con una temperatura massima sul conduttore di 180 °C.

Si rappresenta, inoltre, che i cavi scelti sono conformi al regolamento CPR (UE) 305/2011 del 01/07/2017.

Per ovviare all'inconveniente che, in caso di dispersione per basso isolamento o corto circuito dei corpi illuminanti, possa intervenire il dispositivo di protezione nel quadro generale dell'impianto, si prevede di inserire, in corrispondenza di ogni singolo corpo illuminante, un fusibile di caratteristiche adeguate e ad intervento coordinato che provveda a scollegare il solo corpo illuminante stesso fuori servizio.

#### **DIMENSIONAMENTO CAVI ELETTRICI**

Il dimensionamento dei cavi elettrici è stato effettuato con il metodo delle cadute di tensione tra gli estremi del singolo conduttore.

Tale metodo consta, fondamentalmente, di due fasi:

- o assegnazione dei carichi reali o presunti nei vari tratti dell'impianto e della lunghezza dei tratti stessi;
- o verifica che le cadute di tensione tra gli estremi del tratto considerato siano





contenute nei limiti previsti dalla norma CEI 64-8/5 all'art. 525, cioè non superiore al 3% della tensione nominale.

Il calcolo delle c.d.t.  $\Delta U$  è stato ottenuto attraverso la relazione:

$$\Delta U = K I LB (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

dove:

- K = costante funzione della tipologia dei cavi utilizzata;
- R = resistenza per fase [ $\Omega/\text{Km}$ ] alla temperatura di regime;
- X = reattanza di fase alla frequenza di 50 Hz espressa in [ $\Omega/\text{Km}$ ]
- I = corrente di fase assorbita espressa in [A];
- LB = lunghezza del cavo espressa in [Km];
- $\cos \phi$  = fattore di potenza del carico;

da cui si ottiene il valore percentuale mediante la relazione:

$$\Delta u \% = (\Delta U / UN) 100$$

con UN = tensione nominale dell'impianto espressa in [V].

### PROTEZIONE DELLE LINEE CONTRO IL SOVRACCARICO

La protezione dei conduttori di ogni singolo impianto contro i sovraccarichi, generati dal surriscaldamento dei conduttori stessi per effetto Joule, quando sono attraversati dalla corrente elettrica, è stata effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma CEI 64-8/4 art. 433.2.

La corrente che alla temperatura ambiente di riferimento  $v_A$  fa raggiungere al cavo la temperatura di regime  $v_R$ , dopo un certo tempo, funzione della costante termica del cavo  $\tau$ , si definisce portata del conduttore e si indica con il termine  $I_z$ .

I conduttori adottati sono stati scelti in modo che la loro portata  $I_z$  sia superiore o almeno uguale alla corrente d'impiego  $I_B$ , valore, questo, calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente.

Quando la corrente d'impiego supera la portata del cavo, infatti, si verifica un funzionamento anomalo della linea denominato sovracorrente.

Ogni sovracorrente, quindi, sarà opportunamente interrotta dall'apparecchio di protezione installato sulla linea elettrica di riferimento (magnetotermico presente nel quadro elettrico), al





fine di evitare il danneggiamento del cavo elettrico installato.

### **PROTEZIONE DELLE LINEE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO**

Ciascun tipo di materiale isolante è caratterizzato da una temperatura massima sopportabile per tempi brevi (in genere non superiori a 5 s), chiamata temperatura di cortocircuito  $\theta_{cc}$ .

In generale la temperatura  $\theta_{cc}$  varia da 150 a 300 °C e, per evitare che sia superata, il cortocircuito è un fenomeno che deve essere estinto in pochi millisecondi.

Con temperature e tempi di questo ordine di grandezza il transitorio termico di riscaldamento dei cavi può considerarsi adiabatico.

La norma CEI 64-8/4 art. 434.2, prevede che il dispositivo di protezione debba intervenire in tempo inferiore a quello che potrebbe far superare al conduttore la massima temperatura ammessa.

La norma quindi definisce la seguente disuguaglianza di verifica:

$$K_2 S_2 \geq I_{2t}$$

dove:

- $I_{2t}$  = energia specifica passante;
- $k$  = fattore dipendente dal tipo di conduttore e isolamento;
- $S$  = sezione del conduttore da proteggere.

