

OPERE INFRASTRUTTURALI AREA EX-ALFA ROMEO N8 - VIABILITA' LOTTO A3

RHO - ARESE, MILANO

PROGETTO ESECUTIVO

Committente

Particom Uno S.p.a.

Via Amilcare Ponchielli 7 - 20129 Milano (MI)

J+S SpA

via dei Mestieri 13 - 20863 Concorezzo (MB) Italia
tel. 039 6886381 info@jplus.it www.jplus.it



Progettista

Ing. Matteo Stella

documento
firmato digitalmente

Quadro Revisioni

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	21.10.24	EMISSIONE	EE	MB	MS

Codifica elaborato

Anno	Commessa	Fase progetto	Progetto	Attività	Disciplina	Categoria	Progressivo	Revisione
22	158	PE	N08	IMP	E	RT	002	00

Titolo elaborato

G - Impianti
G01 - Illuminazione ed elettronica
Relazione di calcolo e analisi di
rischio illuminotecnico

Commessa

22-158

Scala

-

Data

21.10.24

**OPERE INFRASTRUTTURALI AREA EX-ALFA ROMEO
N8 – VIABILITÀ LOTTO A3
RHO - ARESE (MI)**

**PROGETTO ESECUTIVO
(ARTICOLO 22 SEZIONE III, ALLEGATO I.7. DLGS 36/2023)**

PARTICOM UNO SPA-VIA AMILCARE PONCHIELLI 7, 20129 MILANO (MI)

RELAZIONE CALCOLO E ANALISI DEL RISCHIO ILLUMINOTECNICO

21/10/2024

EE – MB – MS

22-158

J+S S.p.A.

Via dei Mestieri 13 – Concorezzo (MB) 20863 – Italy

Pec: segreteria@pec.jpius.it

P.IVA & C.F. 02280620960

+39 039 6886381 – info@jpius.it – jpius.it



CONCOREZZO + MILANO

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. NORMATIVE GENERALI	4
3. GRANDEZZE ILLUMINOTECNICHE	5
3.1 ILLUMINAMENTO	5
3.2 LUMINANZA.....	6
3.3 UNIFORMITÀ GLOBALE U0	6
3.4 UNIFORMITÀ LONGITUDINALE UL	6
3.5 INCREMENTO DI SOGLIA TI.....	6
4. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA	6
4.1 PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE.....	6
4.1.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE NORME UNI EN 11248	6
4.1.2 CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE	7
4.1.3 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE ED INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO	8
4.1.4 LIVELLI DI PRESTAZIONE VISIVA.....	11
4.1.5 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO E DI ESERCIZIO	11
4.2 CARATTERISTICHE GENERALI DI UNA BUONA ILLUMINAZIONE	12
4.2.1 INDICE DI ABBAGLIAMENTO DEBILITANTE:.....	12
4.2.2 VISIONE NELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE:	13
5. FATTORE DI MANUTENZIONE.....	14
6. RISPETTO CAM	14
6.1 INTERSEZIONE SU NUOVA VIABILITÀ	15
6.2 IMMISSIONE OVEST ALLA ROTATORIA.....	16
6.3 IMMISSIONE NORD ALLA ROTATORIA.....	16
6.4 MARCIAPIEDI CONTIGUI ALLA ROTATORIA.....	17
6.5 ASSE STRADALE A OVEST DELLA ROTATORIA	17
6.6 ASSE STRADALE A NORD DELLA ROTATORIA	18
6.7 ATTRAVERSAMENTI PEDONALI.....	18
7. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	19
7.1 INTERSEZIONE SU NUOVA VIABILITÀ	19
7.1.1 TIPO DI POSA.....	19
7.2 IMMISSIONE OVEST ALLA ROTATORIA.....	19
7.2.1 TIPO DI POSA.....	20
7.3 IMMISSIONE NORD ALLA ROTATORIA.....	20
7.3.1 TIPO DI POSA.....	20
7.4 MARCIAPIEDI CONTIGUI ALLA ROTATORIA.....	20
7.4.1 TIPO DI POSA.....	21
7.5 ASSE STRADALE A OVEST DELLA ROTATORIA	21
7.5.1 TIPO DI POSA.....	21
7.6 ASSE STRADALE A NORD DELLA ROTATORIA	21
7.6.1 TIPO DI POSA.....	22

7.7 ATTRAVERSAMENTI PEDONALI	22
7.7.1 TIPO DI POSA	22
8. ALLEGATI	22

ALLEGATO 1 CALCOLO STRUTTURALE PLINTI

1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	25
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	27
3. MATERIALI	28
3.1 DURABILITA' DEI MATERIALI.....	28
3.2 CALCESTRUZZO.....	30
3.3 ACCIAIO.....	30
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	30
5. CRITERI DI CALCOLO	31
5.1 CODICI DI CALCOLO	31
5.2 CONVENZIONI GENERALI	31
6. MODELLO DI CALCOLO E ANALISI DEI CARICHI	32
7. COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	35
7.1 COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA E COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE.....	36
8. RISULTATI DELLE ANALISI	37
9. VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE	38

ALLEGATO 2 CALCOLO VERIFICA ILLUMINOTECNICA

1. PREMESSA

Il presente documento illustra le opere necessarie alla realizzazione degli impianti relativi all'adeguamento dell'interconnessione delle strade SP300-SP119 nel comune di Lainate (MI) e Rho (MI) nell'ambito delle opere infrastrutturali previste relative all'atto integrativo dell'Accordo di Programma (di seguito AdP) per la ripermetrazione, riqualificazione e reindustrializzazione dell'area ex FIAT Alfa-Romeo nei Comuni di Lainate, Arese e Garbagnate.

Oggetto del presente progetto definitivo è il seguente intervento:

- **Intervento N8 – Viabilità lotto A3**

L'impianto trarrà origine da un unico punto di consegna in BT preventivamente concordato con i seguenti enti preposti:

- Ente erogatore energia elettrica locale
- Ente locale addetto all'esercizio e manutenzione degli impianti di illuminazione esterna

Dal quadro elettrico QE_1 verranno derivate le linee che, comandate da un sistema crepuscolare/astronomico, alimenteranno l'impianto installato sul territorio.

In corrispondenza del punto di consegna sarà collocato il quadro elettrico di comando e protezione dell'impianto che andrà a illuminare il tratto stradale oggetto di studio.

Limitatamente all'asse stradale di Viale Alfa Romeo (tratto esistente soggetto ad ampliamento della piattaforma stradale) parte dell'impianto sarà alimentato mediante riconnessione alla rete elettrica esistente, attraverso punto di allaccio da concordare in fase esecutiva con Ente fornitore dell'energia.

Per il dettaglio relativo alla fornitura di nuovi punti luce (comprensivi di struttura di posa completa di palo in lamiera, plinto in CLS e sbraccio) e degli apparati esistenti soggetti a semplice sostituzione del corpo illuminante si rimanda a specifico elaborato grafico.

Le predisposizioni impiantistiche comprendono anche l'esecuzione delle opere civili a corredo e la fornitura e posa in opera dei materiali necessari alla realizzazione delle stesse.

NOTE GENERALI:

Le indicazioni ai tipi e marche commerciali dei materiali, riportate negli elaborati grafici e nei documenti di progetto in genere, sono da intendere solo come dichiarazione di caratteristiche tecniche. Sono ammessi altri tipi e marche purché equivalenti ed approvati dalla D.L. competente alla gestione dell'appalto.

2. NORMATIVE GENERALI

- UNI 11248:2016 – Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche e s.m.i.
- UNI EN 13201-2:2016 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali e s.m.i.
- L.R. 17/2008 e s.m.i.
- L.R. n° 38/200
- L.R. n° 31/2015
- DM 37/08 e s.m.i.
- DM 14 settembre 2005 adozione della norma UNI 11095
- L 186/68
- CIE Raccomandazioni CIE

Relazione calcolo e analisi del rischio illuminotecnico

- Norma CEI 64-8/714 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua ed in particolare la Sezione 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno
- Norme UNI EN 40 Pali per illuminazione
- D.lgs 81 del 09.04.2008 "Attuazione degli Artt. Del 03.08.2007, n° 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

Gli impianti ed i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte e specificatamente:

• CEI 11.17	:	"Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica "
• CEI 16.3	:	"Principi fondamentali e di sicurezza per interfaccia uomo – macchina, la marcatura e l'identificazione principe di codifica per gl'indicatori e per gli attuatori"
• CEI 17.6	:	"Apparecchiature prefabbricate con involucro in metallo per tensioni da 1kV a 52kV"
• CEI 17.11	:	"Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra, sezionatori e unità combinate con fusibili"
• CEI 17.113	:	"Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra a bassa tensione (Quadro B.T. tipo AS e ANS)"
• CEI 11.13-3	:	"Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra a bassa tensione destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accessi al loro uso – Quadri di distribuzione ASD"
• CEI 20.22.2	:	"Prove di incendio su cavi elettrici"
• CEI 20.35	:	"Cavi non propaganti la fiamma"
• CEI 20.38	:	"Cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi o gas tossici"
• CEI 20.8	:	"Tubazioni in PVC"

ed in particolare saranno rispettati gli specifici articoli delle Norme CEI 64.8 / 64.8 Sez. 714

Si sottolinea che tutti i nuovi cavi previsti per l'opera in oggetto dovranno essere rispondenti al CPR (regolamento prodotti da costruzione UE 305/11), dotati di marcatura CE e provvisti di Dichiarazione di Performance (DoP).

In particolare, per l'opera in oggetto le tipologie di cavi ammesse per gli impianti entro locali tecnici collocati all'aperto e per gli impianti all'aperto (es.: illuminazione esterna) sono: cavi con classe di reazione al fuoco Cca - s3, d1, a3.

3. GRANDEZZE ILLUMINOTECNICHE

3.1 ILLUMINAMENTO

Esprime l'entità della luce che investe una certa superficie. Si definisce illuminamento (E) il rapporto tra il flusso luminoso che incide su di una superficie e l'area dell'elemento presa in esame. L'unità di misura dell'illuminamento è il lux [lm/m²].

3.2 LUMINANZA

Esprime l'entità della luce emessa da una sorgente di dimensioni estese (primaria o secondaria) nella direzione dell'osservatore. La luminanza delle corsie di traffico è funzione dell'illuminazione della superficie stradale, delle proprietà riflettenti della superficie stradale e della condizione geometriche d'osservazione.

La luminanza media è il valore aritmetico medio delle luminanze di tutti i punti della griglia dell'area di calcolo. Riflette il livello medio di luminanza, percepito dal conducente. Al limite inferiore del livello d'illuminazione, adottata per l'illuminazione stradale, la prestazione del conducente aumenta con l'aumentare della luminanza, in seguito al miglioramento della percezione dei contrasti, aumento dell'acutezza visiva e diminuzione dell'abbagliamento.

L'unità di misura della luminanza è la candela per m^2 [cd/m^2].

3.3 UNIFORMITÀ GLOBALE U_0

L'uniformità può essere riferita alle grandezze luminanza e luminosità e rappresenta il rapporto tra i valori minimi e quelli medi calcolati (o misurati) su tutto il dominio di calcolo (verifica). L'uniformità globale descrive generalmente la fluttuazione della grandezza illuminotecnica lungo una corsia di traffico ed è da considerare come misura dell'idoneità della superficie stradale per fare da sfondo a segnaletica stradale, oggetti e utenti stradali.

3.4 UNIFORMITÀ LONGITUDINALE U_L

L'uniformità longitudinale (U_L) è il rapporto tra la luminanza/illuminamento minima/o e quella massima/o in longitudine lungo la linea mediana di ogni corsia. Il punto dell'osservatore è in linea con i punti di calcolo. L'uniformità longitudinale rappresenta una misura per la percezione dei motivi ricorrenti di strisce chiare e scure sulla strada. Influisce le condizioni di visibilità di tratti stradali lunghi e ininterrotti.

3.5 INCREMENTO DI SOGLIA T_I

L'incremento di soglia (T_I) indica che l'illuminazione stradale, comunque migliorando le condizioni di visibilità, può portare al tempo stesso all'abbagliamento fisiologico, a seconda del tipo di lampada o apparecchio e delle loro caratteristiche geometriche.

4. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

4.1 PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE

4.1.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE NORME UNI EN 11248

Le nuove Norme UNI 11248 (ottobre 2016) forniscono le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificata e definita in modo esaustivo nelle Norme UNI 13201-2 mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

Le Norme si basano, nei loro principi fondamentali, sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici previsti nel rapporto tecnico CEN/TER 13201-1.

A tal fine introducono il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

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

- indicano come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria che le compete;
- forniscono la procedura per la selezione nella categoria illuminotecnica che compete alla zona classificata;
- identificano gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale ed attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- forniscono prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi delle Norme UNI EN 13201-3 e le misurazioni in loco tratte dalle Norme UNI EN 13201-4.

I parametri individuati nelle presenti Norme consentono di identificare una categoria illuminotecnica conoscendo:

- la classe della strada nella zona di studio;
- la geometria della zona di studio;
- l'utilizzazione della zona di studio;
- l'influenza dell'ambiente circostante.

Inoltre consentono di adottare le condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguendo anche **un uso razionale dell'energia e con il contenimento del flusso luminoso disperso**.

4.1.2 CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento

- suddividere la strada in una o più zone di strada con condizioni omogenee dei pari parametri di influenza;
- per ogni zona di studio identificare il tipo di strada;
- nota del tipo di strada individuabile con l'ausilio del prospetto 1 (UNI 11248) la categoria illuminotecnica di riferimento.

Definizione della categoria illuminotecnica di progetto

Nota la categoria illuminotecnica di riferimento, valutare i parametri di influenza nel prospetto 2 (UNI 11248) secondo quanto indicato nel punto 7 (analisi dei rischi) e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare la categoria illuminotecnica di riferimento con quella di progetto o modificarla, seguendo le indicazioni informative dei vari prospetti.

Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio

In base alle considerazioni esposte dal punto 7 (analisi dei rischi) e gli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, in traduzione, se necessario, una o più categorie illuminotecniche d'esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

Il progettista, nell'analisi del rischio, può decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinando direttamente la categoria illuminotecnica di progetto. Per la valutazione dei parametri di influenza ancora seguire le prescrizioni del punto 7 e per la suddivisione in zone di studio ancora attenersi ai criteri esplicitati al punto 8. L'adozione di impianti con le caratteristiche variabili (variazione del flusso luminoso

Relazione calcolo e analisi del rischio illuminotecnico

emesso) purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica d'esercizio corrispondente, può rappresentare una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell'esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l'alto.

Nota

I valori dei parametri illuminotecnici specifici per ogni categoria sono intesi come minimi mantenibili durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto di illuminazione.

In conseguenza, per la luminanza e l'illuminamento, i valori iniziali di progetto misurabili per un impianto di illuminazione dovranno essere più elevati di quelli specificati per tenere conto, per esempio del deperimento delle lampade, della tolleranza di fabbricazione e dell'incertezza sui valori di coefficiente di luminanza "r", della pavimentazione stradale e dell'incertezza di misura in fase di verifica e di collaudo.

Valori normativi di riferimento

Di seguito si riportano i principali prospetti della norma tecnica ai quali si farà riferimento ai fini del dimensionamento illuminotecnico.

4.1.3 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE ED INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO

Prospetto 1

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di riferimento
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1 (M1)
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade (extraurbane)	70 - 90	ME2 (M2)
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME2 (M2)
	Strade di servizio alle autostrade principali	70 - 90	ME3b (M3)
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ¹)	70 - 90	ME2 (M2)
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b (M3)
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME2 (M2)
D	Strade urbane di scorrimento	70	ME2 (M2)
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	ME3b (M3)
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ¹)	70 - 90	ME2 (M2)
	Strade locali extraurbane	50	ME3b (M4)
		30	S2 (C4/P2)
	Strade locali urbane	50	ME3b (M4)
	Strade locali urbane: centri storici; isole ambientali; zone 30	30	CE3 (C3/P1)
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4/S2 (C4/P2)
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE4/ S2 (C4/P2)
Strade locali interzonali	50	M3	
	30	(C4/P2)	

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di riferimento
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	S2 (P2)
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

- 1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
- 2) Per 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 compatibile a questa (prospetto 5)
- 3) Vedere le osservazioni al punto 6.3
- 4) Secondo la Legge 1 agosto 2003 numero 214

Prestazioni richieste in base alla categoria illuminotecnica di riferimento (Norme UNI EN 13201-2 integrata con prescrizioni Norme UNI 11248)

CLASSI M:

Classe	Luminanza della carreggiata	Uniformità		Contrasto di soglia	Rapporto di prossimità
	L [cd/m ²]	U _o	U _L	TI%	EIR
M1	2,0	0,40	0,7	10	0,35
M2	1,5	0,40	0,7	10	0,35
M3	1,0	0,40	0,6	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,6	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,4	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,4	20	0,30

Dove:

L	:	Valore della luminanza del manto stradale ed espresso in cd/m ²
U_o	:	Rapporto tra la luminanza minima e luminanza media
U_L	:	Valore minimo dell'uniformità longitudinale delle corsie di marcia della carreggiata
TI%	:	Misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento degli apparecchi di un impianto di illuminazione stradale
EIR	:	Rapporto tra l'illuminamento medio sulla fascia appena fuori dei bordi della carreggiata e l'illuminamento medio sulle fasce appena all'interno dei bordi

CLASSI C:

Classe	Illuminazione orizzontale	Uniformità	Contrasto di soglia
--------	---------------------------	------------	---------------------

Relazione calcolo e analisi del rischio illuminotecnico

	\bar{E} [lx]	U_0	TI%
C0	50	0,4	15
C1	30	0,4	15
C2	20	0,4	15
C3	15	0,4	20
C4	10	0,4	20
C5	7,5	0,4	20

CLASSI EV:

Classe	Illuminazione piano verticale
	\bar{E} [lx]
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7,5
EV5	5
EV6	0,5

CLASSI P:

Classe	Illuminamento orizzontale
	$E_{h\ av}$ [lx]
P1	15,0
P2	10,0
P3	7,50
P4	5,00
P5	3,00
P6	2,00

Sommario dei requisiti illuminotecnici secondo EN 13201-1

	Classe illuminotecnica	Parametro di riferimento	Utilizzo prevalente
	• M	Luminanza	Carreggiata stradale con prevalente traffico motorizzato a fondo prevalentemente asciutto

Relazione calcolo e analisi del rischio illuminotecnico

	Classe illuminotecnica	Parametro di riferimento	Utilizzo prevalente
	• C	Illuminamento orizzontale	Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotonde, sotto-passi, ecc.
	• P	Illuminamento orizzontale	Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi
	• EV	Illuminamento verticale	Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali da utilizzare congiuntamente alle altre classi di base

4.1.4 LIVELLI DI PRESTAZIONE VISIVA

In linea esemplificativa si riporta la tabella comparativa dove si evince l'equilibrio tra i diversi requisiti dei parametri illuminotecnici:

prospetto 6 **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.						

4.1.5 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO E DI ESERCIZIO

La valutazione dei parametri di influenza per la definizione della categoria illuminotecnica di progetto, viene effettuata mediante l'interpretazione del Prospetto 2, per quanto attinente l'applicazione dei parametri di riduzione, e del Prospetto 3; per quanto attinente l'applicazione di rimedi alle condizioni di complessità di esercizio dell'impianto, della norma UNI 11248 successivamente riportati:

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
Assenza di svicoli e/o intersezioni a raso	1
Assenza di attraversamenti pedonali	1

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
Luminanza ambientale elevata (ambiente urbano)	Adottare segnali stradali attivi e/o fluorifrangenti di classe adeguata
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Curve pericolose in strade con elevata velocità degli autoveicoli	
Presenza di rallentatori di velocità	
Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e/o velocità elevate	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnalarli adeguatamente
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

4.2 CARATTERISTICHE GENERALI DI UNA BUONA ILLUMINAZIONE

I caratteri dei parametri dell'illuminazione delle strade con traffico motorizzato sono ottemperati dalla Norme UNI 11248 che determinano:

- Valori d'illuminamento delle strade in funzione alle loro caratteristiche d'uso;
- Valori di uniformità delle strade in funzione alle loro caratteristiche d'uso;
- Valori dell'abbagliamento debilitante (fattore TI%) in funzione alle loro caratteristiche d'uso.

Gli impianti d'illuminazione saranno progettati al fine di rispondere alle prescrizioni tecniche delle Norme UNI 11248 "Illuminazione stradale", Norme CEI 64.8 - Sez. 714 "Impianti di illuminazione situati all'esterno", realizzando e superando i valori minimi sanciti dalle seguenti Norme, prendendo in esame gli aspetti principali della visione notturna su strade con traffico veicolare e più precisamente:

4.2.1 INDICE DI ABBAGLIAMENTO DEBILITANTE:

Relazione calcolo e analisi del rischio illuminotecnico

Abbagliamento d'incapacità (TI%):

è un indice che esprime l'impossibilità di percepire un ostacolo generato dal fastidio visivo vero e proprio dei corpi illuminanti.

Questa incapacità dipende dal "velo" di luminanza creato dall'interno dell'occhio dall'eccessiva intensità luminosa ammessa dalla successione di apparecchi presenti nel campo visivo del conduttore.

TI è un'espressione dell'abbagliamento che considera sia le caratteristiche dei corpi illuminanti che i parametri dell'installazione, tanto sarà più elevato l'indice TI tanta sarà l'incapacità di percepire un ostacolo in sicurezza.

In linea generale le nuove raccomandazioni internazionali raccomandano i seguenti limiti per **TI**:

- $TI \leq 10\%$ per strade con velocità superiore a 70 km/h
- $TI \leq 15\%$ per strade secondarie

Quindi l'occhio reagisce lentamente e con fatica in presenza di scarsi livelli di luminosità, per migliorare queste caratteristiche, l'illuminazione artificiale notturna deve creare un ambiente confortevole con un'illuminazione uniforme ed evitare fenomeni perturbati.

Il fenomeno della visione nella Pubblica illuminazione deve prendere dunque in considerazione i principali parametri legati alla vista ed in particolare:

- acuità visiva: ossia la capacità di una persona di vedere distintamente un ostacolo di dimensioni definite, maggiore e l'acuità visiva della persona e minori saranno le dimensioni dell'ostacolo che riuscirà a vedere.
- sensibilità di contrasto: ossia la possibilità di distinguere un eventuale ostacolo grazie allo scarto di luminanza esistente tra oggetto (ostacolo) e il fondo (strada). Generalmente la percezione è dovuta ad un contrasto negativo in cui l'ostacolo è visto in controluce su fondo illuminato.
- abbagliamento: provocato dagli apparecchi d'illuminazione, dall'ambiente circostante, dal riflesso del manto stradale e chiaramente dai proiettori delle vetture circolanti in senso inverso.
- visibilità: o meglio l'indice di visibilità, ossia la capacità di individuare un ostacolo.

Analizzando quindi questi fenomeni è stato possibile stabilire quali sono i parametri corretti per una buona installazione e come sia insufficiente parlare solo di illuminamento sulla sede stradale, senza considerare tutti gli altri aspetti che non sono correttamente utilizzati verificando anche un buon livello d'illuminamento.

4.2.2 VISIONE NELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE:

La sicurezza della circolazione automobilistica dipende in modo sostanziale dalla qualità della rete viabile e dai veicoli circolanti e durante le ore notturne un aspetto fondamentale nella sicurezza è rappresentato dalla qualità degli impianti di Pubblica illuminazione.

Un impianto d'illuminazione è considerato buono quando questo consente di avere una rapida percezione visiva delle caratteristiche nel contesto stradale e degli ostacoli eventualmente presenti sulla carreggiata, per una distanza pari a quella d'arresto del veicolo.

A seguito della velocità di marcia lo spazio di arresto (considerato come arresto d'emergenza in presenza di un ostacolo improvviso) può risultare molto superiore allo spazio illuminato con i soli fari delle vetture.

È chiaro che nelle ore notturne interagiscono altri elementi quali fatica, eventuali stati di eccitazione ecc., ma resta comunque determinante il fattore della visibilità e specificatamente la stessa Commissione C.I.E. esaminando alcuni tratti di strada, confrontando il tasso di incidenti prima e dopo la realizzazione di un buon

impianto d'illuminazione, da questo confronto risulta una riduzione media del 43% degli incidenti che avvengono nelle ore notturne con una diminuzione media del 37% del numero dei morti.

Risulta evidente che le caratteristiche dell'impianto d'illuminazione devono essere tali da consentire all'occhio umano una corretta visione e vanno realizzati in funzione delle caratteristiche fisiche proprie dell'occhio nella visione notturna dell'automobilista:

- quantità e qualità della luce (luminanza e uniformità)
- percezione degli ostacoli (acuità visiva e sensibilità ai contrasti)
- perturbazione della visione (abbagliamento molesto e di incapacità)

Questi fenomeni sono strettamente correlati tra loro in quanto la variazione di un singolo fenomeno comporta un adattamento automatico dell'occhio alle mutate condizioni di variabilità.

Le raccomandazioni internazionali e le Norme UNI 11248, relative alla Pubblica illuminazione, stabiliscono i parametri di riferimento in modo tale da contenere l'adattamento dell'occhio umano entro i limiti idonei alle differenti condizioni di guida.

Quindi i progetti esecutivi dovranno essere sviluppati secondo quanto raccomandato dalle Norme UNI 11248 Illuminazione stradale è necessario:

- adottare apparecchi illuminanti con ottiche "cut-off" al fine di evitare qualsiasi abbagliamento e con ottiche in grado di limitare la diffusione del flusso luminoso verso l'alto secondo l'Art. 6 della Legge 17/2000 e s.m.i. della Regione Lombardia;
- ricercare una buona uniformità al fine di evitare ed individuare eventuali ostacoli;
- conservare nel tempo i parametri d'illuminamento iniziali consentendo di mantenere inalterati i valori d'illuminamento e quindi la sicurezza.

5. FATTORE DI MANUTENZIONE

Il progetto d'illuminazione deve prevedere un fattore di manutenzione che dipende dalle caratteristiche di manutenzione della sorgente luminosa, dell'alimentatore, dell'apparecchio di illuminazione, dell'ambiente circostante e del programma di manutenzione come indicato dal documento CIE 154. Ai fini del calcolo si è ipotizzato un fattore di manutenzione pari a 0,80.

6. RISPETTO CAM

Come definito dalla L. 221/2015 e, successivamente, dal D.lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.lgs 56/2017) nonché dal DM 27 settembre 2017 gli impianti di illuminazione pubblica devono risultare conformi ai criteri ambientali minimi definiti dai parametri IPEA (classificazione energetica dei corpi illuminanti) ed IPEI (classificazione energetica dell'impianto di illuminazione pubblica).

Sulla scorta di quanto indicato dalla vigente legislazione detti parametri si identificano con le seguenti formule:

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

- in ambito stradale

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

- in altri ambiti

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

Per quanto riguarda i corpi illuminanti utilizzati a progetto si riporta nella tabella seguente il risultato di verifica.

CORPO ILLUMINANTE	INDICE IPEA	CLASSE ENERGETICA
Disano Sella 1 ST 16 LED 7528lm – 63W	119,5/65=1,83	A++
Disano Sella 1 ST 24 LED 11150lm – 95W	117,3/75=1,56	A++

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione, identificati come da grafici allegati, si riporta nella tabella seguente il risultato di verifica.

