

S.S 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"
TRATTO SPOLETO - ACQUASPARTA
1° stralcio: Madonna di Baiano-Firenzuola

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PG143**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° Terni n°A844

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
 Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

Il Responsabile di Progetto

Arch. Pianificatore Marco Colazza

Il Responsabile del Procedimento

Dott. Ing.
 Alessandro Micheli

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott.Ing. N.Granieri
 Dott.Arch. N.Kamenicky
 Dott.Ing. V.Truffini
 Dott.Arch. A.Bracchini
 Dott.Ing. F.Durastanti
 Dott.Ing. E.Bartolucci
 Dott.Geol. G.Cerquiglini
 Geom. S.Scopetta
 Dott.Ing. L.Sbrenna
 Dott.Ing. E.Sellari
 Dott.Ing. L.Dinelli
 Dott.Ing. L.Nani
 Dott.Ing. F.Pambianco
 Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini
 Dott. Ing. S.Sacconi
 Dott. Ing. C.Consorti
 Dott. Ing. E.Loffredo
 Dott. Ing. C.Chierichini

Dott. Ing. V.Rotisciani
 Dott. Ing. F.Macchioni
 Geom. C.Vischini
 Dott. Ing. V.Piunno
 Dott. Ing. G.Pulli
 Geom. C.Sugaroni



18.IMPIANTI
18.03 SVINCOLI
18.03.01 SVINCOLO FIRENZUOLA
Relazione esplicitiva e di calcolo illuminotecnico

| | | | | | | |
|------------------------|-------------|------|-----------------------------|-------------|------------------|---------------|
| CODICE PROGETTO | | | NOME FILE | | REVISIONE | SCALA: |
| PROGETTO | LIV. PROG. | ANNO | TOOIM04IMPRE04A | | | |
| DTPG143 | E | 23 | CODICE ELAB. TOOIM04IMPRE04 | | A | - |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| A | Emissione | | Ago 2023 | F.Checcucci | F.Durastanti | N.Granieri |
| REV. | DESCRIZIONE | | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

INDICE

| | |
|--|----------|
| 1. RELAZIONE DI CALCOLO | 3 |
| 1.1 PREMessa GENERALE | 3 |
| 2. ILLUMINAZIONE VIABILITA' | 4 |
| 2.1 PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE | 4 |
| 2.2 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO | 5 |
| 2.3 ANALISI DEI RISCHI | 6 |
| 2.3.1 Generalità..... | 6 |
| 2.3.2 Analisi..... | 6 |
| 2.4 ABBAGLIAMENTO DEBILITANTE | 11 |
| 2.5 RESA DEL COLORE | 12 |
| 2.6 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE COMPARABILI TRA ZONE CONTIGUE | 12 |
| 2.7 GRIGLIE DI CALCOLO | 13 |
| 2.8 CARATTERISTICHE DI RIFLESSIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE | 14 |
| 2.9 PIANO DI MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA | 14 |
| 2.10 REQUISITI ILLUMINOTECNICI STRADALI | 16 |
| 2.11 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI | 19 |
| 2.12 PROGETTO ILLUMINOTECNICO TRATTI STRADALI | 21 |
| 2.13 ILLUMINAZIONE TRATTO STRADALE | 22 |
| 2.13.1 Identificazione della categoria illuminotecnica - Generalità..... | 22 |
| 2.13.2 Rami di approccio illuminati | 23 |
| 2.13.3 Identificazione della categoria illuminotecnica - Generalità..... | 23 |
| 2.13.4 Identificazione della zona di studio..... | 23 |
| 2.13.5 Risultanze calcolo illuminotecnico | 25 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.14 | REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO APPLICATI AGLI IMPIANTI | 26 |
| 2.15 | CARATTERISTICHE DEI REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO | 27 |
| 2.16 | CRITERI, PARAMETRI ILLUMINOTECNICI E RISULTATI ILLUMINOTECNICI | 29 |
| 3. | ALLEGATI DI CALCOLO | 30 |

1. RELAZIONE DI CALCOLO

1.1 PREMESSA GENERALE

Il presente elaborato intende descrivere le modalità di calcolo illuminotecnico impiegati nella progettazione degli impianti tecnologici a servizio della Strada delle Tre Valli Umbre – Tratto Eggi-Acquasparta, relative al 1° stralcio dei lavori Baiano – Firenzuola da eseguire nello svincolo denominato Baiano.

Di seguito si andranno a descrivere gli elementi di calcolo impiegati in relazione ai calcoli illuminotecnici.

2. ILLUMINAZIONE VIABILITA'

2.1 PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE

Il presente intervento prevede l'esecuzione di un impianto di illuminazione di due diversi tratti stradali costituiti, nel loro complesso, da tratti di viabilità ordinaria e da rotatorie.

La norma UNI 11248 individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indica come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica che le compete;
- fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche che competono alla zona classificata;
- identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- fornisce prescrizioni per definire i requisiti fotometrici e valori illuminotecnici richiesti dalla norma UNI EN 13201-2 / 2016;
- fornisce prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi della norma UNI EN 13201-3 e UNI EN 13201-4 / 2016;

La norma UNI EN 13201-2 definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

La norma UNI 10819 prescrive i requisiti degli impianti di illuminazione esterna per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale. Essa però non considera la limitazione della luminanza notturna del cielo dovuta alla riflessione delle superfici illuminate o particolari condizioni locali, quali l'inquinamento luminoso.

- i parametri che permettono di individuare i limiti e le condizioni operative degli apparecchi di illuminazione, alimentati con regolatori di flusso luminoso;
- i parametri prestazionali di un regolatore di flusso luminoso, utili per definire le modalità applicative;
- tipici cicli di regolazione atti alla valutazione, nella fase di progettazione, di un impianto, del risparmio energetico conseguibile con l'inserimento del regolatore di flusso luminoso.

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE ESPLICATIVA E DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO
SVINCOLO BAIANO

2.2 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO

Per l'individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso si ricorre al prospetto 1 della norma UNI 11248 novembre 2016 che riporta la classificazione delle strade secondo la legislazione in vigore da sottoporre all'analisi di rischi per verificare se è possibile declassare la categoria oppure no. La classificazione della strada e la portata massima in veicoli/ora deve essere comunicata ai fini del progetto illuminotecnico dal committente o gestore della strada.

prospetto 1 Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

| Tipo di strada | Descrizione del tipo della strada | Limiti di velocità [km h ⁻¹] | Categoria illuminotecnica di ingresso |
|---------------------------|---|--|---------------------------------------|
| A ₁ | Autostrade extraurbane | Da 130 a 150 | M1 |
| | Autostrade urbane | 130 | |
| A ₂ | Strade di servizio alle autostrade extraurbane | Da 70 a 90 | M2 |
| | Strade di servizio alle autostrade urbane | 50 | |
| B | Strade extraurbane principali | 110 | M2 |
| | Strade di servizio alle strade extraurbane principali | Da 70 a 90 | M3 |
| C | Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾ | Da 70 a 90 | M2 |
| | Strade extraurbane secondarie | 50 | M3 |
| | Strade extraurbane secondarie con limiti particolari | Da 70 a 90 | M2 |
| D | Strade urbane di scorrimento ²⁾ | 70 | M2 |
| | | 50 | |
| E | Strade urbane di quartiere | 50 | M3 |
| F ³⁾ | Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾ | Da 70 a 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 ciclo-pedonali ⁴⁾ | Non dichiarato | P2 |
| | Strade a destinazione particolare ¹⁾ | 30 | |

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792¹⁰⁾.
2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).
3) Vedere punto 6.3.
4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

Prospetto 1 – Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica per l'analisi dei rischi obbligatoria

2.3 ANALISI DEI RISCHI

2.3.1 Generalità

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la categoria illuminotecnica che garantisce la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, nonché e non ultimo, l'impatto ambientale.

2.3.2 Analisi

L'analisi prevista dalla normativa dovrà essere suddivisa nelle seguenti fasi:

- Sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente con determinazione di una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;
- Individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali leggi della norma UNI 11248 e/o da esigenze specifiche;
- Studio preliminare del rischio, determinando gli eventi potenzialmente pericolosi, in base agli incidenti pregressi ed al rapporto fra incidenti diurni e notturni, classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;
- Creazione di una gerarchia di interventi per assicurare a lungo termine i livelli di sicurezza richiesti dalle leggi, direttive e norme;
- Determinazione di una programmazione strategica, con scala di priorità, per le azioni più efficaci in termine di sicurezza per gli utenti

In sintesi con l'analisi dei rischi si stabilisce la categoria illuminotecnica finale e si evidenziano le misure eventuali da porre in opera, i livelli di intervento e le conseguenze relative all'esercizio per assicurare un livello elevato di sicurezza per gli utenti della strada ottimizzando i costi di installazione, gestione e risparmio energetico.

In questo caso progettando gli impianti di illuminazione solo sulla carta perché ancora non realizzati, riteniamo sufficiente basare l'analisi dei rischi sulla sola conoscenza dei parametri di influenza generalmente più significativi che possono essere individuati tra quelli del prospetto 2 della norma stessa.

Per valutare la riduzione massima della categoria illuminotecnica, occorre anche valutare che la luminanza media è correlata al livello di luminanza generale che consente la visibilità al conducente. Al basso livello di illuminazione utilizzato per l'illuminazione stradale, la prestazione migliora con l'aumento della luminanza in termini di incremento della sensibilità al contrasto, incremento acuità visiva e riduzione dell'abbagliamento. Se vengono adoperati apparecchi che emettono luce con indice di resa dei colori maggiore o al massimo uguale a 60, nell'analisi dei rischi delle condizioni di visione, si può apportare la riduzione massima di una categoria illuminotecnica.

| Parametro di influenza | Riduzione massima della categoria illuminotecnica |
|---|---|
| Complessità del campo visivo normale | 1 |
| Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)} | 1 |
| Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali | 1 |
| Segnaletica stradale attiva | 1 |
| Assenza di pericolo di aggressione | 1 |
| 1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ^[5] . | |

| Parametro di influenza | Riduzione massima della categoria illuminotecnica |
|--|---|
| Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio | 1 |
| Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio | 2 |
| Riduzione della complessità nella tipologia di traffico | 1 |

Nei casi più complessi, come per esempio incroci, rotonde e svincoli tra strade con notevole flusso di traffico o situazioni conflittuali pericolose, si valuterà l'importanza locale di ulteriori parametri di influenza avvalendosi di dati statistici se esistenti. Il risultato di tale valutazione e il valore dei singoli parametri di influenza ottenuti con dati statistici noti permetterà di definire la categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio.

Sarà comunque buona norma:

- Valutare le possibili variazioni nel tempo dei parametri considerati, notando la vita dell'impianto e paragonata all'evoluzione delle condizioni di traffico e allo sviluppo della rete stradale fornita dal committente o dal gestore della strada;
- Verrà limitata l'influenza di ogni parametro alla variazione massima di una categoria illuminotecnica come da prospetto 2, salvo per casi di flussi di traffico inferiori al 25% rispetto alla portata di servizio.
- Verrà limitata la scelta tra le categorie illuminotecniche definite dalla norma UNI EN 13201-2 evitando la creazione di nuove categorie con introduzione di livelli di luminanza o valori di uniformità non previsti.
- La categoria illuminotecnica di progetto sarà valutata per la portata di servizio della strada, indipendentemente dal flusso di traffico effettivamente presente.

Nella valutazione dei rischi, un metodo efficace di valutazione in questi casi risulta essere il metodo FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) che permette di individuare se occorre l'adozione di provvedimenti integrativi dell'illuminazione di cui al prospetto 5 delle norme UNI 11248 di cui:

Esempi di provvedimenti integrativi all'impianto di illuminazione

| Condizione | 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 degli autoveicoli |
| Riconoscimento dei passanti | Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente |
| Luminosità ambientale elevata (ambiente urbano) | Adottare segnaletica stradale attiva e/o a riflessione catadiottrica di classe adeguata per mantenere la condizione di cospicuità |
| Intersezioni, svincoli, rotonde (in particolare se con traffico intenso e/o di elevata velocità) | |
| Curve pericolose in strade con elevata velocità degli autoveicoli | |
| Elevata probabilità di mancanza di alimentazione | |
| Elevati tassi di malfunzionamento | |
| Presenza di rallentatori di velocità | |
| Attraversamenti pedonali in zone con flusso orario di traffico e/o velocità elevate | |
| Programma di manutenzione inadeguato | Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico |

Il metodo FMEA consiste nell'impiegare scale di valutazione quantitativa di tipo proporzionale (infatti un evento con impatto 6 provoca un danno doppio rispetto ad eventi con impatto 3) e tecniche di valutazione quantitativa basate:

- Sulla conoscenza di eventi storici e su ricerche scientifiche;
- Su tecniche probabilistiche o meno costruite dall'analisi dello scenario e del contesto in cui si introduce l'illuminazione.

Un esempio calzante è che non sempre l'introduzione dell'illuminazione è un evento favorevole ai fini della riduzione dei rischi, infatti un caso classico ben documentato è l'effetto psicologico di sicurezza introdotto da elevati flussi luminosi, che toglie i freni inibitori del conducente auto il quale tende ad aumentare decisamente oltre i limiti la sua velocità e proprio uno di questi è il fenomeno nebbia.

Il calcolo secondo il metodo FMEA si esegue secondo la seguente tabella 1 dalla quale ne deriva la matrice di rischio:

D - Analisi quantitativa delle probabilità di evento

| PROBABILITA' D | Classe di | Descrizione |
|-------------------|-------------------|---|
| 1 | Molto probabile | Il problema/rischio/incidente ha probabilità molto alte di manifestarsi sia per questioni di natura territoriali, per influenze di fattori esterni non controllabili, progettuali o morfologiche. |
| 2 | Probabile | Il problema/rischio/incidente ha buone probabilità di verificarsi |
| 3 | Moderato | Il problema/rischio/incidente ha modeste probabilità di verificarsi |
| 4 | Bassa probabilità | Il problema/rischio/incidente ha bassissima probabilità di verificarsi |
| 5 | Improbabile | Il problema/rischio/incidente non ha probabilità significative di verificarsi |

O - Analisi quantitativa della frequenza di evento

| FREQUENZA O | Classe di frequenza evento | Descrizione |
|----------------|----------------------------------|---|
| 1 | Raro | L'evento non si è mai verificato nel corso degli ultimi 10 anni |
| 2 | Improbabile | L'evento si è verificato da 1 a 3 volte nel corso degli ultimi 10 anni |
| 3 | Moderato | L'evento si è verificato da 4 a 6 volte nel corso degli ultimi 10 anni |
| 4 | Probabile | L'evento si è verificato da 7 a 10 volte nel corso degli ultimi 10 anni |
| 5 | Molto Elevato | L'evento si è verificato oltre 11 volte nel corso degli ultimi 10 anni |

S - Analisi quantitativa delle severità del danno

| CONSEGUENZE S | Classe di severità del danno | Descrizione |
|------------------|---------------------------------|---|
| 1 | Catastrofico | Le persone subiscono gravissimi danni fisici anche invalidanti o la morte. Le cose subiscono danni distruttivi ed irreparabili. |
| 2 | Alto | Le persone subiscono forti stress emotivi, e danni fisici che possono comportare il ricovero in ospedale. Le cose subiscono danni considerevoli ma non distruttivi. |
| 3 | Medio | Le persone subiscono situazioni di ansia e spavento ma nessun apparente danno fisico. Le cose subiscono lievi danni materiali. |
| 4 | Basso | Le persone traggono da questo rischio sono un limitato livello di apprensione. Le cose non subiscono danni visibili. |
| 5 | Trascurabile | Nessun danno per cose o persone. |

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE ESPLICATIVA E DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO
SVINCOLO BAIANO

Tabella 1 – Tabella della matrice di rischio

Una volta individuate le matrici del rischio si calcola il valore del numero di priorità del rischio RPN (Risk Priority Number) = SxOxD, più RPN è grande e maggiore è la necessità di adottare provvedimenti integrativi.