Tale condizione, nel caso in esame, risulta verificata per i circuiti costituenti l'impianto.

### **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

La protezione contro i contatti diretti sarà effettuata, per tutti i componenti degli impianti previsti, adottando opportune misure aventi lo scopo di impedire che una persona possa entrare in contatto con una parte attiva del circuito elettrico di pertinenza.

La protezione, destinata ad impedire il contatto con parti in tensione, deve realizzare una copertura totale delle parti attive; deve essere tale da resistere alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposta durante il proprio ciclo di vita in relazione alla funzione protettiva specifica.

La normativa tecnica (Norma CEI EN 60529) identifica il grado di protezione mediante la sigla IP seguita da due cifre di cui la prima indica il grado di protezione contro i contatti diretti e



contro l'ingresso dei corpi estranei, mentre, la seconda cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione dei liquidi.

Così operando, quindi, saranno contrastati i contatti diretti adottando componenti, involucri e barriere aventi grado di protezione non inferiori a IP45.

### **IMPIANTO DI MESSA A TERRA**

L'impianto di progetto, in ragione delle caratteristiche prestazionali previste e, quindi della certificazione in classe 2 conseguita non necessita della messa a terra. Tuttavia il quadro elettrico sarà dotato del relativo impianto di terra realizzato mediante un dispersore in acciaio zincato che, vista la resistenza del terreno, sarà di diametro di 13.mm e di lunghezza di 2 m e sarà collegato al quadro mediante corda di rame nuda avente sezione di 35 mm<sup>2</sup>.

### **CALCOLO ILLUMINOTECNICO**

Per il proporzionamento illuminotecnico dell'impianto è necessario innanzitutto definire la categoria illuminotecnica di riferimento per l'area di studio.

In relazione alla tipologia della strada di progetto, alle particolari caratteristiche della stessa, ossia rispetto ad una valutazione dei rischi correlati, essendo la strada oggetto di intervento classificabile, secondo la normativa di settore come ME4b - UNI EN 11248 (aggiornamento del 11/2016).

Per il corpo illuminante, al fine di uniformarsi con quelli già presenti nelle viabilità limitrofe, ci si è riferiti al sistema seguente:

LAMPADA E PALO: Corpo lampada in alluminio; braccio in lamiera di acciaio; palo in acciaio zincato a caldo h= 8 m.

POTENZA e FLUSSO LUMINOSO: 53 W e 53Lm

CLASSE DI ISOLAMENTO II

GRADO DI PROTEZIONE: IP66

TECNOLOGIA DI ILLUMINAZIONE: Tecnologia LED monocromatico 3000K

N.B. i pali sono posizionati a 0.50cm dal ciglio della carreggiata secondo la norma CEI 64-8

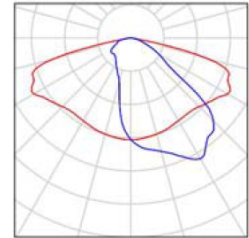
TIPOLOGIA CORPO ILLUMINANTE: sono presenti due tipologie, una con un solo corpo illuminante ed una con doppio corpo illuminante



FONDAZIONE PALO D'ILLUMINAZIONE: blocco in cls gettato in opera di classe C25/30 (dimensioni: 80x80x90cm)

NERI Altair 3D3 NLG21 6000lm 4K Altair 3D3 4K NLG21  
Articolo No.: Altair 3D3 NLG21 6000lm 4K  
Flusso luminoso (Lampada): 5999 lm  
Flusso luminoso (Lampadine): 6000 lm  
Potenza lampade: 48.6 W  
Classificazione lampade secondo CIE: 100  
CIE Flux Code: 39 73 96 100 100  
Dotazione: 1 x 3D3 (Fattore di correzione 1.000).

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



Ai fini della valutazione del fattore di manutenzione, si rappresenta che un'analisi rigorosa di tale parametro, in grado di tenere in debito conto i valori del fattore di mantenimento del flusso luminoso, di quello di sopravvivenza e di manutenzione dell'apparecchi, non è stata possibile, in quanto tali informazioni non sono in possesso della Stazione Appaltante.