IDENTIFICAZIONE IMPIANTO	INDICE IPEI	CLASSE ENERGETICA
Intersezione su nuova viabilità	(0,02/0,039) *1,11=0,51	A++
Immissione ovest alla rotatoria	(0,03/0,039) *1,12=0,75	A+
Immissione nord alla rotatoria	(0,02/0,039) *1,11=0,51	A++
Marciapiedi contigui alla rotatoria	(0,05/0,07) *1,10=0,83	A
Asse stradale a ovest della rotatoria	(0,36/0,55) *1,08=0,71	A++
Asse stradale a nord della rotatoria	(0,34/0,55) *1,05=0,65	A++

Come evidenziato nelle tabelle precedenti tutti i parametri verificati rispettano i limiti normativi secondo cui risultano accettate tutte le classi energetiche uguali o superiori a "C".

INDIVIDUAZIONE E CARATTERISTICHE DELLE AREE DI STUDIO

Data la conformazione del tracciato possiamo individuare sette aree di studio:

- a) Intersezione su nuova viabilità
- b) Immissione ovest alla rotatoria
- c) Immissione nord alla rotatoria
- d) Marciapiedi contigui alla rotatoria
- e) Asse stradale a ovest della rotatoria
- f) Asse stradale a nord della rotatoria
- g) Attraversamenti pedonali

6.1 INTERSEZIONE SU NUOVA VIABILITÀ

Per le aree interessate da intersezioni o incroci lungo gli assi stradali oggetto di studio si dovrà far riferimento alla Norma UNI 11248 Appendice C: "La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento al prospetto

6". Nel nostro caso, essendo la categoria illuminotecnica di livello massimo tra quelle selezionate per le strade di accesso **M3**, per queste aree sarà applicata la categoria illuminotecnica **C3**.

Con i seguenti parametri:

- Classe illuminotecnica di progetto : **C3**
- Illuminamento orizzontale : **15 lux**
- Uniformità Uo : **40%**

Questa classificazione è riferibile all'area di studio identificata dalla lettera a) nell'elenco precedente.

6.2 IMMISSIONE OVEST ALLA ROTATORIA

Per le aree interessate da immissioni o diversioni lungo gli assi stradali oggetto di studio si dovrà far riferimento alla Norma UNI 11248 Appendice C: "La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento al prospetto 6". Nel nostro caso, essendo la categoria illuminotecnica di livello massimo tra quelle selezionate per le strade di accesso **M3**, per queste aree sarà applicata la categoria illuminotecnica **C3**.

Con i seguenti parametri:

- Classe illuminotecnica di progetto : **C3**
- Illuminamento orizzontale : **15 lux**
- Uniformità Uo : **40%**

Questa classificazione è riferibile all'area di studio identificata dalla lettera b) nell'elenco precedente.

6.3 IMMISSIONE NORD ALLA ROTATORIA

Per le aree interessate da immissioni o diversioni lungo gli assi stradali oggetto di studio si dovrà far riferimento alla Norma UNI 11248 Appendice C: "La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento al prospetto 6". Nel nostro caso, essendo la categoria illuminotecnica di livello massimo tra quelle selezionate per le strade di accesso **M3**, per queste aree sarà applicata la categoria illuminotecnica **C3**.

Con i seguenti parametri:

- Classe illuminotecnica di progetto : **C3**
- Illuminamento orizzontale : **15 lux**
- Uniformità Uo : **40%**

Questa classificazione è riferibile all'area di studio identificata dalla lettera c) nell'elenco precedente.

6.4 MARCIAPIEDI CONTIGUI ALLA ROTATORIA

Considerata rilevante la presenza di pedoni nei marciapiedi adiacenti agli attraversamenti pedonali oggetto di analisi, la categoria illuminotecnica si ottiene applicando il prospetto 6 alla categoria illuminotecnica di ingresso della strada adiacente (**M3**). A seguito dell'analisi si ottiene:

- Classe illuminotecnica di progetto : **P1**
- Illuminamento orizzontale : **15 lux**

Questa classificazione è riferibile all'area di studio identificata dalla lettera d) nell'elenco precedente.

6.5 ASSE STRADALE A OVEST DELLA ROTATORIA

I tratti stradali che compongono l'intervento di progetto possano essere prevalentemente definiti come strade di classe **E** (Strade urbane di quartiere) con velocità limite di 50 km/h riconducibili alla categoria illuminotecnica **M3**.

Parametri di ingresso

Sulla base delle informazioni ricevute dal progettista stradale si attribuisce la seguente categoria illuminotecnica:

- Classe illuminotecnica di ingresso : **M3**
- Luminanza media : **1 cd/mq**
- Uniformità Uo : **40%**
- Uniformità UI : **60%**
- Contrasto di soglia TI : **15%**

Parametri di progetto

Dopo l'applicazione dell'analisi del rischio, come da indicazioni normative, si procede all'attribuzione della categoria di progetto con le seguenti caratteristiche:

- Classe illuminotecnica di progetto : **M3**
- Luminanza media : **1 cd/mq**
- Uniformità Uo : **40%**
- Uniformità UI : **60%**
- Contrasto di soglia TI : **15%**

Parametri di esercizio

Relazione calcolo e analisi del rischio illuminotecnico

Ai fini della sicurezza si ritiene opportuno non applicare alcuna variazione alla categoria individuata come categoria di progetto.

Questa classificazione è riferibile all'area di studio identificata dalla lettera e) nell'elenco precedente.

6.6 ASSE STRADALE A NORD DELLA ROTATORIA

I tratti stradali che compongono l'intervento di progetto possano essere prevalentemente definiti come strade di classe **E** (Strade urbane di quartiere) con velocità limite di 50 km/h riconducibili alla categoria illuminotecnica **M3**.

Parametri di ingresso

Sulla base delle informazioni ricevute dal progettista stradale si attribuisce la seguente categoria illuminotecnica:

- Classe illuminotecnica di ingresso : **M3**
- Luminanza media : **1 cd/mq**
- Uniformità Uo : **40%**
- Uniformità UI : **60%**
- Contrasto di soglia TI : **15%**

Parametri di progetto

Dopo l'applicazione dell'analisi del rischio, come da indicazioni normative, si procede all'attribuzione della categoria di progetto con le seguenti caratteristiche:

- Classe illuminotecnica di progetto : **M3**
- Luminanza media : **1 cd/mq**
- Uniformità Uo : **40%**
- Uniformità UI : **60%**
- Contrasto di soglia TI : **15%**

Parametri di esercizio

Ai fini della sicurezza si ritiene opportuno non applicare alcuna variazione alla categoria individuata come categoria di progetto.

Questa classificazione è riferibile all'area di studio identificata dalla lettera f) nell'elenco precedente.

6.7 ATTRAVERSAMENTI PEDONALI

Per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali si fa ricorso alla categoria illuminotecnica addizionale EV da utilizzare congiuntamente alle altre classi di base (prospetto 7 UNI 11248). In funzione della

categoria individuata per la viabilità, sugli attraversamenti pedonali verrà applicata la categoria addizionale EV5.

Con i seguenti parametri:

- Classe illuminotecnica addizionale : **EV5**
- Illuminamento verticale : **5 lux**

Questa classificazione è riferibile alle aree di studio identificate dalla lettera h) nell'elenco precedente.

7. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

7.1 INTERSEZIONE SU NUOVA VIABILITÀ

La seguente analisi è applicabile, per tipologia di posa, tipologia di materiali impiegati e caratteristiche illuminotecniche al punto a) del Paragrafo 6.

Per il raggiungimento dei valori illuminotecnici previsti da normativa di riferimento sono stati utilizzati corpi illuminanti della seguente tipologia:

- Disano Sella 1 ST 24 LED 11150lm – 4000K – 95W

I risultati di calcolo specifici sono consultabili all'interno degli allegati alla presente relazione.

Detti risultati tengono conto di un fattore manutentivo dello 0,80 che comprende la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa, la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione, la riduzione del flusso luminoso dell'apparecchio (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) che dipende dal tipo di apparecchio, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione ed espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione.

7.1.1 TIPO DI POSA

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su candelabri ad un'altezza pari a 10,00m.f.t. infissi in plinti in c.l.s. il tutto rispondente alle specifiche tecniche del Committente.

Le armature stradali saranno inclinate rispetto all'orizzontale di 0°.

7.2 IMMISSIONE OVEST ALLA ROTATORIA

La seguente analisi è applicabile, per tipologia di posa, tipologia di materiali impiegati e caratteristiche illuminotecniche al punto b) del Paragrafo 6.

Per il raggiungimento dei valori illuminotecnici previsti da normativa di riferimento sono stati utilizzati corpi illuminanti della seguente tipologia:

- Disano Sella 1 ST 16 LED 7528lm – 4000K – 63W

I risultati di calcolo specifici sono consultabili all'interno degli allegati alla presente relazione.

Detti risultati tengono conto di un fattore manutentivo dello 0,80 che comprende la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa, la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione, la riduzione del flusso luminoso dell'apparecchio (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) che dipende dal tipo di apparecchio, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione ed espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione.

7.2.1 TIPO DI POSA

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su candelabri ad un'altezza pari a 10,00m.f.t. infissi in plinti in c.l.s. il tutto rispondente alle specifiche tecniche del Committente.

Le armature stradali saranno inclinate rispetto all'orizzontale di 0°.

7.3 IMMISSIONE NORD ALLA ROTATORIA

La seguente analisi è applicabile, per tipologia di posa, tipologia di materiali impiegati e caratteristiche illuminotecniche al punto c) del Paragrafo 6.

Per il raggiungimento dei valori illuminotecnici previsti da normativa di riferimento sono stati utilizzati corpi illuminanti della seguente tipologia:

- Disano Sella 1 ST 16 LED 7528lm – 4000K – 63W

I risultati di calcolo specifici sono consultabili all'interno degli allegati alla presente relazione.

Detti risultati tengono conto di un fattore manutentivo dello 0,80 che comprende la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa, la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione, la riduzione del flusso luminoso dell'apparecchio (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) che dipende dal tipo di apparecchio, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione ed espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione.

7.3.1 TIPO DI POSA

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su candelabri ad un'altezza pari a 10,00m.f.t. infissi in plinti in c.l.s. il tutto rispondente alle specifiche tecniche del Committente.

Le armature stradali saranno inclinate rispetto all'orizzontale di 0°.

7.4 MARCIAPIEDI CONTIGUI ALLA ROTATORIA

La seguente analisi è applicabile, per tipologia di posa, tipologia di materiali impiegati e caratteristiche illuminotecniche al punto d) del Paragrafo 6.

Per il raggiungimento dei valori illuminotecnici previsti da normativa di riferimento sono stati utilizzati corpi illuminanti della seguente tipologia:

- Disano Sella 1 ST 16 LED 7528lm – 4000K – 63W

I risultati di calcolo specifici sono consultabili all'interno degli allegati alla presente relazione.

Detti risultati tengono conto di un fattore manutentivo dello 0,80 che comprende la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa, la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione, la riduzione del flusso luminoso dell'apparecchio (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) che dipende dal tipo di apparecchio, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione ed espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione.

7.4.1 TIPO DI POSA

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su candelabri ad un'altezza pari a 10,00m.f.t. infissi in plinti in c.l.s. il tutto rispondente alle specifiche tecniche del Committente.

Le armature stradali saranno inclinate rispetto all'orizzontale di 0°.

7.5 ASSE STRADALE A OVEST DELLA ROTATORIA

La seguente analisi è applicabile, per tipologia di posa, tipologia di materiali impiegati e caratteristiche illuminotecniche al punto e) del Paragrafo 6.

Per il raggiungimento dei valori illuminotecnici previsti da normativa di riferimento sono stati utilizzati corpi illuminanti della seguente tipologia:

- Disano Sella 1 ST 24 LED 11150lm – 4000K – 95W

I risultati di calcolo specifici sono consultabili all'interno degli allegati alla presente relazione.

Detti risultati tengono conto di un fattore manutentivo dello 0,80 che comprende la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa, la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione, la riduzione del flusso luminoso dell'apparecchio (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) che dipende dal tipo di apparecchio, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione ed espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione.

7.5.1 TIPO DI POSA

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su supporti candelabri ad un'altezza pari a 10,00m.f.t. infissi in plinti in c.l.s. il tutto rispondente alle specifiche tecniche del Committente.

Le armature stradali saranno inclinate rispetto all'orizzontale di 0°.

7.6 ASSE STRADALE A NORD DELLA ROTATORIA

La seguente analisi è applicabile, per tipologia di posa, tipologia di materiali impiegati e caratteristiche illuminotecniche al punto f) del Paragrafo 6.

Per il raggiungimento dei valori illuminotecnici previsti da normativa di riferimento sono stati utilizzati corpi illuminanti della seguente tipologia:

- Disano Sella 1 ST 16 LED 7528lm – 4000K – 63W

I risultati di calcolo specifici sono consultabili all'interno degli allegati alla presente relazione.

Detti risultati tengono conto di un fattore manutentivo dello 0,80 che comprende la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa, la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione, la riduzione del flusso luminoso dell'apparecchio (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) che dipende dal tipo di apparecchio, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione ed espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione.

7.6.1 TIPO DI POSA

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su supporti candelabri ad un'altezza pari a 10,00m.f.t. infissi in plinti in c.l.s. il tutto rispondente alle specifiche tecniche del Committente.

Le armature stradali saranno inclinate rispetto all'orizzontale di 0° - 10°.

7.7 ATTRAVERSAMENTI PEDONALI

La seguente analisi è applicabile, per tipologia di posa, tipologia di materiali impiegati e caratteristiche illuminotecniche al punto g) del Paragrafo 6.

Per il raggiungimento dei valori illuminotecnici previsti da normativa di riferimento sono stati utilizzati corpi illuminanti della seguente tipologia:

Disano Sella 1 ST 16 LED 7528lm – 4000K – 63W

I risultati di calcolo specifici sono consultabili all'interno degli allegati alla presente relazione.

Detti risultati tengono conto di un fattore manutentivo dello 0,80 che comprende la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa, la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione, la riduzione del flusso luminoso dell'apparecchio (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) che dipende dal tipo di apparecchio, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione ed espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione.

7.7.1 TIPO DI POSA

I punti luce individuati in relazione di calcolo saranno posati su candelabri ad un'altezza pari a 10,00m.f.t. infissi in plinti in c.l.s. il tutto rispondente alle specifiche tecniche del Committente.

Le armature stradali saranno inclinate rispetto all'orizzontale di 0°.

8. ALLEGATI

Nel presente capitolo sono allegati gli output di calcolo provenienti dai software specifici di dimensionamento impiegati per le verifiche e anche i calcoli strutturali dei plinti.

ALLEGATO 1 CALCOLO STRUTTURALE PLINTI

SOMMARIO

1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	25
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	27
3. MATERIALI	28
3.1. DURABILITA' DEI MATERIALI	28
3.2. CALCESTRUZZO	30
3.3. ACCIAIO	30
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	30
5. CRITERI DI CALCOLO.....	31
5.1. CODICI DI CALCOLO.....	31
5.2. CONVENZIONI GENERALI	31
6. MODELLO DI CALCOLO E ANALISI DEI CARICHI.....	32
7. COMBINAZIONE DELLE AZIONI	35
7.1. COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA E COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE	36
8. RISULTATI DELLE ANALISI.....	37
9. VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE	38

1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

I pali dell'illuminazione oggetto della presente relazione sono di tipologia ottagonale.

Gli sbracci sono singoli, di diversa lunghezza 1,50 e 1 metro.

I pali hanno una sezione ottagonale, in acciaio S355J0.

Tutti le tipologie di pali hanno un'altezza totale di 10 m ed il fusto palo è interrato per un'altezza di 80 cm.

Nella parte inferiore (zona di rinterro) di ogni fusto è previsto una tasca per la messa a terra e apposite feritoie per il passaggio dei cavi elettrici per l'alimentazione dell'apparecchio illuminante. Questa dovrà garantire il sicuro collegamento elettrico del palo a un capocorda con terminale a occhiello, adatto per il fissaggio tramite una vite in acciaio AISI 304 a esagono M12X20 UNI 5739/65 completa di rosetta elastica realizzata in acciaio AISI 304 UNI 1751.

La fondazione è costituita da un plinto quadrata, con apposita tasca, con dimensioni in pianta di 1.25x1,25 m e altezza di 1.45 m.

Tutte le tipologie di sostegni devono essere dotate di protezione nella regione di inghisaggio o con una guaina termorestringente in poliolefina irradiata senza giunzione, o applicando, dopo aver effettuato la zincatura, un nastro di altezza 500 mm, costituito da una massa elastoplastica impermeabile bituminosa autoadesiva rivestita esternamente da un film in alluminio rinforzato, entrambe devono garantire un'ulteriore protezione contro gli agenti chimici esterni (piogge acide, minzioni di animali, ...)

La protezione da agenti atmosferici, per ogni singolo fusto e della relativa mensola è ottenuta con zincatura a caldo, secondo la Norma UNI EN ISO 1461 con spessore minimo 55 µm: nell'eventualità di una verniciatura il ciclo di pitturazione consiste in una prima mano di primer epossipoliamidico e successivamente con due strati di finitura poliuretanica con indurente polisocianico alifatico ad alto spessore per strato: lo spessore totale delle varie fasi della verniciatura è di non meno di 70 µm. La fase di verniciatura delle parti deve essere eseguita tenendo in considerazione le prescrizioni dettate dal Consiglio della Comunità Europea sull'uso di solventi chimici.

Palo acciaio tronco conico
 Lunghezza palo 10,80 m (ft 10m)
 Scala 1:50

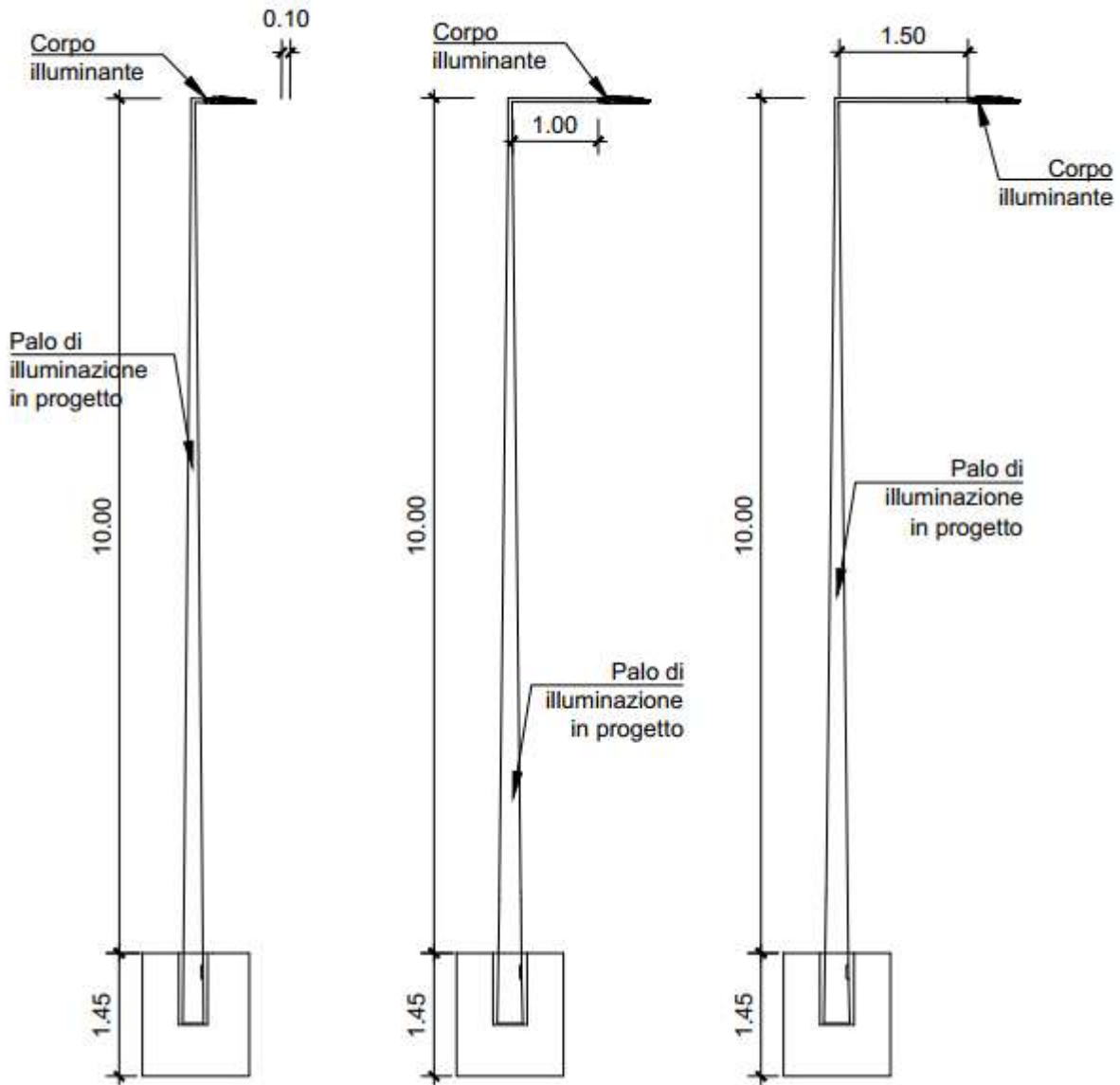


Figura 1 – Pali illuminazione in progetto – tipologie

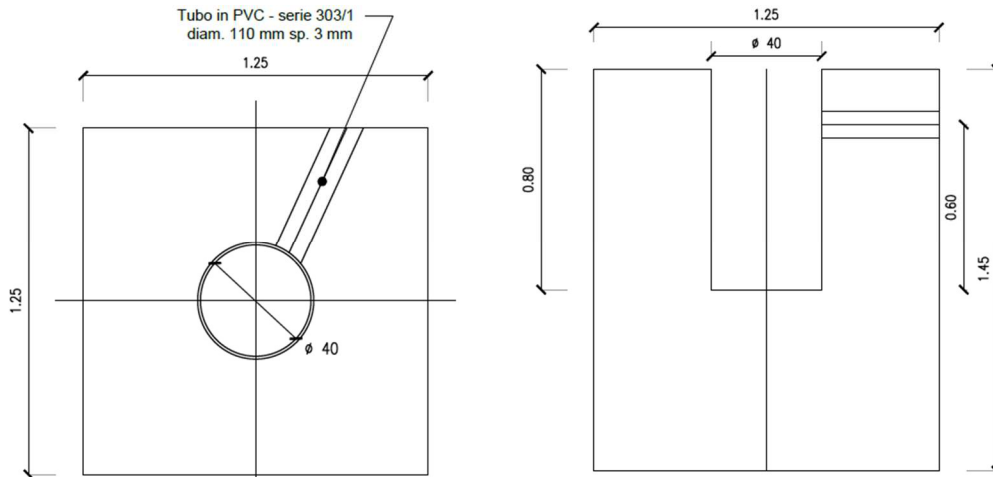


Figura 2 – Plinto fondazione pali illuminazione – pianta e sezione.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le analisi e le verifiche sono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite, in accordo alle disposizioni previste dalle vigenti Normative italiana ed europea.

In particolare, si fa riferimento alle seguenti norme:

- D.M. 17/01/2018: “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” – GU n°8 del 17/2/2018.
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7: “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.
- UNI EN 206:2021: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- CNR- DT 207 R1/2018 “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”.
- UNI EN 40-3-1:2013 “Pali per illuminazione pubblica – Parte 3-1: Progettazione e verifica – Specifica dei carichi caratteristici.
- UNI 11104:2016: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Specificazioni complementari per l’applicazione della EN206.
- UNI EN 1990:2023 – Eurocodice – Basi della progettazione strutturale e geotecnica.
- UNI EN 1992-1-1:2024 – Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici, ponti e strutture di ingegneria civile.
- UNI EN 1997-1:2013 – Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

3. MATERIALI

I materiali ed i prodotti ad uso strutturale previsti per la realizzazione delle opere oggetto della presente relazione dovranno rispondere ai requisiti indicati al capitolo 11 del Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”. Questi dovranno essere identificati univocamente dal produttore, qualificati sotto la sua responsabilità ed accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Sulla base delle verifiche effettuate in sito ed in conformità alle disposizioni normative vigenti si prevede per la realizzazione del progetto in analisi l’adozione dei materiali che saranno di seguito descritti.

Tutti i materiali, corrispondenti alle prescrizioni di legge, saranno della migliore qualità e saranno lavorati a perfetta regola d’arte. Tutti i materiali e i manufatti saranno sottoposti alle prove prescritte dalla legislazione vigente presso uno dei laboratori autorizzati, al fine di ottenere la massima garanzia sulla stabilità delle opere.

3.1 DURABILITA’ DEI MATERIALI

Nell’ambito dei requisiti che devono avere le costruzioni in progetto, risulta di grande importanza curare gli aspetti legati alla durabilità. La durabilità dell’opera è intesa come capacità di conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche delle strutture per tutta la vita di servizio prevista in progetto senza dover far ricorso ad interventi di manutenzione straordinaria per la sua vita utile. È, a questo scopo, importante curare alcuni aspetti della fase progettuale e della fase esecutiva.

Relativamente ai calcestruzzi utilizzati, gli inerti devono essere controllati come previsto dalla vigente normativa e gli impasti realizzati devono essere sotto il controllo costante dei tecnici addetti alla centrale di betonaggio. Specifiche procedure devono consentire una ottimizzazione del calcestruzzo prodotto per ciò che riguarda il rapporto acqua/cemento. La lavorabilità dell’impasto può essere ottenuta con l’ausilio di additivi i quali, senza alterarne le proprietà meccaniche, producono un impasto molto compatto e senza vuoti, ne abbassano la permeabilità e rendono la superficie esterna ben curata e priva di danneggiamenti. Infine, la resistenza a compressione deve essere controllata per mezzo di prove di schiacciamento su cubetti.

Gli acciai devono essere controllati come previsto dalla vigente normativa. Oltre a questo, la durabilità è ricercata attraverso armature non eccessivamente sollecitate a trazione in condizioni di esercizio e disposte all’interno del manufatto in modo tale da rispettare i copriferri indicati dalla normativa.

Per garantire il requisito di durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all’azione dell’ambiente, si delineano qui di seguito le condizioni ambientali del sito dove sorgerà la costruzione. Tali condizioni possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nelle norme UNI 11104 e UNI EN206, nonché nella Tab. 4.1.III delle NTC 2018 riportata di seguito.

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Figura 3 – Descrizione delle condizioni ambientali

Per l’individuazione dell’ambiente di esposizione si è fatto riferimento al prospetto 1 delle norme sopracitate (UNI 11104 e UNI EN206) di cui si riporta nel seguito un estratto di interesse per l’opera in esame (corrosione indotta da carbonatazione).

2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente: Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

Figura 4 – Classi di esposizione

La prima colonna identifica la classe di esposizione (sigla in lettere, seguita da una numerazione crescente con l'incremento dell'aggressività ambientale). Nella seconda colonna viene descritto l'ambiente con riferimento agli agenti aggressivi e alle condizioni termo-igrometriche, mentre nella terza colonna sono riportati esempi di comuni situazioni del calcestruzzo che tipicamente rappresentano le condizioni di esposizione della specifica classe.

Per l'opera in esame (plinto di fondazione) è stata assunta la classe di esposizione XC2.