Inserendo il numero del prodotto nella seguente tabella 2, si ottiene immediatamente il grado di rischio.

| | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|--------------|------------------|------------------------|
| <i>Catastrofico</i> | Medio 5 | Alto 10 | Grave 15 | Grave 20 | Estremo 25 |
| <i>Alto</i> | Medio 4 | Medio 8 | Alto 12 | Grave 16 | Grave 20 |
| <i>Medio</i> | Basso 3 | Medio 6 | Alto 9 | Alto 12 | Grave 15 |
| <i>Basso</i> | Basso 2 | Basso 4 | Medio 6 | Medio 8 | Alto 10 |
| <i>Trascurabile</i> | Basso 1 | Basso 2 | Basso 3 | Medio 4 | Medio 5 |
| | <i>Raro</i> | <i>Basso</i> | <i>Medio</i> | <i>Probabile</i> | <i>Molto Probabile</i> |

Tabella 2 – Tabella indicatrice il grado di rischio

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE ESPLICATIVA E DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO
SVINCOLO BAIANO

2.4 ABBAGLIAMENTO DEBILITANTE

L'abbagliamento debilitante sarà mantenuto entro i valori di tollerabilità previsti dalla norma UNI 11248 e relativa appendice C di seguito riportata:

| Tipo di strada | Descrizione del tipo della strada | N° Minimo Carreggiate indipendenti | N° Minimo di Corsie per senso di marcia | N° di sensi di marcia | Portata max. di servizio per corsia (veicoli/ora) | Ulteriori requisiti minimi, caratteristiche e chiarimenti |
|----------------|--|------------------------------------|---|-----------------------|---|--|
| A ₁ | Autostrade extraurbane | 2 | 2 | 2 | 1 100 | |
| | Autostrade urbane | 2 | 2 | 2 | 1 550 | |
| A ₂ | Strade di servizio alle autostrade extraurbane | 2 | 1 | 2 | Da 650 a 1 350 | Sono ricomprese le strade dedicate all'accesso alle autostrade prima delle stazioni (caselli autostradali) I valori minimo e massimo dipendono dal numero di corsie |
| | Strade di servizio alle autostrade urbane | 2 | 1 | 2 | Da 1 150 a 1 650 | |
| B | Strade extraurbane principali | 2 | 2 | 2 | 1 000 | Tangenziali e superstrade |
| C | Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) | 1 | 1 | 2 | 600 | Strade tipo provinciali, regionali e statali Con banchine laterali transitabili |
| | Strade extraurbane secondarie | 1 | 1 | 2 | | |
| | Strade extraurbane secondarie con limiti particolari | 1 | 1 | 2 | | |
| D | Strade urbane di scorrimento | 2 | 2 | 2 | 950 | Strade urbane di grandi dimensioni e di connessione alla rete "urbana di quartiere" o "extraurbana secondaria" |
| E | Strade urbane di quartiere | 1 | 1 | 2 | 800 | Proseguimento delle strade di tipo C "extraurbane secondarie" nella rete urbana Strade tipo provinciali, regionali e statali Con corsie di manovra e parcheggi esterni alla Carreggiata |
| | | | 2 | 1 | | |
| F | Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) | 1 | 1 | 1 o 2 | 450 | Strade in ambito extraurbano diverse da strade di tipo B e C quali strade comunali, vicinali, ecc. |
| F | Strade locali extraurbane | 1 | 1 | 1 o 2 | | |
| F | Strade locali interzonali | 1 | 1 | 1 o 2 | 800 | Strade locali di connessione con la "rete secondaria" e di "scorrimento" di maggior rilievo in quanto attraversano il territorio collegando aree urbane confinanti o distanti in area urbane o extraurbane |
| F | Strade locali urbane | 1 | 1 | 1 o 2 | 800 | Strade locali diverse da strade di tipo D e E, quali strade residenziali, artigianali, centro cittadino, centro storico, ecc. |

Nel calcolo di fTI devono essere considerati tutti gli apparecchi di illuminazione facenti parte dell'impianto che entrano nel campo visivo dell'utente; la posizione dell'osservatore deve essere scelta come quella più critica.

2.5 RESA DEL COLORE

Il valore minimo per l'indice generale di resa dei colori è 20.

2.6 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE COMPARABILI TRA ZONE CONTIGUE

Se la zona di studio prevede una categoria illuminotecnica di tipo M, ma per la conformazione della strada non è possibile eseguire il calcolo della luminanza media, si devono adottare le seguenti categorie illuminotecniche come indicato nel prospetto 6 della Norma UNI 11248:

Comparazione di categorie illuminotecniche

| Categoria illuminotecnica comparabile | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|
| Condizione | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$ | C0 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$ | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C5 |
| Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$ | C2 | C3 | C4 | C5 | C5 | C5 |
| | | | P1 | P2 | P3 | P4 |
| Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B. | | | | | | |

Quando zone di studio adiacenti, per esempio marciapiede adiacente alla strada, e/o contigue, ad esempio attraversamento pedonale, prevedono categorie illuminotecniche diverse che impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile con quanto indicato nel prospetto sopra riportato; si deve evitare una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche comparabili e la zona in cui il livello luminoso raccomandato è il più elevato costituisce la zona di riferimento.

2.7 GRIGLIE DI CALCOLO

La griglia adottata per il calcolo nel caso di strada sarà ottenuta tenendo conto della tabella 3 sotto riportata:

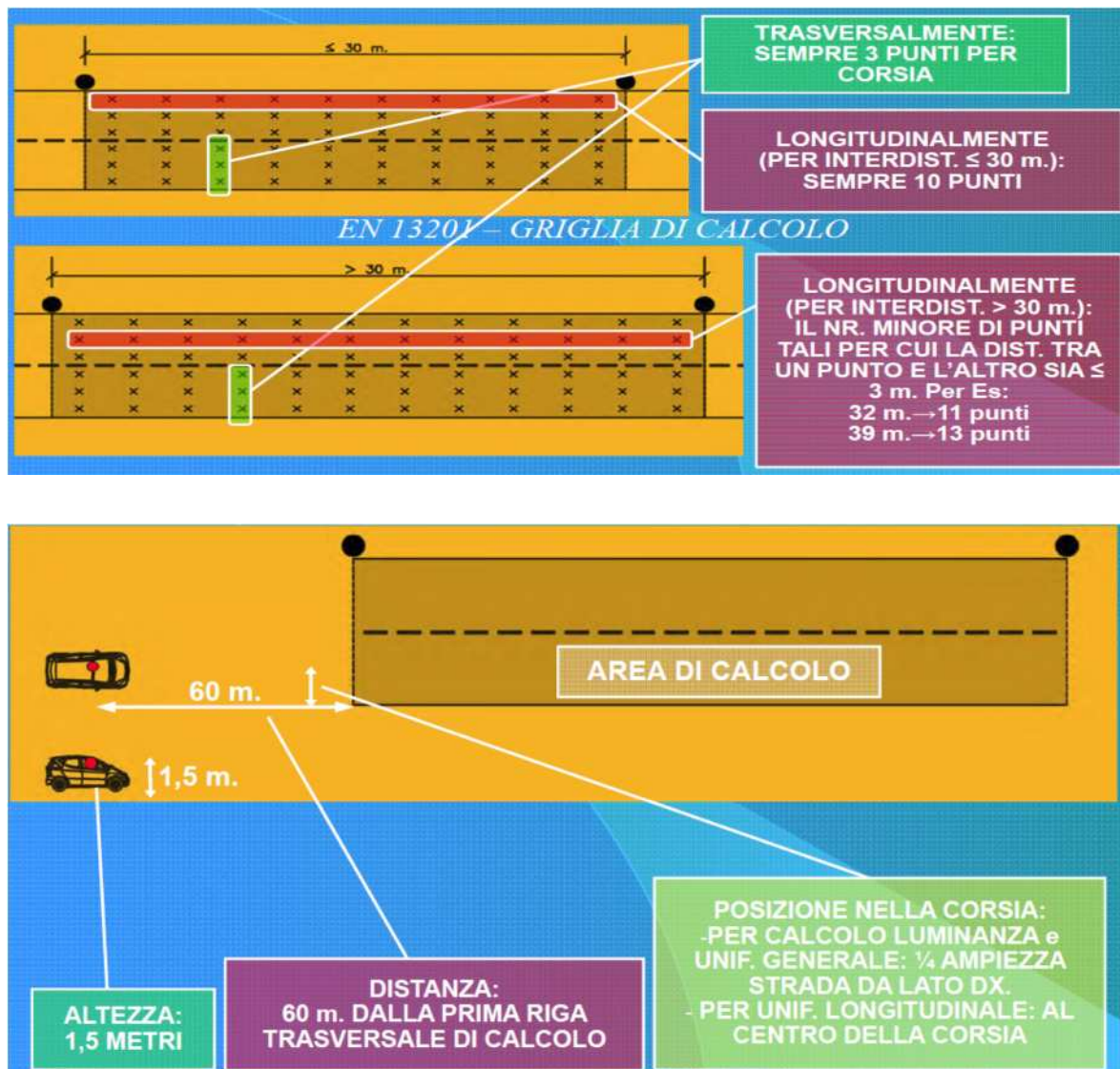


Tabella 3 – Esempio di rappresentazione della griglia di calcolo

Qualora le condizioni geometriche della strada o di altre zone impediscano l'adozione delle griglie di calcolo come specificato dalla norma UNI EN 13201-3, sarà individuata una griglia in grado di fornire una stima adeguata dei parametri da calcolare.

2.8 CARATTERISTICHE DI RIFLESSIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

Nel caso di requisiti formulati in termini di luminanza, ai fini del calcolo secondo la norma UNI EN 13201-3, le caratteristiche in riflessione della superficie della pavimentazione stradale, saranno specificate mediante la ripartizione direzionale del coefficiente ridotto di luminanza che saranno fornite dalla committenza, ma considerando che in questo caso ancora i manti stradali sono in fase di progetto, si ricorre all'appendice C della norma UNI 11248 novembre 2016 indicando nel calcolo il valore del coefficiente medio di luminanza Q_0 .

2.9 PIANO DI MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

Per questo tipo di impiantistica si prevede un piano di manutenzione adeguato alle caratteristiche illuminotecniche di progetto per il mantenimento nei limiti del possibile di queste nel tempo, il piano sarà strutturato secondo quanto riportato in tabella 4 sotto riportata.

Nello specifico sarà introdotto nel calcolo un coefficiente di manutenzione valutato per le tipologie di apparecchi illuminanti previsti di cui:

- Lampade a led (come evidenziato negli altri elaborati di progetto allegati)
- Il sistema di alimentazione sarà di tipo TT e avverrà con distribuzione in b.t. a 400V+N con derivazione alla lampada a 230V (F+N).
- Gli apparecchi usati sono di caratteristiche come riportato nelle relazioni e nei disegni di progetto dove si identificano esattamente il tipo, la classe di isolamento, le caratteristiche costruttive, le caratteristiche elettriche e le curve fotometriche.
- Per le armature stradali verrà usata un'ottica di tipo Cut-off.

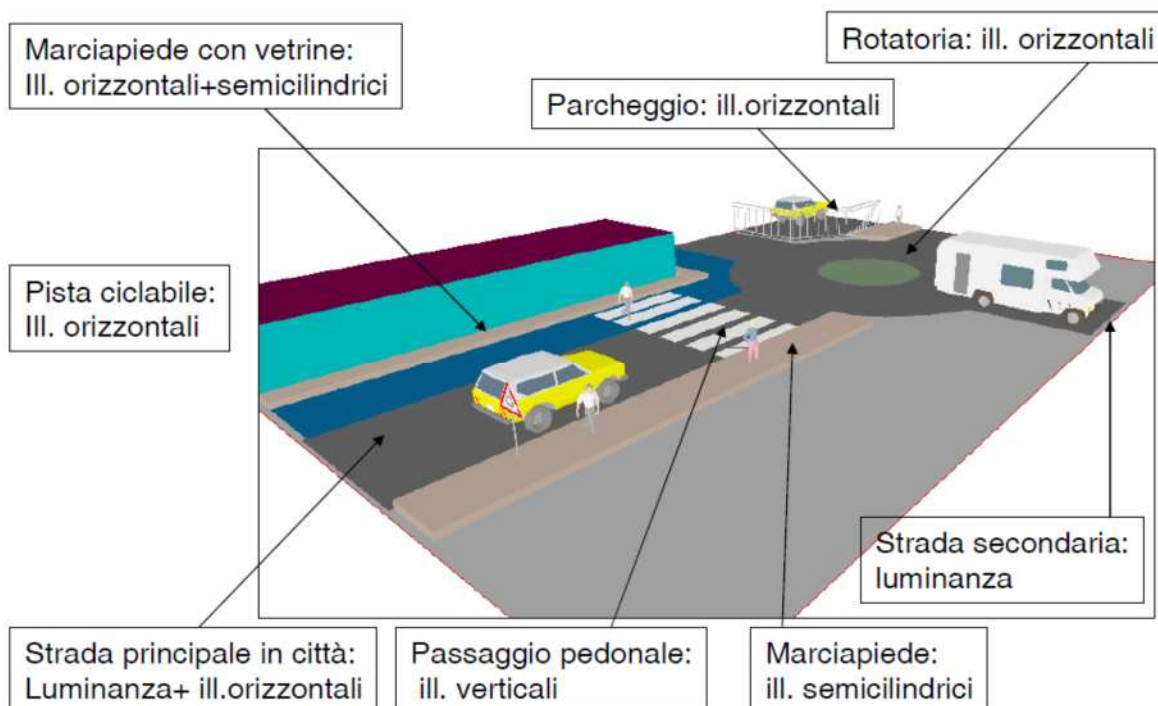
| PROGRAMMA DI MANUTENZIONE INTERVENTI | | |
|--|---|-------------|
| ELEMENTI MANUTENIBILI / CONTROLLI | FREQUENZA | |
| Armature dotate di lampade a scarica e sistemi di stabilizzazione e riduzione del flusso luminoso | | |
| Intervento: VERIFICA A VISTA <i>A) Verifica a vista della funzionalità dell'impianto e dell'armatura</i> | ogni 6 mesi | |
| Intervento: PULIZIA VETRI <i>A) Pulizia dei vetri e dei riflettori al fine di garantire la migliore illuminazione della strada nel rispetto delle normative illuminotecniche vigenti</i> <i>B) Stato del palo</i> <i>C) Verifica serraggio dei morsetti all'interno della morsettiera e nei quadri e verifica dei giunti all'interno dei pozzetti</i> | ogni max. 4 anni (o a sostituzione della sorgente) | |
| Intervento: SOSTITUZIONE LAMPADE AL SODIO ALTA PRESSIONE <i>Sostituzione di lampade e elementi accessori secondo la durata di vita media delle lampade fornite dal produttore. Si prevede una durata di vita media pari a 22.000 h</i> | ogni 5 anni | |
| Pali per l'illuminazione | | |
| Intervento: Sostituzione dei pali <i>Sostituzione dei pali e degli elementi accessori secondo la durata di vita media fornita dal produttore. Nel caso di eventi eccezionali (temporali, incidenti stradali, terremoti ecc.) verificare la stabilità dei pali per evitare danni a cose o persone.</i> | a guasto | |
| PROGRAMMA DEI CONTROLLI | | |
| ELEMENTI MANUTENIBILI / CONTROLLI | TIPOLOGIA | FREQUENZA |
| Armature stradali dotate di lampade a scarica | | |
| Controllo: Verifica a vista <i>Verifica a vista della funzionalità degli impianti, della integrità dei sostegni, del funzionamento delle lampade</i> | Controllo a vista | ogni 2 mesi |
| Controllo: verifica strumentale ed elettrica <i>Analisi dei consumi e dei transistori con apposita apparecchiatura che rilevi:</i> <i>- consumi in kW</i> <i>- stato e risposta degli interruttori</i> <i>- verifiche elettriche canoniche come da norma CEI 64-7 e 64-8</i> <i>- verifica del serraggio dei morsetti serracavini nei pali e nei quadri</i> | Ispezione | ogni 2 anni |
| Pali per l'illuminazione | | |
| Controllo: verifica strumentale ed elettrica <i>Controllo dello stato generale e dell'integrità dei pali per l'illuminazione.</i> | Controllo a vista | ogni 2 anni |

Tabella 4 – Programma di manutenzione e dei controlli

2.10 REQUISITI ILLUMINOTECNICI STRADALI

La Norma UNI EN 13201-2 del febbraio 2016 definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di illuminazione delle strade indirizzate alle esigenze di visione degli utenti e ne considera gli aspetti ambientali. Per tali classi la norma stabilisce pertanto i requisiti (in termini di luminanze, illuminamenti, abbagliamento, illuminazione circostante) che il progettista illuminotecnico deve rispettare per le diverse tipologie viarie.

Le visioni e i vari risultati di calcolo da ottenere secondo la norma UNI EN 13201-2 sono:



Vengono presentate di seguito le tabelle interessate al presente progetto (prospetto 1, 2, 3, 4 e 5) riprese dalla Norma UNI EN 13201-2 febbraio 2016 (“Illuminazione stradale – Parte 2 - Requisiti Prestazionali”) relative alle principali categorie di illuminazione: M, C, P, HS e SC, rimandando alla norma stessa per ogni dettaglio ed approfondimento.

prospetto 1 Categorie illuminotecniche M

| Categoria | Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato | | | | Abbagliamento debilitante | Illuminazione di contiguità |
|-----------|---|-------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | Asciutto | | | Bagnato | Asciutto | Asciutto |
| | \bar{L} [minima mantenuta] cd x m ² | U_0 [minima] | $U_1^{a)}$ [minima] | $U_{ov}^{b)}$ [minima] | $f_{TI}^{c)}$ [massima] % | $R_{EI}^{d)}$ [minima] |
| M1 | 2,00 | 0,40 | 0,70 | 0,15 | 10 | 0,35 |
| M2 | 1,50 | 0,40 | 0,70 | 0,15 | 10 | 0,35 |
| M3 | 1,00 | 0,40 | 0,60 | 0,15 | 15 | 0,30 |
| M4 | 0,75 | 0,40 | 0,60 | 0,15 | 15 | 0,30 |
| M5 | 0,50 | 0,35 | 0,40 | 0,15 | 15 | 0,30 |
| M6 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,15 | 20 | 0,30 |

prospetto 2 Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale

| Categoria | Illuminamento orizzontale | |
|-----------|---------------------------------------|-------------------|
| | \bar{E} [minimo mantenuto] lx | U_0 [minimo] |
| C0 | 50 | 0,40 |
| C1 | 30 | 0,40 |
| C2 | 20,0 | 0,40 |
| C3 | 15,0 | 0,40 |
| C4 | 10,0 | 0,40 |
| C5 | 7,50 | 0,40 |

prospetto 3 **Categorie illuminotecniche P**

| Categoria | Illuminamento orizzontale | | Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale | |
|-----------|---|---------------------------------|---|------------------------------------|
| | \bar{E} ^{a)} [minimo mantenuto] lx | E_{\min} [mantenuto] lx | $E_{v,\min}$ [mantenuto] lx | $E_{sc,\min}$ [mantenuto] lx |
| P1 | 15,0 | 3,00 | 5,0 | 5,0 |
| P2 | 10,0 | 2,00 | 3,0 | 2,0 |
| P3 | 7,50 | 1,50 | 2,5 | 1,5 |
| P4 | 5,00 | 1,00 | 1,5 | 1,0 |
| P5 | 3,00 | 0,60 | 1,0 | 0,6 |
| P6 | 2,00 | 0,40 | 0,6 | 0,2 |
| P7 | Prestazione non determinata | Prestazione non determinata | | |

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di \bar{E} indicato per la categoria.

prospetto 4 **Categorie illuminotecniche HS**

| Categoria | Illuminamento emisferico | |
|-----------|--|-----------------------------|
| | \bar{E}_{hs} [minimo mantenuto] lx | U_o [minimo] |
| HS1 | 5,00 | 0,15 |
| HS2 | 2,50 | 0,15 |
| HS3 | 1,00 | 0,15 |
| HS4 | Prestazione non determinata | Prestazione non determinata |

prospetto 5

Categorie illuminotecniche SC

| Illuminamento semicilindrico | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Categoria | $E_{sc,min}$ [mantenuto] lx |
| SC1 | 10,0 |
| SC2 | 7,50 |
| SC3 | 5,00 |
| SC4 | 3,00 |
| SC5 | 2,00 |
| SC6 | 1,50 |
| SC7 | 1,00 |
| SC8 | 0,75 |
| SC9 | 0,50 |

2.11 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

Questo capitolo inquadra le modalità di calcolo illuminotecnico impiegati nella progettazione degli impianti di illuminazione dello svincolo a servizio del lotto 3 dei lavori da eseguire della Strada delle Tre Valli Umbre – Tratto Eggi-Acquasparta, relative al 1° stralcio dei lavori Baiano – Firenzuola da eseguire nello svincolo denominato Baiano.