Dunque, a partire dalle normative internazionali (ISO 8995), che raccomandano che il fattore di manutenzione (FM) non scenda al di sotto di 0,7, ed in funzione dei probabili cicli manutentivi dell'impianto di illuminazione, è stato impostato a vantaggio di sicurezza, nella verifica illuminotecnica allegata, un valore di FM pari a 0.90.

Per il proporzionamento illuminotecnico, è stato adottato il metodo del fattore di utilizzazione, detto anche del flusso globale, che permette di calcolare un valore unico di illuminamento medio orizzontale,  $E_{h, med}$ , in corrispondenza di un piano orizzontale ideale posto alla stessa quota della pavimentazione stradale.

Operando in tale ambito, ai fini della determinazione del livello di illuminamento in corrispondenza della carreggiata, si è utilizzata la seguente relazione:

$$E_{h, med} = (\phi \times U \times M \times D) / (d \times L)$$

dove:

- D = fattore di deprezzamento degli apparecchi, funzione delle condizioni ambientali d'installazione del corpo illuminante (presenza di polveri e/o sostanze inquinanti);
- M = fattore di decadimento del flusso luminoso, funzione della tipologia di lampade adottata;
- U = fattore di utilizzazione, funzione della tipologia di apparecchio adottata;



- $\phi$  = flusso luminoso delle lampade installate;
- d = distanza tra due corpi illuminanti consecutivi;
- L = larghezza della carreggiata stradale - classificata in base alla norma UNI 11248 En 13201.

Noto il valore dell'illuminamento medio, inoltre, una volta ricavato il valore del coefficiente medio di luminanza,  $K_{med}$ , funzione della tipologia della pavimentazione stradale e dei corpi illuminanti adottati, mediante il rapporto:

$$L_{av} = E_{h, med} / K_{med}$$

si determina il valore medio della luminanza,  $L_{av}$ , come si evince dai risultati risultano verificati rispetto alla normativa di riferimento.

L'altezza d'installazione dei corpi illuminanti a servizio della viabilità veicolare, rispetto alla quota del piano stradale, è stata determinata in funzione della distanza tra il punto d'intersezione sul piano stradale della verticale passante per il centro luminoso e il limite opposto della carreggiata stessa (L - s) tramite la relazione:

$$0,9 (L-s) \leq H \leq 1,5 (L-s)$$

I risultati del calcolo illuminotecnico per le tipologie di corpi illuminanti adottati rispettano i valori normativi così come di seguito riportato.



LAVORI DI SISTEMAZIONE ED ALLARGAMENTO DI VIA VALENTE RICADENTE NEI COMUNI DI MASSA DI SOMMA - CERCOLA E SAN SEBASTIANO AL VESUVIO - STRADA DI NOTEVOLE INTERESSE STRATEGICO QUALE VIA DI FUGA PREVISTA NEL PIANO NAZIONALE DI PROTEZIONE CIVILE PER IL RISCHIO VESUVIO

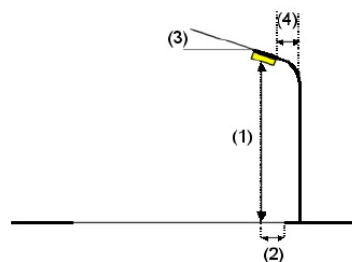
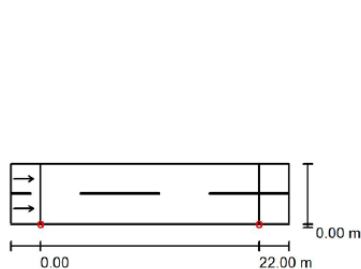
EDI3\_REL.I3 - RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

**Profilo strada**

Carreggiata 1 (Larghezza: 6.000 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: C2, q0: 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.90