Nel seguente prospetto (norma UNI11104) vengono indicati i requisiti del calcestruzzo in relazione alla classe di esposizione dello stesso. Nello specifico, per il caso in esame, per una classe di esposizione XC2, viene indicata come classe di resistenza minima la classe C25/30.

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45			
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³) ⁽¹⁾	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)											b)	4,0 ^{a)}						
Altri requisiti					E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ⁽²⁾			

Figura 5- Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

3.2 CALCESTRUZZO

Magrone di sottofondo:

Classe di resistenza minima:	C12/15
Classe di esposizione:	X0

Calcestruzzo per muri e solette:

Classe di resistenza minima:	C25/30
Classe di esposizione:	XC2

3.3 ACCIAIO

Acciaio da cemento armato normale

Barre ad aderenza migliorata	B450C
Snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$

Acciaio da carpenteria (fusto palo) – Tipo S355J0

Tipo EN 10025-2	
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} = 510 \text{ MPa}$
Modulo elastico	$E = 210000 \text{ MPa}$
Densità	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riporta nel seguito la stratigrafia di progetto e i parametri minimi di progetto per la progettazione geotecnica delle opere previste.

Strato	Quota tetto (m slm)	Quota letto (m slm)	Spessore (m)
Livello A	p.c.	102.5	var.
Livello B	102.5	95.0	7.5
Livello C	95.0	75.0	20
Livello D	75.0	-	-

Tabella 1 – Stratigrafia di progetto

Parametro	B	C	D
γ (kN/m ³)	18	19	18.5
IP (%)	10÷15	-	-
φ' (°)	33	36	32
c' (kPa)	0	0	0
c_u (kPa)	50	-	-
k_0	0.455	0.426	0.470
G_0 (MPa)	50-120	120-320	445
E_0 (MPa)	120-288	288-768	1068
Coefficiente di Poisson ν	0.2	0.2	0.2
Permeabilità (m/s)	$\approx 10^{-7}$	-	-

Tabella 2 – Parametri minimi di progetto

5. CRITERI DI CALCOLO

5.1 CODICI DI CALCOLO

L'analisi strutturale e le verifiche sono state condotte tramite il programma di calcolo ad elementi finiti Midas Gen distribuito da Harpaceas s.r.l.

La verifica delle sezioni in cemento armato è eseguita mediante il software VCASLU – versione 7.7 (Verifica Cemento Armato Stato Limite Ultimo) sviluppato dal prof. Piero Gelfi.

Per l'elaborazione dei dati di input/output in generale e la creazione di tabelle di calcolo e riepilogative si adottano procedure opportunamente implementate in fogli elettronici Microsoft © Office Excel.

Ai sensi del punto 10.2 delle NTC 2018, si dichiara quanto segue, relativamente all'impiego di strumenti di calcolo automatizzati. L'analisi strutturale e le verifiche sono state sviluppate con l'ausilio di codici di calcolo. I criteri di impiego sono dettagliatamente descritti nei vari capitoli della presente relazione. I codici di calcolo commerciali sono dotati della specifica raccolta di esempi rappresentativi, validati attraverso l'impiego di metodologie di verifica indipendente. Inoltre, la correttezza dei risultati ottenuti viene di volta in volta valutata mediante metodologie alternative, in particolare, attraverso calcolo manuale.

5.2 CONVENZIONI GENERALI

Salvo ove diversamente specificato, le unità di misura sono quelle relative al Sistema Internazionale, ovvero:

Lunghezze: [m]
 Forze: [kN]
 Tensioni: [MPa]

Per quanto riguarda le convenzioni di segno, si considerano, in generale, positive le trazioni.

Convenzioni specifiche verranno riportate nel prosieguo della presente relazione.

6. MODELLO DI CALCOLO E ANALISI DEI CARICHI

L'analisi strutturale è condotta mediante l'ausilio di un modello di calcolo ad elementi finiti sviluppato tramite l'utilizzo del software Midas Gen. Si è analizzato solamente il fusto del palo. Il plinto di fondazione è stato poi analizzato e verificato con le sollecitazioni derivanti dal modello di calcolo agli elementi finiti.

La modellazione strutturale ad elementi finiti è stata effettuata con elementi beam in modo da riprodurre in maniera accurata le caratteristiche geometriche, di vincolo, dei materiali e delle azioni agenti sulla struttura reale. La struttura è stata vincolata alla base con un vincolo di incastro.



Figura 6 – Modello FEM – vista 3d

Le azioni di progetto considerate nella modellazione sono i carichi permanenti (pesi propri degli elementi – palo e apparecchio illuminazione) e l'azione del vento. È stata trascurata ai fini delle verifiche l'azione sismica in quanto valutata inferiore all'azione del vento.

I pesi propri degli elementi sono stati valutati secondo i pesi specifici dei materiali. Il peso proprio strutturale del palo (Dead Load) è conteggiato in automatico dal programma di calcolo in funzione del peso specifico dell'acciaio ($\gamma_c = 76.5 \text{ kN/m}^3$). Il peso dell'apparecchio di illuminazione è stato inserito come carico nodale in testa al palo.

L'azione del vento è stata valutata secondo quanto indicato al paragrafo 3.3 delle NTC2018 e nelle CNR DT 207 R1/2018.

La velocità base di riferimento è in funzione della posizione geografica e dell'altitudine sul livello del mare del sito di costruzione. In particolare, il sito ricade in zona 1 ed ha un'altitudine di 120 m s.l.m.

La velocità di riferimento di progetto è assunta per un tempo di ritorno di 50 anni da cui è stata determinata la categoria di esposizione del sito. Sono stati valutati il coefficiente di topografia, il coefficiente di esposizione e il coefficiente aerodinamico, tramite i quali è stato possibile determinare la pressione cinetica di picco.

Ai fini del calcolo del coefficiente di esposizione $c_e(z)$ e della pressione cinetica di riferimento q_r , si definisce la zonazione dell'area oggetto dell'intervento in riferimento alle Tab. 3.3.I, Tab. 3.3.II, Tab. 3.3.III e Fig. 3.3.2, riportate nel seguito.

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d' Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Figura 7 – Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 e k_s

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

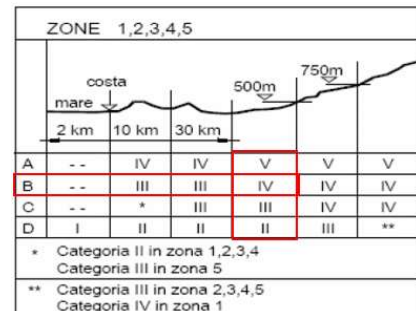


Figura 8 – Classi di rugosità del terreno e definizione delle categorie di esposizione

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Figura 9 – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Vengono di seguito riportate le formulazioni ed i calcoli effettuati per la pressione cinetica di riferimento ed il coefficiente di esposizione.

Azione del vento

Zona

Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto,
Friuli Venezia Giulia

a_s	120	[-]	Altezza sul livello del mare
$V_{b,0}$	25	[m/s]	Vel base su livello del mare
a_0	1000	[m]	
k_s	0,4	[-]	

Velocità base di riferimento

$$V_b = V_{b,0} c_a$$

$V_{b,0}$	25	[m/s]	Vel base su livello del mare
c_a	1	[-]	Coeff di altitudine
V_b	25	[m/s]	Velocità base di riferimento

Velocità di riferimento

$$V_r = V_b c_r$$

V_b	25	[m/s]	Velocità base di riferimento
T_R	50	[-]	Periodo di ritorno
c_r	1,00	[-]	Coeff di ritorno
V_r	25	[m/s]	Velocità di riferimento

Pressione cinetica di riferimento

$$q_r = 1/2 \rho V_r^2$$

ρ	1,25	[kg/m ³]	Densità dell'aria
V_r	25	[m/s]	Velocità di riferimento
q_r	391,20	[N/m ²]	Pressione cinetica di riferimento

Coefficiente di esposizione

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

C rugosità	C	[-]	Classe di rugosità terreno
Cat	IV	[-]	Categoria d'esposizione
k_r	0,22	[-]	
z_0	0,3	[m]	
z_{\min}	8	[m]	
c_t	1	[-]	Coefficiente di topografia
$c_e(z)$	1,783		

Il coefficiente dinamico c_d tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1.

Il coefficiente di pressione c_p dipende dalla tipologia e dalla geometria della costruzione e dal suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Questo coefficiente, definito coefficiente aerodinamico, può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento. In assenza di valutazioni più precise, suffragate da opportuna documentazione o prove sperimentali in galleria del vento, per i coefficienti di pressione si assumono i valori riportati ai punti seguenti.

Per i corpi cilindrici a sezione circolare di diametro d ed altezza h (ambidue espresse in metri) i coefficienti di pressione sono i seguenti:

$$\begin{array}{ll}
 c_p = 1,20 & \text{per } d \cdot \sqrt{q} \leq 2,20 \\
 c_p = (1,783 - 0,263 \cdot d \cdot \sqrt{q}) & \text{per } 2,20 < d \cdot \sqrt{q} < 4,20 \\
 c_p = 0,70 & \text{per } 4,20 \leq d \cdot \sqrt{q}
 \end{array}$$

dove: $q = q_r \times c_e = 391.20 \text{ N/m}^2 \times 1.783 = 697,6 \text{ N/m}^2$.

Alla base (palo con diametro 211 mm): $d \times (q)^{0.5} = 5.57 \rightarrow c_p = 0.70$

In sommità (palo di diametro 60 mm): $d \times (q)^{0.5} = 1.58 \rightarrow c_p = 1.20$

A favore di sicurezza si è assunto su tutto lo sviluppo del fusto del palo un coefficiente di forma pari a 1.20.

Pertanto, la pressione del vento è pari a:

$$p = q_r \times c_e \times c_p \times c_d = 837 \text{ N/m}^2 = 0.837 \text{ kN/m}^2$$

Considerando il contributo del palo dell'illuminazione e del proiettore in testa al palo, le sollecitazioni unitarie sono pari a:

$$q_{\text{palo}} = 0.837 \cdot 0,1355 = 0.113 \text{ kN/m (uniformemente distribuito lungo il palo)}$$

$$q_{\text{proiettore}} = 0.837 \cdot 0,80 \cdot 0,330 = 0.220 \text{ kN (da applicare in sommità del palo)}$$

7. COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (cap.2.5.3 delle NTC2018).

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

Relazione calcolo e analisi del rischio illuminotecnico

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

7.1 COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA E COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

I coefficienti parziali di sicurezza γ_G e γ_Q sono dati nelle tabelle 2.6.I e 5.1.V delle NTC2018.

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Figura 10 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU (Tab.2.6. I delle NTC2018).

I valori dei coefficienti di combinazione ψ_0 , ψ_1 e ψ_2 sono riportati nelle tabelle 2.5. I e 5.1.VI delle NTC2018.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Figura 11 – Valori dei coefficienti di combinazione (Tab.2.5. I delle NTC2018).

8. RISULTATI DELLE ANALISI

Si riportano di seguito i diagrammi delle principali sollecitazioni (flettenti, taglianti ed assiali) sul fusto del palo. Le sollecitazioni sono riportate nella combinazione di carico allo stato limite ultimo SLU.

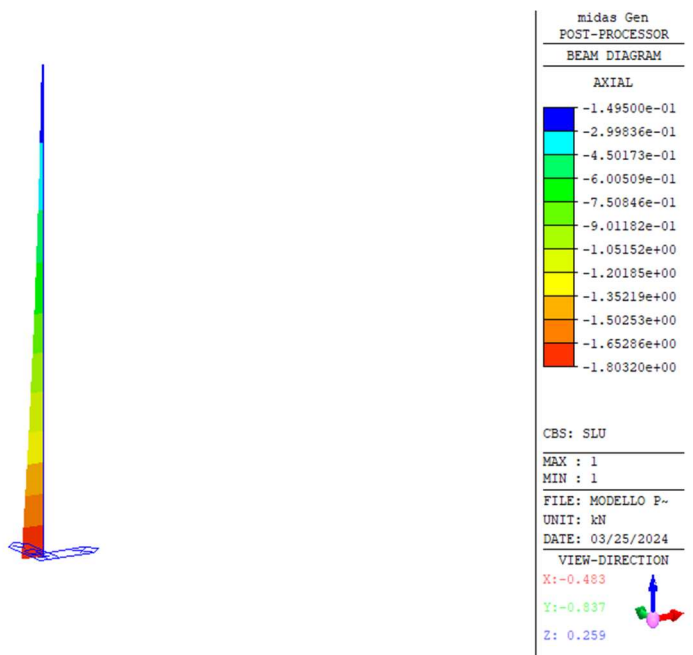


Figura 12 – Azione assiale (SLU).

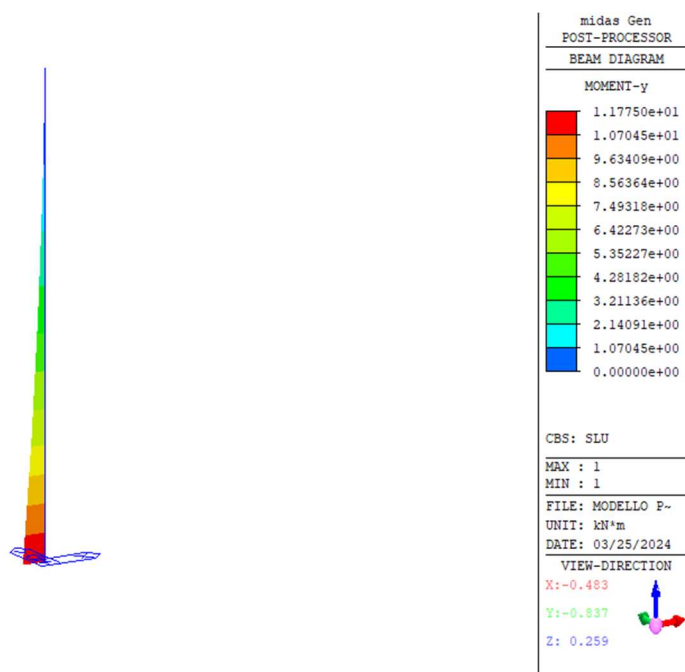


Figura 13 – Momento flettente (SLU).

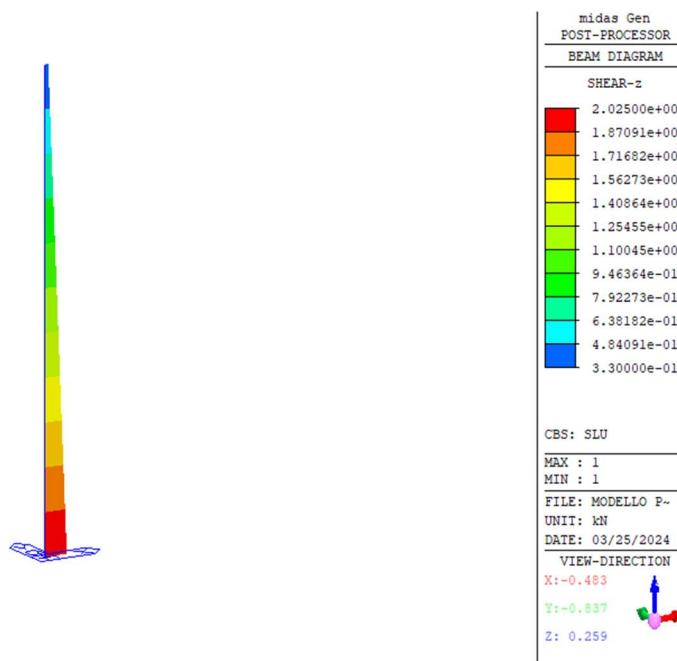



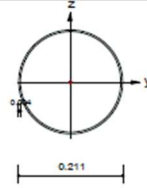
Figura 14 – Taglio (SLU).

9. VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche condotte secondo la vigente normativa NTC 2018 sugli elementi strutturali.

Le verifiche strutturali della struttura metallica sono state condotte utilizzando l'apposito post processore di Midas Gen. I risultati delle verifiche ottenuti dal software sono stati quindi confrontati con quelli ottenuti dal calco manuale, risultando conformi. Viene quindi riportata la tabella di verifica tratte dal software di calcolo.

midas Gen		Steel Checking Result																													
	Company		Project Title																												
	Author	ML	File Name																												
			modello palo 10m.mgb																												
1. Design Information																															
Design Code	Eurocode3:05																														
Unit System	KN, m																														
Member No	1																														
Material	S355 (No:1) ($F_y = 355000$, $E_s = 210000000$)																														
Section Name	palo (No:1)																														
Position I	BP 211x4x0/0 (Tapered Section)																														
Position J	: BP 60x4x0/0																														
Member Length	: 10.0000																														
2. Member Forces																															
Axial Force	$F_{xx} = -1.8032$ (LCB: 1, POS:1)																														
Bending Moments	$M_y = 11.7750$, $M_z = 0.000000$																														
End Moments	$M_{yi} = 11.7750$, $M_{zj} = 0.000000$ (for Lb)																														
	$M_{yi} = 11.7750$, $M_{zj} = 0.000000$ (for Ly)																														
	$M_{zi} = 0.000000$, $M_{zj} = 0.000000$ (for Lz)																														
Shear Forces	$F_{yy} = 0.000000$ (LCB: 2, POS:1/2)																														
	$F_{zz} = 2.02500$ (LCB: 1, POS:1)																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Outer Dia.</th> <th>0.21100</th> <th>Well Thick</th> <th>0.00400</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Area</td> <td>0.00260</td> <td>Asz</td> <td>0.00130</td> </tr> <tr> <td>Cyle</td> <td>0.01072</td> <td>Czb</td> <td>0.01072</td> </tr> <tr> <td>Iyy</td> <td>0.00001</td> <td>Izz</td> <td>0.00001</td> </tr> <tr> <td>Ybar</td> <td>0.10550</td> <td>Zbar</td> <td>0.10550</td> </tr> <tr> <td>Wely</td> <td>0.00013</td> <td>Welz</td> <td>0.00013</td> </tr> <tr> <td>ry</td> <td>0.07320</td> <td>rz</td> <td>0.07320</td> </tr> </tbody> </table>				Outer Dia.	0.21100	Well Thick	0.00400	Area	0.00260	Asz	0.00130	Cyle	0.01072	Czb	0.01072	Iyy	0.00001	Izz	0.00001	Ybar	0.10550	Zbar	0.10550	Wely	0.00013	Welz	0.00013	ry	0.07320	rz	0.07320
Outer Dia.	0.21100	Well Thick	0.00400																												
Area	0.00260	Asz	0.00130																												
Cyle	0.01072	Czb	0.01072																												
Iyy	0.00001	Izz	0.00001																												
Ybar	0.10550	Zbar	0.10550																												
Wely	0.00013	Welz	0.00013																												
ry	0.07320	rz	0.07320																												
3. Design Parameters																															
Unbraced Lengths	$L_y = 10.0000$, $L_z = 10.0000$, $L_b = 10.0000$																														
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$																														
Equivalent Uniform Moment Factors	$C_{my} = 0.85$, $C_{mz} = 0.85$, $C_{mLT} = 1.00$																														
4. Checking Result																															
Axial Resistance																															
$N_{Ed}/\text{MIN}[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 1.803/923.440 = 0.002 < 1.000 \dots \text{O.K.}$																															
Bending Resistance																															
$M_{Edy}/M_{Rdy} = 11.7750/46.8996 = 0.251 < 1.000 \dots \text{O.K.}$																															
$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.0000/46.8996 = 0.000 < 1.000 \dots \text{O.K.}$																															
Combined Resistance																															
$R_{b,N} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M0})$, $R_{b,M} = M_{Edy}/M_{y,Rd} - M_{Edz}/M_{z,Rd}$																															
$R_{c,LT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$																															
$R_{b,LT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i,LT} \cdot W_{ely} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1}) - (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{elz} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$																															
$R_{c,LT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$																															
$R_{b,LT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i,LT} \cdot W_{ely} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1}) - (k_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{elz} \cdot f_y / \text{Gamma}_{M1})$																															
$R_{max} = \text{MAX}[R_{b,N} + R_{b,M}, \text{MAX}(R_{c,LT1} + R_{b,LT1}, R_{c,LT2} + R_{b,LT2})] = 0.253 < 1.000 \dots \text{O.K.}$																															
Torsion Strength																															
$T_{Ed}/T_{Rd} = 0.0000/21.6315 = 0.000 < 1.000 \dots \text{O.K.}$																															
Shear Resistance																															
$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.000 < 1.000 \dots \text{O.K.}$																															
$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.006 < 1.000 \dots \text{O.K.}$																															
5. Deflection Checking Results																															
$L/300.0 = 0.0333 > 0.0000$ (Memb:1, LCB: 2, Dir-X)..... O.K																															



Vengono poi di seguito riportate le verifiche geotecniche relative al plinto di fondazione. Nella fattispecie saranno effettuate le verifiche:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- Verifica a scorrimento sul piano di posa
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a collasso per carico limite del complesso terreno-fondazione

Le verifiche di tipo geotecnico devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle 6.2.I, 6.2.II e nelle successive tabelle 6.4.I e 6.5.I.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_r (o γ_f)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 [ⓐ]	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

ⓐ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{ea}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Tab. 6.5.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

La verifica a scorrimento è condotta confrontando l'azione massima orizzontale agente sul piano della fondazione con la resistenza allo scorrimento del sistema fondazione terreno, fornita dal peso proprio della fondazione e dall'attrito che si genera tra la base della fondazione a contatto con il terreno ed il terreno stesso. La resistenza a scorrimento è quindi calcolata con la relazione:

$$R_d = \frac{N_{Ed} * tg(\phi)}{\gamma_R}$$

Dove γ_R è il coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche a scorrimento ed è pari a 1.1 ed N_{Ed} è il peso del sistema. Il peso complessivo è dato dal peso della fondazione e dal peso del palo.

Il peso del plinto di dimensioni in pianta di 1.25x1.25 m e altezza 1.45 m è pari (considerando la tasca di 80 cm di altezza) a 57.63 kN.

Verifica scorrimento

Azione assiale base palo	1,387 kN
Taglio base palo	2,030 kN
Peso fondazione	56,239 kN
Peso totale N_{Ed}	57,626 kN
Angolo di attrito	33 [°]
Azione resistente R_d	34,02 kN
FS(F_{stab}/F_{rib})	16,76

La verifica allo scorrimento è soddisfatta.

La verifica al ribaltamento è condotta calcolando il valore di momento ribaltante agente dovuto all'azione del vento e confrontandolo con il momento resistente. L'azione stabilizzante è offerta dal peso del plinto di fondazione e dal palo stesso.

La verifica a ribaltamento viene eseguita secondo approccio EQU. Per la positiva verifica occorre che: $MS/MR \geq 1.15$

Coefficiente EQU carichi permanenti $\gamma_G = 0.90$ (favorevoli)

Coefficiente EQU carichi accidentali $\gamma_Q = 1.50$ (sfavorevoli)

La verifica è stata condotta considerando in un'unica direzione in quanto il plinto è simmetrico.

Momento stabilizzante	M_{Stab}	32,41	kNm
Coeff parziale ribaltam	γ_R	1,15	[-]
Momento ribaltante	M_{Ed}	14,74	kNm
	FS	2,20	

La verifica a ribaltamento è soddisfatta.

Si riporta infine la verifica delle pressioni del terreno al di sotto della soletta di fondazione. La verifica è condotta calcolando la pressione agente sul terreno e confrontandola con il valore di portata limite. Il calcolo della portata limite del terreno è condotto considerando l'Approccio 2 definito al punto 6.4.2 delle NTC2018 e tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2. I, 6.2. II e 6.4. I. La capacità portante viene calcolata utilizzando la formulazione per la capacità portante proposta da Brinch-Hansen con i relativi coefficienti correttivi.