I dettagli, le metodologie di progettazione e di calcolo sono riportati nei capitoli successivi di questo documento e negli allegati richiamati.

La necessità dell'impianto di illuminazione stradale in corrispondenza degli svincoli è indicata dal D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale, al punto 6 dell'allegato, prescrive che "l'illuminazione delle intersezioni stradali deve essere sempre prevista nei seguenti casi:

- Nodi di Tipo 1: intersezioni a livelli sfalsati con eventuali manovre di scambio (svincolo)
- Nodi di Tipo 2: Intersezioni a livelli sfalsati con manovre di scambio o incroci a raso

Mentre per i Nodi di Tipo 3 (intersezioni a raso) l'illuminazione deve essere realizzata nei casi in cui si accerti la ricorrenza di particolari condizioni ambientali locali, invalidanti ai fini della corretta percezione degli ostacoli, come la presenza di nebbia o foschia.

La tipologia dei nodi è definita nella figura dell'allegato qui di seguito riportata

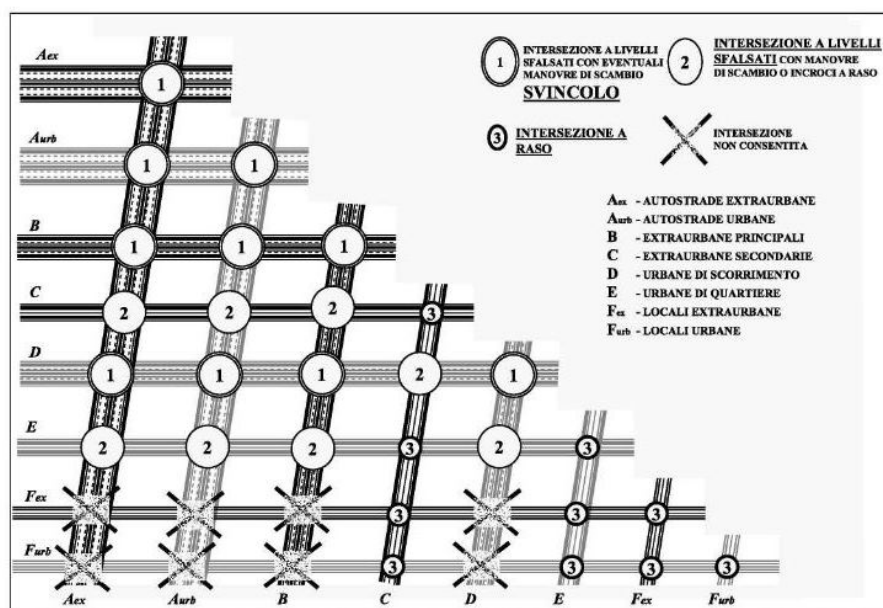


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizione delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

La modalità di illuminare gli svincoli stradali deriva dall'applicazione della norma tecnica UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale: Selezione delle categorie illuminotecniche", preposta alla definizione delle caratteristiche prestazionali degli impianti di illuminazione stradale, insieme al resto del quadro normativo (UNI EN 13201-2-3-4).

La norma, che si basa sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115:2010 e sui principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione di una data zona della strada in relazione alla categoria illuminotecnica individuata dalla norma stessa.

Lo scopo è quello di contribuire, per quanto di competenza dell'impianto di illuminazione, alla sicurezza degli utenti della strada, alla sicurezza pubblica e al buon smaltimento del traffico.

Con questi riferimenti, vengono forniti gli elementi per selezionare le zone di studio, individuare le categorie illuminotecniche e le caratteristiche per definire le procedure di calcolo e di verifica, nonché, in particolare, per fornire i criteri decisionali sull'opportunità di illuminare una strada.

L'applicazione della norma consente la configurazione di un impianto che garantisca la massima efficacia di contributo alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne e soprattutto permetta il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale.

Ciò premesso, l'intervento in oggetto prevede Nodi di Tipo 2 e quindi l'obbligo normativo dell'impianto di illuminazione dell'area di svincolo. L'esigenza di illuminare anche le rotatorie nasce dalla necessità di dare una continuità visiva tra le varie zone e dalla complessità visiva dovuta alla presenza di più bracci in ingresso/uscita dalle stesse.

Ciò premesso, gli interventi in oggetto prevedono l'illuminazione dell'area in precedenza definita, costituita da diverse zone di conflitto.

La progettazione ha inoltre recepito le indicazioni contenute nella nota ANAS CDG-0155210-P del 26/11/2014 "Standardizzazione degli impianti tecnologici, contenimento e monitoraggio dei relativi consumi energetici" e quanto previsto nella Legge Regionale n. 37 del 21/03/2000 della Regione Toscana "Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso".

2.12 PROGETTO ILLUMINOTECNICO TRATTI STRADALI

Questo capitolo dettaglia le scelte progettuali seguite nella redazione del progetto illuminotecnico degli impianti di illuminazione dei vari tratti stradali.

Per ogni area di intervento si evidenziano i requisiti illuminotecnici con l'identificazione delle categorie illuminotecniche di progetto

Ai fini illuminotecnici le intersezioni stradali possono essere divise in:

- Intersezioni lineari a raso;
- Intersezioni a livelli sfalsati;
- Intersezioni a rotatoria.

Inoltre, sempre dal punto di vista illuminotecnico, una intersezione stradale può essere considerata un insieme di zone di conflitto, identificabili come:

- Zone di intersezione o attraversamento;
- Zone di diversione o uscita;
- Zone di immissione.

I vari tratti stradali previsti all'interno del presente intervento, nella fattispecie, presenta tutte e tre le tipologie di intersezioni.

I risultati dei calcoli illuminotecnici sono riportati nell'allegato alla presente relazione.

2.13 ILLUMINAZIONE TRATTO STRADALE

2.13.1 Identificazione della categoria illuminotecnica - Generalità

In questo paragrafo vengono fissati tutti parametri relativi al calcolo che andremo a fare per questa tipologia di strada.

In base ai dati forniti dalla committenza o gestore dell'opera infrastrutturale viene classificata come strada extraurbana principale tipo C2 con velocità massima 90km/ora; pertanto in funzione del prospetto 1 ne ricaviamo che la categoria di ingresso ai fini dell'analisi dei rischi è "M2".

La valutazione dei rischi come indicato nella presente relazione, in quanto basata solo sulla sola conoscenza dei parametri di influenza, viene eseguita prendendo in considerazione il prospetto 2 e dalle valutazioni della presente relazione, pertanto ne consegue:

| PARAMETRO | CONDIZIONE | COEFFICIENTE DI RIDUZIONE CATEGORIA |
|--|---|-------------------------------------|
| Complessità del campo visivo | Elevato, perché strada con presenza di curve ed eventuali ostacoli da vegetazione | 0 |
| Condizioni conflittuali | Presenti, intersezione con strade secondarie, incroci e rotatorie | 0 |
| Flusso di traffico > 50% | Presente | 0 |
| Segnaletica cospicua nelle zone di conflitto | Non presente | 0 |
| Assenza di pericolo di aggressione | possibile | 0 |
| Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso | Presenti all'intersezione con strade | 0 |
| Assenza di attraversamenti pedonali | Non verificabile al momento | 0 |
| Uso di lampade con resa cromatica > 60 | Presente per uso di lampade LED | -1 |
| Valutazione FMEA | rischio medio | +1 |

Alla luce di quanto sopra si evince che la categoria di progetto viene mantenuta a "M2".

2.13.2 Rami di approccio illuminati

Con riferimento al prospetto 6 della norma UNI 11248 del 2016, riportato di seguito, nel caso di zone di studio facenti parte di una rotatoria o di una intersezione con rami di approccio illuminati, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere di un livello superiore rispetto alla maggiore tra quelle previste per i rami di approccio (Norma UNI 11248/2016 art. A.3.1.3).

| Categoria illuminotecnica comparabile | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|
| Condizione | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$ | C0 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| Se $0,05 \text{ sr}^{-1} \leq Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$ | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C5 |
| Se $Q_0 \geq 0,08 \text{ sr}^{-1}$ | C2 | C3 | C4 | C5 | C5 | C5 |
| | | | P1 | P2 | P3 | P4 |
| Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B. | | | | | | |

Prospetto 6 – UNI 11248:2016

2.13.3 Identificazione della categoria illuminotecnica - Generalità

Le intersezioni presenti nel progetto rientrano in questa tipologia.

Le intersezioni per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, devono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie C, indicate nella norma UNI EN 13201-2 del 2016.

2.13.4 Identificazione della zona di studio

Le zone di studio vengono individuate come esplicitato nella norma UNI 11248 del 2016 (Figura A.2).

In particolare, la zona di studio è la carreggiata racchiusa all'interno della rotatoria.

In questo caso, essendo le strade di accesso di categoria M2 e il valore Q_0 (Coefficiente medio di luminanza) pari a 0.07 sr^{-1} (pavimentazioni di asfalto), come indicato nel prospetto B.1 nella UNI 11248:2016 (figura 2), la categoria illuminotecnica di progetto deve essere pari a **C2**

| Classe | Ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza | Coefficiente medio di luminanza | Fattore di specularità | Gamma del fattore di specularità |
|--------|--|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| C1 | Vedere prospetto C.2 | 0,10 | 0,24 | $S_t \leq 0,4$ |
| C2 | Vedere prospetto C.3 | 0,07 | 0,97 | $S_t > 0,4$ |

Prospetto B.1 – UNI 11248:2016

Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si è realizzata un'illuminazione decrescente tra la zona illuminata e quella completamente buia, per una lunghezza non minore dello spazio percorso in 3 s alla massima velocità prevista di percorrenza dell'intersezione.

Per una categoria illuminotecnica di progetto pari a C2, i valori da rispettare sono i seguenti:

- \bar{E} (Illuminamento medio) = 20 lx
- U_0 (Uniformità generale) = 0.40

come indicato dal prospetto 2 della UNI EN 13201-2 del 2016 che si riporta di seguito:

| Categoria | Illuminamento orizzontale | |
|-----------|---------------------------------------|-------------------|
| | \bar{E} [minimo mantenuto] Lx | U_0 [minimo] |
| C0 | 50 | 0,40 |
| C1 | 30 | 0,40 |
| C2 | 20,0 | 0,40 |
| C3 | 15,0 | 0,40 |
| C4 | 10,0 | 0,40 |
| C5 | 7,50 | 0,40 |

Prospetto 2 – UNI EN 13201-2:2016

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE ESPLICATIVA E DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO
SVINCOLO BAIANO

2.13.5 Risultanze calcolo illuminotecnico

In base a quanto sopra evidenziato possiamo ora dettare i valori di riferimento progettuali ricavati dalla tabella presente all'interno della presente relazione e, in funzione di questi, possiamo effettuare i calcoli di progetto (vedi allegato).

I valori di riferimento definiti negli allegati di calcolo sono quelli minimi per manti asciutti; tuttavia, se l'impianto soddisfa tali condizioni, la sicurezza della circolazione risulta ragionevolmente soddisfacente anche in condizioni di pioggia.

Dai calcoli riportati nell'allegato si evince che dovranno essere installati proiettori da 127W cadauno, flusso emesso 15710 lumen, installati su pali in acciaio di altezza 10 metri f.t. completi di sbraccio di 2 metri installati con un passo di 37 metri ed ubicati ad una distanza di almeno 3 metri dal bordo della banchina e/o alla distanza uguale o superiore rispetto alla relativa barriera stradale in relazione al suo grado di deformazione.

Si riportano, comunque, di seguito i risultati principali ottenuti dal calcolo eseguito e che sono espressamente indicati all'interno degli allegati alla presente relazione:

| DATO DI PROGETTO | VALORE DI RIFERIMENTO | VALORI DI CALCOLO | VERIFICATO |
|---|-----------------------|-------------------|------------|
| Illuminamento medio mantenuta (Em) | 20 lx | 22 lx | SI |
| Uniformità U0 = Lmin/Lmed | ≥ 0,6 | 0,76 | SI |
| Uniformità UI = Lmin/Lmax | ≥ 0,4 | 0,54 | SI |
| Abbagliamento debilitante TI(%) | ≤ 15 | 7 | SI |
| Inquinamento luminoso rapporto medio Rn (%) | 0,00 | 0,00 | SI |

2.14 REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO APPLICATI AGLI IMPIANTI

La norma UNI11248 ha introdotto una metodologia progettuale e di gestione degli impianti di illuminazione stradale legata alle effettive necessità di visione atte a garantire la sicurezza del traffico di notte, per quanto questa possa essere influenzata dalle condizioni di illuminazione.

Definita a livello europeo una serie di categorie illuminotecniche, ognuna consistente in un insieme di parametri illuminotecnici congruenti e dei loro specifici valori, la metodologia, attraverso una analisi dei rischi, permette di identificare la categoria più adatta alle necessità contingenti, assicurando contemporaneamente il contenimento dei consumi energetici e l'impatto ambientale.

Nell'analisi dei rischi, il progettista individua dei parametri, detti di influenza, che permettono di specificare le esigenze di illuminazione e di visione.

Alcuni di questi parametri possono essere ritenuti fissi nel corso della vita dell'impianto (ad esempio tipo di strada, flusso di traffico massimo, presenza di condizioni conflittuali quali incroci o attraversamenti), altri possono variare sia con periodicità giornaliera (flusso del traffico) sia con periodicità più lunga, stagionale o annuale.

Escludendo quelli fissi, che influenzano la determinazione della categoria illuminotecnica di progetto, ossia la categoria con i requisiti più stringenti per l'impianto, gli altri permettono l'introduzione di diverse categorie illuminotecniche di esercizio, con requisiti prestazionali via via decrescenti.

Il passaggio da una categoria con prestazione più elevata a una con prestazione inferiore non può essere ottenuto con lo spegnimento selettivo di apparecchi di illuminazione: questa tecnica, sebbene permetta la desiderata riduzione del valor medio di illuminamento o di luminanza del manto stradale, generalmente non garantisce il mantenimento dei requisiti di uniformità, previsti nella categoria illuminotecnica che si vuole attivare.

La riduzione del flusso luminoso emesso da ogni apparecchio è pertanto la tecnica comunemente usata, per commutare l'impianto da una categoria illuminotecnica all'altra, secondo le modalità esplicitate nella valutazione dei rischi, parte integrante del progetto illuminotecnico dell'impianto.

Questa riduzione può avvenire attraverso dispositivi che possono operare in modo centralizzato, sull'intera linea che alimenta più apparecchi di illuminazione.

In ogni caso il progetto:

- determina le condizioni operative del regolatore di flusso luminoso ai fini del raggiungimento delle prestazioni richieste dalle categorie illuminotecniche desiderate;
- stima il risparmio energetico conseguibile quando una data apparecchiatura è usata in definite condizioni operative;
- valuta, quantitativamente, le caratteristiche del prodotto più confacente per ogni specifica applicazione.

2.15 CARATTERISTICHE DEI REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO

Le apparecchiature di regolazione di flusso luminoso saranno di primaria casa nazionale e comunque ben evidenziati nelle tavole di progetto, negli schemi elettrici dei quadri, nelle specifiche tecniche e nelle voci estese di elenco prezzi, al fine di dare una inquadratura generale riportiamo le seguenti tabelle.