**Disposizioni lampade**



|                                  |   |   |
|----------------------------------|---|---|
| Lampada:                         | NERI Altair 3D3 NLG21 6000lm 4K Altair 3D3 4K NLG21 | Valori massimi dell'intensità luminosa  |
| Flusso luminoso (Lampada):       | 5999 lm   | per 70°: 572 cd/klm   |
| Flusso luminoso (Lampadine):     | 6000 lm   | per 80°: 60 cd/klm  |
| Potenza lampade:                 | 48.6 W  | per 90°: 0.00 cd/klm  |
| Disposizione:                    | un lato, in basso                                   | Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori. |
| Distanza pali:                   | 22.000 m  | Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.   |
| Altezza di montaggio (1):        | 8.270 m   | La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.  |
| Altezza fuochi:                  | 8.000 m   | La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.   |
| Distanza dal bordo stradale (2): | 0.000 m   |   |
| Inclinazione braccio (3):        | 0.0 °   |   |
| Lunghezza braccio (4):           | 0.000 m   |   |

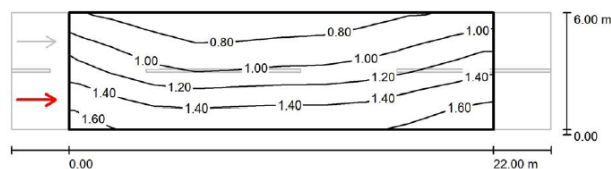
**Lista campo di valutazione**

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1  
Lunghezza: 22.000 m, Larghezza: 6.000 m  
Reticolo: 10 x 6 Punti  
Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.  
Manto stradale: C2, q0: 0.070  
Classe di illuminazione selezionata: ME3b

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

|                                    |                            |        |        |        |        |
|------------------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Valori reali calcolati:            | $L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ] | U0     | UI     | TI [%] | SR     |
| Valori nominali secondo la classe: | 1.15                       | 0.60   | 0.72   | 6      | 0.69   |
| Rispettato/non rispettato:         | ≥ 1.00                     | ≥ 0.40 | ≥ 0.60 | ≤ 15   | ≥ 0.50 |
|                                    | ✓                          | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |

**Strada 1 / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 1 / Isolinee (L)**



Valori in Candela/m<sup>2</sup>, Scala 1 : 201

Reticolo: 10 x 6 Punti  
Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)  
Manto stradale: C2, q0: 0.070

|   |                            |        |        |        |
|---|----------------------------|--------|--------|--------|
| Valori reali calcolati:                 | $L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ] | U0     | UI     | TI [%] |
| Valori nominali secondo la classe ME3b: | 1.15                       | 0.60   | 0.84   | 6      |
| Rispettato/non rispettato:              | ≥ 1.00                     | ≥ 0.40 | ≥ 0.60 | ≤ 15   |
|   | ✓                          | ✓      | ✓      | ✓      |



### CONFORMITA' AI CRITERI MINIMI AMBIENTALI PER GLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

Il progetto della pubblica illuminazione è stato, inoltre, redatto nel rispetto delle direttive impartite dal Decreto del Ministero dell'ambiente del 27/09/2017 "Criteri Ambientali Minimi per l'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", sia nella scelta dei corpi illuminanti, sia in relazione alle verifiche illuminotecniche effettuate.

In particolare, si rappresenta che il decreto fornisce, al punto 4.1.3, le specifiche tecniche che devono avere i corpi illuminanti e che dovranno essere verificate anche in fase di realizzazione da parte del direttore dei lavori nell'ambito dell'accettazione dei materiali, qualora il riferimento fornito in fase progettuale, dall'appaltatore, non venga confermato.

In particolare, vengono forniti limiti rispetto all'efficienza luminosa dei moduli LED (cfr. 4.1.3.6), fattore di mantenimento del flusso luminoso e tasso di guasto (cfr. 4.1.3.7), e le caratteristiche degli apparecchi sia per illuminazione stradale che per centri storici (cfr. 4.2.3.2 - 4.2.3.6), che risultano ampiamente rispettate dai corpi illuminanti presi come riferimento nella progettazione.

Nondimeno, il decreto fornisce indicazioni circa la valutazione della prestazione energetica sia degli apparecchi di illuminazione (cfr. 4.2.3.8) che dell'intero impianto (cfr. 4.3.3.3). Ai fini operativi, si è proceduto alla verifica della prestazione energetica, sulla scorta delle caratteristiche dei corpi illuminanti presi come riferimento e sulla base dei risultati di calcolo illuminotecnico effettuati.