Dimensioni geometriche fondazione

D	0,00	[m]
L	1,25	[m]
B	1,25	[m]
e _L	0,00	[m]
e _B	0,00	[m]
L'	1,25	[m]
B'	1,25	[m]

Parametri geotecnici terreno di fondazione

Peso proprio del terreno di riporto	γ ₁	18	[kN/m ³]
Peso proprio del terreno di fondazione	γ ₂	18	[kN/m ³]
Peso proprio dell'acqua di falda	γ _w	0	[kN/m ³]
Angolo d'attrito	φ	33	[°]
Coesione efficace	c'	0	[kN/m ²]
Coesione non drenata	c _u		[kN/m ²]
Set di coefficienti parziali		M1	
Peso proprio del terreno di riporto	γ _{1_M1}	18	[kN/m ³]
Peso proprio effettivo del terreno di fondazione	γ _{2_M1}	18	[kN/m ³]
Angolo d'attrito fattorizzato	φ _{M1}	33	[°]
	φ _{M1}	0,58	[rad]
Coesione efficace fattorizzata	c' _{M1}	0	[kN/m ²]
Coesione non drenata fattorizzata	c _{u_M1}	0	[kN/m ²]

Fattori di capacità portante

N _γ	35,19
N _c	38,64
N _q	26,09

Fattori di forma

(per forma rettangolare)

s _γ	1,00
s _c	1,68
s _q	1,65

Fattori di profondità

(per φ > 0)

d _γ	1,00
d _c	1,00
d _q	1,00

Fattori di inclinazione del carico

(per c' > 0 e φ > 0)

m _B	1,50
m _L	1,50
θ [°]	90
m	1,50
i _γ	1,00
i _c	1,00
i _q	1,00

Fattori di inclinazione del piano di posa

b _γ	1,00
b _c	1,00
b _q	1,00

Fattori di inclinazione del piano campagna

g _γ	1,00
g _c	1,00
g _q	1,00

Calcolo della capacità portante della fondazione superficiale

Set di coefficienti parziali	q _{lim}	396	[kN/m ²]
		R3	
q = q _{lim} / γ _R	γ _R	2,30	
	q	172	[kN/m ²]
pressione media	p	60,90	[kN/m ²]

VERIFICA SODDISFATTA

ALLEGATO 2 CALCOLO VERIFICA ILLUMINOTECNICA



Descrizione

Lista lampade

Φ_{totale} 407010 lm	P_{totale} 3445.0 W	Efficienza 118.1 lm/W
-------------------------------------	---------------------------------	--------------------------

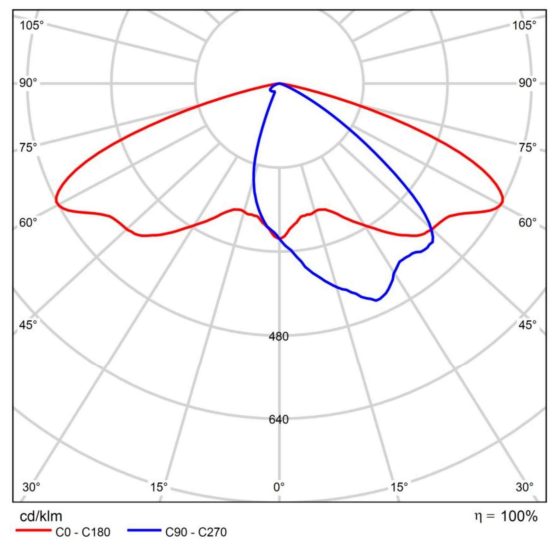
Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
20	Disano Illuminazione S.p.A	3290 16 LED 530mA 4K CLD	3290 Sella 1 - ST	63.0 W	7528 lm	119.5 lm/W
23	Disano Illuminazione S.p.A	3290 24 LED 530mA 4K CLD	3290 Sella 1 - ST	95.0 W	11150 lm	117.4 lm/W

Scheda tecnica prodotto

Disano Illuminazione S.p.A - 3290 Sella 1 - ST



Articolo No.	3290 16 LED 530mA 4K CLD
P	63.0 W
$\Phi_{Lampadina}$	7528 lm
$\Phi_{Lampada}$	7528 lm
η	100.00 %
Efficienza	119.5 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



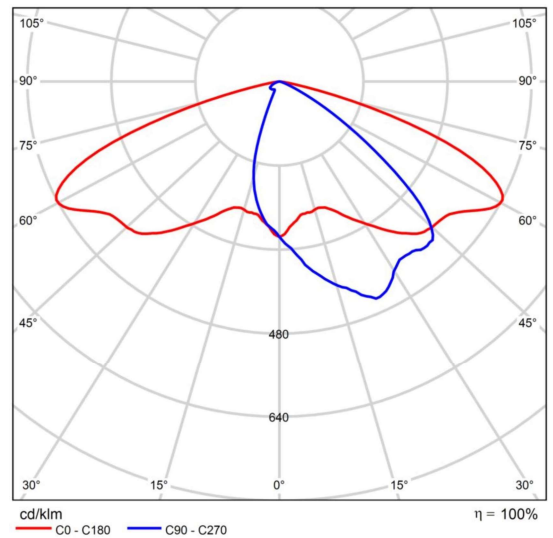
CDL polare

Scheda tecnica prodotto

Disano Illuminazione S.p.A - 3290 Sella 1 - ST



Articolo No.	3290 24 LED 530mA 4K CLD
P	95.0 W
$\Phi_{Lampadina}$	11150 lm
$\Phi_{Lampada}$	11150 lm
η	100.00 %
Efficienza	117.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polare

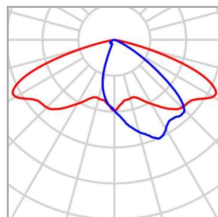
Area 1

Disposizione lampade



Area 1

Disposizione lampade



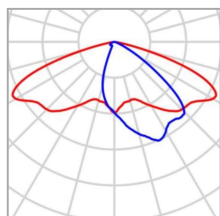
Produttore	Disano Illuminazione S.p.A	P	63.0 W
Articolo No.	3290 16 LED 530mA 4K CLD	Φ Lampada	7528 lm
Nome articolo	3290 Sella 1 - ST		
Dotazione	1x LuxM+LuxTX59_3290		

Lampade singole

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
324.544 m	117.065 m	10.000 m	1
350.239 m	150.993 m	10.000 m	2
345.130 m	182.637 m	10.000 m	3
303.948 m	118.636 m	10.000 m	4
305.432 m	84.784 m	10.000 m	5
348.573 m	126.158 m	10.000 m	6
308.065 m	100.187 m	10.000 m	10
335.687 m	140.424 m	10.000 m	11
328.319 m	195.991 m	10.000 m	22
332.781 m	164.191 m	10.000 m	23

Area 1

Disposizione lampade



Produttore	Disano Illuminazione S.p.A	P	95.0 W
Articolo No.	3290 24 LED 530mA 4K CLD	Φ Lampada	11150 lm
Nome articolo	3290 Sella 1 - ST		
Dotazione	1x LuxM+LuxTX88_3290		

Lampade singole

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
42.870 m	225.478 m	10.000 m	7
35.939 m	256.288 m	10.000 m	8
57.970 m	196.277 m	10.000 m	9
29.881 m	287.593 m	10.000 m	12
66.170 m	165.277 m	10.000 m	13
75.065 m	134.452 m	10.000 m	14
90.179 m	106.243 m	10.000 m	15
117.365 m	89.222 m	10.000 m	16
149.308 m	89.458 m	10.000 m	17
180.075 m	97.976 m	10.000 m	18
210.568 m	107.832 m	10.000 m	19
241.067 m	117.464 m	10.000 m	20

Area 1

Disposizione lampade

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
272.465 m	122.886 m	10.000 m	21

Area 1

Lista lampade

Φ_{totale} 220230 lm	P_{totale} 1865.0 W	Efficienza 118.1 lm/W
-------------------------------------	---------------------------------	--------------------------

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
10	Disano Illuminazione S.p.A	3290 16 LED 530mA 4K CLD	3290 Sella 1 - ST	63.0 W	7528 lm	119.5 lm/W
13	Disano Illuminazione S.p.A	3290 24 LED 530mA 4K CLD	3290 Sella 1 - ST	95.0 W	11150 lm	117.4 lm/W

Area 1 (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo



Area 1 (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

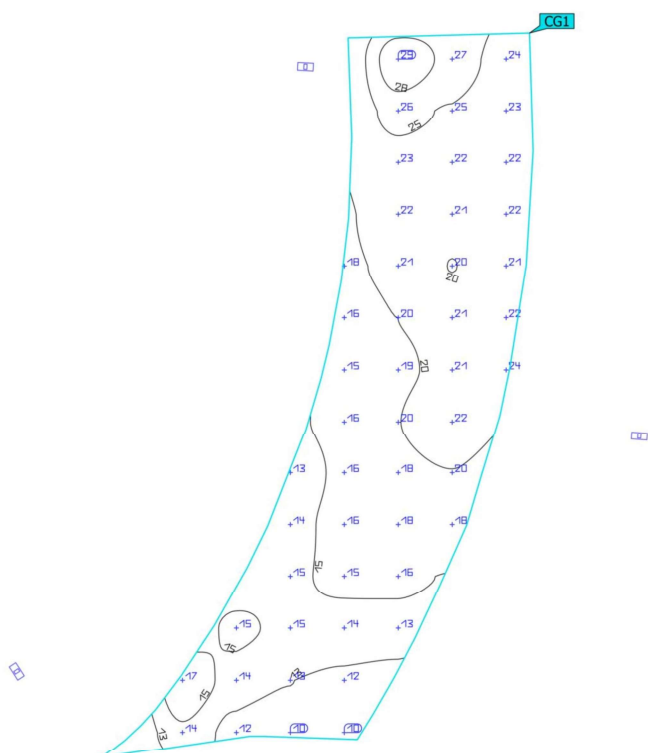
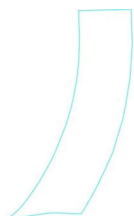
Superfici di calcolo

Proprietà	\bar{E}	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Indice
Immissione 2 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	18.4 lx	10.1 lx	29.2 lx	0.55	0.35	CG1
Marciapiede 3 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	17.6 lx	13.1 lx	24.0 lx	0.74	0.55	CG2
Marciapiede 2 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	16.2 lx	7.22 lx	22.5 lx	0.45	0.32	CG3
Immissione 1 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	18.7 lx	9.43 lx	26.7 lx	0.50	0.35	CG4
Marciapiede 1 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	18.7 lx	10.8 lx	23.4 lx	0.58	0.46	CG5
Attraversamento pedonale 1 Illuminamento verticale Rotazione: -30.0°, Altezza: 0.000 m	5.90 lx	3.56 lx	9.20 lx	0.60	0.39	CG6
Attraversamento pedonale 2 Illuminamento verticale Rotazione: -110.0°, Altezza: 0.000 m	5.37 lx	2.48 lx	8.04 lx	0.46	0.31	CG7
Incrocio Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	18.5 lx	7.90 lx	33.0 lx	0.43	0.24	CG8

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

Area 1 (Scena luce 1)

Immissione 2

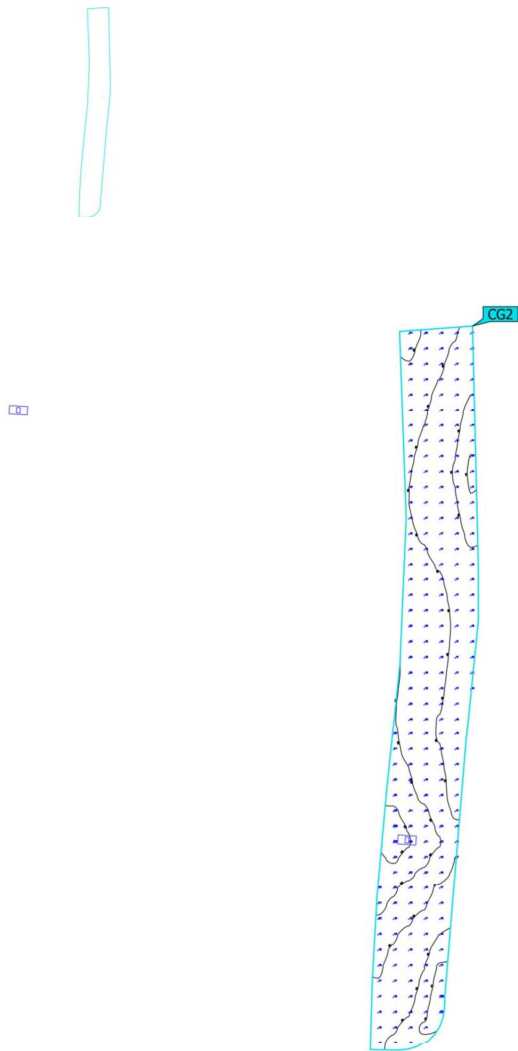


Proprietà	\bar{E}	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Indice
Immissione 2 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	18.4 lx	10.1 lx	29.2 lx	0.55	0.35	CG1

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

Area 1 (Scena luce 1)

Marciapiede 3

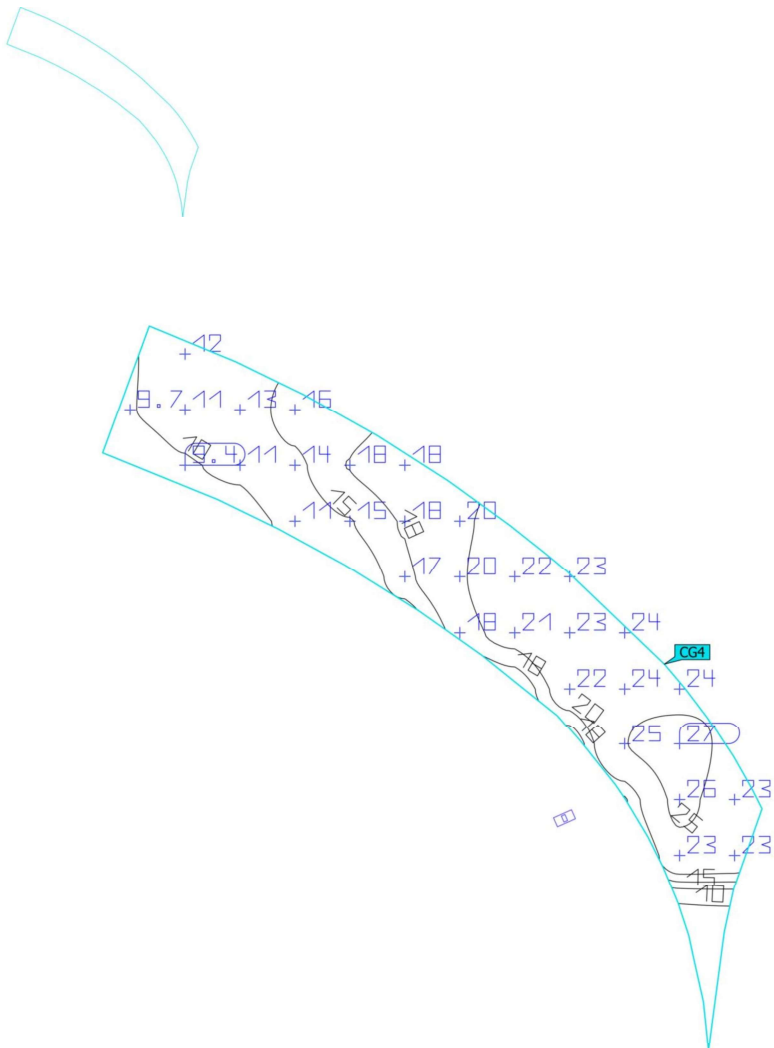


Proprietà	\bar{E}	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Indice
Marciapiede 3 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	17.6 lx	13.1 lx	24.0 lx	0.74	0.55	CG2

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

Area 1 (Scena luce 1)

Immissione 1

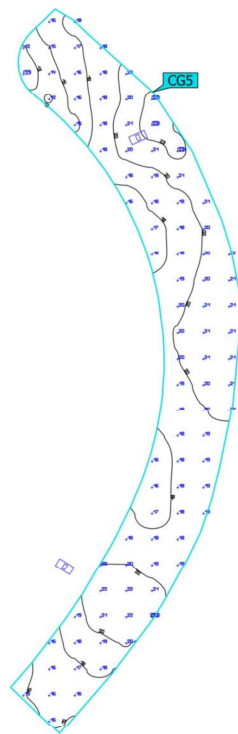


Proprietà	\bar{E}	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Indice
Immissione 1 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	18.7 lx	9.43 lx	26.7 lx	0.50	0.35	CG4

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

Area 1 (Scena luce 1)

Marciapiede 1

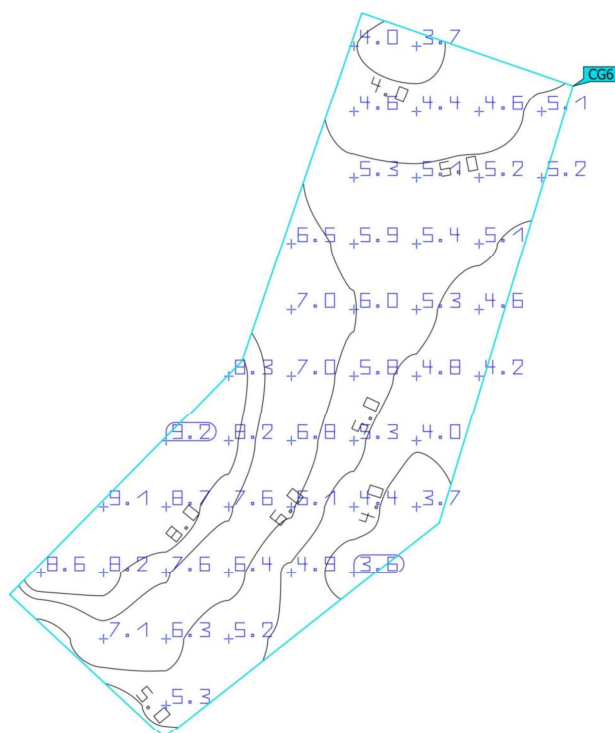
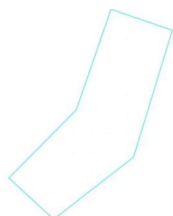


Proprietà	\bar{E}	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Indice
Marciapiede 1 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	18.7 lx	10.8 lx	23.4 lx	0.58	0.46	CG5

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

Area 1 (Scena luce 1)

Attraversamento pedonale 1

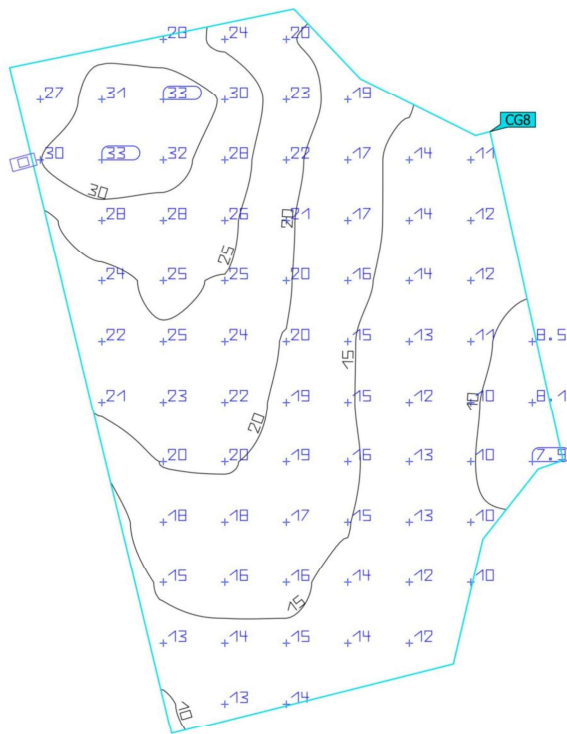


Proprietà	\bar{E}	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Indice
Attraversamento pedonale 1 Illuminamento verticale Rotazione: -30.0°, Altezza: 0.000 m	5.90 lx	3.56 lx	9.20 lx	0.60	0.39	CG6

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

Area 1 (Scena luce 1)

Incrocio



Proprietà	\bar{E}	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Indice
Incrocio Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	18.5 lx	7.90 lx	33.0 lx	0.43	0.24	CG8

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

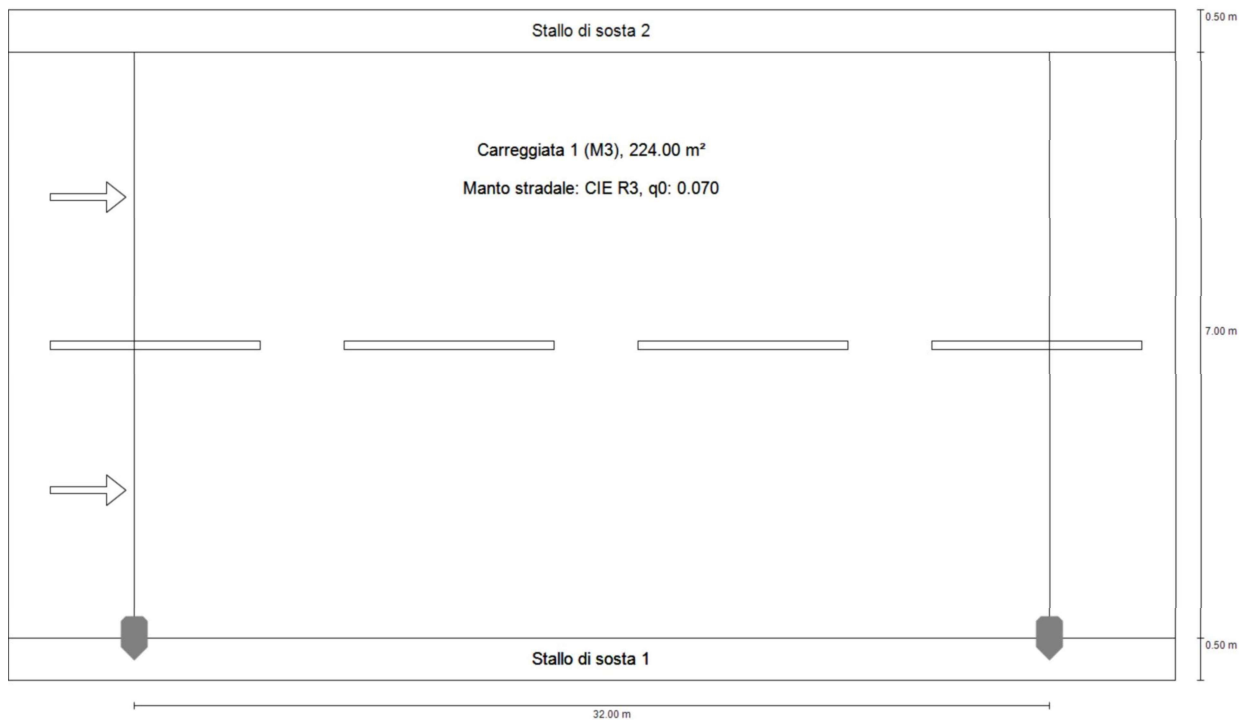


Strada tipologica 1

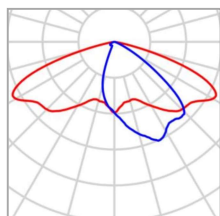
Descrizione

Strada tipologica 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



Strada tipologica 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

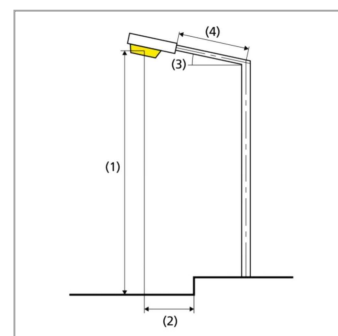
Produttore	Disano Illuminazione S.p.A	P	95.0 W
Articolo No.	3290 24 LED 530mA 4K CLD	$\Phi_{Lampadina}$	11150 lm
Nome articolo	3290 Sella 1 - ST	$\Phi_{Lampada}$	11150 lm
Dotazione	1x LuxM+LuxTX88_3290	η	100.00 %

Strada tipologica 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

3290 Sella 1 - ST (su un lato sotto)

Distanza pali	32.000 m
(1) Altezza fuochi	10.000 m
(2) Distanza fuochi	0.000 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 95.0 W
Potenza / percorso	2945.0 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°: 491 cd/klm ≥ 80°: 60.0 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*4
Classe indici di abbagliamento	D.4
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 (M3)	L_m	1.17 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_i	0.72	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{Et}	0.67	≥ 0.30	✓

Strada tipologica 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

	Unità	Calcolato	Consumo di energia
Strada tipologica 1	D _p	0.023 W/lx*m ²	-
3290 Sella 1 - ST (su un lato sotto)	D _e	1.7 kWh/m ² anno	380.0 kWh/anno

Strada tipologica 1

Carreggiata 1 (M3)

Risultati per campo di valutazione

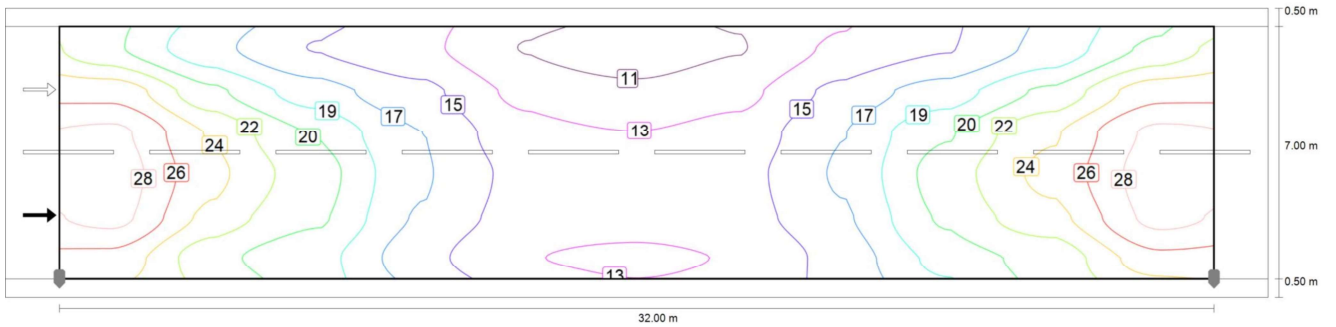
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Carreggiata 1 (M3)	L_m	1.17 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.72	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.67	≥ 0.30	✓

Risultati per osservatore

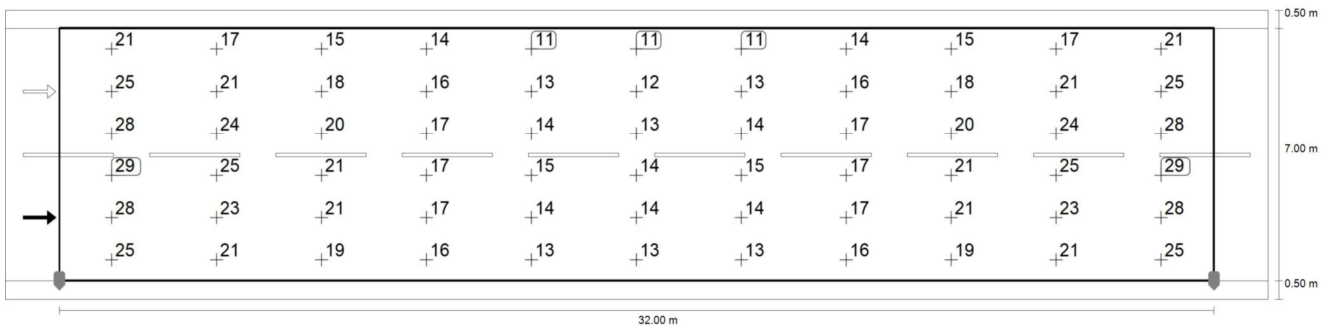
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 2.250 m, 1.500 m	L_m	1.17 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.72	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
Osservatore 2 Posizione: -60.000 m, 5.750 m, 1.500 m	L_m	1.26 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.92	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓

Strada tipologica 1

Carreggiata 1 (M3)



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



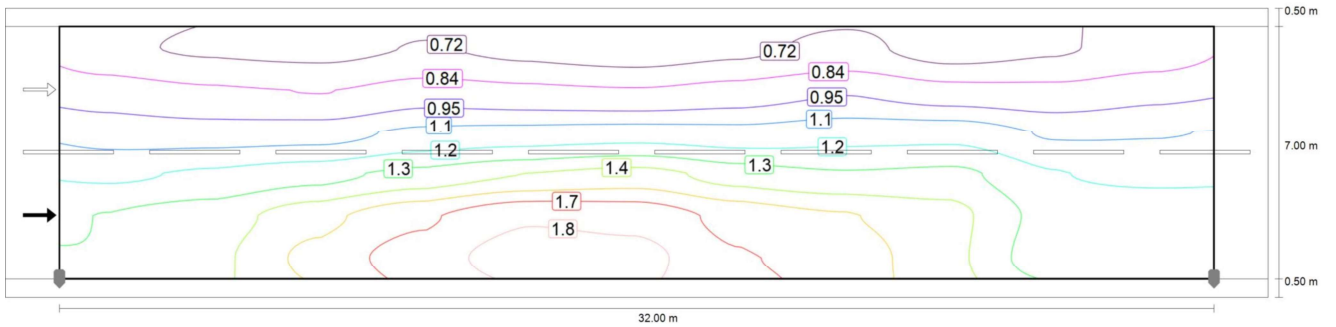
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	20.93	17.47	14.98	13.66	11.38	10.57	11.38	13.66	14.98	17.47	20.93
5.750	25.29	20.88	17.77	15.57	12.76	11.89	12.76	15.57	17.77	20.88	25.29
4.583	28.10	23.89	20.32	16.86	13.96	13.30	13.96	16.86	20.32	23.89	28.10
3.417	28.59	24.57	21.33	17.09	14.58	14.22	14.58	17.09	21.33	24.57	28.59
2.250	28.25	23.50	20.78	16.64	14.35	13.97	14.35	16.64	20.78	23.50	28.25
1.083	25.25	21.10	19.29	15.76	13.36	12.96	13.36	15.76	19.29	21.10	25.25

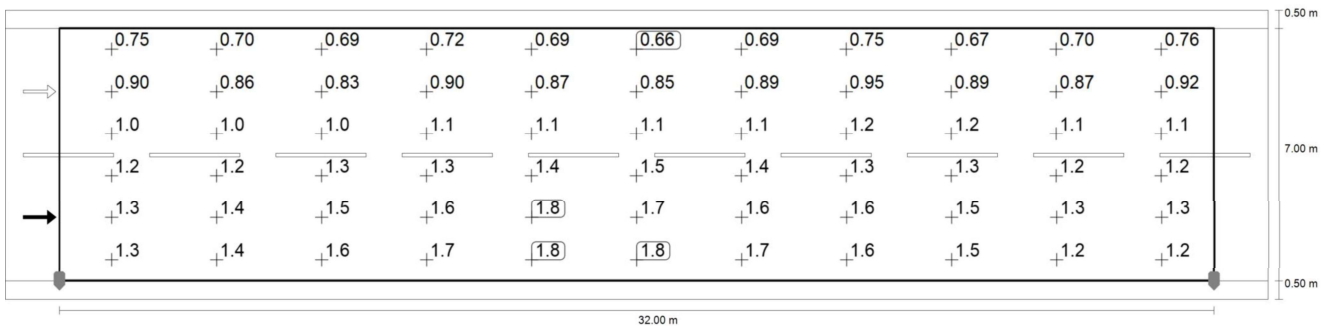
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	18.7 lx	10.6 lx	28.6 lx	0.57	0.37