Caratteristiche tecnico descrittive del regolatore di flusso luminoso

| Caratteristiche descrittive |
|--|
| Scheda di controllo (motherboard): PC embedded con sistema operativo Linux |
| Display a cristalli liquidi (LCD) 20x4 retroilluminato con regolazione del contrasto e della luminosità, munito di tre led e di una tastiera a 7 tasti |
| Connessione USB |
| Connessione di rete Ethernet |
| Regolazione tensione/cicli di lavoro programmabili per la singola fase |
| Tempi di accensione (preriscaldamento lampade), impostabili da programma |
| Rampa di salita e di discesa impostabile dalla logica |
| Selezione del valore di tensione in uscita nel campo 170-230 Volt delle fasce orarie fino ad un massimo di 10 periodi diversi |
| Disponibilità di tre programmi annuali con cicli di accensione e riduzione in relazione ai fattori stagionali ed alle aree di ubicazione |
| Letture su display delle seguenti grandezze elettriche: |
| <ul style="list-style-type: none"> → Tensione a monte di ogni fase → Tensione a valle di ogni fase → Corrente assorbita di ogni fase → Potenza attiva assorbita di ogni fase → Potenza reattiva assorbita di ogni fase → Cosφ di ogni fase in ingresso e uscita → Frequenza di ogni fase in ingresso e uscita → Percentuale di carico e di riduzione |
| Compact Flash per registrazione misure/allarmi consultabili localmente o in telecontrollo (file di log) |
| Calcolo e visualizzazione del risparmio energetico |
| Predisposizione per forzature di funzionamento da segnale esterno (luce piena/ridotta/by-pass/accensione) |
| Contatti puliti per segnalazione stato apparecchiatura |
| Ingresso per comando di accensione con fotointerruttore esterno |

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE ESPLICATIVA E DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO
SVINCOLO BAIANO

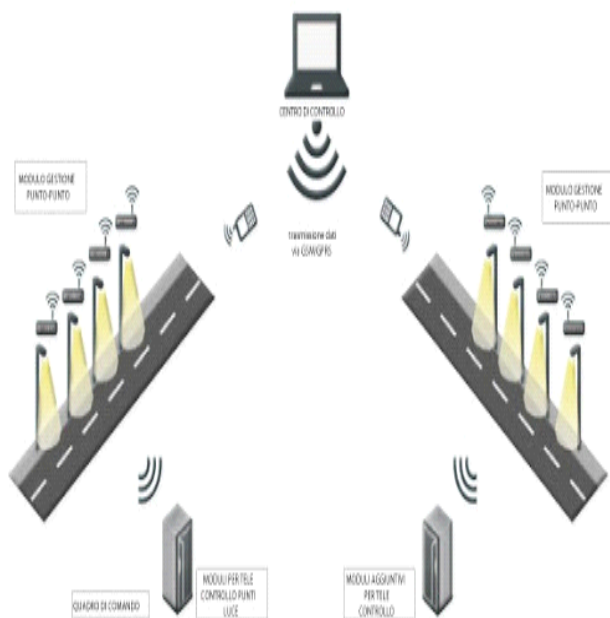
Detti componenti saranno installati all'interno dei relativi quadri elettrici di distribuzione per ogni circuito in uscita; la conformazione dell'apparecchiatura è quella in seguito riportata:

Vista regolatore di flusso luminoso

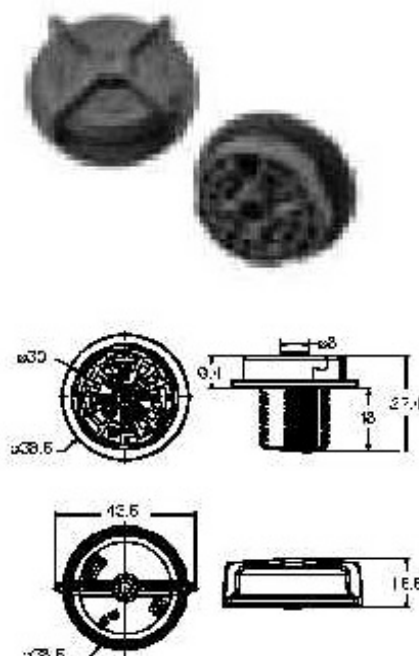


Il regolatore dialogherà con ogni singolo punto luce tramite un dispositivo installato su ogni corpo illuminante che, in modalità wireless, consentirà la gestione ed il comando di tutti gli impianti previsti nel presente intervento.

Principio di funzionamento



Dispositivo punto-punto



2.16 CRITERI, PARAMETRI ILLUMINOTECNICI E RISULTATI ILLUMINOTECNICI

Per il calcolo si è utilizzato idoneo software. Le dimensioni irregolari degli ambienti sono state riprodotte a forme semplici equivalenti per semplicità di calcolo.

Per il collocamento e l'interdistanza fra i vari punti luce si rimanda alle tavole di progetto e ai calcoli illuminotecnici in allegato.

Per le curve fotometriche, i particolari dei pali, armature, proiettori si rimanda alle tavole e specifiche tecniche di progetto.

3. ALLEGATI DI CALCOLO

Si riportano di seguito gli allegati di calcolo illuminotecnico relativi ai vari tratti stradali previsti nel presente intervento.

S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"

Illuminazione Rotatoria svincolo Baiano

Responsabile:
No. ordine:
Ditta:
No. cliente:

Data:
Redattore:

Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Indice

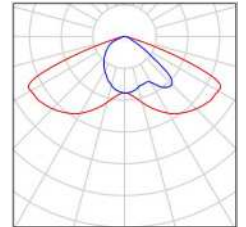
| | |
|---|----|
| S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE" | |
| Copertina progetto | 1 |
| Indice | 2 |
| Lista pezzi lampade | 3 |
| SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limitor 50 LEDs@... | |
| Scheda tecnica apparecchio | 4 |
| TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limitor 50 LEDs@500mA NW 740 230... | |
| CDL (polare) | 5 |
| CDL (lineare) | 6 |
| Scheda tecnica abbagliamento | 7 |
| Rotatoria Svincolo Baiano | |
| Dati di pianificazione | 8 |
| Planimetria | 9 |
| Lampade (planimetria) | 10 |
| Lampade (lista coordinate) | 11 |
| Griglia di calcolo (lista coordinate) | 12 |
| Rendering 3D | 13 |
| Rendering colori sfalsati | 14 |
| Superfici esterne | |
| Rotatoria | |
| Riepilogo | 15 |
| Grafica dei valori (E, perpendicolare) | 16 |
| Tabella radiale (E, perpendicolare) | 17 |

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE" / Lista pezzi lampade

5 Pezzo SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat
glass Glare limiter 50 LEDs@500mA NW 740
230V 00-36-649 522932
Articolo No.: 522932
Flusso luminoso (Lampada): 10997 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 13250 lm
Potenza lampade: 76.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 38 79 98 100 83
Dotazione: 1 x 50 LEDs@500mA NW 740 230V
00-36-649 (Fattore di correzione 1.000).

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

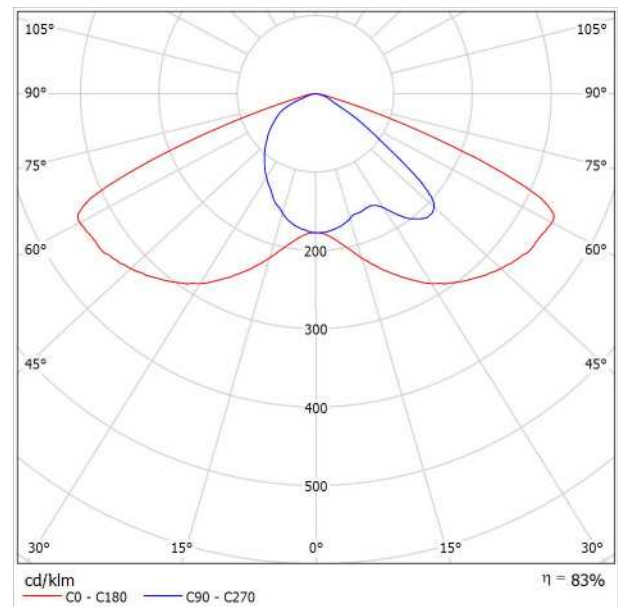


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

**SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limiter 50 LEDs@500mA NW
740 230V 00-36-649 522932 / Scheda tecnica apparecchio**

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

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 38 79 98 100 83

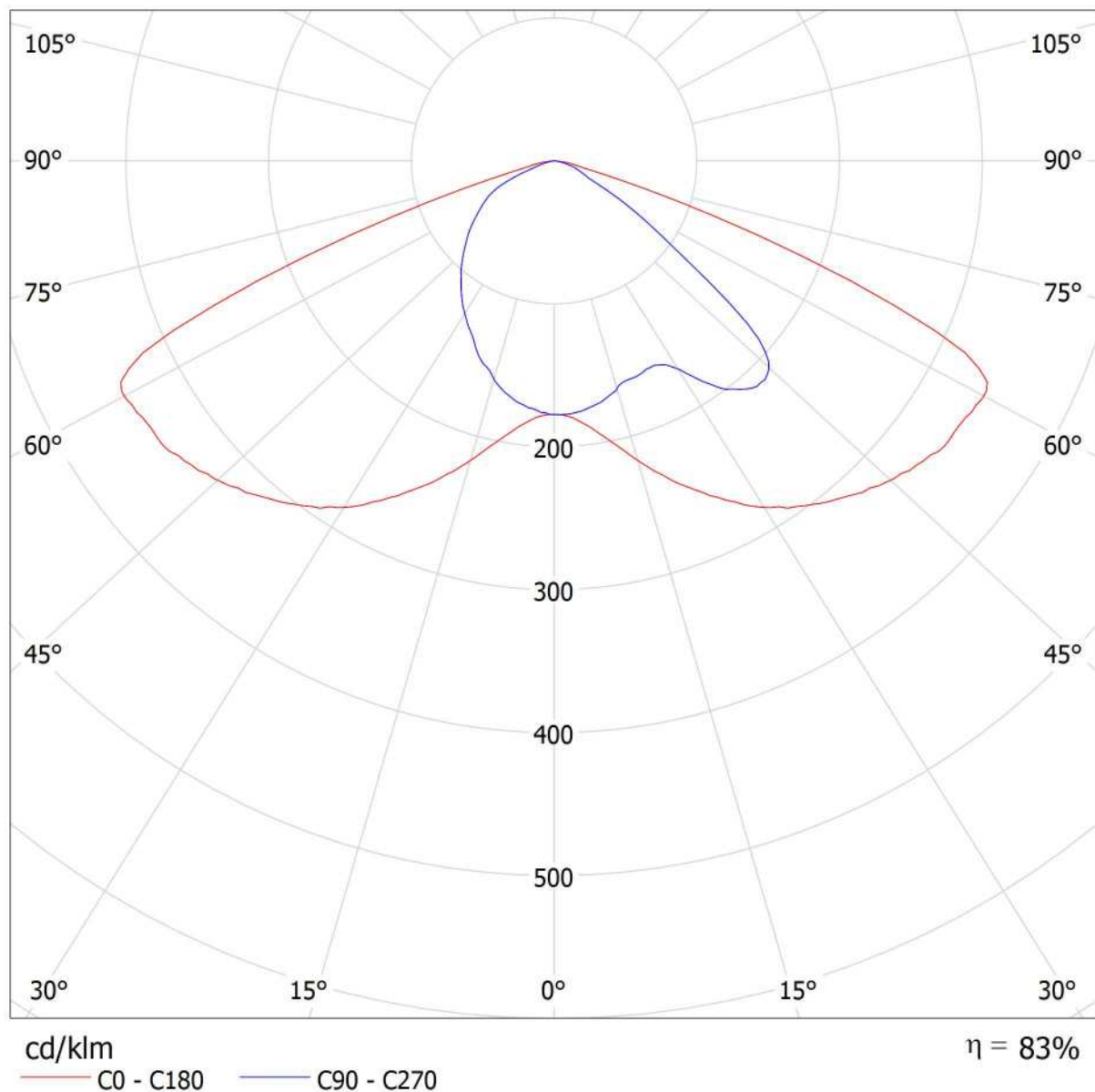
A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limiter 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649 522932 / CDL (polare)

Lampada: SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limiter 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649 522932
Lampadine: 1 x 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649

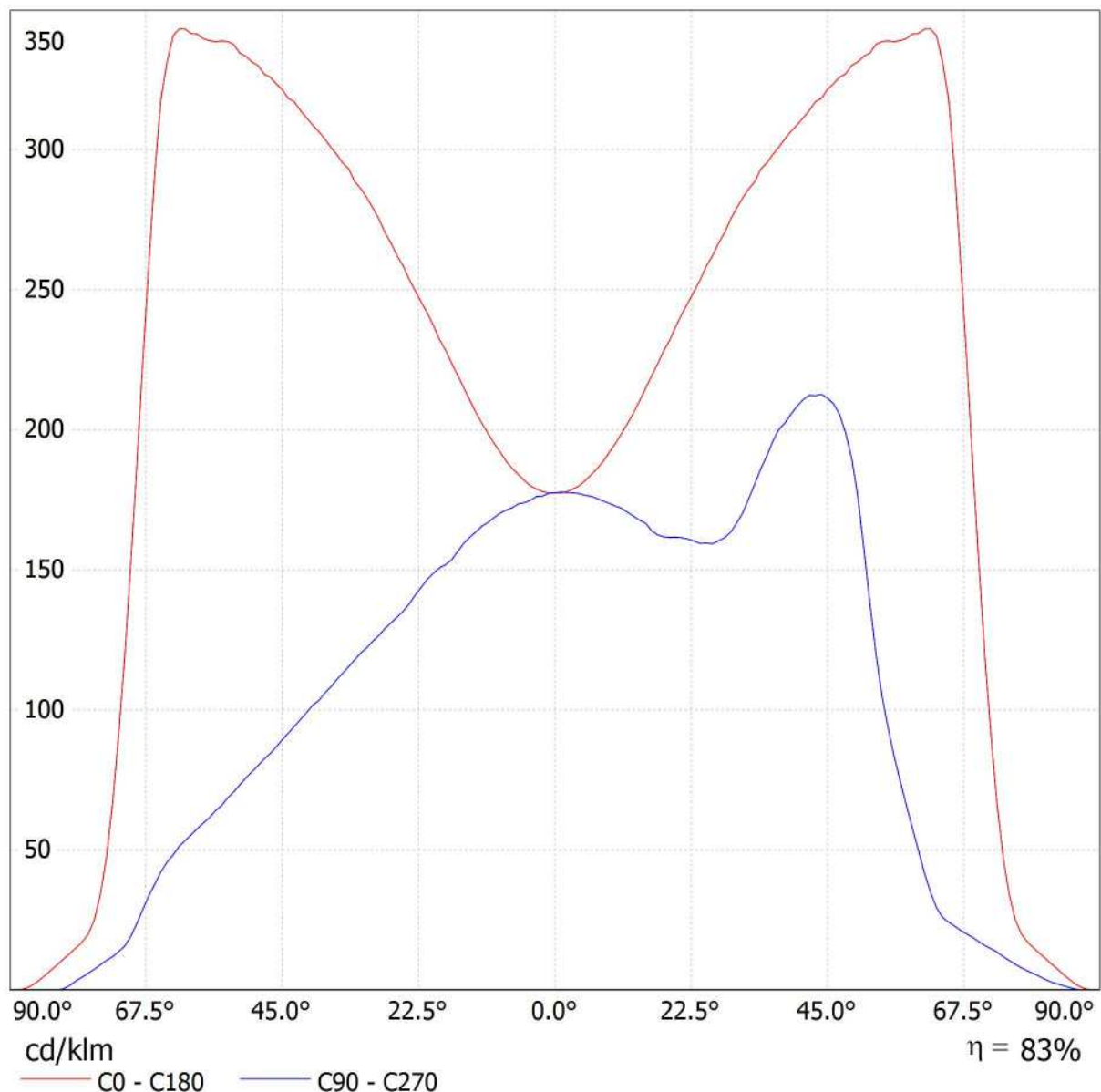




Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limiter 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649 522932 / CDL (lineare)

Lampada: SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limiter 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649 522932
Lampadine: 1 x 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649



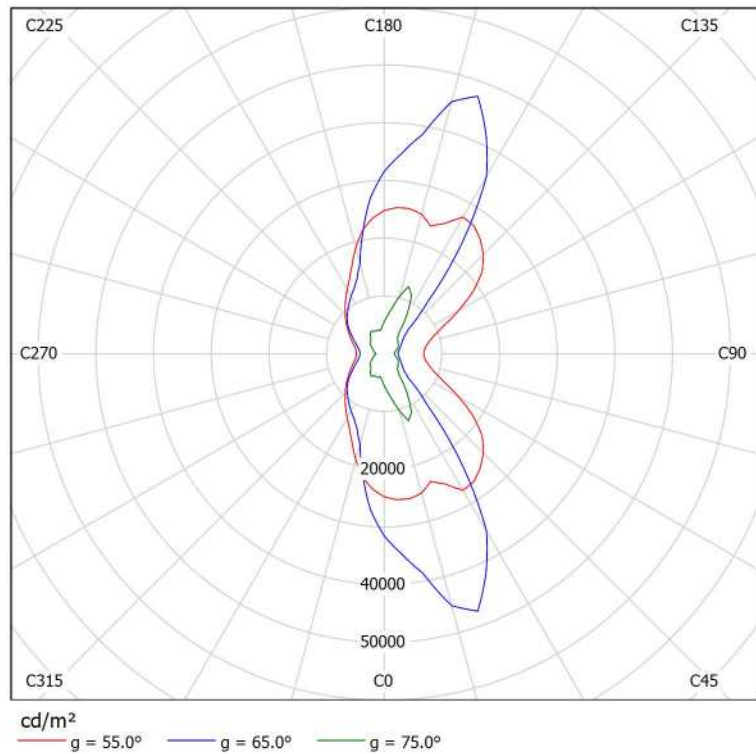
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

**SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limiter 50 LEDs@500mA NW
740 230V 00-36-649 522932 / Scheda tecnica abbagliamento**

Lampada: SCHREDER 522932
TECEO GEN2 2 5305 Flat glass
Glare limiter 50 LEDs@500mA NW
740 230V 00-36-649 522932

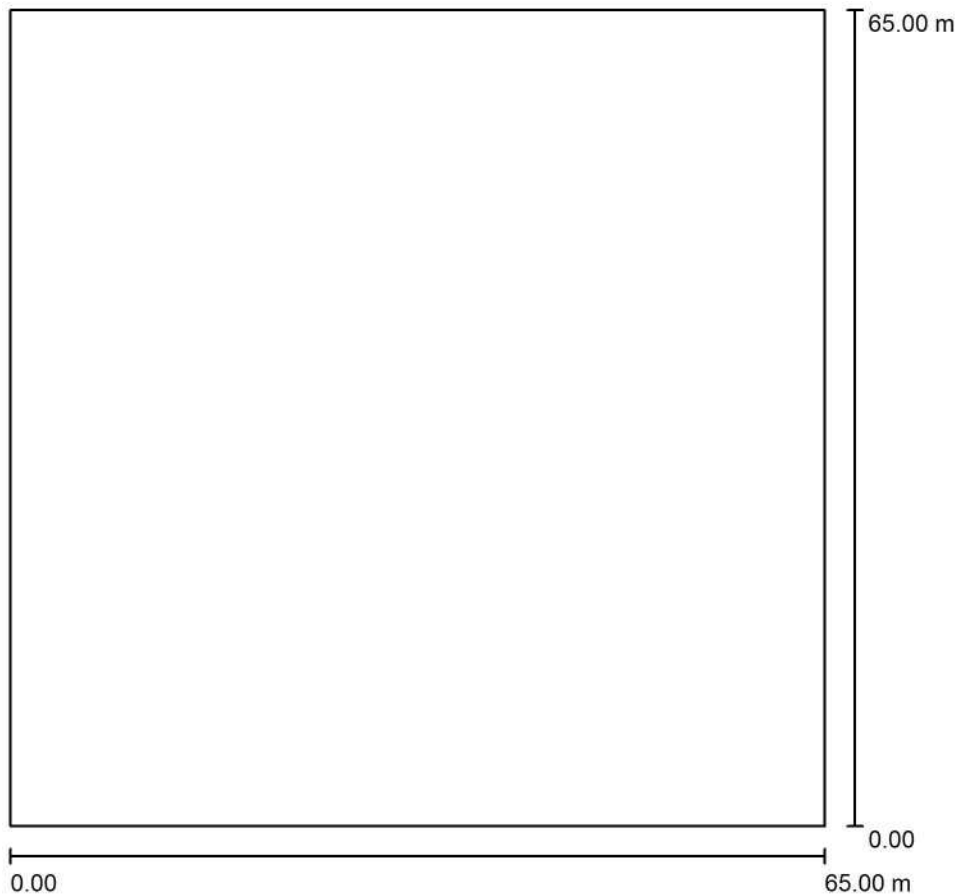
Lampadine: 1 x 50 LEDs@500mA
NW 740 230V 00-36-649

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria Svincolo Baiano / Dati di pianificazione



Fattore di manutenzione: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Scala 1:603

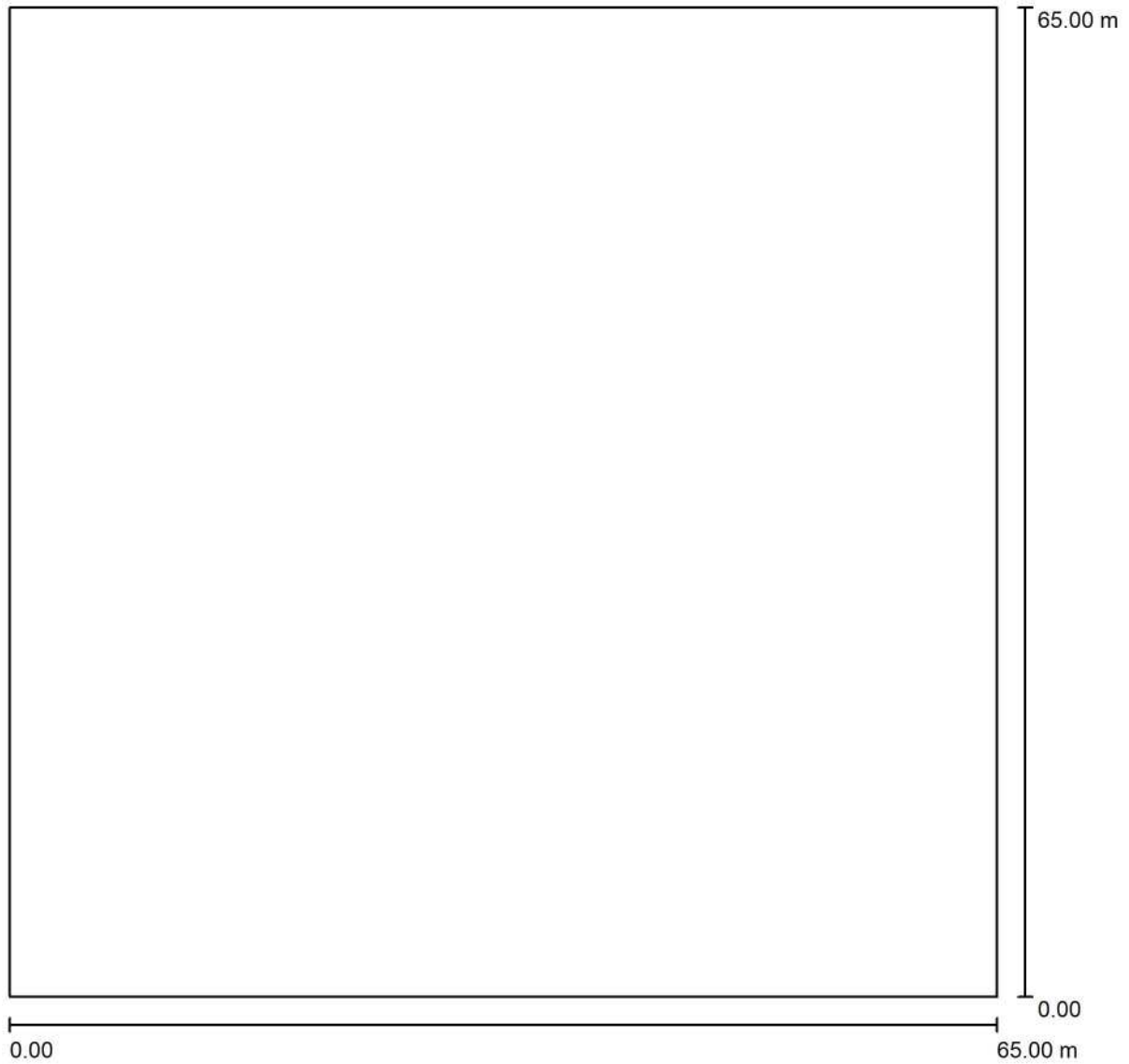
Distinta lampade

| No. | Pezzo | Denominazione (Fattore di correzione) | Φ (Lampada) [lm] | Φ (Lampadine) [lm] | P [W] |
|---------|-------|--|-----------------------|-------------------------|-------|
| 1 | 5 | SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limiter 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649 522932 (1.000) | 10997 | 13250 | 76.0 |
| Totale: | | | 54987 | 66250 | 380.0 |



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria Svincolo Baiano / Planimetria

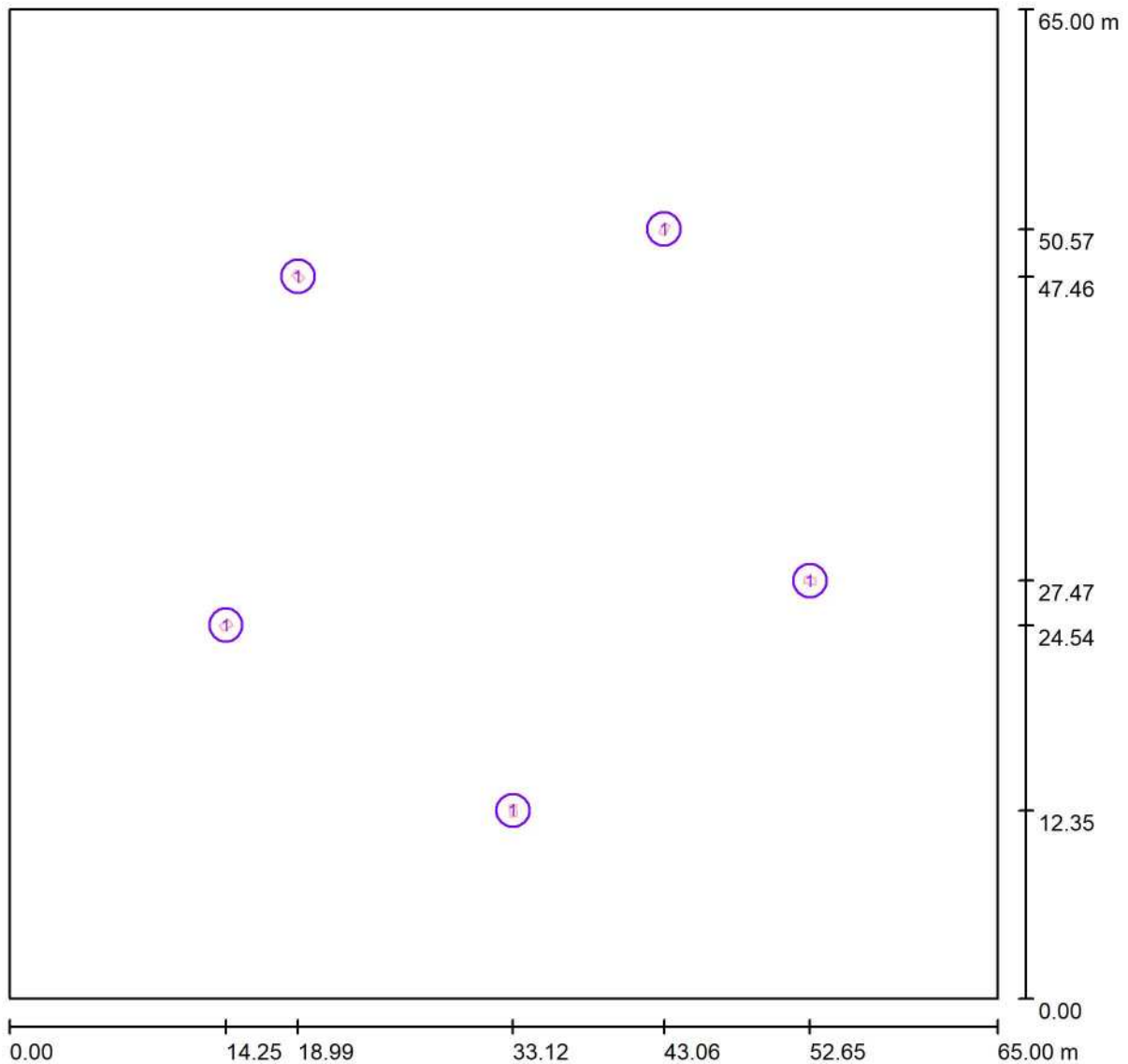


Scala 1 : 465



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Rotatoria Svincolo Baiano / Lampade (planimetria)



Scala 1 : 465

Distinta lampade

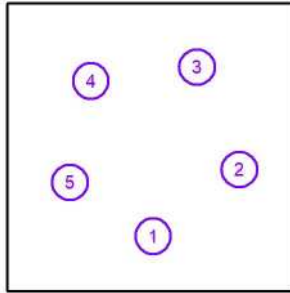
| No. | Pezzo | Denominazione |
|-----|-------|---|
| 1 | 5 | SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limiter 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649 522932 |

Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Rotatoria Svincolo Baiano / Lampade (lista coordinate)

SCHREDER 522932 TECEO GEN2 2 5305 Flat glass Glare limitor 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649 522932

10997 lm, 76.0 W, 1 x 1 x 50 LEDs@500mA NW 740 230V 00-36-649 (Fattore di correzione 1.000).

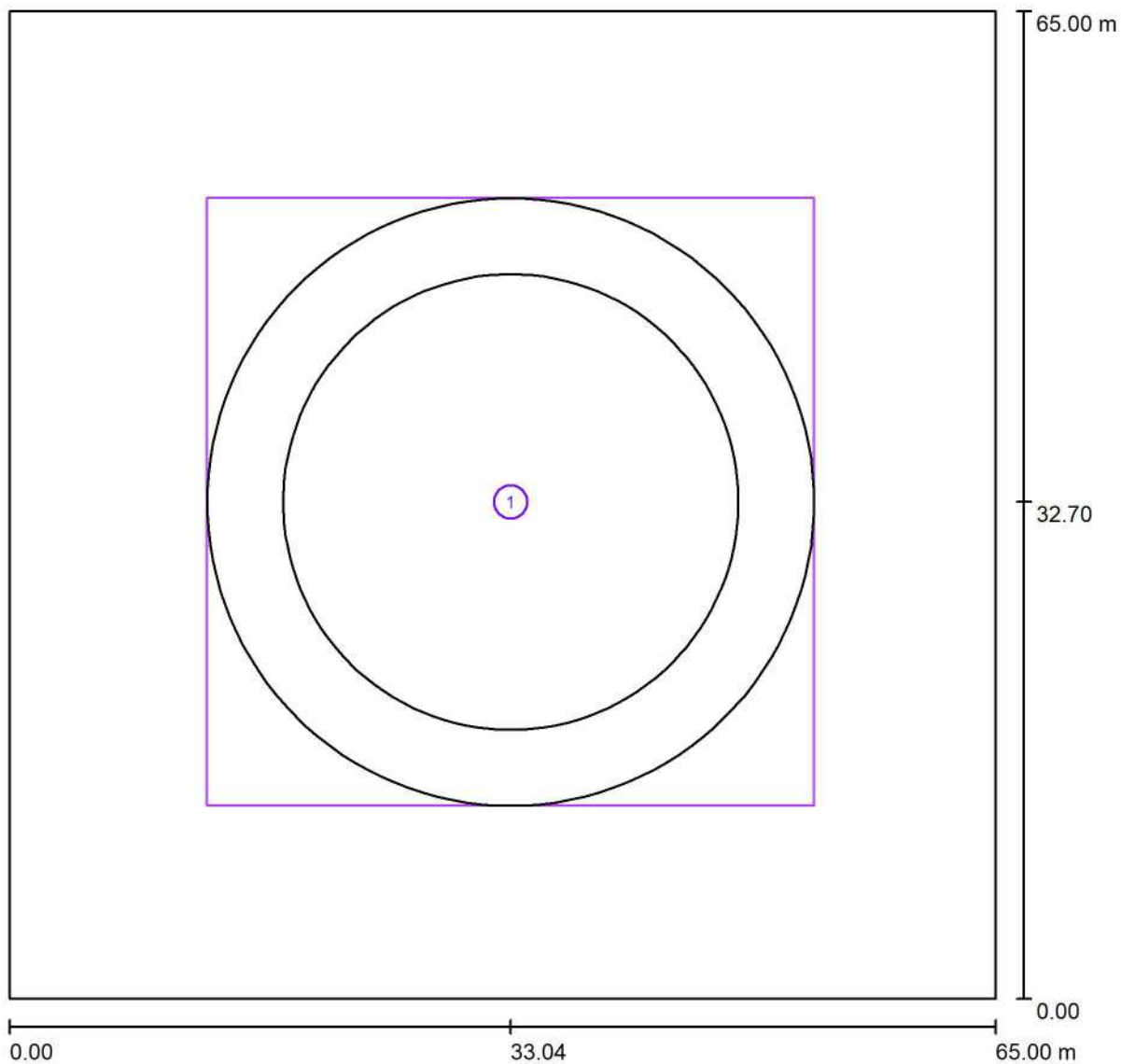


| No. | Posizione [m] | | | Rotazione [°] | | |
|-----|---------------|--------|-------|---------------|-----|--------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 33.118 | 12.346 | 8.000 | 0.0 | 0.0 | 5.0 |
| 2 | 52.654 | 27.471 | 8.000 | 0.0 | 0.0 | 80.0 |
| 3 | 43.063 | 50.570 | 8.000 | 0.0 | 0.0 | 155.0 |
| 4 | 18.987 | 47.458 | 8.000 | 0.0 | 0.0 | -135.0 |
| 5 | 14.246 | 24.541 | 8.000 | 0.0 | 0.0 | -60.0 |



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Rotatoria Svincolo Baiano / Griglia di calcolo (lista coordinate)