Più nel dettaglio, per gli apparecchi luminosi è possibile definire un indice IPEA\* che viene utilizzato per indicare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione è definito come segue:

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

in cui  $\eta_a$  è l'efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione, che si calcola come segue:

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \cdot D_{ff}}{P_{app}} [lm/W]$$



in cui:

$\Phi_{app}$  (lm) è flusso luminoso nominale iniziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto ed a piena potenza;

$P_{app}$  (W) potenza attiva totale assorbita dall'apparecchio di illuminazione intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.). Tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete).

Il  $D_{ff}$  invece, è la frazione del flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di  $90^\circ$ .

Il valore di  $\eta_r$  = **efficienza globale di riferimento**, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nella tabella successiva:

| Illuminazione stradale                    |  |
|---|--|
| Potenza nominale dell'apparecchio<br>P[W] | Efficienza globale di riferimento<br>$\eta_r$ [lm/W] |
| P ≤ 65                                    | 73   |
| 65 < P ≤ 85                               | 75   |
| 85 < P ≤ 115                              | 83   |
| 115 < P ≤ 175                             | 90   |
| 175 < P ≤ 285                             | 98   |
| 285 < P ≤ 450                             | 100  |
| 450 < P                                   | 100  |

Figura 2 - Tabella con indicazione dei valori di efficienza globale di riferimento

L'indice così definito segue una classificazione, riportata in figura 3 ed il decreto impone che gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA\* maggiore o uguale a quello della classe C fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe B fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A, a partire dall'anno 2026. Gli apparecchi d'illuminazione impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi debbono avere l'indice IPEA\* maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe A+





fino all'anno 2021 compreso, a quello della classe A++ fino all'anno 2023 compreso a quello della classe A+++ a partire dall'anno 2024.

| INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Classe energetica apparecchi illuminanti | <i>IPEA*</i>                         |
| An+                                      | $IPEA^* \geq 1,10 + (0,10 \times n)$ |
| A++                                      | $1,30 \leq IPEA^* < 1,40$            |
| A+                                       | $1,20 \leq IPEA^* < 1,30$            |
| A  | $1,10 \leq IPEA^* < 1,20$            |
| B  | $1,00 \leq IPEA^* < 1,10$            |
| C  | $0,85 \leq IPEA^* < 1,00$            |
| D  | $0,70 \leq IPEA^* < 0,85$            |
| E  | $0,55 \leq IPEA^* < 0,70$            |
| F  | $0,40 \leq IPEA^* < 0,55$            |
| G  | $IPEA^* < 0,40$                      |

Figura 3 - Intervalli di classificazione energetica

Di seguito, dunque, si riporta il calcolo effettuato per le tipologie di corpi illuminanti installati verifica il raggiungimento di una classe IPEA almeno pari a A++.

Infine, è stata condotta anche un'elaborazione di calcolo rivolta alla definizione della prestazione energetica dell'impianto e, quindi, calcolare l'indice IPEI\*, verificando che lo stesso sia maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe B fino all'anno 2020 compreso, a quello della classe A fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A+ a partire dall'anno 2026, secondo gli intervalli definiti in figura 4:

| INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Classe energetica impianto               | <i>IPEI*</i>                      |
| An+                                      | $IPEI^* < 0,85 - (0,10 \times n)$ |
| A++                                      | $0,55 \leq IPEI^* < 0,65$         |
| A+                                       | $0,65 \leq IPEI^* < 0,75$         |
| A  | $0,75 \leq IPEI^* < 0,85$         |
| B  | $0,85 \leq IPEI^* < 1,00$         |
| C  | $1,00 \leq IPEI^* < 1,35$         |
| D  | $1,35 \leq IPEI^* < 1,75$         |
| E  | $1,75 \leq IPEI^* < 2,30$         |
| F  | $2,30 \leq IPEI^* < 3,00$         |
| G  | $IPEI^* \geq 3,00$                |

Figura 4 - Intervalli di classificazione energetica dell'impianto