Strada tipologica 1
Carreggiata 1 (M3)



Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Curve isolux)



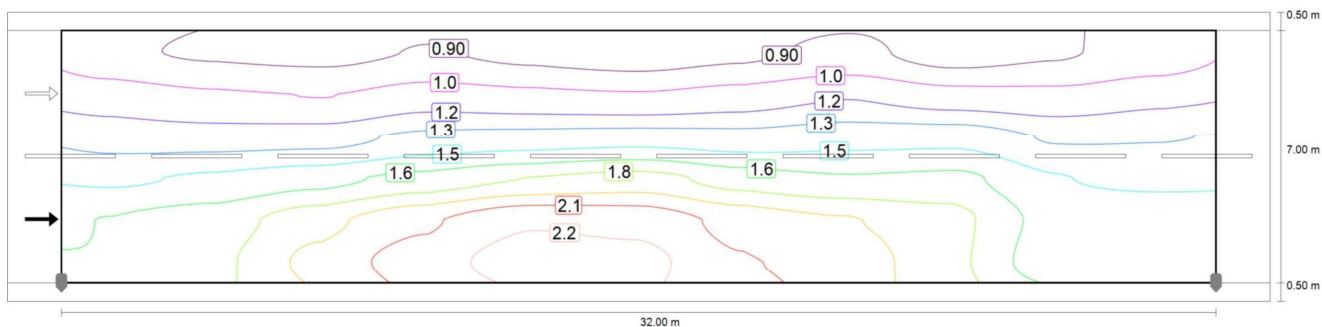
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	0.75	0.70	0.69	0.72	0.69	0.66	0.69	0.75	0.67	0.70	0.76
5.750	0.90	0.86	0.83	0.90	0.87	0.85	0.89	0.95	0.89	0.87	0.92
4.583	1.03	1.02	1.03	1.10	1.12	1.14	1.12	1.15	1.15	1.06	1.07
3.417	1.17	1.21	1.27	1.35	1.42	1.47	1.37	1.32	1.33	1.20	1.16
2.250	1.31	1.37	1.50	1.64	1.77	1.74	1.62	1.55	1.46	1.26	1.27
1.083	1.31	1.40	1.58	1.72	1.84	1.81	1.68	1.62	1.46	1.24	1.25

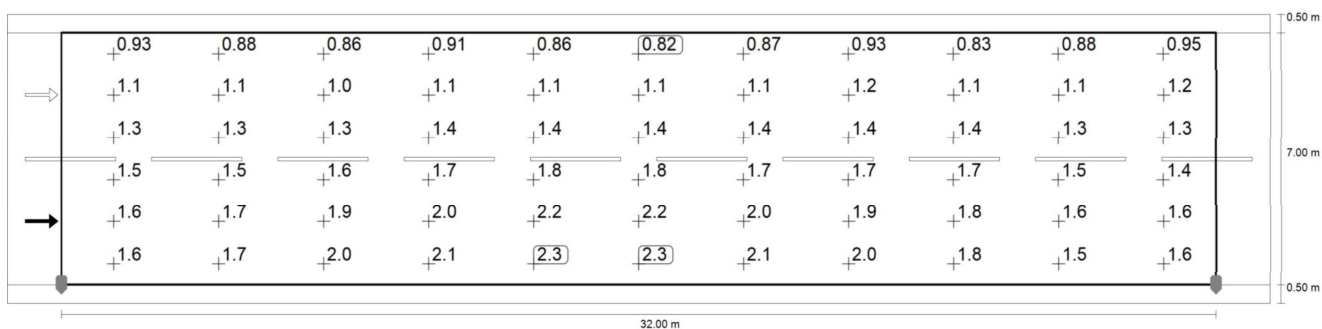
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Tabella valori)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.17 cd/m^2	0.66 cd/m^2	1.84 cd/m^2	0.56	0.36

Strada tipologica 1
Carreggiata 1 (M3)



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



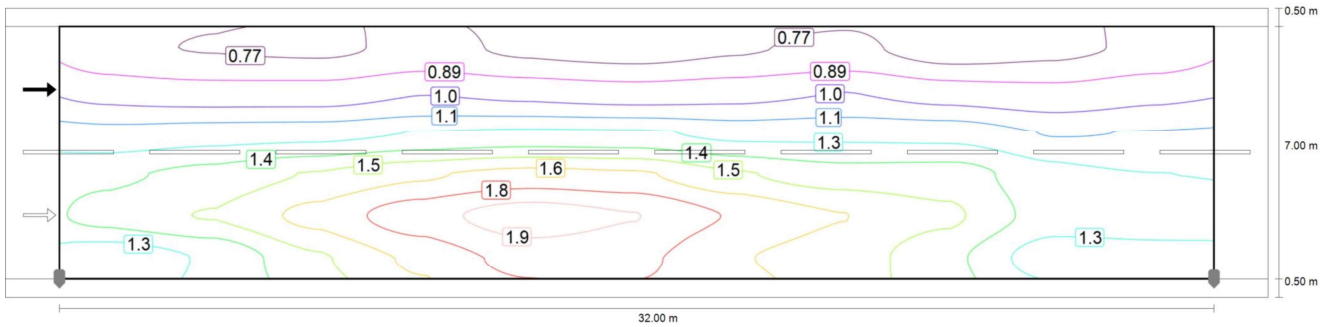
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	0.93	0.88	0.86	0.91	0.86	0.82	0.87	0.93	0.83	0.88	0.95
5.750	1.13	1.07	1.04	1.12	1.09	1.06	1.11	1.18	1.11	1.09	1.15
4.583	1.29	1.27	1.28	1.38	1.40	1.42	1.40	1.44	1.44	1.32	1.33
3.417	1.46	1.51	1.58	1.68	1.78	1.84	1.71	1.65	1.67	1.50	1.45
2.250	1.64	1.71	1.88	2.05	2.21	2.18	2.03	1.94	1.83	1.58	1.59
1.083	1.64	1.74	1.97	2.15	2.29	2.27	2.09	2.02	1.83	1.55	1.56

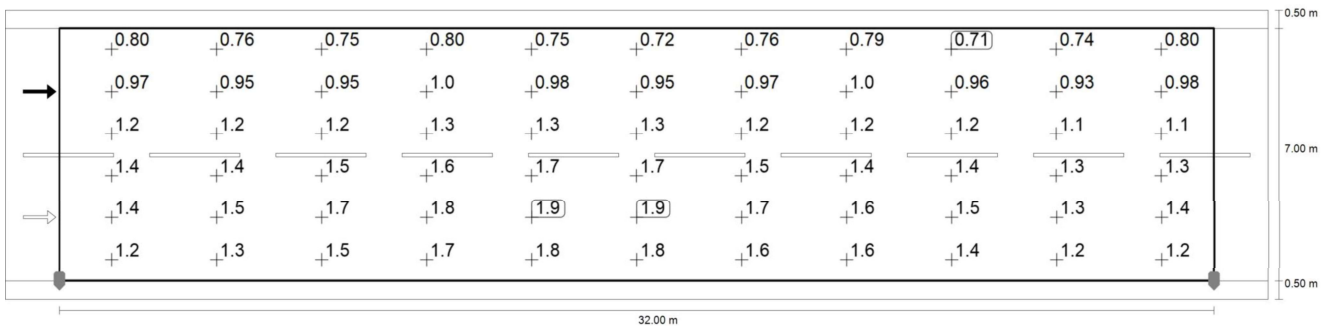
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Tabella valori)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione	1.46 cd/m ²	0.82 cd/m ²	2.29 cd/m ²	0.56	0.36

Strada tipologica 1
Carreggiata 1 (M3)



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



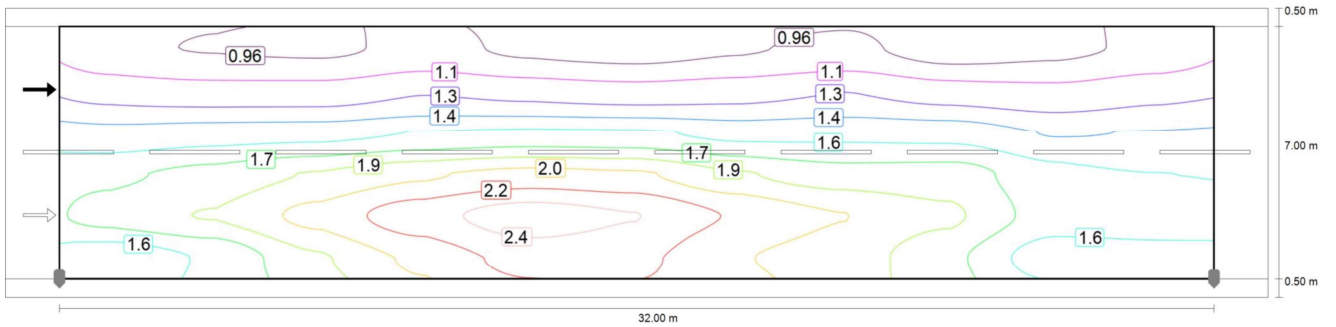
Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	0.80	0.76	0.75	0.80	0.75	0.72	0.76	0.79	0.71	0.74	0.80
5.750	0.97	0.95	0.95	1.01	0.98	0.95	0.97	1.02	0.96	0.93	0.98
4.583	1.18	1.21	1.22	1.27	1.29	1.28	1.23	1.24	1.23	1.13	1.15
3.417	1.36	1.43	1.52	1.62	1.68	1.65	1.53	1.45	1.44	1.30	1.27
2.250	1.44	1.52	1.68	1.83	1.95	1.89	1.75	1.64	1.54	1.33	1.35
1.083	1.18	1.28	1.49	1.66	1.80	1.79	1.65	1.59	1.42	1.19	1.21

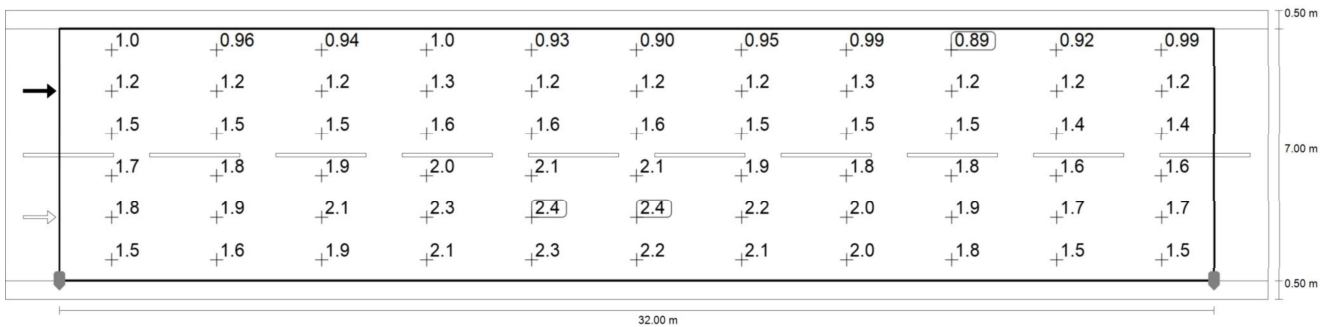
Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Tabella valori)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.26 cd/m ²	0.71 cd/m ²	1.95 cd/m ²	0.56	0.36

Strada tipologica 1
Carreggiata 1 (M3)



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

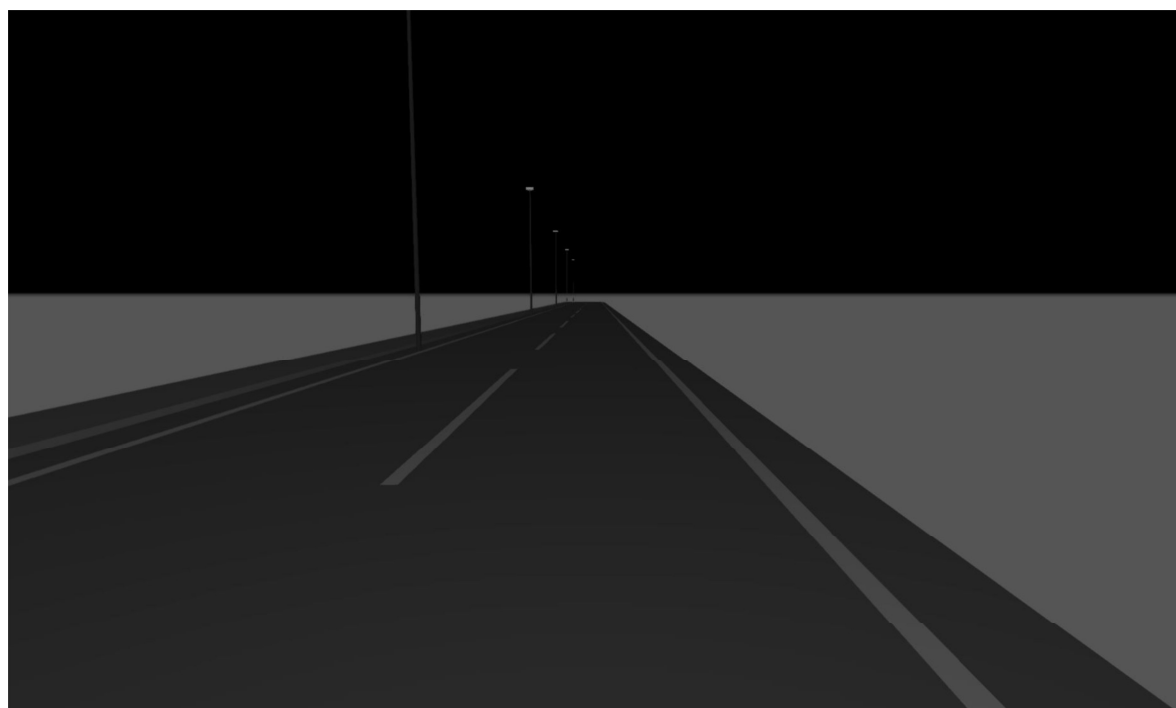


Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	1.00	0.96	0.94	1.00	0.93	0.90	0.95	0.99	0.89	0.92	0.99
5.750	1.22	1.18	1.19	1.26	1.22	1.19	1.22	1.27	1.20	1.16	1.23
4.583	1.48	1.51	1.53	1.59	1.61	1.60	1.54	1.55	1.53	1.42	1.43
3.417	1.70	1.79	1.90	2.02	2.10	2.07	1.91	1.81	1.80	1.63	1.58
2.250	1.80	1.90	2.09	2.29	2.43	2.36	2.19	2.05	1.92	1.67	1.69
1.083	1.48	1.60	1.87	2.08	2.25	2.23	2.06	1.98	1.78	1.49	1.51

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

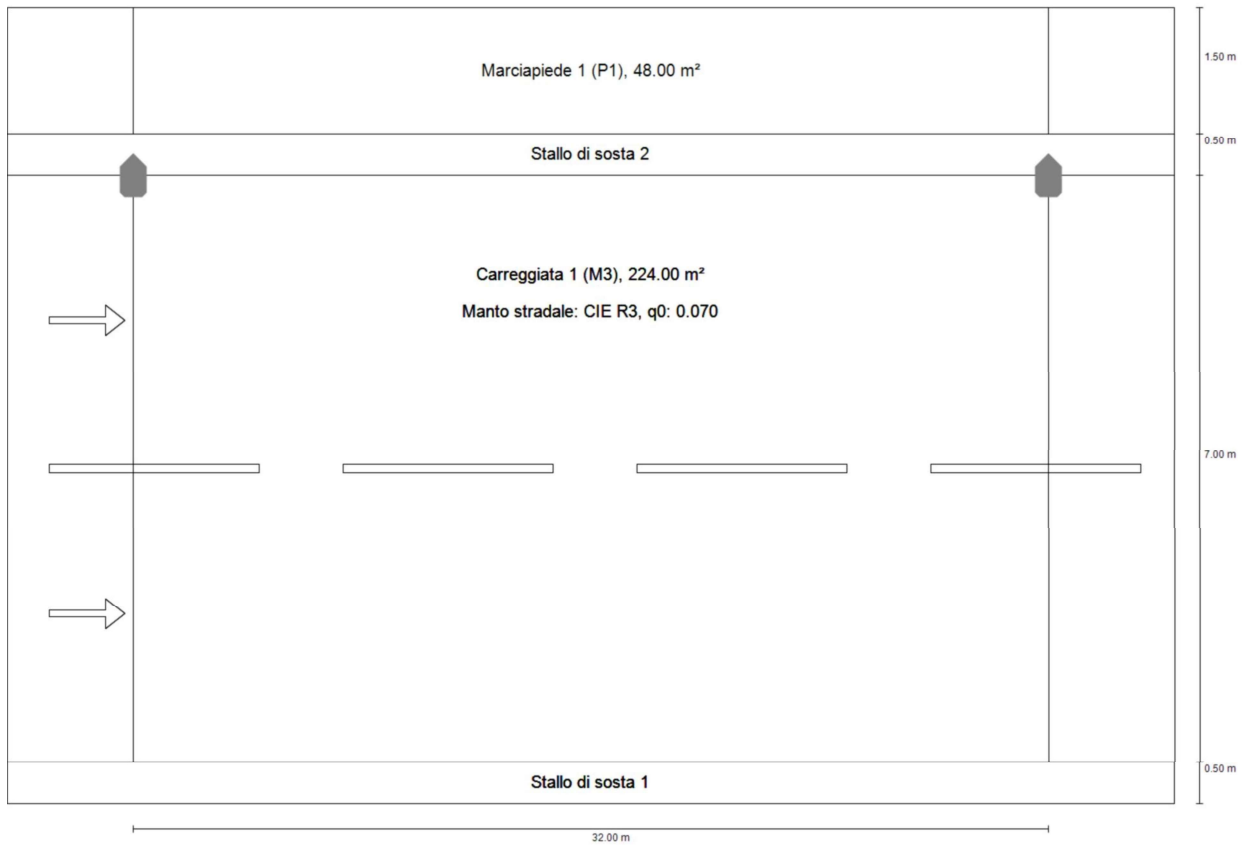
	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione	1.57 cd/m ²	0.89 cd/m ²	2.43 cd/m ²	0.56	0.36



Strada tipologica 2 (con marciapiede)

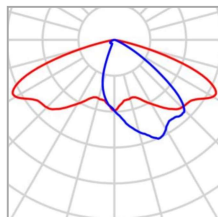
Descrizione

Strada tipologica 2 (con marciapiede)
Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



Strada tipologica 2 (con marciapiede)

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



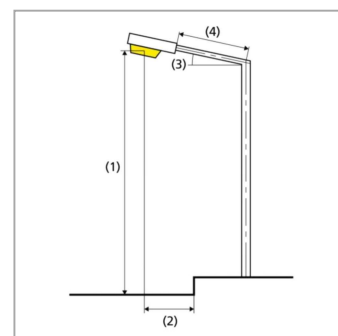
Produttore	Disano Illuminazione S.p.A	P	95.0 W
Articolo No.	3290 24 LED 530mA 4K CLD	$\Phi_{Lampadina}$	11150 lm
Nome articolo	3290 Sella 1 - ST	$\Phi_{Lampada}$	11150 lm
Dotazione	1x LuxM+LuxTX88_3290	η	100.00 %

Strada tipologica 2 (con marciapiede)

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

3290 Sella 1 - ST (su un lato sopra)

Distanza pali	32.000 m
(1) Altezza fuochi	10.000 m
(2) Distanza fuochi	0.000 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 95.0 W
Potenza / percorso	2945.0 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°: 491 cd/klm ≥ 80°: 60.0 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*4
Classe indici di abbagliamento	D.4
MF	0.80



Strada tipologica 2 (con marciapiede)

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per i campi di valutazione

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

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 1 (P1)	E_m	15.26 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	8.96 lx	≥ 3.00 lx	✓
Carreggiata 1 (M3)	L_m	1.17 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.72	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{Et}	0.67	≥ 0.30	✓

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

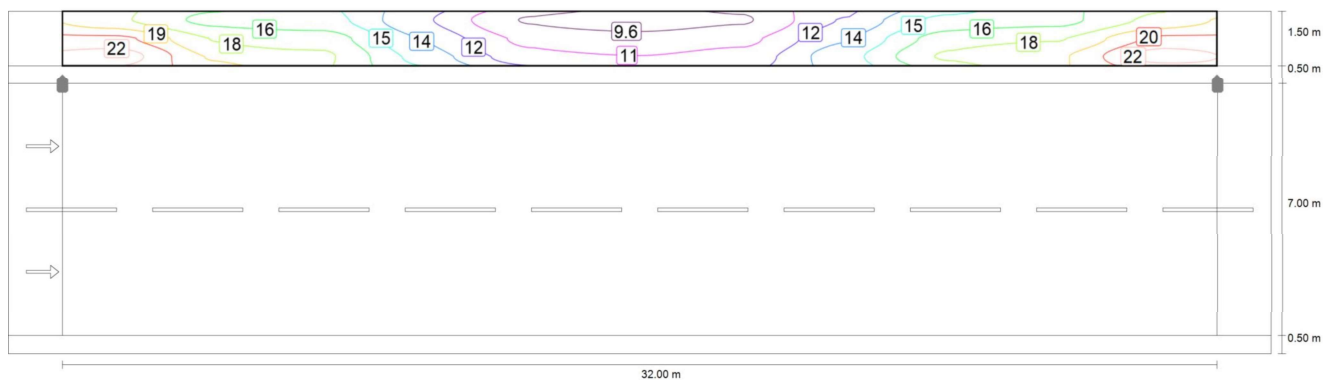
	Unità	Calcolato	Consumo di energia
Strada tipologica 2 (con marciapiede)	D_p	0.019 W/lx*m ²	-
3290 Sella 1 - ST (su un lato sopra)	D_e	1.4 kWh/m ² anno	380.0 kWh/anno

Strada tipologica 2 (con marciapiede)

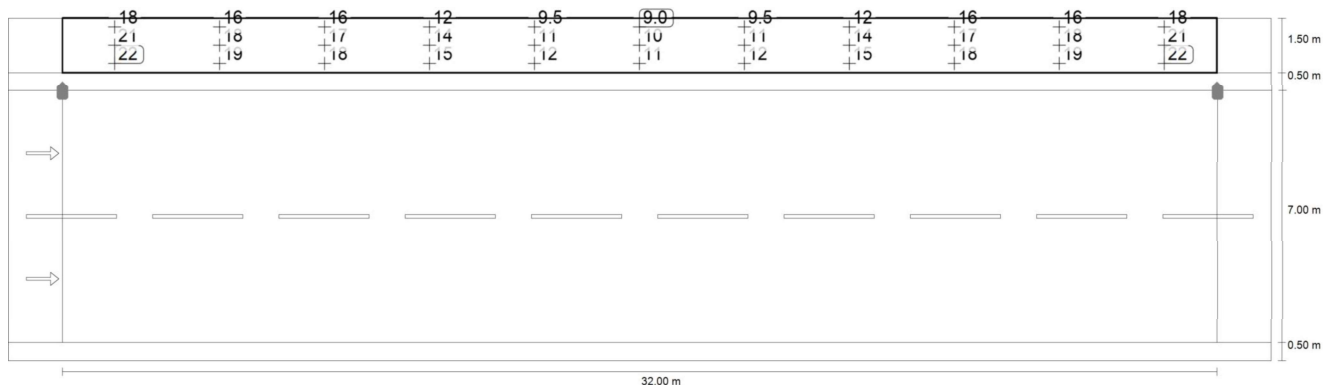
Marciapiede 1 (P1)

Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 1 (P1)	E_m	15.26 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	8.96 lx	≥ 3.00 lx	✓



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



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

Strada tipologica 2 (con marciapiede)

Marciapiede 1 (P1)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
9.250	18.11	16.01	15.57	12.45	9.50	8.96	9.50	12.45	15.57	16.01	18.11
8.750	20.78	17.63	17.10	13.57	10.64	10.13	10.64	13.57	17.10	17.63	20.78
8.250	22.46	18.87	17.97	14.51	11.54	11.03	11.54	14.51	17.97	18.87	22.46

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

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	15.3 lx	8.96 lx	22.5 lx	0.59	0.40

Strada tipologica 2 (con marciapiede)

Carreggiata 1 (M3)

Risultati per campo di valutazione

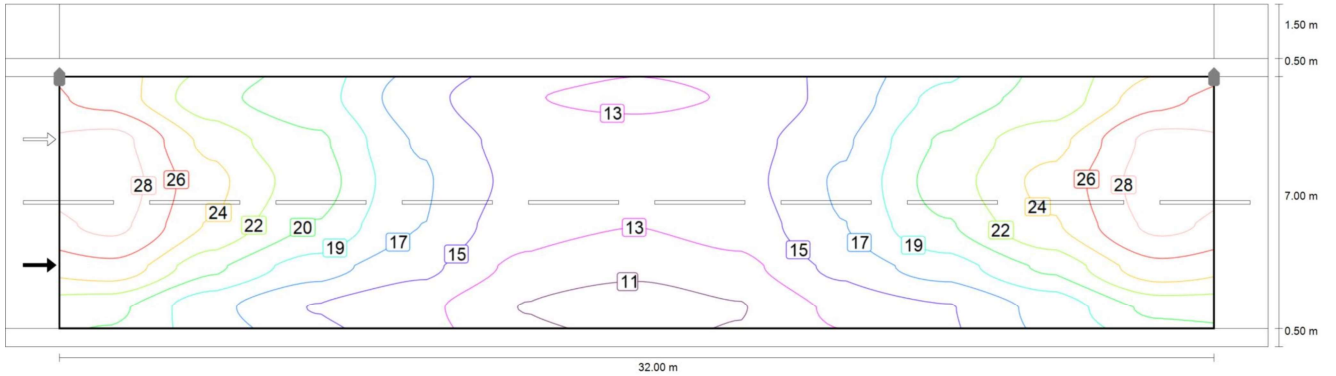
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Carreggiata 1 (M3)	L_m	1.17 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.72	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.67	≥ 0.30	✓