Scala 1 : 465

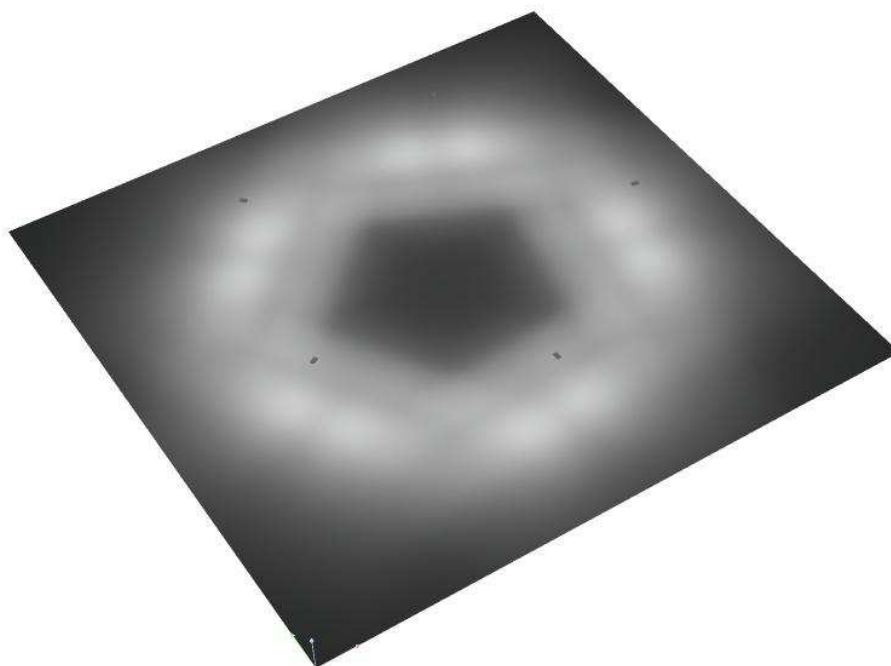
Liste delle griglie di calcolo

| No. | Denominazione | Posizione [m] | | | Dimensioni [m] | | Rotazione [°] | | |
|-----|---------------|---------------|--------|-------|----------------|--------|---------------|-----|-----|
| | | X | Y | Z | L | P | X | Y | Z |
| 1 | Rotatoria | 33.036 | 32.703 | 0.000 | 40.000 | 40.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

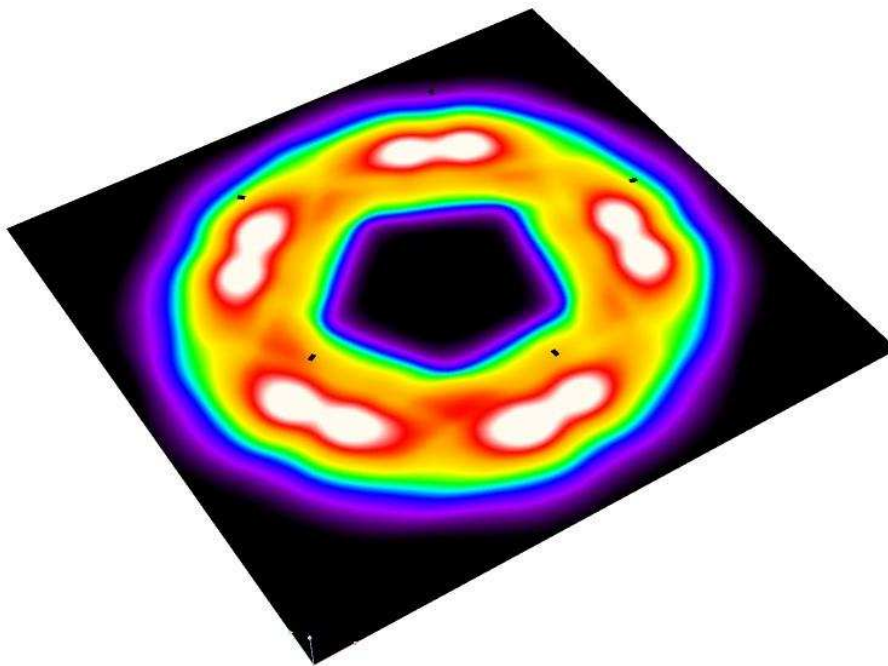
Rotatoria Svincolo Baiano / Rendering 3D





Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria Svincolo Baiano / Rendering colori sfalsati

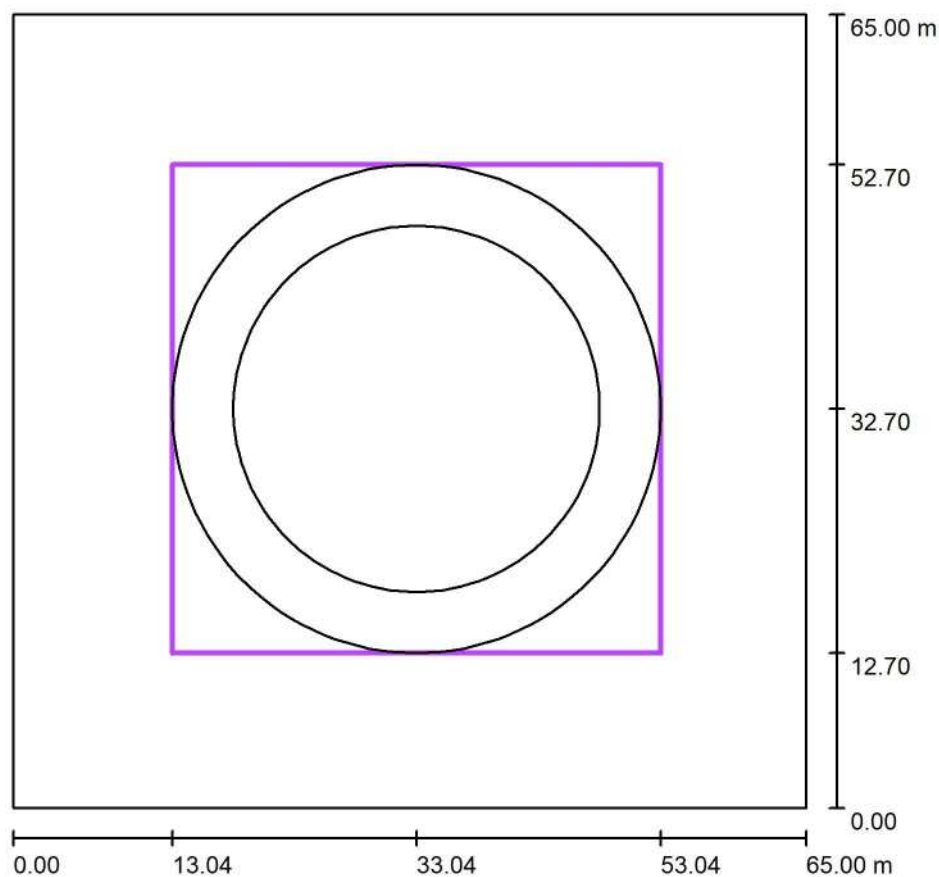


2 5 8 10 12 15 20 25 30

lx

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Rotatoria Svincolo Baiano / Rotatoria / Riepilogo



Scala 1 : 620

Posizione: (33.036 m, 32.703 m, 0.000 m)

Dimensioni: (40.000 m, 40.000 m)

Rotazione: (0.0°, 0.0°, 0.0°)

Tipo: Radiale, Reticolo: 13 x 3 Punti

Panoramica risultati

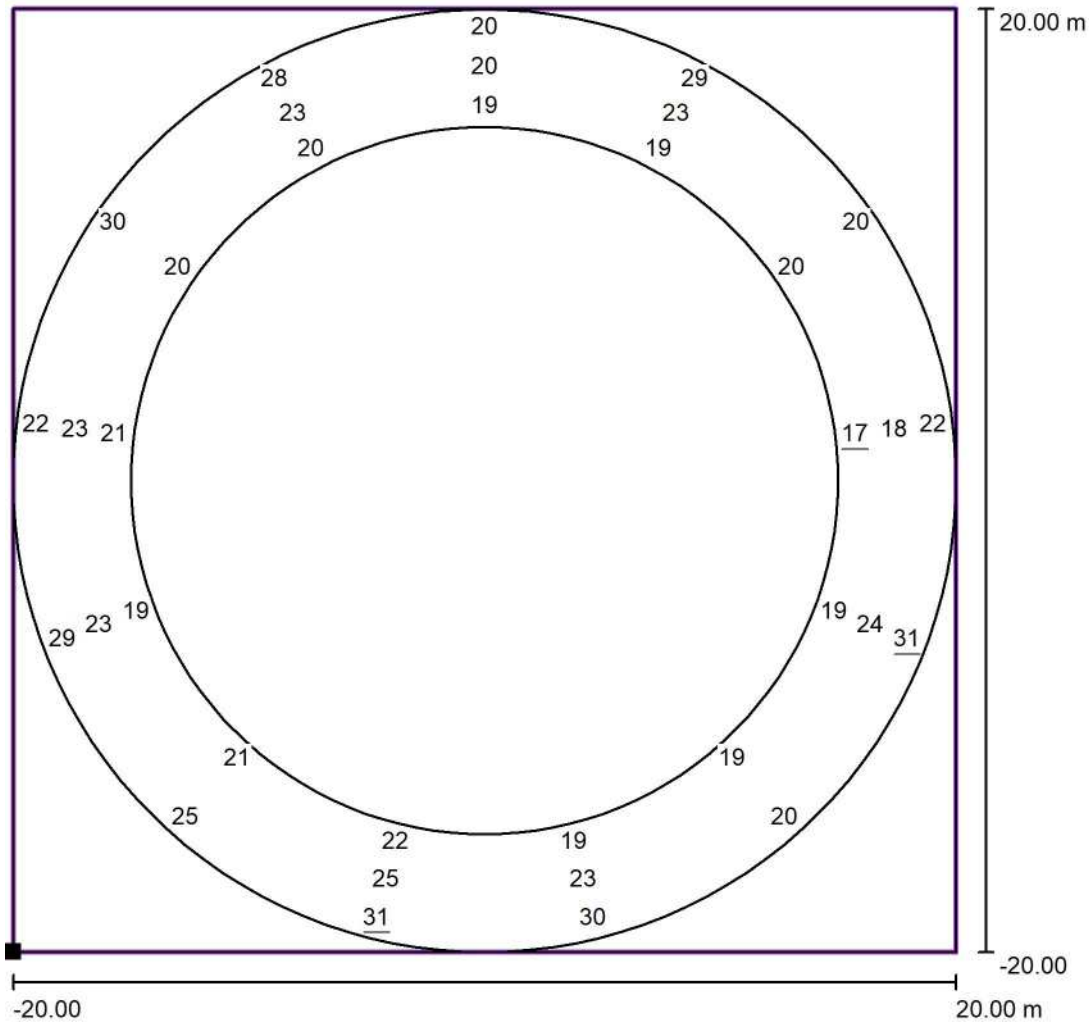
| No. | Tipo | E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} | E_h m/ E_m | H [m] | Fotocamera |
|-----|----------------|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------|------------|
| 1 | perpendicolare | 23 | 17 | 31 | 0.76 | 0.55 | / | 0.000 | / |

$E_{h\ m}/E_m$ = Rapporto tra illuminamento centrale orizzontale e verticale, H = Altezza di misurazione



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

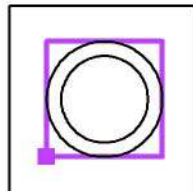
Rotatoria Svincolo Baiano / Rotatoria / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 321

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella
 scena esterna:
 Punto contrassegnato: (13.036 m,
 12.703 m, 0.000 m)

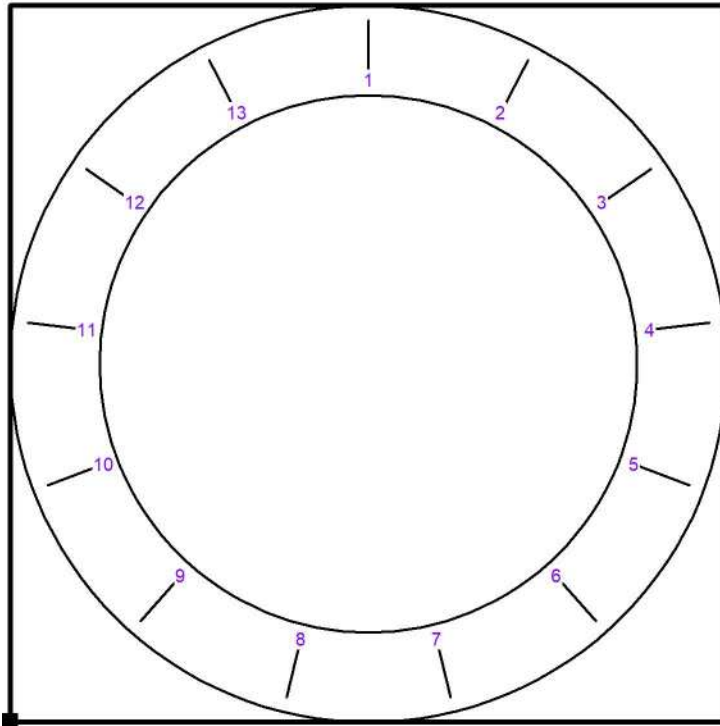


Reticolo: 13 x 3 Punti

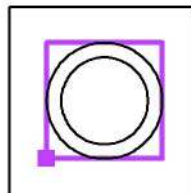
| | | | | |
|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} |
| 23 | 17 | 31 | 0.76 | 0.55 |

Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Rotatoria Svincolo Baiano / Rotatoria / Tabella radiale (E, perpendicolare)



Posizione della superficie nella
 scena esterna:
 Punto contrassegnato: (13.036 m,
 12.703 m, 0.000 m)

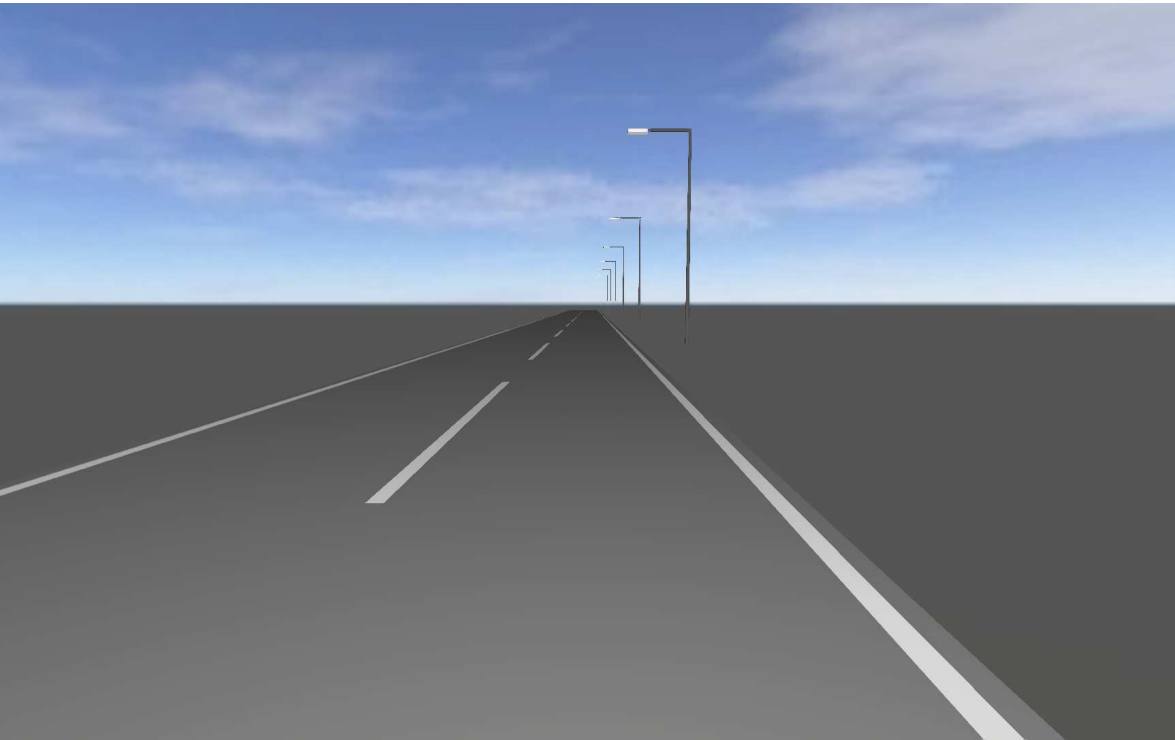


| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| III | 20 | 29 | 20 | 22 | <u>31</u> | 20 | 30 | <u>31</u> | 25 | 29 | 22 | 30 | 28 |
| II | 20 | 23 | 21 | 18 | 24 | 21 | 23 | 25 | 22 | 23 | 23 | 24 | 23 |
| I | 19 | 19 | 20 | <u>17</u> | 19 | 19 | 19 | 22 | 21 | 19 | 21 | 20 | 20 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |

Valori in Lux. Rispettivamente dall'interno (I) all'esterno (III).
 Distanza punti della griglia trasversali al senso di marcia: 1.667 m
 Distanza punti della griglia in senso di marcia: 7.250 m
 La distanza dei punti della griglia in senso di marcia viene misurata sul bordo interno della pista.