Risultati per osservatore

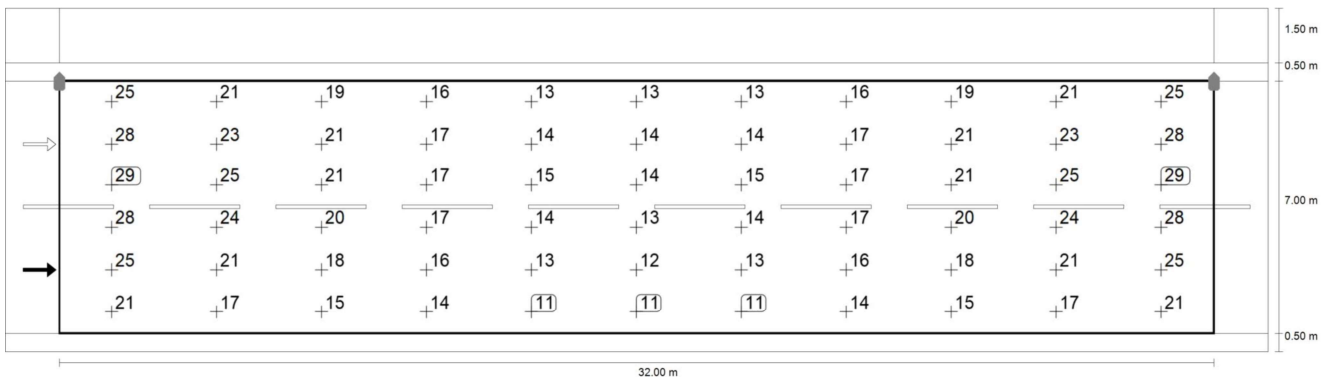
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 2.250 m, 1.500 m	L_m	1.26 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.92	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
Osservatore 2 Posizione: -60.000 m, 5.750 m, 1.500 m	L_m	1.17 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.72	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓

Strada tipologica 2 (con marciapiede)

Carreggiata 1 (M3)



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



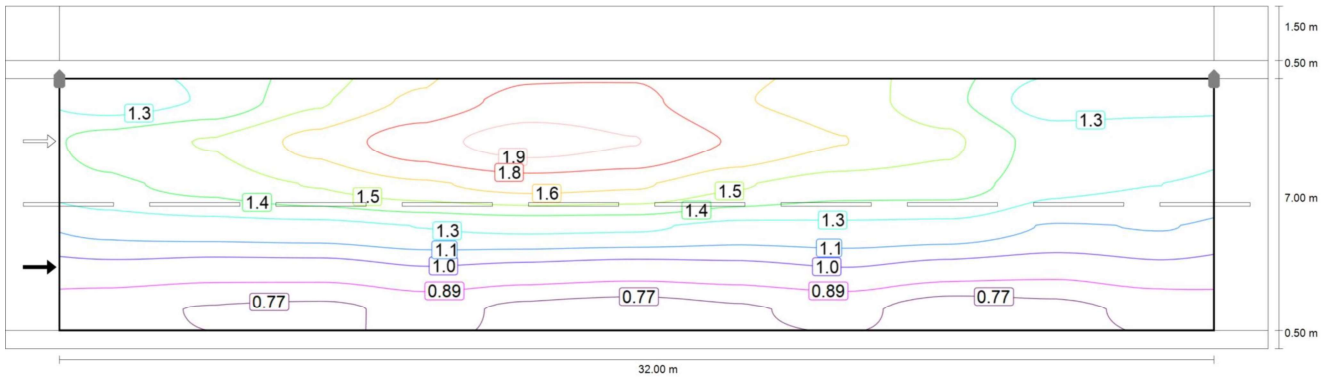
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	25.25	21.10	19.29	15.76	13.36	12.96	13.36	15.76	19.29	21.10	25.25
5.750	28.25	23.50	20.78	16.64	14.35	13.97	14.35	16.64	20.78	23.50	28.25
4.583	28.59	24.57	21.33	17.09	14.58	14.22	14.58	17.09	21.33	24.57	28.59
3.417	28.10	23.89	20.32	16.86	13.96	13.30	13.96	16.86	20.32	23.89	28.10
2.250	25.29	20.88	17.77	15.57	12.76	11.89	12.76	15.57	17.77	20.88	25.29
1.083	20.93	17.47	14.98	13.66	11.38	10.57	11.38	13.66	14.98	17.47	20.93

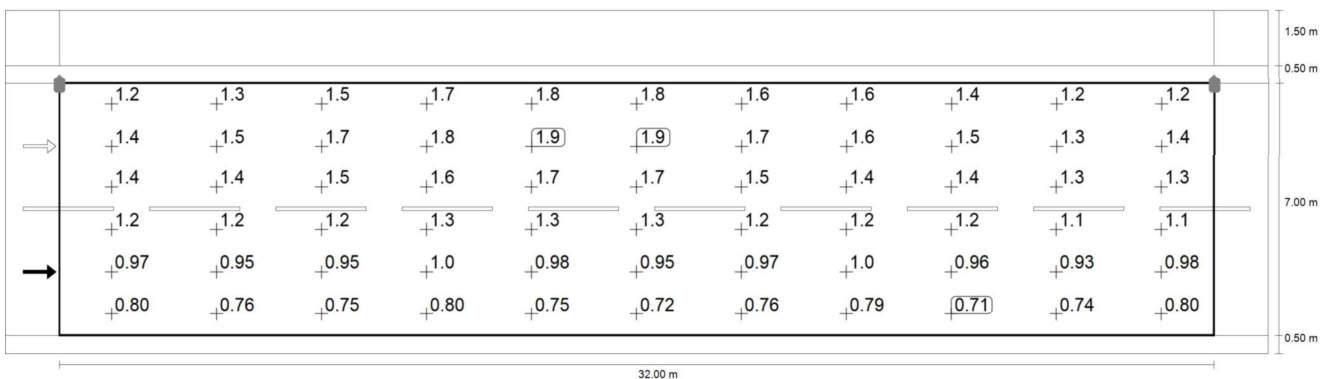
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	18.7 lx	10.6 lx	28.6 lx	0.57	0.37

Strada tipologica 2 (con marciapiede)
Carreggiata 1 (M3)



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)

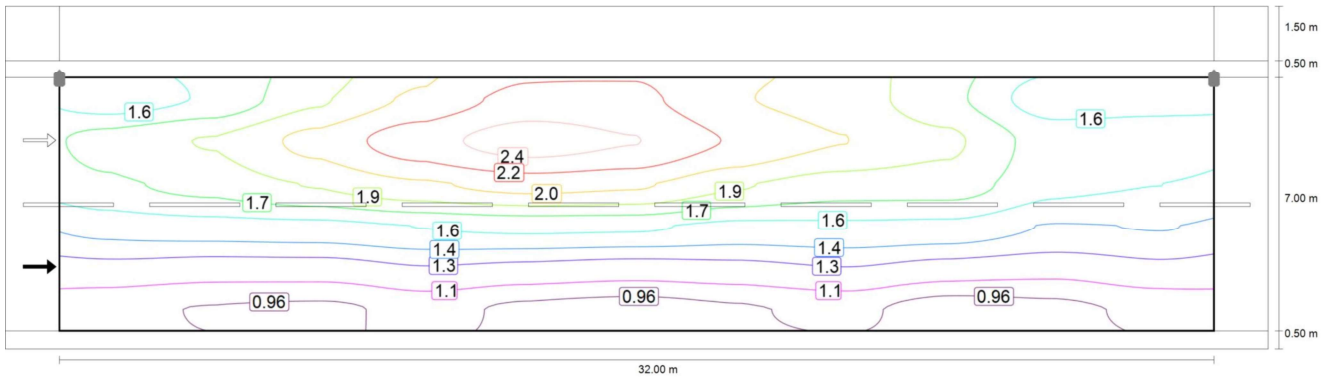
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	1.18	1.28	1.49	1.66	1.80	1.79	1.65	1.59	1.42	1.19	1.21
5.750	1.44	1.52	1.68	1.83	1.95	1.89	1.75	1.64	1.54	1.33	1.35
4.583	1.36	1.43	1.52	1.62	1.68	1.65	1.53	1.45	1.44	1.30	1.27
3.417	1.18	1.21	1.22	1.27	1.29	1.28	1.23	1.24	1.23	1.13	1.15
2.250	0.97	0.95	0.95	1.01	0.98	0.95	0.97	1.02	0.96	0.93	0.98
1.083	0.80	0.76	0.75	0.80	0.75	0.72	0.76	0.79	0.71	0.74	0.80

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

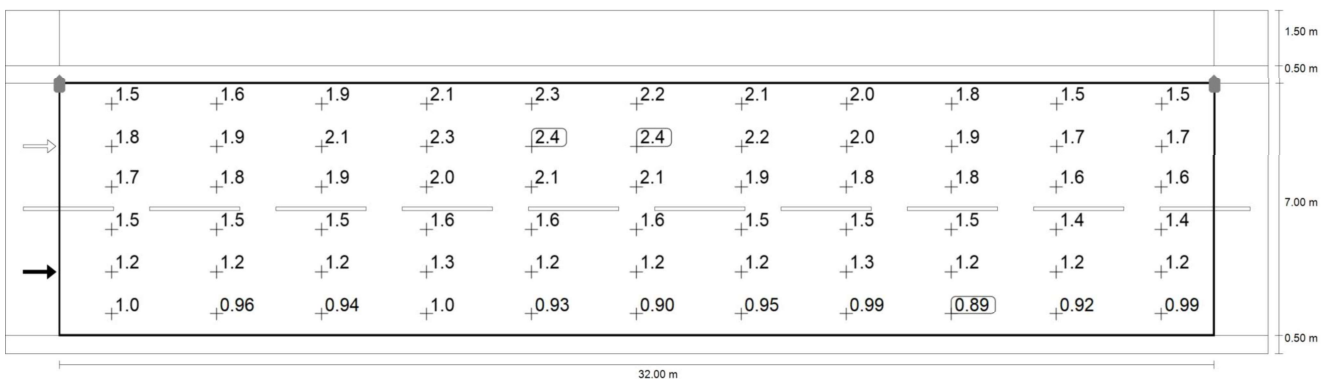
	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.26 cd/m ²	0.71 cd/m ²	1.95 cd/m ²	0.56	0.36

Strada tipologica 2 (con marciapiede)

Carreggiata 1 (M3)



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



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

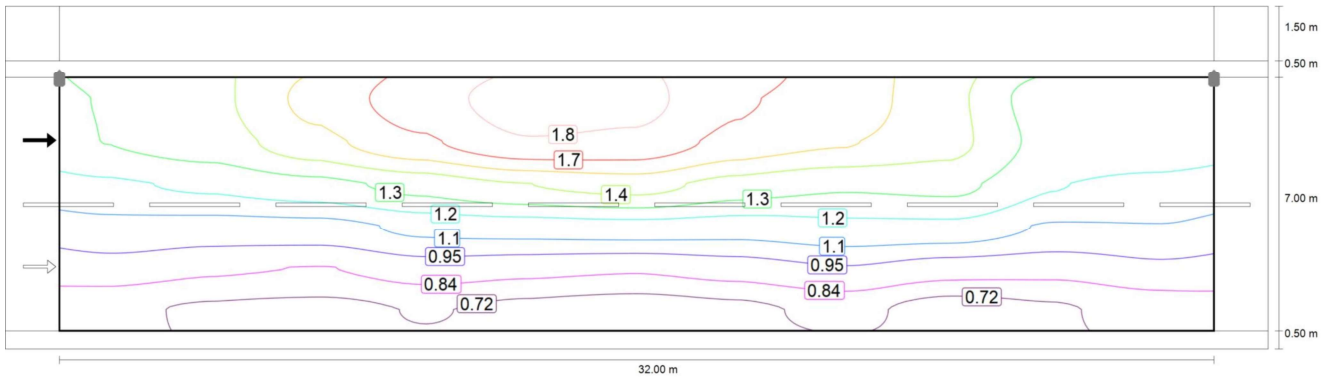
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	1.48	1.60	1.87	2.08	2.25	2.23	2.06	1.98	1.78	1.49	1.51
5.750	1.80	1.90	2.09	2.29	2.43	2.36	2.19	2.05	1.92	1.67	1.69
4.583	1.70	1.79	1.90	2.02	2.10	2.07	1.91	1.81	1.80	1.63	1.58
3.417	1.48	1.51	1.53	1.59	1.61	1.60	1.54	1.55	1.53	1.42	1.43
2.250	1.22	1.18	1.19	1.26	1.22	1.19	1.22	1.27	1.20	1.16	1.23
1.083	1.00	0.96	0.94	1.00	0.93	0.90	0.95	0.99	0.89	0.92	0.99

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

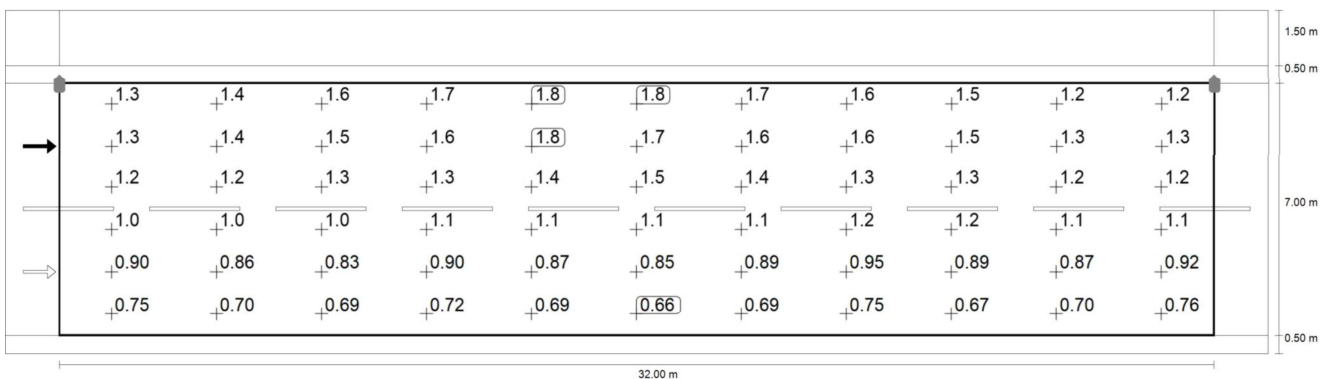
	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione	1.57 cd/m ²	0.89 cd/m ²	2.43 cd/m ²	0.56	0.36

Strada tipologica 2 (con marciapiede)

Carreggiata 1 (M3)



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)

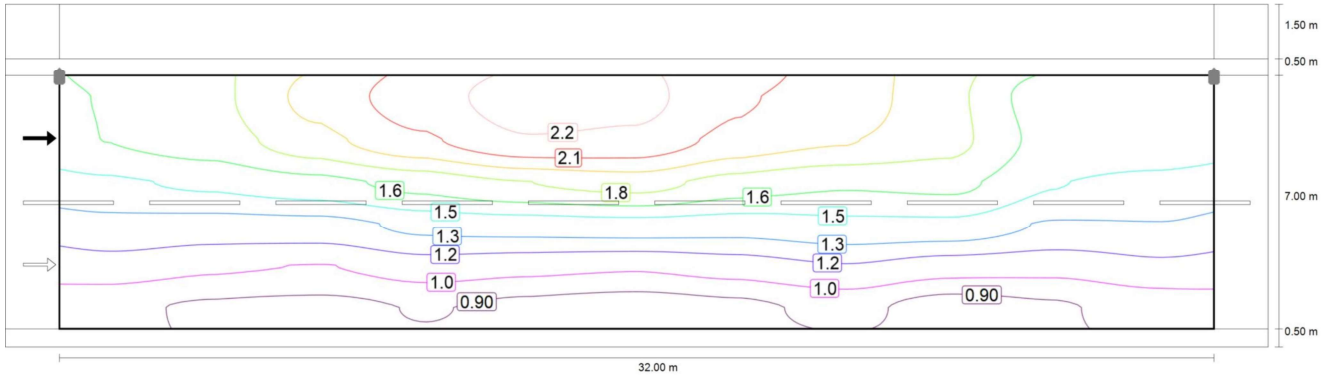
m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	1.31	1.40	1.58	1.72	1.84	1.81	1.68	1.62	1.46	1.24	1.25
5.750	1.31	1.37	1.50	1.64	1.77	1.74	1.62	1.55	1.46	1.26	1.27
4.583	1.17	1.21	1.27	1.35	1.42	1.47	1.37	1.32	1.33	1.20	1.16
3.417	1.03	1.02	1.03	1.10	1.12	1.14	1.12	1.15	1.15	1.06	1.07
2.250	0.90	0.86	0.83	0.90	0.87	0.85	0.89	0.95	0.89	0.87	0.92
1.083	0.75	0.70	0.69	0.72	0.69	0.66	0.69	0.75	0.67	0.70	0.76

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

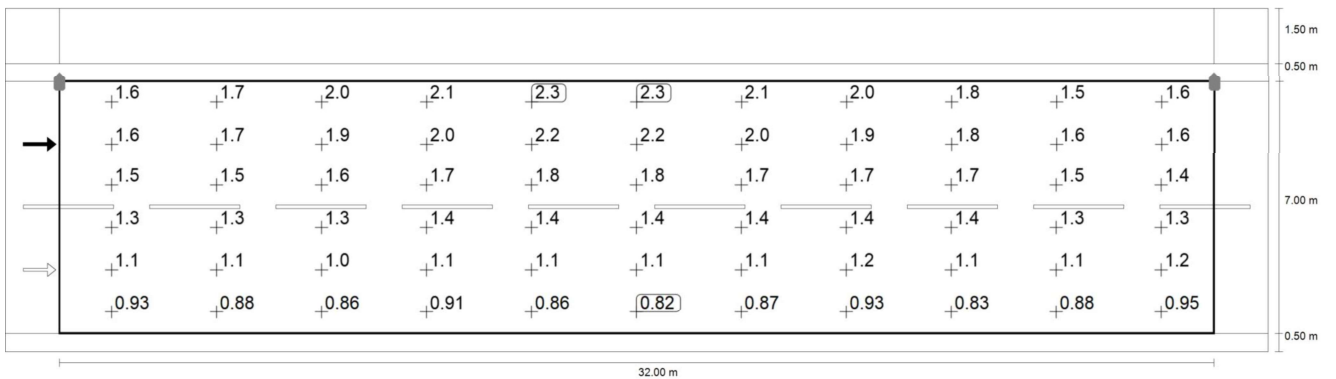
	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.17 cd/m ²	0.66 cd/m ²	1.84 cd/m ²	0.56	0.36

Strada tipologica 2 (con marciapiede)

Carreggiata 1 (M3)



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



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

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
6.917	1.64	1.74	1.97	2.15	2.29	2.27	2.09	2.02	1.83	1.55	1.56
5.750	1.64	1.71	1.88	2.05	2.21	2.18	2.03	1.94	1.83	1.58	1.59
4.583	1.46	1.51	1.58	1.68	1.78	1.84	1.71	1.65	1.67	1.50	1.45
3.417	1.29	1.27	1.28	1.38	1.40	1.42	1.40	1.44	1.44	1.32	1.33
2.250	1.13	1.07	1.04	1.12	1.09	1.06	1.11	1.18	1.11	1.09	1.15
1.083	0.93	0.88	0.86	0.91	0.86	0.82	0.87	0.93	0.83	0.88	0.95

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	1.46 cd/m ²	0.82 cd/m ²	2.29 cd/m ²	0.56	0.36

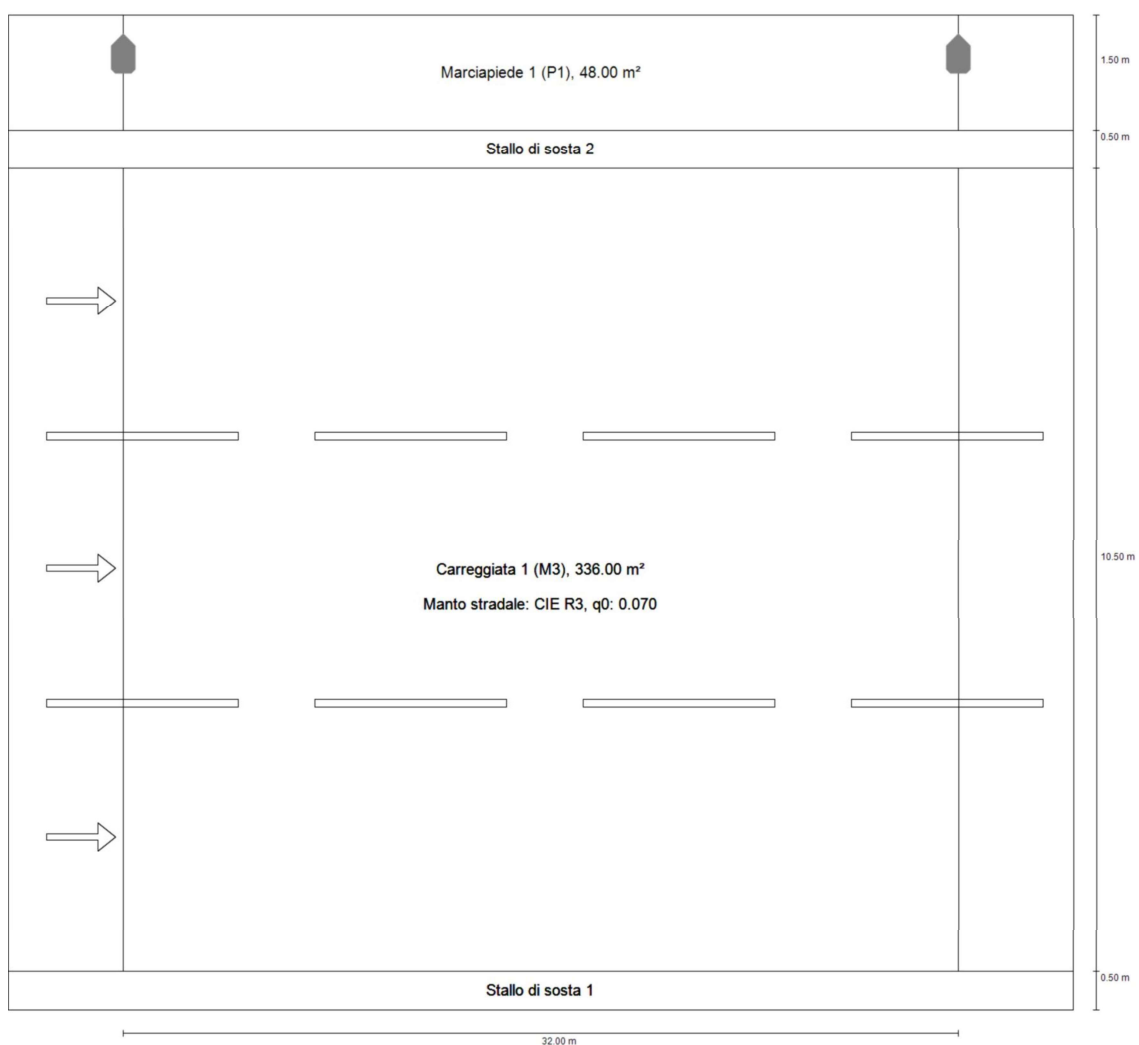


Strada tipologica 3

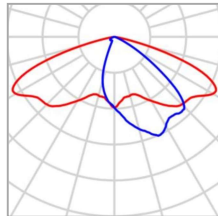
Descrizione

Strada tipologica 3

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



Strada tipologica 3

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

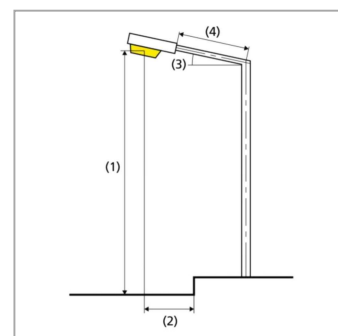
Produttore	Disano Illuminazione S.p.A	P	63.0 W
Articolo No.	3290 16 LED 530mA 4K CLD	$\Phi_{Lampadina}$	7528 lm
Nome articolo	3290 Sella 1 - ST	$\Phi_{Lampada}$	7528 lm
Dotazione	1x LuxM+LuxTX59_3290	η	100.00 %

Strada tipologica 3

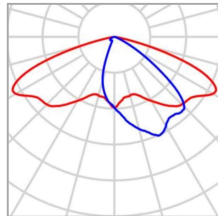
Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

3290 Sella 1 - ST (su un lato sopra)

Distanza pali	32.000 m
(1) Altezza fuochi	10.000 m
(2) Distanza fuochi	-1.500 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 63.0 W
Potenza / percorso	1953.0 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°: 491 cd/klm ≥ 80°: 60.0 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*4
Classe indici di abbagliamento	D.4
MF	0.80



Strada tipologica 3

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

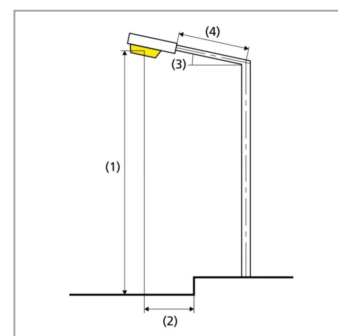
Produttore	Disano Illuminazione S.p.A	P	63.0 W
Articolo No.	3290 16 LED 530mA 4K CLD	$\Phi_{Lampadina}$	7528 lm
Nome articolo	3290 Sella 1 - ST	$\Phi_{Lampada}$	7528 lm
Dotazione	1x LuxM+LuxTX59_3290	η	100.00 %

Strada tipologica 3

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

3290 Sella 1 - ST (su un lato sotto)

Distanza pali	32.000 m
(1) Altezza fuochi	10.000 m
(2) Distanza fuochi	-3.000 m
(3) Inclinazione braccio	10.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 63.0 W
Potenza / percorso	1953.0 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°: 538 cd/klm ≥ 80°: 195 cd/klm ≥ 90°: 4.81 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*1
Classe indici di abbagliamento	D.4
MF	0.80



Strada tipologica 3

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per i campi di valutazione

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

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 1 (P1)	E_m	16.49 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	12.70 lx	≥ 3.00 lx	✓
Carreggiata 1 (M3)	L_m	1.11 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.82	≥ 0.40	✓
	U_l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	R_{Et}	0.75	≥ 0.30	✓

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

	Unità	Calcolato	Consumo di energia
Strada tipologica 3	D_p	0.009 W/lx*m ²	-
3290 Sella 1 - ST (su un lato sopra)	D_e	0.7 kWh/m ² anno	252.0 kWh/anno
3290 Sella 1 - ST (su un lato sotto)	D_e	0.7 kWh/m ² anno	252.0 kWh/anno

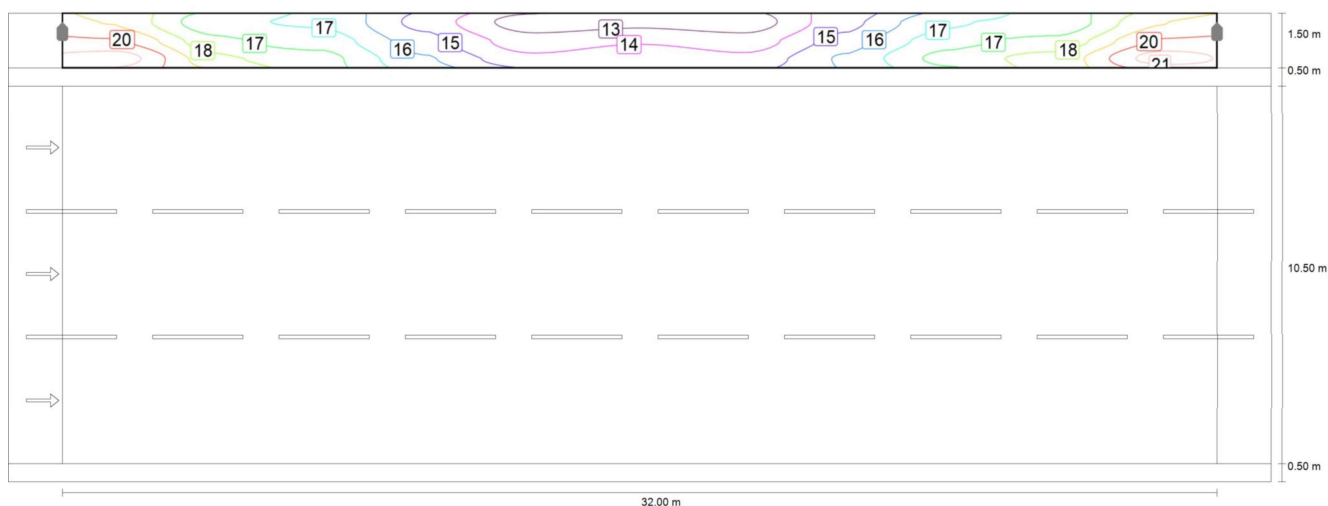
La norma EN 13201:2015-5 non comprende la pianificazione con più disposizioni lampade. Il calcolo dei valori di potenza viene eseguito pertanto solo per la disposizione lampade la cui distanza tra i pali determina la lunghezza dei campi di valutazione.

Strada tipologica 3

Marciapiede 1 (P1)

Risultati per campo di valutazione

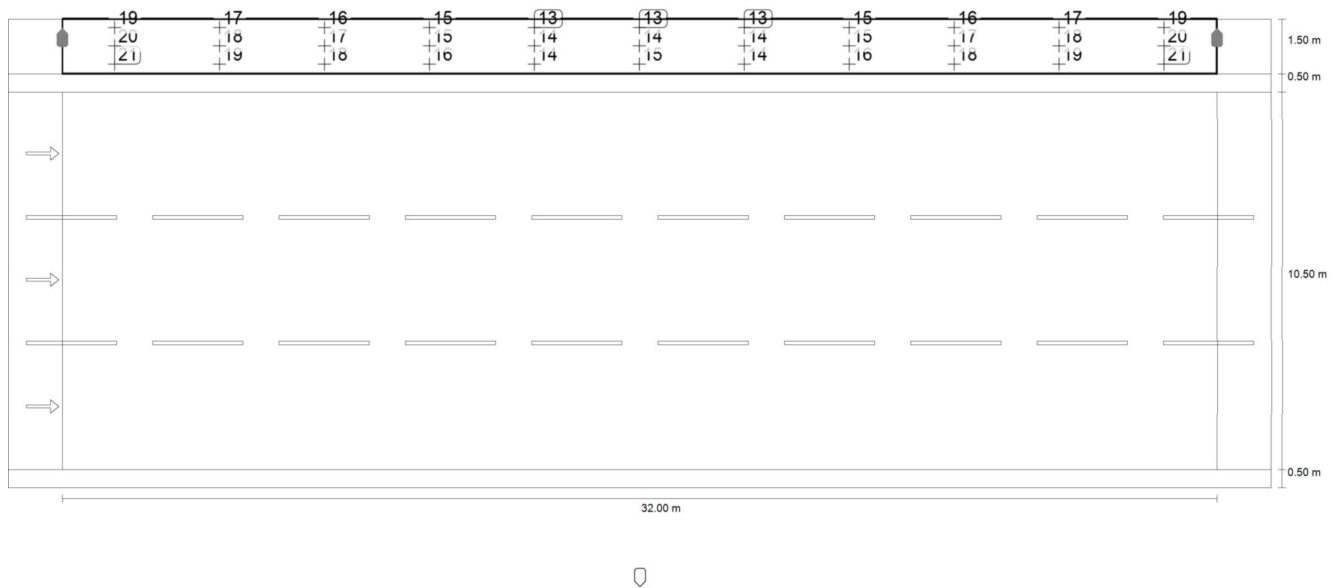
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 1 (P1)	E_m	16.49 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	12.70 lx	≥ 3.00 lx	✓



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

Strada tipologica 3

Marciapiede 1 (P1)



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

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
12.750	19.14	16.85	16.48	14.56	12.70	12.95	12.70	14.56	16.48	16.85	19.14
12.250	20.15	17.70	17.10	15.24	13.54	13.88	13.54	15.24	17.10	17.70	20.15
11.750	21.34	18.61	17.77	15.85	14.28	14.74	14.28	15.85	17.77	18.61	21.34

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

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	16.5 lx	12.7 lx	21.3 lx	0.77	0.60

Strada tipologica 3

Carreggiata 1 (M3)

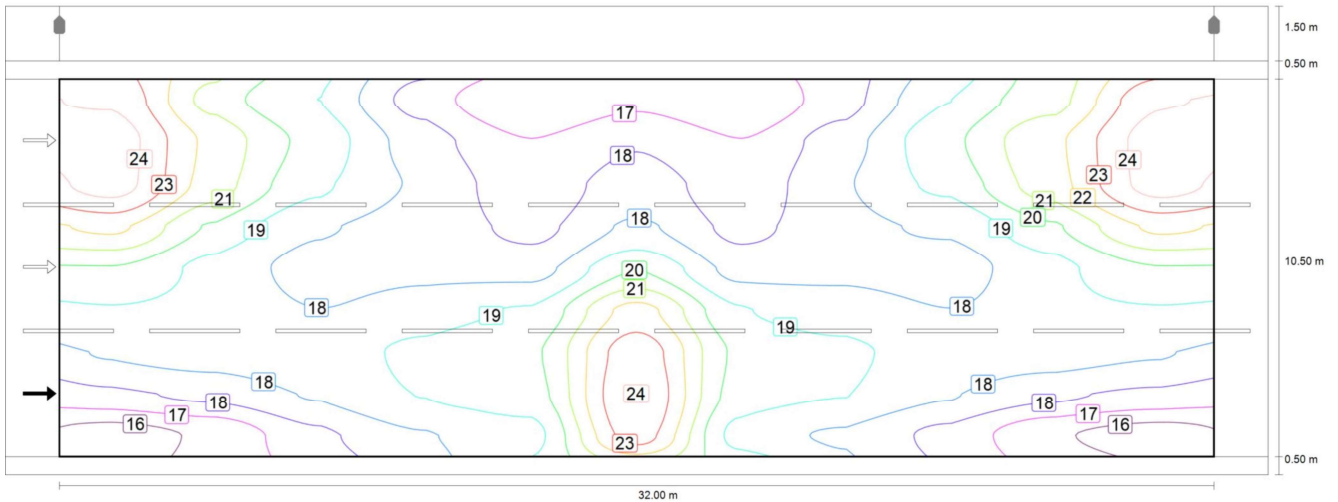
Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Carreggiata 1 (M3)	L _m	1.11 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.82	≥ 0.40	✓
	U _l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	R _{EI}	0.75	≥ 0.30	✓

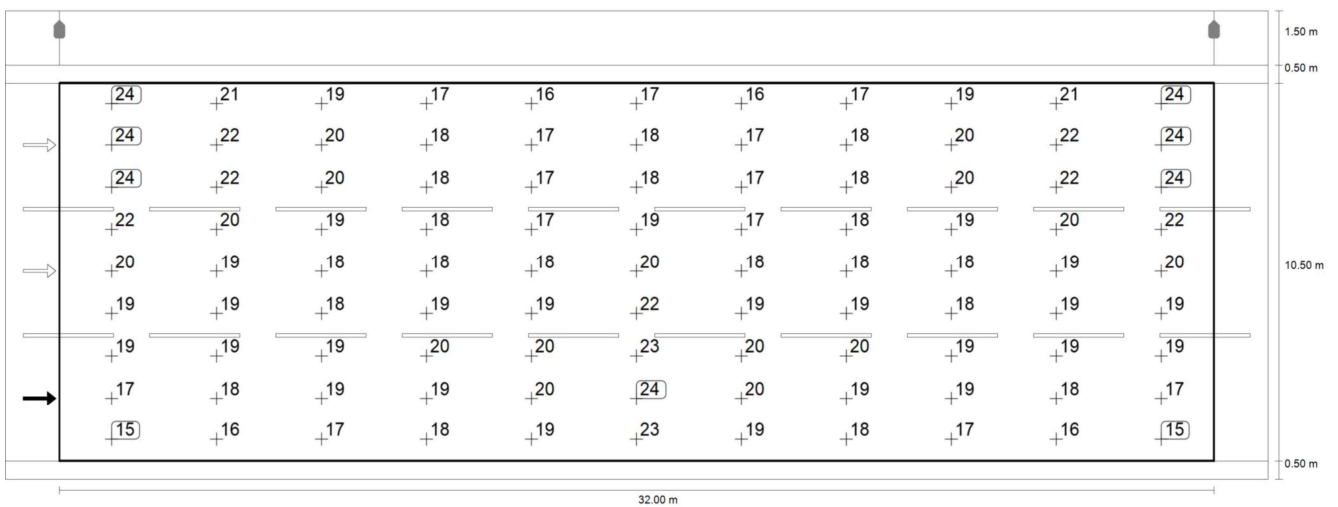
Risultati per osservatore

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 2.250 m, 1.500 m	L _m	1.11 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.83	≥ 0.40	✓
	U _l	0.87	≥ 0.60	✓
	TI	5 %	≤ 15 %	✓
Osservatore 2 Posizione: -60.000 m, 5.750 m, 1.500 m	L _m	1.11 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.82	≥ 0.40	✓
	U _l	0.93	≥ 0.60	✓
	TI	5 %	≤ 15 %	✓
Osservatore 3 Posizione: -60.000 m, 9.250 m, 1.500 m	L _m	1.11 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.83	≥ 0.40	✓
	U _l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓

Strada tipologica 3
Carreggiata 1 (M3)



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



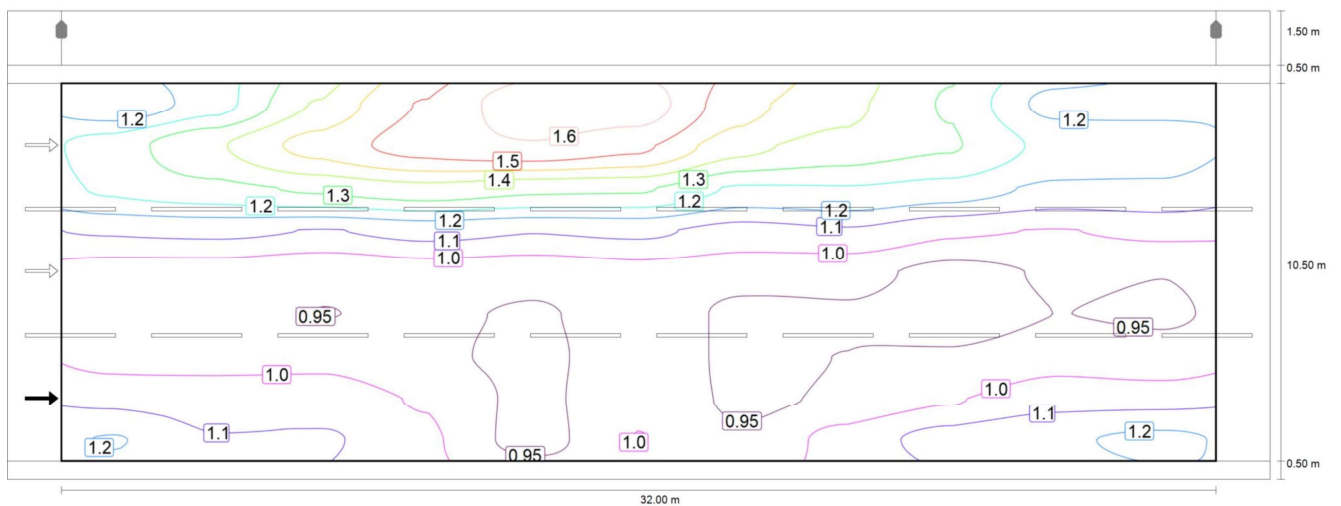
Strada tipologica 3
Carreggiata 1 (M3)

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

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
10.417	23.52	20.71	19.33	17.24	15.90	16.57	15.90	17.24	19.33	20.71	23.52
9.250	24.05	21.69	19.93	18.08	16.78	17.55	16.78	18.08	19.93	21.69	24.05
8.083	23.99	21.53	19.53	18.38	17.08	18.08	17.08	18.38	19.53	21.53	23.99
6.917	22.08	20.08	18.58	18.22	17.39	18.62	17.39	18.22	18.58	20.08	22.08
5.750	20.14	19.07	18.16	18.28	18.18	20.17	18.18	18.28	18.16	19.07	20.14
4.583	19.24	19.01	18.49	18.92	19.42	22.22	19.42	18.92	18.49	19.01	19.24
3.417	18.54	18.79	18.94	19.51	20.02	23.30	20.02	19.51	18.94	18.79	18.54
2.250	17.37	17.82	18.56	19.36	19.80	23.62	19.80	19.36	18.56	17.82	17.37
1.083	15.47	16.05	17.39	18.38	19.02	23.16	19.02	18.38	17.39	16.05	15.47

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

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	19.2 lx	15.5 lx	24.0 lx	0.81	0.64



Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Curve isolux)

Strada tipologica 3
Carreggiata 1 (M3)



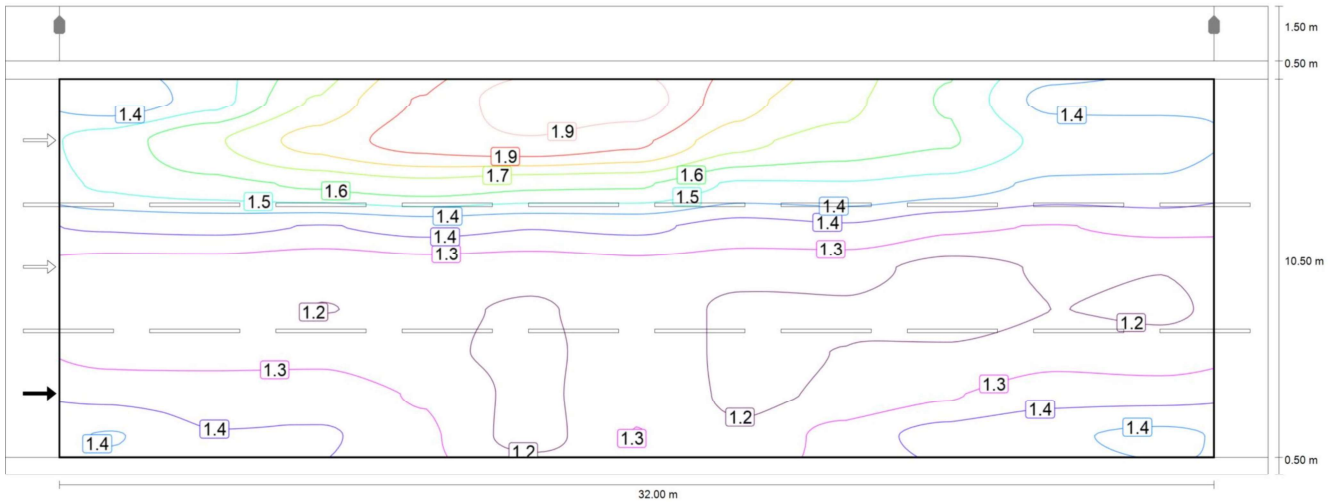
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
10.417	1.09	1.19	1.36	1.50	1.59	1.59	1.45	1.38	1.28	1.13	1.14
9.250	1.25	1.35	1.45	1.52	1.55	1.51	1.38	1.33	1.29	1.20	1.18
8.083	1.23	1.27	1.30	1.33	1.30	1.30	1.21	1.22	1.19	1.14	1.14
6.917	1.09	1.10	1.08	1.11	1.09	1.10	1.06	1.08	1.03	1.02	1.03
5.750	0.98	0.99	0.96	0.98	0.97	1.00	0.97	0.97	0.93	0.96	0.95
4.583	0.96	0.99	0.95	0.96	0.94	0.99	0.94	0.94	0.92	0.95	0.94
3.417	1.00	1.01	1.00	0.97	0.93	1.00	0.93	0.95	0.96	1.00	0.98
2.250	1.07	1.05	1.05	1.01	0.93	1.01	0.94	0.96	1.01	1.06	1.06
1.083	1.16	1.09	1.09	1.03	0.92	1.02	0.97	1.04	1.11	1.14	1.17

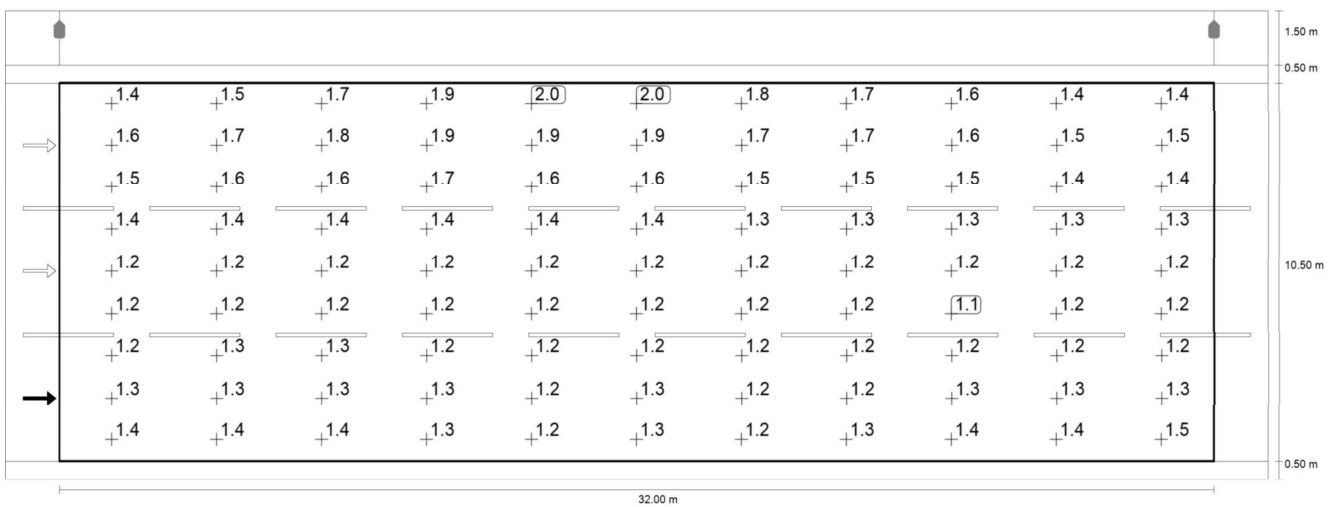
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Tabella valori)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.11 cd/m ²	0.92 cd/m ²	1.59 cd/m ²	0.83	0.58

Strada tipologica 3
Carreggiata 1 (M3)



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



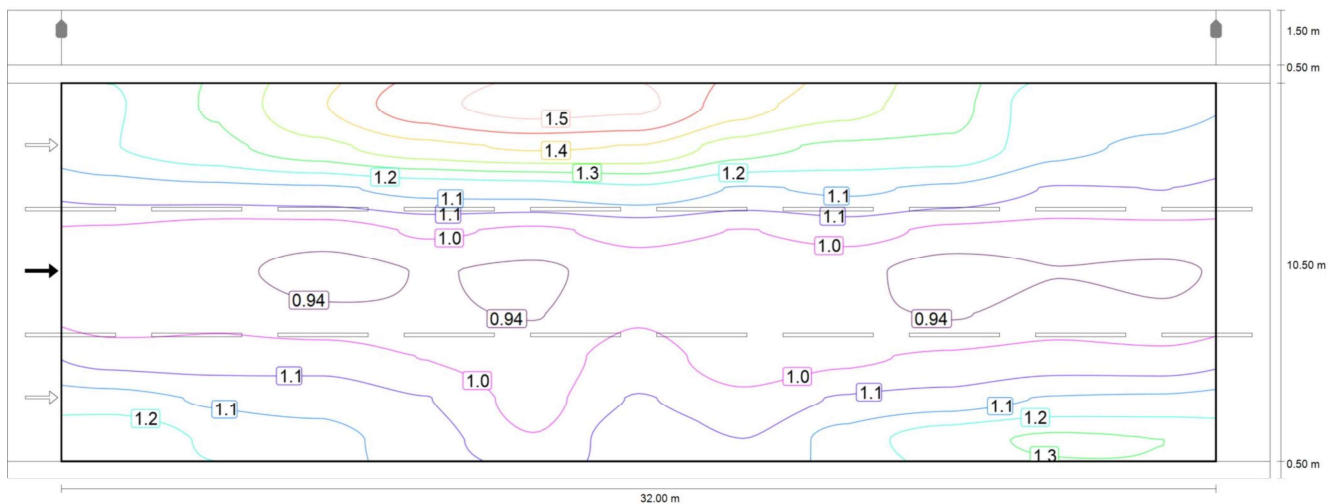
Strada tipologica 3
Carreggiata 1 (M3)

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

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
10.417	1.37	1.49	1.70	1.87	1.99	1.99	1.81	1.72	1.60	1.41	1.42
9.250	1.56	1.68	1.81	1.90	1.94	1.88	1.72	1.66	1.62	1.50	1.48
8.083	1.54	1.58	1.62	1.66	1.63	1.62	1.51	1.52	1.49	1.42	1.42
6.917	1.36	1.37	1.35	1.38	1.36	1.37	1.32	1.35	1.29	1.27	1.29
5.750	1.23	1.24	1.20	1.23	1.21	1.25	1.22	1.21	1.16	1.20	1.19
4.583	1.21	1.23	1.19	1.20	1.18	1.24	1.17	1.18	1.15	1.19	1.18
3.417	1.25	1.26	1.26	1.21	1.17	1.25	1.17	1.19	1.20	1.25	1.22
2.250	1.34	1.31	1.32	1.26	1.17	1.26	1.17	1.20	1.26	1.33	1.33
1.083	1.45	1.37	1.37	1.29	1.16	1.27	1.21	1.30	1.39	1.43	1.46

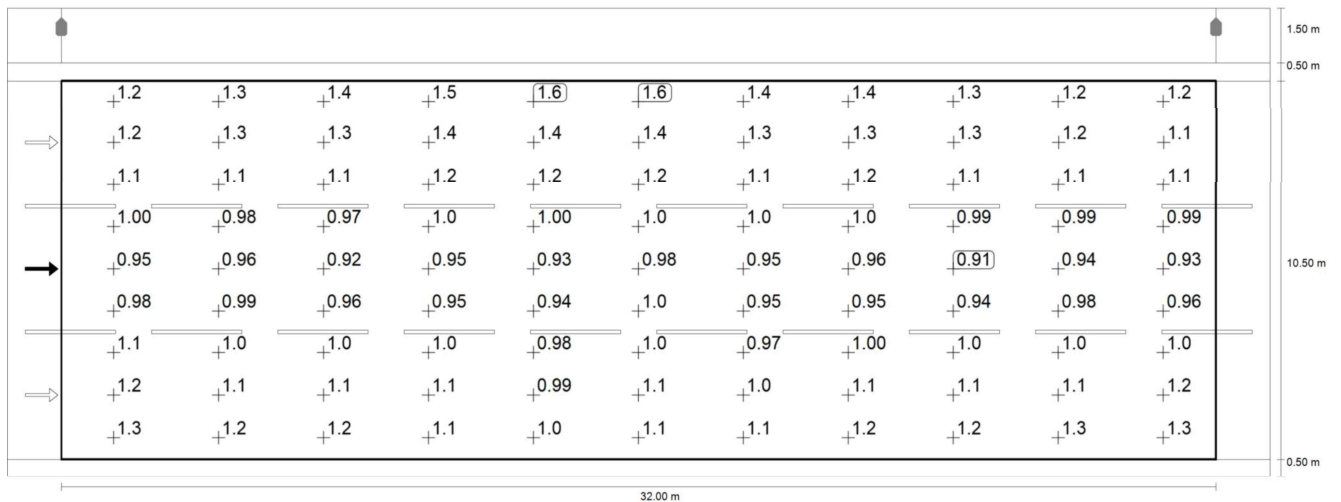
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Tabella valori)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione	1.39 cd/m ²	1.15 cd/m ²	1.99 cd/m ²	0.83	0.58



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

Strada tipologica 3

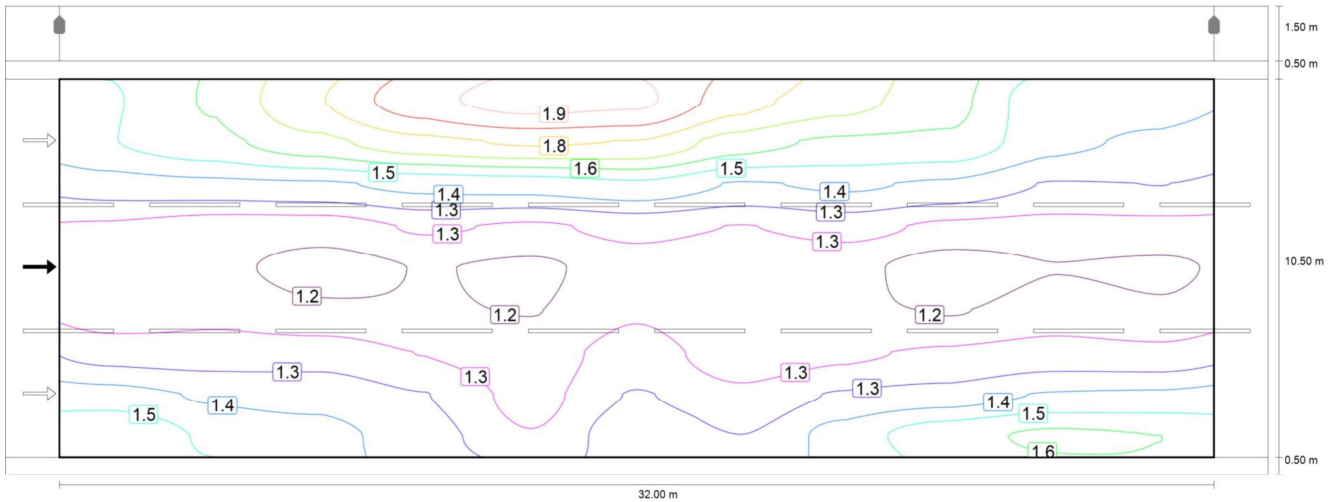
Carreggiata 1 (M3)Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
10.417	1.20	1.28	1.40	1.51	1.57	1.55	1.43	1.37	1.30	1.16	1.16
9.250	1.20	1.25	1.32	1.38	1.41	1.40	1.31	1.26	1.25	1.16	1.13
8.083	1.11	1.12	1.13	1.16	1.17	1.19	1.14	1.15	1.13	1.07	1.08
6.917	1.00	0.98	0.97	1.02	1.00	1.03	1.01	1.04	0.99	0.99	0.99
5.750	0.95	0.96	0.92	0.95	0.93	0.98	0.95	0.96	0.91	0.94	0.93
4.583	0.98	0.99	0.96	0.95	0.94	1.00	0.95	0.95	0.94	0.98	0.96
3.417	1.05	1.04	1.05	1.01	0.98	1.04	0.97	1.00	1.02	1.04	1.03
2.250	1.17	1.13	1.12	1.08	0.99	1.08	1.03	1.08	1.10	1.15	1.15
1.083	1.27	1.19	1.17	1.11	1.02	1.12	1.08	1.17	1.25	1.28	1.27