Reticolo: 13 x 3 Punti

| | | | | |
|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| E_m [lx] | E_{min} [lx] | E_{max} [lx] | E_{min} / E_m | E_{min} / E_{max} |
| 23 | 17 | 31 | 0.76 | 0.55 |



S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"

Illuminazione svincoli

Contenuto

| | |
|---------------------|---|
| Copertina | 1 |
| Contenuto | 2 |
| Descrizione | 3 |
| Lista lampade | 4 |

Scheda prodotto

| | |
|---|---|
| Schröder - TECEO GEN2 2 5304 Flat glass Back light 60 LEDs@700mA NW 740 | 5 |
| 230V 00-36-985 522892 (1x 60 LEDs@700mA NW 740 230V 00-36-985) | |

Strada 1 · Alternativa 1

| | |
|--|----|
| Descrizione | 6 |
| Riepilogo (in direzione EN 13201:2015) | 7 |
| Carreggiata 1 (M2) | 11 |



Descrizione

Lista lampade

 Φ_{totale}

109361 lm

 P_{totale}

910.0 W

Efficienza

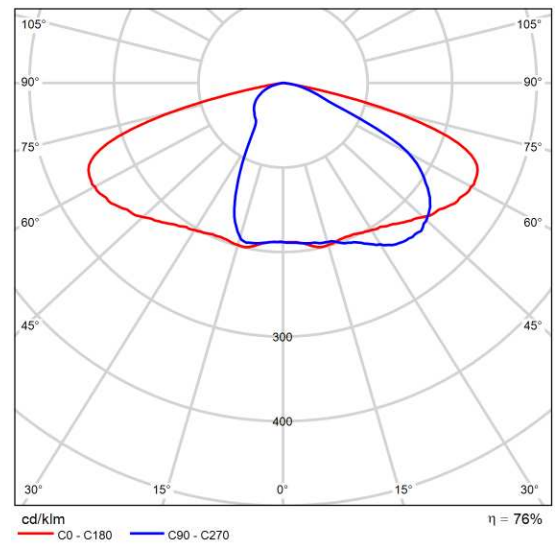
120.2 lm/W

| Pz. | Produttore | Articolo No. | Nome articolo | P | Φ | Efficienza |
|-----|------------|--------------|---|---------|----------|----------------|
| 7 | Schröder | 522892 | TECEO GEN2 2 5304 Flat glass Back light 60 LEDs@700mA NW 740 230V 00-36-985 522892 | 130.0 W | 15623 lm | 120.2 lm/ W |

Scheda tecnica prodotto

Schröder - TECEO GEN2 2 5304 Flat glass Back light 60 LEDs@700mA NW 740 230V 00-36-985
522892

| | |
|---------------------------|------------|
| Articolo No. | 522892 |
| P | 130.0 W |
| $\Phi_{\text{Lampadina}}$ | 20662 lm |
| Φ_{Lampada} | 15623 lm |
| η | 75.61 % |
| Efficienza | 120.2 lm/W |
| CCT | 4000 K |
| CRI | 70 |



CDL polare

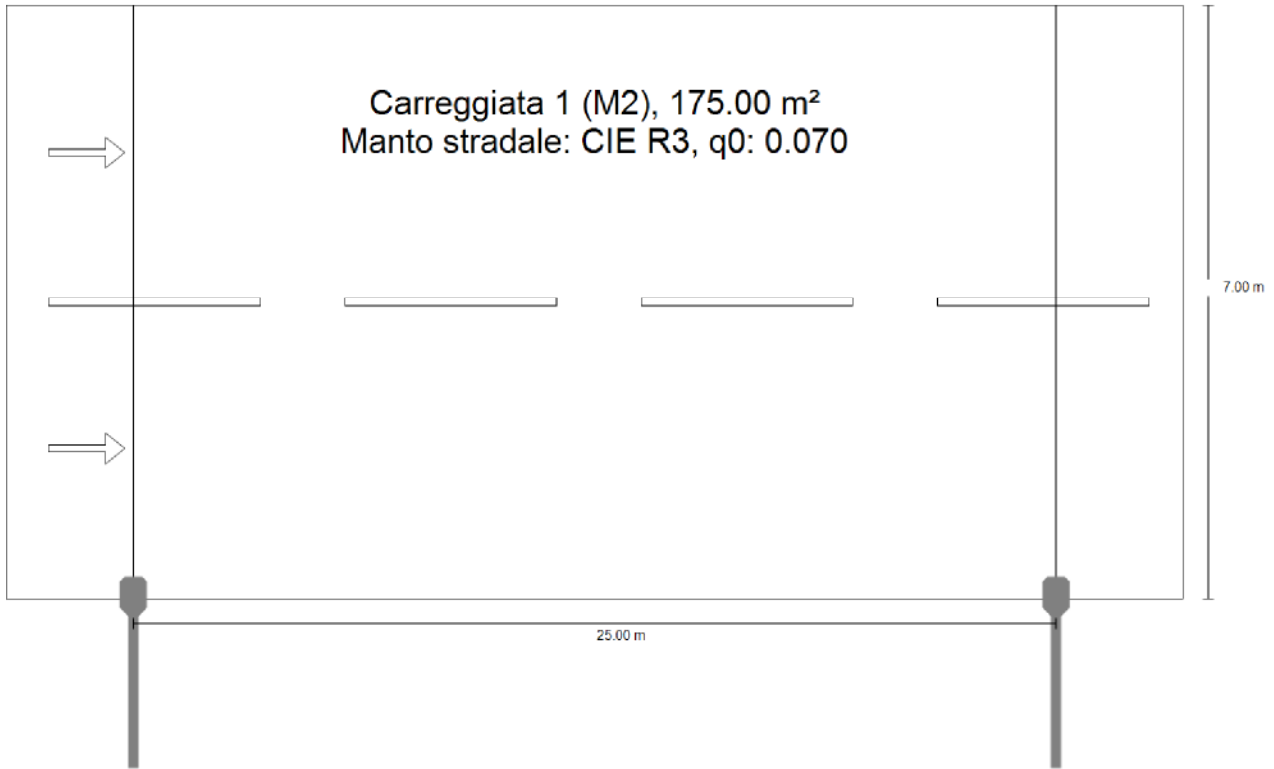


Strada 1

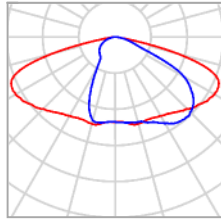
Descrizione

Strada 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



Strada 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

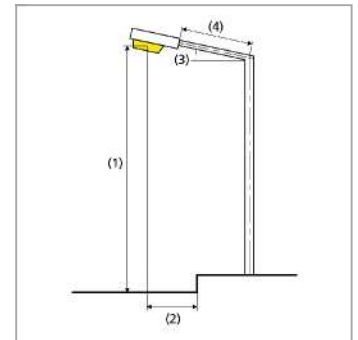
| | | | |
|---------------|--|---------------------------|----------|
| Produttore | Schröder | P | 130.0 W |
| Articolo No. | 522892 | $\Phi_{\text{Lampadina}}$ | 20662 lm |
| Nome articolo | TECEO GEN2 2 5304 Flat glass Back light 60 LEDs@700mA NW 740 230V 00-36-985 522892 | Φ_{Lampada} | 15623 lm |
| Dotazione | 1x 60 LEDs@700mA NW 740 230V 00-36-985 | η | 75.61 % |

Strada 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

TECEO GEN2 2 5304 Flat glass Back light 60 LEDs@700mA NW 740 230V 00-36-985 522892 (su un lato sotto)

| | |
|---|---|
| Distanza pali | 25.000 m |
| (1) Altezza fuochi | 8.000 m |
| (2) Distanza fuochi | 0.000 m |
| (3) Inclinazione braccio | 0.0° |
| (4) Lunghezza braccio | 2.000 m |
| Ore di esercizio annuali | 4000 h: 100.0 %, 130.0 W |
| Consumo | 5200.0 W/km |
| ULR / ULOR | 0.00 / 0.00 |
| Max. intensità luminose Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori. | ≥ 70°: 330 cd/klm ≥ 80°: 42.2 cd/klm ≥ 90°: 0.00 cd/klm |
| Classe intensità luminose I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade. | G*6 |
| Classe indici di abbagliamento | D.5 |
| MF | 0.80 |

**Risultati per i campi di valutazione**

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.80.

| | Unità | Calcolato | Nominale | OK |
|--------------------|----------|------------------------|--------------------------|----|
| Carreggiata 1 (M2) | L_m | 1.92 cd/m ² | ≥ 1.50 cd/m ² | ✓ |
| | U_o | 0.55 | ≥ 0.40 | ✓ |
| | U_l | 0.92 | ≥ 0.70 | ✓ |
| | TI | 10 % | ≤ 10 % | ✓ |
| | R_{Et} | 0.63 | ≥ 0.35 | ✓ |

Strada 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

| | Unità | Calcolato | Consumo |
|---|----------------|-----------------------------|----------------|
| Strada 1 | D _p | 0.024 W/lx*m ² | - |
| TECEO GEN2 2 5304 Flat glass Back light 60 LEDs@700mA NW 740 230V 00-36-985 522892 (su un lato sotto) | D _e | 3.0 kWh/m ² anno | 520.0 kWh/anno |

Strada 1

Carreggiata 1 (M2)

Risultati per campo di valutazione

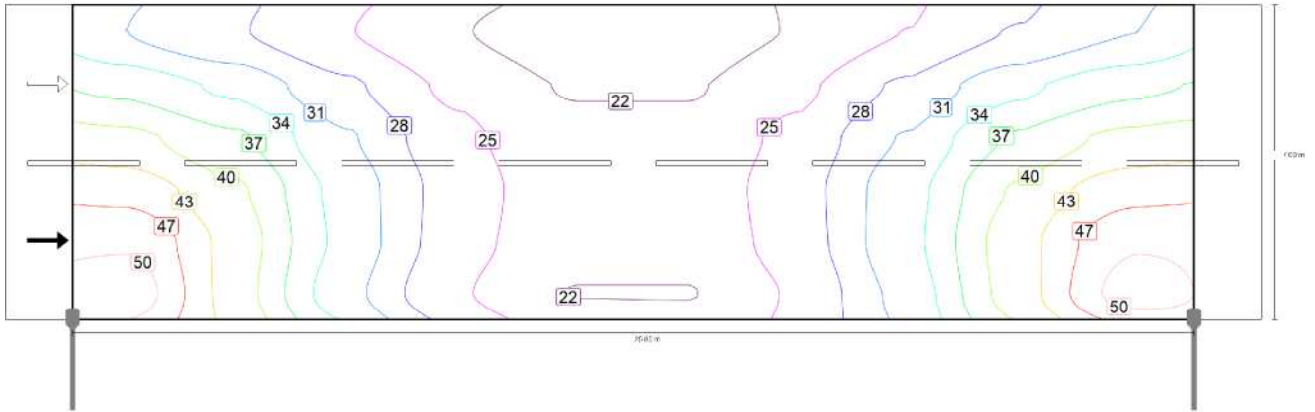
| | Unità | Calcolato | Nominale | OK |
|--------------------|----------|------------------------|--------------------------|----|
| Carreggiata 1 (M2) | L_m | 1.92 cd/m ² | ≥ 1.50 cd/m ² | ✓ |
| | U_o | 0.55 | ≥ 0.40 | ✓ |
| | U_l | 0.92 | ≥ 0.70 | ✓ |
| | TI | 10 % | ≤ 10 % | ✓ |
| | R_{E1} | 0.63 | ≥ 0.35 | ✓ |

Risultati per osservatore

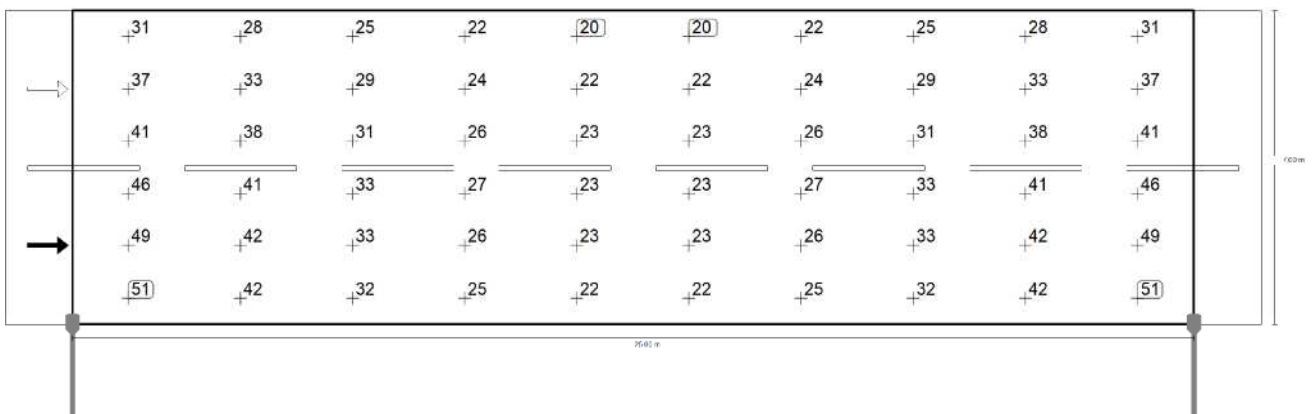
| | Unità | Calcolato | Nominale | OK |
|--|-------|------------------------|--------------------------|----|
| Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 1.750 m, 1.500 m | L_m | 1.92 cd/m ² | ≥ 1.50 cd/m ² | ✓ |
| | U_o | 0.56 | ≥ 0.40 | ✓ |
| | U_l | 0.92 | ≥ 0.70 | ✓ |
| | TI | 10 % | ≤ 10 % | ✓ |
| Osservatore 2 Posizione: -60.000 m, 5.250 m, 1.500 m | L_m | 2.07 cd/m ² | ≥ 1.50 cd/m ² | ✓ |
| | U_o | 0.55 | ≥ 0.40 | ✓ |
| | U_l | 0.92 | ≥ 0.70 | ✓ |
| | TI | 6 % | ≤ 10 % | ✓ |

Strada 1

Carreggiata 1 (M2)



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

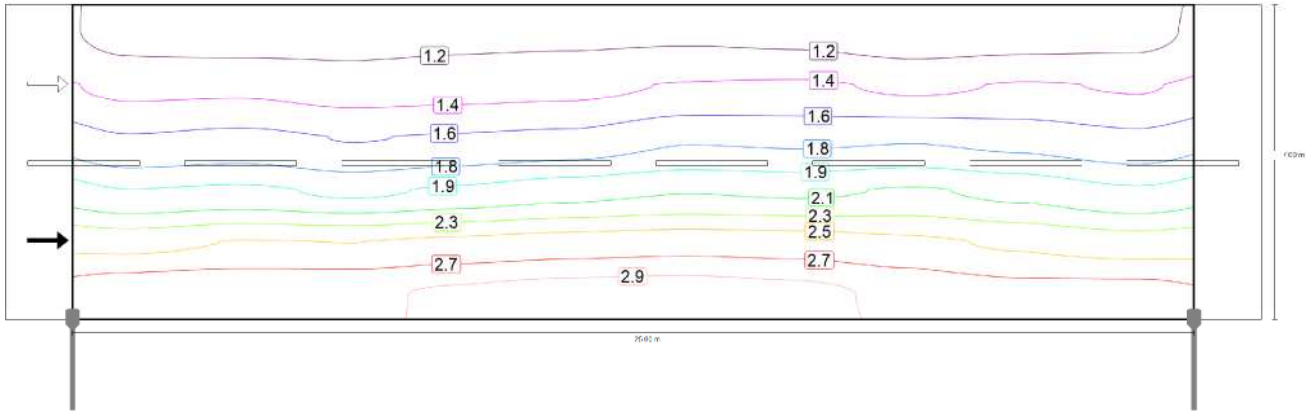
| | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| m | 1.250 | 3.750 | 6.250 | 8.750 | 11.250 | 13.750 | 16.250 | 18.750 | 21.250 | 23.750 |
| 6.417 | 31.06 | 28.25 | 24.95 | 21.93 | 20.21 | 20.21 | 21.93 | 24.95 | 28.25 | 31.06 |
| 5.250 | 36.55 | 33.44 | 28.56 | 24.13 | 21.55 | 21.55 | 24.13 | 28.56 | 33.44 | 36.55 |
| 4.083 | 41.31 | 37.84 | 31.38 | 25.73 | 22.57 | 22.57 | 25.73 | 31.38 | 37.84 | 41.31 |
| 2.917 | 45.65 | 40.87 | 33.03 | 26.57 | 22.96 | 22.96 | 26.57 | 33.03 | 40.87 | 45.65 |
| 1.750 | 49.39 | 42.27 | 33.30 | 26.30 | 22.61 | 22.61 | 26.30 | 33.30 | 42.27 | 49.39 |
| 0.583 | 51.24 | 42.05 | 32.12 | 25.22 | 21.70 | 21.70 | 25.22 | 32.12 | 42.05 | 51.24 |

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

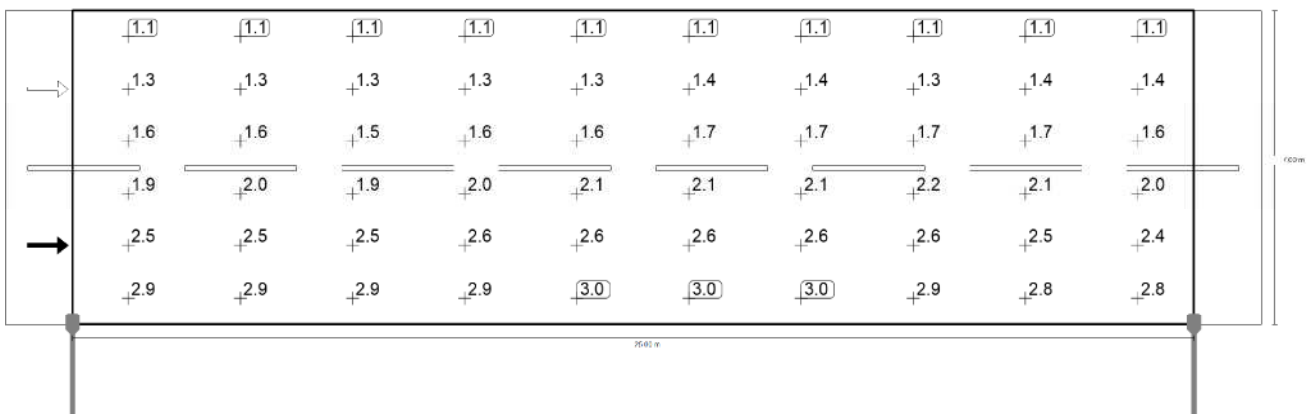
| | E_m | E_{min} | E_{max} | g_1 | g_2 |
|--|---------|-----------|-----------|-------|-------|
| Valore di manutenzione illuminamento orizzontale | 31.5 lx | 20.2 lx | 51.2 lx | 0.64 | 0.39 |