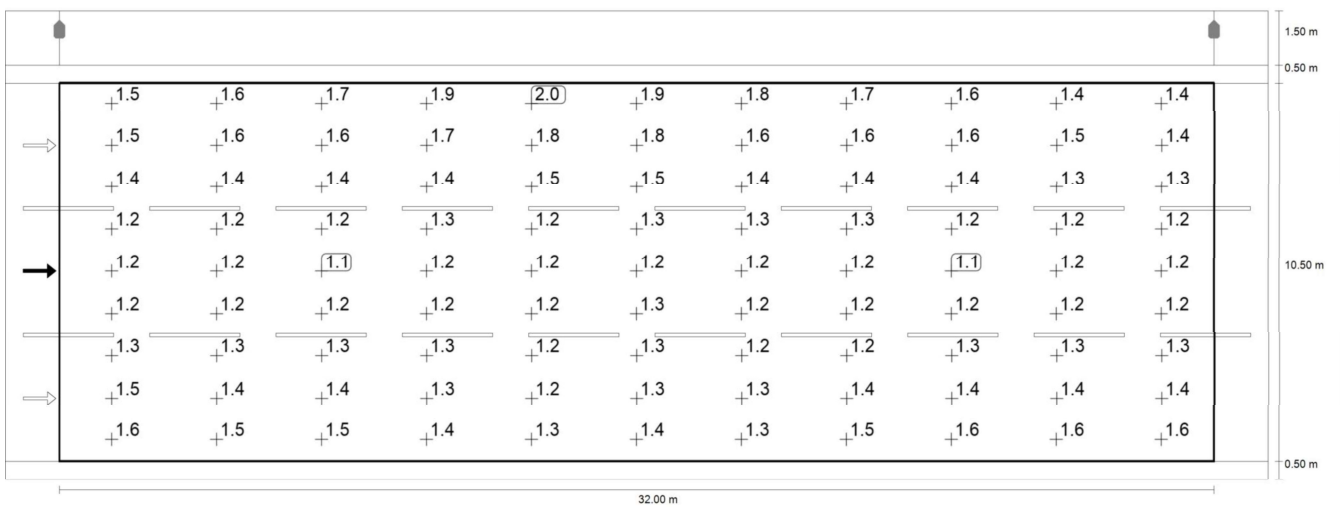
Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Tabella valori)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.11 cd/m^2	0.91 cd/m^2	1.57 cd/m^2	0.82	0.58

Strada tipologica 3
Carreggiata 1 (M3)



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



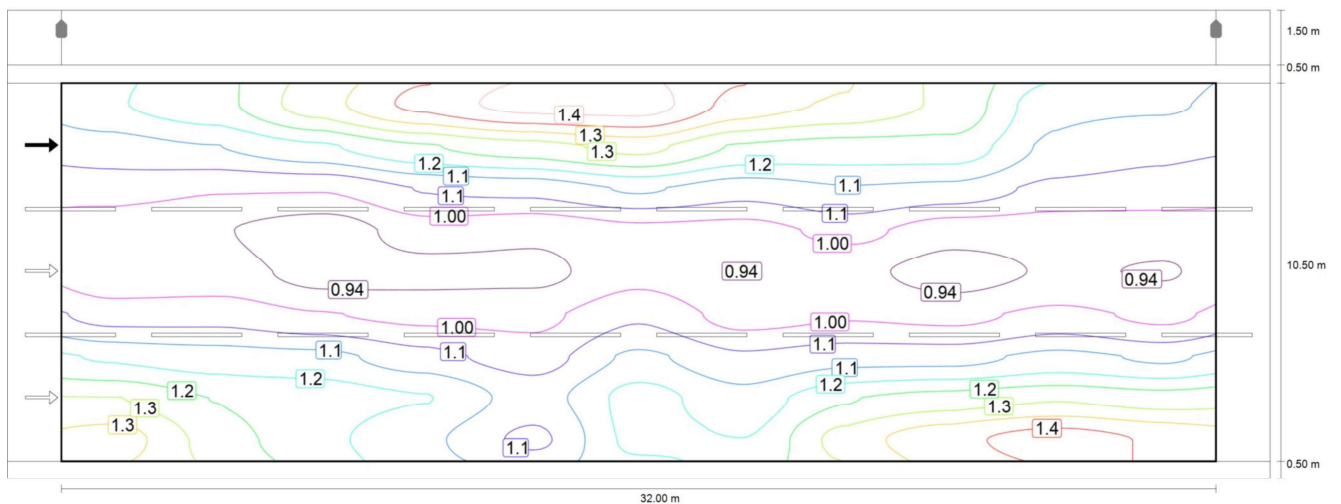
Strada tipologica 3
Carreggiata 1 (M3)

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

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
10.417	1.50	1.60	1.75	1.89	1.96	1.94	1.79	1.71	1.62	1.44	1.45
9.250	1.50	1.57	1.65	1.73	1.77	1.75	1.63	1.58	1.57	1.45	1.41
8.083	1.38	1.40	1.41	1.45	1.46	1.49	1.42	1.44	1.41	1.34	1.35
6.917	1.25	1.23	1.22	1.27	1.25	1.29	1.26	1.29	1.24	1.23	1.24
5.750	1.18	1.20	1.14	1.18	1.17	1.22	1.18	1.20	1.14	1.18	1.17
4.583	1.22	1.24	1.20	1.19	1.18	1.25	1.18	1.19	1.17	1.22	1.19
3.417	1.31	1.31	1.31	1.26	1.22	1.30	1.21	1.24	1.28	1.30	1.29
2.250	1.46	1.42	1.40	1.35	1.23	1.35	1.28	1.35	1.38	1.43	1.44
1.083	1.59	1.49	1.46	1.39	1.27	1.40	1.35	1.46	1.56	1.60	1.59

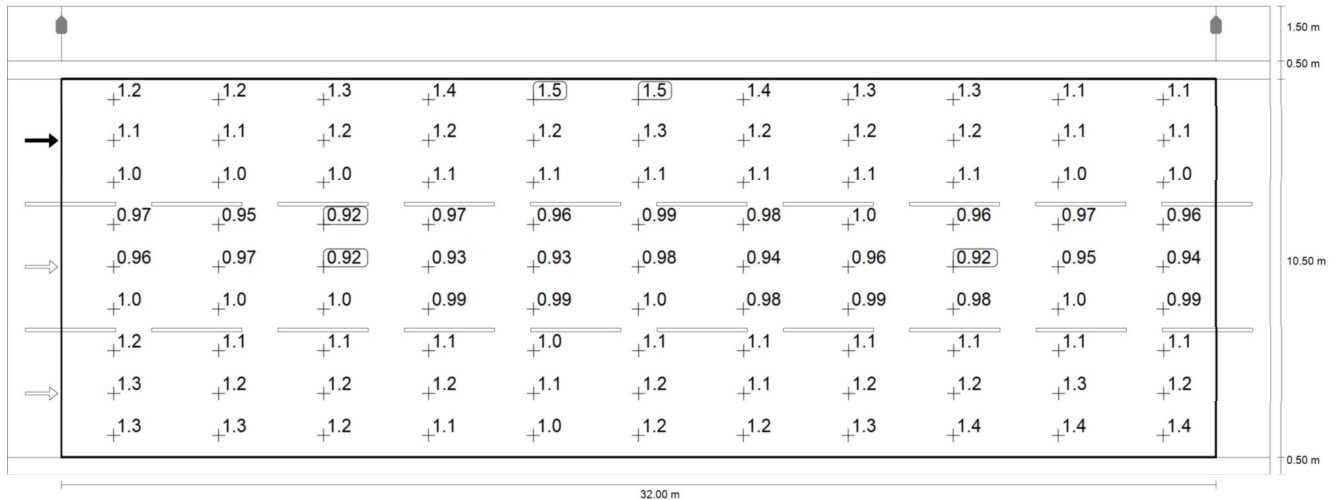
Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Tabella valori)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione	1.38 cd/m ²	1.14 cd/m ²	1.96 cd/m ²	0.82	0.58



Osservatore 3: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Curve isolux)

Strada tipologica 3

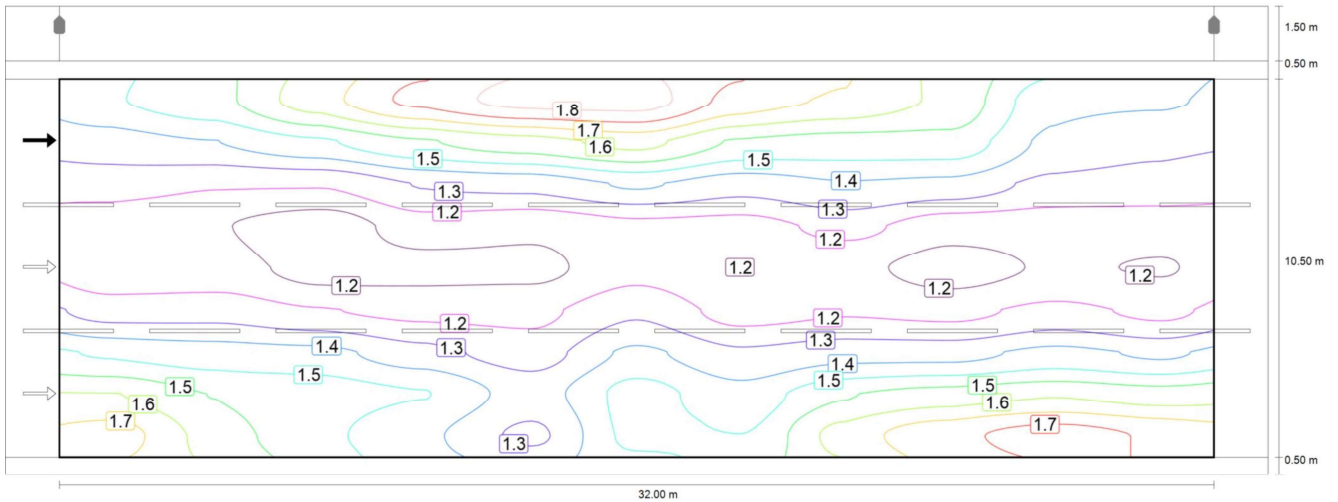
Carreggiata 1 (M3)Osservatore 3: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
10.417	1.16	1.20	1.30	1.40	1.46	1.46	1.36	1.32	1.26	1.12	1.12
9.250	1.08	1.11	1.15	1.21	1.25	1.29	1.21	1.19	1.19	1.09	1.06
8.083	1.02	1.00	1.00	1.06	1.07	1.12	1.07	1.10	1.09	1.04	1.03
6.917	0.97	0.95	0.92	0.97	0.96	0.99	0.98	1.02	0.96	0.97	0.96
5.750	0.96	0.97	0.92	0.93	0.93	0.98	0.94	0.96	0.92	0.95	0.94
4.583	1.03	1.04	1.00	0.99	0.99	1.05	0.98	0.99	0.98	1.02	0.99
3.417	1.16	1.14	1.12	1.07	1.03	1.12	1.06	1.09	1.09	1.13	1.10
2.250	1.27	1.22	1.19	1.16	1.08	1.18	1.13	1.21	1.24	1.27	1.25
1.083	1.35	1.25	1.18	1.12	1.04	1.18	1.16	1.29	1.36	1.41	1.37

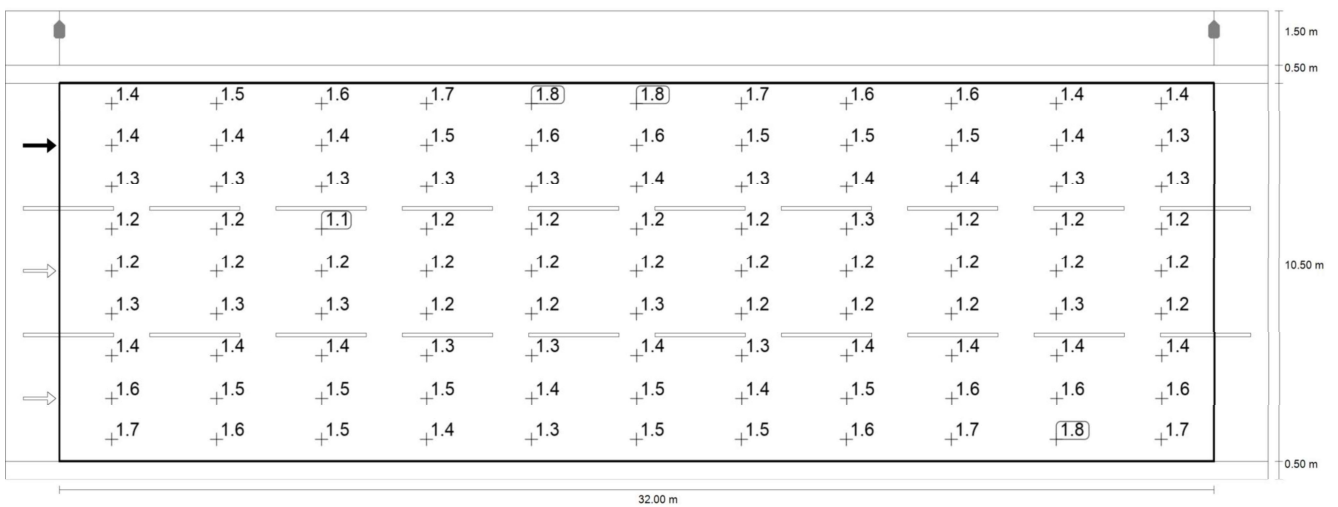
Osservatore 3: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Tabella valori)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Osservatore 3: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.11 cd/m^2	0.92 cd/m^2	1.46 cd/m^2	0.83	0.63

Strada tipologica 3
Carreggiata 1 (M3)



Osservatore 3: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Curve isolux)



Strada tipologica 3

Carreggiata 1 (M3)Osservatore 3: Luminanza per nuova installazione [cd/m^2] (Raster dei valori)

m	1.455	4.364	7.273	10.182	13.091	16.000	18.909	21.818	24.727	27.636	30.545
10.417	1.44	1.50	1.63	1.75	1.82	1.83	1.70	1.65	1.58	1.40	1.40
9.250	1.35	1.38	1.44	1.51	1.56	1.61	1.51	1.49	1.49	1.37	1.33
8.083	1.28	1.25	1.25	1.32	1.34	1.39	1.34	1.38	1.36	1.30	1.29
6.917	1.21	1.19	1.15	1.21	1.20	1.24	1.22	1.27	1.21	1.21	1.21
5.750	1.20	1.21	1.16	1.16	1.16	1.23	1.18	1.20	1.15	1.19	1.18
4.583	1.29	1.29	1.25	1.23	1.23	1.31	1.22	1.24	1.23	1.27	1.23
3.417	1.44	1.42	1.40	1.34	1.29	1.40	1.33	1.36	1.36	1.41	1.37
2.250	1.59	1.52	1.49	1.46	1.36	1.48	1.41	1.51	1.55	1.58	1.56
1.083	1.69	1.57	1.48	1.40	1.30	1.47	1.45	1.62	1.70	1.76	1.72

Osservatore 3: Luminanza per nuova installazione [cd/m^2] (Tabella valori)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Osservatore 3: Luminanza per nuova installazione	1.39 cd/m^2	1.15 cd/m^2	1.83 cd/m^2	0.83	0.63

Glossario

A

A	Simbolo usato nelle formule per una superficie in geometria
Altezza libera	Denominazione per la distanza tra il bordo superiore del pavimento e il bordo inferiore del soffitto (quando un locale è stato smantellato).
Area circostante	L'area circostante è direttamente adiacente all'area del compito visivo e dovrebbe essere larga almeno 0,5 m secondo la UNI EN 12464-1. Si trova alla stessa altezza dell'area del compito visivo.
Area del compito visivo	L'area necessaria per l'esecuzione del compito visivo conformemente alla UNI EN 12464-1. L'altezza corrisponde a quella alla quale viene eseguito il compito visivo.
Autonomia della luce diurna	Descrive in che percentuale dell'orario di lavoro giornaliero l'illuminamento richiesto è soddisfatto dalla luce diurna. L'illuminamento nominale viene utilizzato dal profilo della stanza, a differenza di quanto descritto nella EN 17037. Il calcolo non viene eseguito al centro della stanza ma nel punto di misurazione del sensore posizionato. Una stanza è considerata sufficientemente rifornita di luce diurna se raggiunge almeno il 50% di autonomia della luce diurna.

C

CCT	<p>(ingl. correlated colour temperature)</p> <p>Temperatura del corpo di una lampada ad incandescenza che serve a descrivere il suo colore della luce. Unità: Kelvin [K]. Più è basso il valore numerico e più rossastro sarà il colore della luce, più è alto il valore numerico e più bluastrò sarà il colore della luce. La temperatura di colore delle lampade a scarica di gas e dei semiconduttori è detta "temperatura di colore più simile" a differenza della temperatura di colore delle lampade ad incandescenza.</p> <p>Assegnazione dei colori della luce alle zone di temperatura di colore secondo la UNI EN 12464-1:</p> <p>colore della luce - temperatura di colore [K] bianco caldo (bc) < 3.300 K bianco neutro (bn) ≥ 3.300 – 5.300 K bianco luce diurna (bld) > 5.300 K</p>
Coefficiente di riflessione	Il coefficiente di riflessione di una superficie descrive la quantità della luce presente che viene riflessa. Il coefficiente di riflessione viene definito dai colori della superficie.

Glossario

CRI	<p>(ingl. colour rendering index) Indice di resa cromatica di una lampada o di una lampadina secondo la norma DIN 6169: 1976 oppure CIE 13.3: 1995.</p> <p>L'indice generale di resa cromatica Ra (o CRI) è un indice adimensionale che descrive la qualità di una sorgente di luce bianca in merito alla sua somiglianza, negli spettri di remissione di 8 colori di prova definiti (vedere DIN 6169 o CIE 1974), con una sorgente di luce di riferimento.</p>
E	
Efficienza	<p>Rapporto tra potenza luminosa irradiata Φ [lm] e potenza elettrica assorbita P [W], unità: lm/W.</p> <p>Questo rapporto può essere composto per la lampadina o il modulo LED (rendimento luminoso lampadina o modulo), la lampadina o il modulo con dispositivo di controllo (rendimento luminoso sistema) e la lampada completa (rendimento luminoso lampada).</p>
Eta (η)	<p>(ingl. light output ratio) Il rendimento lampada descrive quale percentuale del flusso luminoso di una lampadina a irraggiamento libero (o modulo LED) lascia la lampada quando è montata.</p> <p>Unità: %</p>
F	
Fattore di diminuzione	Vedere MF
Fattore di luce diurna	<p>Rapporto dell'illuminamento in un punto all'interno, ottenuto esclusivamente con l'incidenza della luce diurna, rispetto all'illuminamento orizzontale all'esterno sotto un cielo non ostruito.</p> <p>Simbolo usato nelle formule: D (ingl. daylight factor) Unità: %</p>
Flusso luminoso	<p>Misura della potenza luminosa totale emessa da una sorgente luminosa in tutte le direzioni. Si tratta quindi di una "grandezza trasmettitore" che indica la potenza di trasmissione complessiva. Il flusso luminoso di una sorgente luminosa si può calcolare solo in laboratorio. Si fa distinzione tra il flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED e il flusso luminoso di una lampada.</p> <p>Unità: lumen Abbreviazione: lm Simbolo usato nelle formule: Φ</p>

Glossario

G

g₁	Spesso anche U _o (ingl. overall uniformity) Descrive l'uniformità complessiva dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di E _{min} /Ē e viene richiesto anche dalle norme sull'illuminazione dei posti di lavoro.
g₂	Descrive più esattamente la "disuniformità" dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di E _{min} /E _{max} ed è rilevante di solito solo per la verifica della rispondenza alla UNI EN 1838 per l'illuminazione di emergenza.
Gruppo di controllo	Un gruppo di apparecchi regolabili e controllati insieme. Per ogni scena luminosa, un gruppo di controllo fornisce il proprio valore di attenuazione. Tutti gli apparecchi all'interno di un gruppo di controllo condividono questo valore di regolazione. I gruppi di comando con i relativi apparecchi di illuminazione vengono determinati automaticamente da DIALux sulla base degli scenari luminosi creati e dei relativi gruppi di apparecchi.

I

Illuminamento	Descrive il rapporto del flusso luminoso, che colpisce una determinata superficie, rispetto alle dimensioni di tale superficie ($lm/m^2 = lx$). L'illuminamento non è legato alla superficie di un oggetto ma può essere definito in qualsiasi punto di un locale (sia all'interno che all'esterno). L'illuminamento non è una caratteristica del prodotto, infatti si tratta di una grandezza ricevitore. Per la misurazione si utilizzano luxmetri. Unità: lux Abbreviazione: lx Simbolo usato nelle formule: E
Illuminamento, adattivo	Per determinare su una superficie l'illuminamento medio adattivo, la rispettiva griglia va suddivisa in modo da essere "adattiva". Nell'ambito di grandi differenze di illuminamento all'interno della superficie, la griglia è suddivisa più finemente mentre in caso di differenze minime la suddivisione è più grossolana.
Illuminamento, orizzontale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano orizzontale (potrebbe trattarsi per es. della superficie di un tavolo o del pavimento). L'illuminamento orizzontale è contrassegnato di solito nelle formule da E _h .
Illuminamento, perpendicolare	Illuminamento calcolato o misurato perpendicolarmente ad una superficie. È da tener presente per le superfici inclinate. Se la superficie è orizzontale o verticale, non c'è differenza tra l'illuminamento perpendicolare e quello orizzontale o verticale.
Illuminamento, verticale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano verticale (potrebbe trattarsi per es. della parte anteriore di uno scaffale). L'illuminamento verticale è contrassegnato di solito nelle formule da E _v .

Glossario

Intensità luminosa	<p>Descrive l'intensità della luce in una determinata direzione (grandezza trasmettitore). L'intensità luminosa è il flusso luminoso Φ che viene emesso in un determinato angolo solido Ω. La caratteristica dell'irraggiamento di una sorgente luminosa viene rappresentata graficamente in una curva di distribuzione dell'intensità luminosa (CDL). L'intensità luminosa è un'unità base SI.</p>
	<p>Unità: candela Abbreviazione: cd Simbolo usato nelle formule: I</p>
L	
LENI	<p>(ingl. lighting energy numeric indicator) Parametro numerico di energia luminosa secondo UNI EN 15193</p>
	<p>Unità: kWh/m² anno</p>
LLMF	<p>(ingl. lamp lumen maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine che tiene conto della diminuzione del flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di riduzione del flusso luminoso).</p>
LMF	<p>(ingl. luminaire maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione lampade che tiene conto della sporcizia di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione lampade è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).</p>
LSF	<p>(ingl. lamp survival factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di sopravvivenza lampadina che tiene conto dell'avaria totale di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di sopravvivenza lampadina è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (nessun guasto entro il lasso di tempo considerato o sostituzione immediata dopo il guasto).</p>
Luminanza	<p>Misura per l'"impressione di luminosità" che l'occhio umano ha di una superficie. La superficie stessa può illuminare o riflettere la luce incidente (grandezza trasmettitore). Si tratta dell'unica grandezza fotometrica che l'occhio umano può percepire.</p>
	<p>Unità: candela / metro quadrato Abbreviazione: cd/m² Simbolo usato nelle formule: L</p>

Glossario

M

MF

(ingl. maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005

Fattore di manutenzione come numero decimale compreso tra 0 e 1, che descrive il rapporto tra il nuovo valore di una grandezza fotometrica pianificata (per es. dell'illuminamento) e il fattore di manutenzione dopo un determinato periodo di tempo. Il fattore di manutenzione prende in considerazione la sporcizia di lampade e locali, la riduzione del riflesso luminoso e la défaillance di sorgenti luminose.

Il fattore di manutenzione viene considerato in blocco oppure calcolato in modo dettagliato secondo CIE 97: 2005 utilizzando la formula $RMF \times LMF \times LLMF \times LSF$.

O

Osservatore UGR

Punto di calcolo nel locale per il quale DIALux determina il valore UGR. La posizione e l'altezza del punto di calcolo devono corrispondere alla posizione tipica dell'osservatore (posizione e altezza degli occhi dell'utente).

P

P

(ingl. power)

Assorbimento elettrico

Unità: watt

Abbreviazione: W

R

$R_{(UG)} \max$

(engl. rating unified glare)

Misura dell'abbagliamento psicologico negli spazi interni.

Oltre alla luminanza degli apparecchi, il livello del valore $R_{(UG)}$ dipende anche dalla posizione dell'osservatore, dalla direzione di osservazione e dalla luminanza ambientale. Il calcolo viene effettuato secondo il metodo delle tabelle, vedere CIE 117. Tra l'altro, la EN 12464-1:2021 specifica la $R_{(UG)}$ massima ammissibile - valori $R_{(UGL)}$ per vari luoghi di lavoro interni.

RMF

(ingl. room maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005

Fattore di manutenzione locale che tiene conto della sporcizia delle superfici che racchiudono il locale durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione locale è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).

Glossario

S

Superficie utile	Superficie virtuale di misurazione o di calcolo all'altezza del compito visivo, che di solito segue la geometria del locale. La superficie utile può essere provvista anche di una zona marginale.
Superficie utile per fattori di luce diurna	Una superficie di calcolo entro la quale viene calcolato il fattore di luce diurna.

U

UGR (max)	(ingl. unified glare rating) Misura per l'effetto abbagliante psicologico negli interni. L'altezza del valore UGR, oltre che dalla luminanza della lampada, dipende anche dalla posizione dell'osservatore, dalla linea di mira e dalla luminanza dell'ambiente. Inoltre, nella EN 12464-1 vengono indicati i valori UGR massimi ammessi per diversi luoghi di lavoro in interni.
-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

V

Valutazione energetica	<p>Basato su una procedura di calcolo orario per la luce diurna negli spazi interni, considerando la geometria del progetto e gli eventuali sistemi di controllo della luce diurna esistenti. Vengono presi in considerazione anche l'orientamento e l'ubicazione del progetto. Il calcolo utilizza la potenza di sistema specificata degli apparecchi di illuminazione per determinare il fabbisogno energetico. Per gli apparecchi a luce diurna si presume una relazione lineare tra potenza e flusso luminoso nello stato regolato. Tempi di utilizzo e illuminamento nominale sono determinati dai profili di utilizzo degli spazi. Gli apparecchi accesi esplicitamente esclusi dal controllo tengono conto anche dei tempi di utilizzo indicati. I sistemi di controllo della luce diurna utilizzano una logica di controllo semplificata che li chiude a un illuminamento orizzontale di 27.500 lx.</p> <p>L'anno solare 2022 viene utilizzato solo come riferimento. Non è una simulazione di quest'anno. L'anno di riferimento viene utilizzato solo per assegnare i giorni della settimana ai risultati calcolati. Non si tiene conto del passaggio all'ora legale. Il tipo di cielo di riferimento utilizzato è il cielo medio descritto in CIE 110 senza luce solare diretta.</p> <p>Il metodo è stato sviluppato insieme al Fraunhofer Institute for Building Physics ed è disponibile per la revisione da parte del Joint Working Group 1 ISO TC 274 come estensione del precedente metodo annuale basato sulla regressione.</p>
------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Glossario

Z

Zona di sfondo	Secondo la norma UNI EN 12464-1 la zona di sfondo è adiacente all'area immediatamente circostante e si estende fino ai confini del locale. Per locali di dimensioni maggiori la zona di sfondo deve avere un'ampiezza di almeno 3 m. Si trova orizzontalmente all'altezza del pavimento.
Zona margine	Area perimetrale tra superficie utile e pareti che non viene considerata nel calcolo.