Strada 1

Carreggiata 1 (M2)



Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Curve isolux)



Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Raster dei valori)

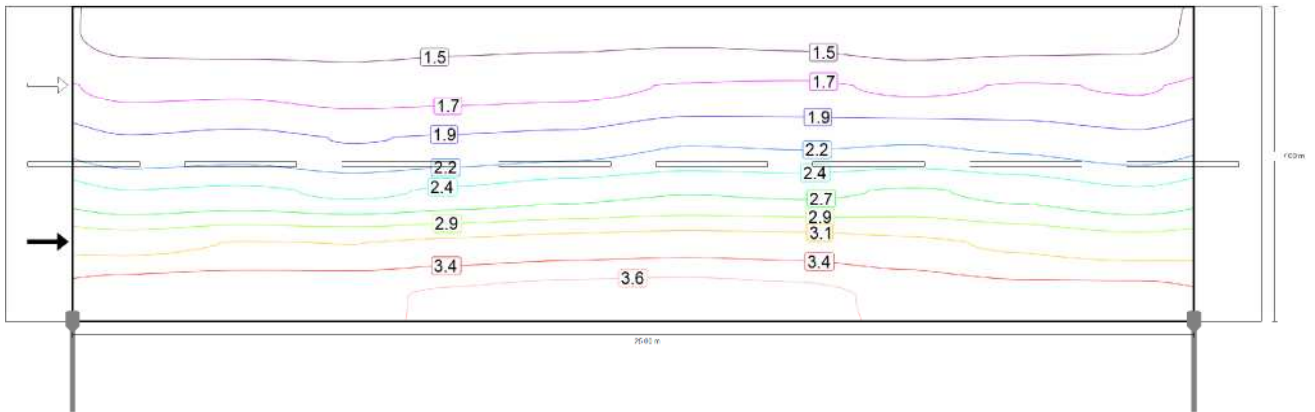
| m | 1.250 | 3.750 | 6.250 | 8.750 | 11.250 | 13.750 | 16.250 | 18.750 | 21.250 | 23.750 |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6.417 | 1.10 | 1.08 | 1.09 | 1.12 | 1.14 | 1.14 | 1.12 | 1.08 | 1.08 | 1.11 |
| 5.250 | 1.32 | 1.33 | 1.28 | 1.30 | 1.32 | 1.38 | 1.39 | 1.33 | 1.38 | 1.35 |
| 4.083 | 1.57 | 1.61 | 1.55 | 1.58 | 1.61 | 1.73 | 1.71 | 1.73 | 1.68 | 1.60 |
| 2.917 | 1.94 | 1.98 | 1.90 | 1.98 | 2.07 | 2.13 | 2.10 | 2.15 | 2.08 | 1.97 |
| 1.750 | 2.46 | 2.53 | 2.52 | 2.56 | 2.61 | 2.64 | 2.62 | 2.56 | 2.49 | 2.42 |
| 0.583 | 2.85 | 2.88 | 2.88 | 2.93 | 2.99 | 3.00 | 2.96 | 2.86 | 2.79 | 2.79 |

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Tabella valori)

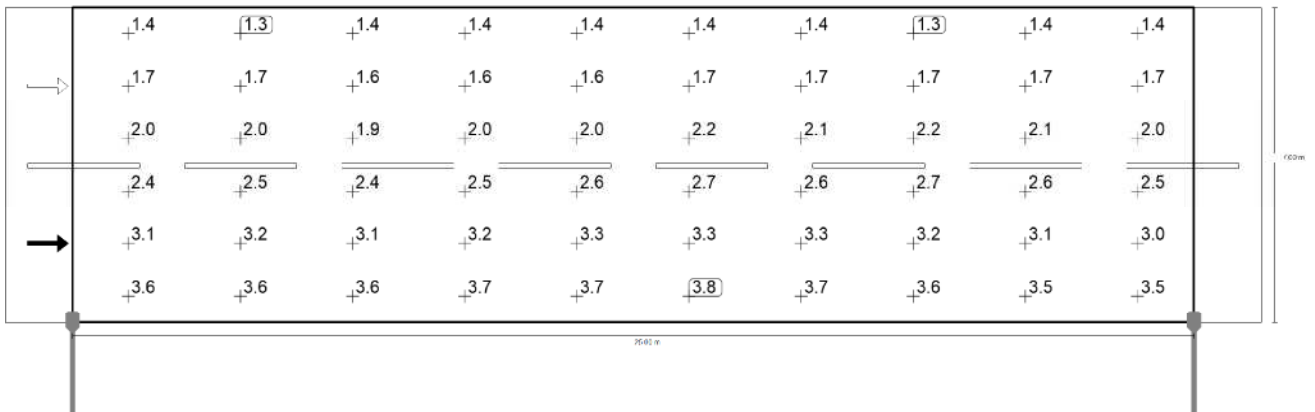
| | L _m | L _{min} | L _{max} | g ₁ | g ₂ |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta | 1.92 cd/m ² | 1.08 cd/m ² | 3.00 cd/m ² | 0.56 | 0.36 |

Strada 1

Carreggiata 1 (M2)



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Curve isolux)



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Raster dei valori)

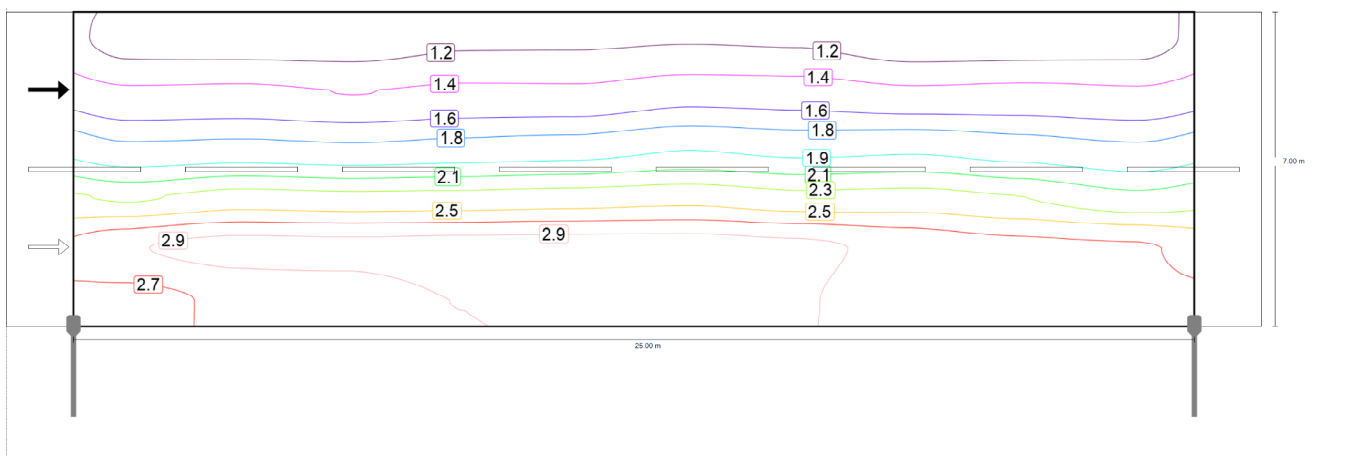
Strada 1

Carreggiata 1 (M2)

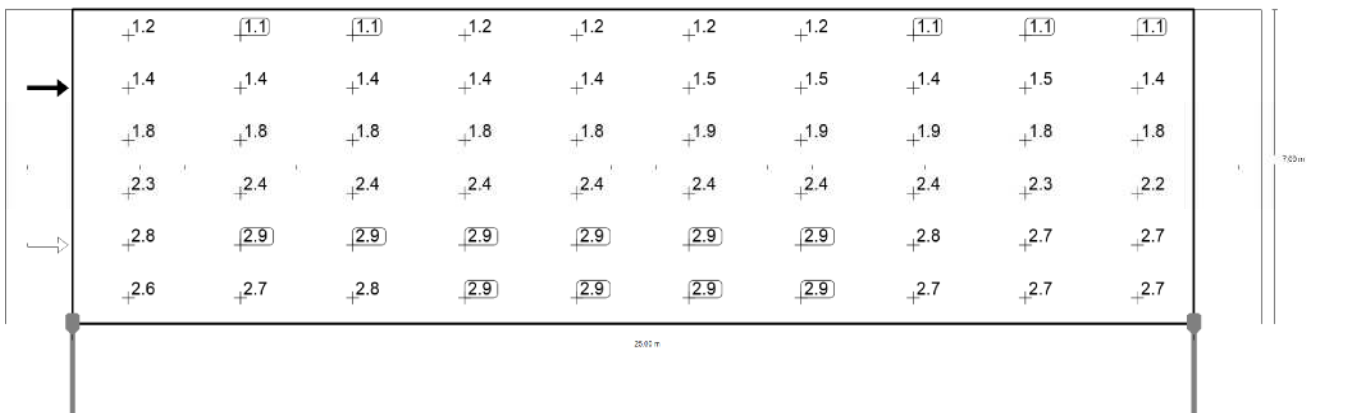
| | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| m | 1.250 | 3.750 | 6.250 | 8.750 | 11.250 | 13.750 | 16.250 | 18.750 | 21.250 | 23.750 |
| 6.417 | 1.38 | 1.35 | 1.37 | 1.41 | 1.42 | 1.43 | 1.40 | 1.35 | 1.35 | 1.38 |
| 5.250 | 1.65 | 1.66 | 1.60 | 1.62 | 1.65 | 1.72 | 1.74 | 1.66 | 1.72 | 1.69 |
| 4.083 | 1.96 | 2.02 | 1.94 | 1.97 | 2.01 | 2.16 | 2.14 | 2.17 | 2.10 | 2.00 |
| 2.917 | 2.43 | 2.48 | 2.38 | 2.47 | 2.58 | 2.66 | 2.63 | 2.69 | 2.60 | 2.46 |
| 1.750 | 3.07 | 3.16 | 3.15 | 3.21 | 3.26 | 3.30 | 3.27 | 3.20 | 3.11 | 3.02 |
| 0.583 | 3.57 | 3.59 | 3.60 | 3.67 | 3.73 | 3.75 | 3.70 | 3.58 | 3.48 | 3.48 |

Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Tabella valori)

| | L _m | L _{min} | L _{max} | g ₁ | g ₂ |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione | 2.41 cd/m ² | 1.35 cd/m ² | 3.75 cd/m ² | 0.56 | 0.36 |



Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Curve isolux)



Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Raster dei valori)

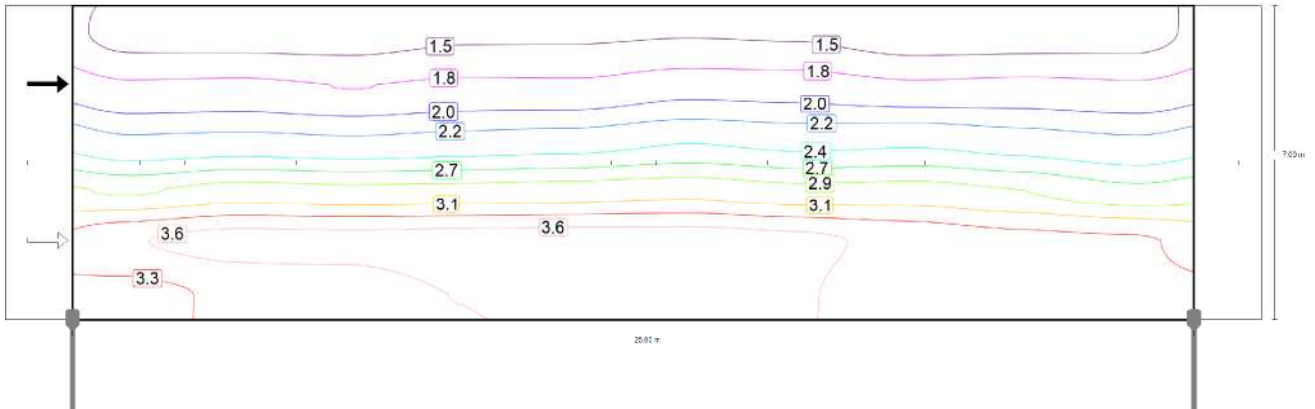
Strada 1

Carreggiata 1 (M2)

| | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| m | 1.250 | 3.750 | 6.250 | 8.750 | 11.250 | 13.750 | 16.250 | 18.750 | 21.250 | 23.750 |
| 6.417 | 1.15 | 1.14 | 1.15 | 1.20 | 1.20 | 1.21 | 1.20 | 1.13 | 1.13 | 1.15 |
| 5.250 | 1.43 | 1.44 | 1.40 | 1.44 | 1.44 | 1.52 | 1.50 | 1.43 | 1.45 | 1.43 |
| 4.083 | 1.78 | 1.80 | 1.77 | 1.81 | 1.84 | 1.93 | 1.88 | 1.90 | 1.84 | 1.77 |
| 2.917 | 2.28 | 2.39 | 2.36 | 2.37 | 2.40 | 2.43 | 2.36 | 2.38 | 2.31 | 2.17 |
| 1.750 | 2.83 | 2.92 | 2.91 | 2.93 | 2.94 | 2.94 | 2.89 | 2.80 | 2.72 | 2.69 |
| 0.583 | 2.62 | 2.70 | 2.76 | 2.86 | 2.91 | 2.92 | 2.87 | 2.75 | 2.68 | 2.70 |

Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Tabella valori)

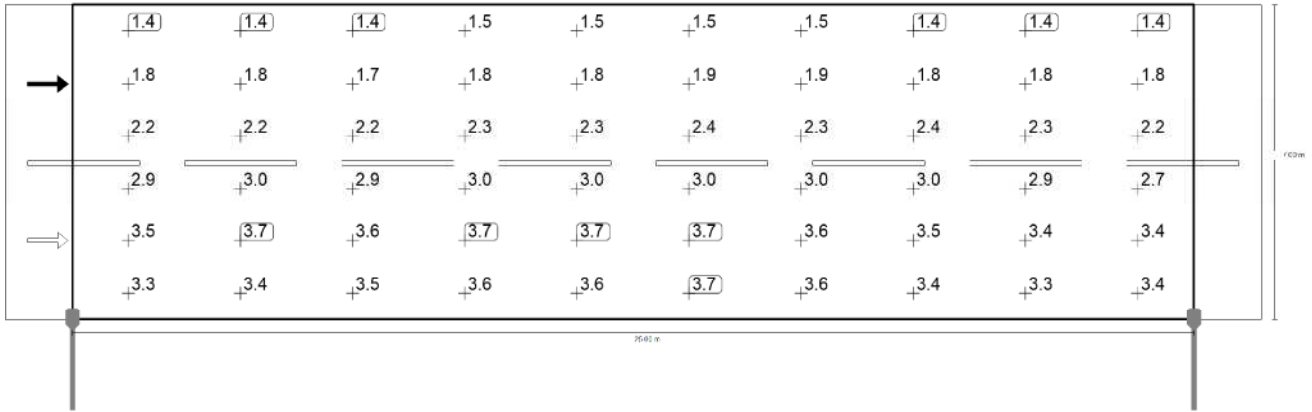
| | L _m | L _{min} | L _{max} | g ₁ | g ₂ |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta | 2.07 cd/m ² | 1.13 cd/m ² | 2.94 cd/m ² | 0.55 | 0.38 |



Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Curve isolux)

Strada 1

Carreggiata 1 (M2)



Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Raster dei valori)

| | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| m | 1.250 | 3.750 | 6.250 | 8.750 | 11.250 | 13.750 | 16.250 | 18.750 | 21.250 | 23.750 |
| 6.417 | 1.44 | 1.43 | 1.44 | 1.50 | 1.50 | 1.52 | 1.50 | 1.41 | 1.42 | 1.44 |
| 5.250 | 1.79 | 1.81 | 1.75 | 1.81 | 1.80 | 1.90 | 1.88 | 1.79 | 1.82 | 1.78 |
| 4.083 | 2.22 | 2.25 | 2.21 | 2.26 | 2.30 | 2.41 | 2.34 | 2.38 | 2.29 | 2.21 |
| 2.917 | 2.85 | 2.98 | 2.94 | 2.96 | 3.00 | 3.04 | 2.95 | 2.98 | 2.88 | 2.72 |
| 1.750 | 3.53 | 3.66 | 3.64 | 3.66 | 3.68 | 3.68 | 3.62 | 3.50 | 3.40 | 3.36 |
| 0.583 | 3.27 | 3.38 | 3.45 | 3.57 | 3.63 | 3.65 | 3.58 | 3.44 | 3.35 | 3.38 |

Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Tabella valori)

| | L_m | L_{min} | L_{max} | g_1 | g_2 |
|--|------------|------------|------------|-------|-------|
| Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione | 2.59 cd/m² | 1.41 cd/m² | 3.68 cd/m² | 0.55 | 0.38 |