



Città Metropolitana di Bologna

Via Zamboni, 13 - 40126 Bologna (BO)

IL RUP:

P.I.E. Stefano Romagnoli

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO:

Ing. Jonathan Manzi

INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA

(CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

IMPIANTI ELETTRICI

Illuminazione stradale

Relazione di calcolo illuminazione

PROGETTAZIONE:
Mandataria:

SYSTRA S.p.A.

Via della Stazione, 27 38123 Trento (TN), Italy - www.systra.com/italy

Mandanti:



SETECO Ingegneria S.r.l.



ITEC Engineering S.r.l.

SCALA: ---	IL PROGETTISTA:	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
FORMATO: A4	DATA: Apr 2026	
	Ing. Erica Calatizzo	Ing. Erica Calatizzo



REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
r00	Emissione	L.Segata	Apr 2026	G. Di Cosimo	Apr 2026	M. Ravelli	Apr 2026

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.
24V25	PF	R	IP	101	r00

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
IMPIANTI ELETTRICI Relazione di calcolo illuminazione	<table><tr><td>CODICE PROGETTO</td><td>LIVELLO PROG.</td><td>TIPO DOC.</td><td>AMBITO</td><td>PROGRESSIVO</td><td>REV.</td></tr><tr><td>24V25</td><td>PF</td><td>R</td><td>IP</td><td>101</td><td>r00</td></tr></table>	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.	24V25	PF	R	IP	101	r00
CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.								
24V25	PF	R	IP	101	r00								

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.	ANALISI DEI RISCHI E SCELTA DELLA CATEGORIA	4
3.1	ILLUMINAZIONE INTERSEZIONI STRADALE SU S.P.6	6
3.2	VERIFICA ABBAGLIAMENTO	7
4.	IMPIANTO ILLUMINAZIONE	7
4.1	ARMATURE STRADALI PER ILLUMINAZIONE STRADALE – TIPOLOGICO S01 - INTERSEZIONI	7
4.2	PALI E SOSTEGNI ARMATURE STRADALI	8
4.3	GESTIONE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	9
4.4	INQUINAMENTO LUMINOSO	9
5.	AREE DI CALCOLO E CALCOLI ILLUMINOTECNICI	10

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
IMPIANTI ELETTRICI Relazione di calcolo illuminazione	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO IP	PROGRESSIVO 101	REV. r00

1. INTRODUZIONE

Oggetto specifico del presente documento è il calcolo illuminotecnico degli impianti di illuminazione previsti per le intersezioni stradali presenti lungo la S.P.6.

Le zone in cui è previsto l'impianto d'illuminazione stradale sono:

- Innesto 1 su strada Provinciale 6 Prog. 875.065
- Innesto 2 su strada Provinciale 6 Prog. 160.000

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi applicabili alla progettazione degli impianti in oggetto.

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo
- CEI EN 60909 Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata
- CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione
- CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50110-2 (CEI 11-49) Esercizio degli impianti elettrici – Allegati nazionali
- CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi
- CEI EN IEC 61439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione – Regole generali
- CEI EN IEC 61439-2 Quadri di potenza
- CEI EN IEC 61439-3 Quadri di distribuzione per uso domestico e similare
- CEI EN IEC 61439-4 Quadri per cantiere (ASC)
- CEI EN IEC 61439-5 Quadri per distribuzione pubblica
- CEI 17-108 Guida all'applicazione della norma CEI EN 61439
- Serie CEI 20 (20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65) relative ai vari tipi di cavi elettrici
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV
- CEI EN 50575 Classificazione CPR dei cavi elettrici
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- CEI 64-8 Sezione 714 Impianti di illuminazione situati all'esterno
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
IMPIANTI ELETTRICI Relazione di calcolo illuminazione	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO IP	PROGRESSIVO 101	REV. r00

- CEI 64-8 (Sezione 54) Impianti di terra
- CEI 64-14 Verifiche degli impianti di terra
- DM 37/2008 Norme per la sicurezza degli impianti
- Decreto Legislativo 81/2008 Sicurezza nei luoghi di lavoro
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI EN IEC 62305-1 Protezione contro i fulmini – Principi generali
- CEI EN IEC 62305-2 Valutazione del rischio
- CEI EN IEC 62305-3 Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN IEC 62305-4 Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
- Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati
- Normativa europea prodotti da costruzione Regolamento UE n. 305/2011 (CPR) Prodotti da costruzione CEI EN 50575 Classificazione CPR dei cavi elettrici
- UNI 11248 Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni
- UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale – Metodo di misura delle prestazioni
- UNI EN 13201-5 Illuminazione stradale – Indicatori di prestazione energetica
- LEGGE REGIONALE n. 17 del 07 agosto 2009 “Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici”
- D.M. 27 settembre 2007 (in realtà: 27 settembre 2017) “Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”
- D.M. 28 marzo 2018 “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica”

3. ANALISI DEI RISCHI E SCELTA DELLA CATEGORIA

L'intervento prevede il rinnovo dell'intera area stradale con la realizzazione del nuovo ponte ma anche il rifacimento degli innesti lungo la Strada Provinciale 6 dove si è proceduto all'analisi delle intersezioni a raso presenti lungo il tracciato oggetto di intervento. Al fine di incrementare i livelli di sicurezza stradale e ridurre il rischio di incidentalità nelle ore crepuscolari e notturne, si è disposta l'illuminazione dei singoli innesti stradali in conformità ai criteri illuminotecnici stabiliti dalla norma UNI 11248. L'intervento è volto a garantire la corretta percezione dei punti di conflitto e la tempestiva visibilità dei veicoli in fase di immissione e manovra. Tali aree sono state classificate come 'Zone di Studio' (punti singolari), sono stati analizzati secondo i criteri stabiliti dalla UNI EN 13201-2 al punto A.2.1.4. Il posizionamento dei sostegni e la scelta delle ottiche sono stati ottimizzati per garantire i requisiti di luminanza e uniformità necessari, minimizzando al contempo i fenomeni di abbagliamento debilitante (TI) e la dispersione luminosa verso l'alto, nel pieno rispetto delle leggi regionali vigenti in materia di

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandatara) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
IMPIANTI ELETTRICI Relazione di calcolo illuminazione	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO IP PROGRESSIVO 101 REV. r00

inquinamento luminoso. Il prospetto 1 della norma UNI 11248:2016 di seguito riportato, esplicita la classificazione delle strade secondo la normativa vigente ed associa, a ciascuna di queste, una categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi.

Le categorie illuminotecniche definite dalla norma 11248:2016 sono suddivise in:

- categoria illuminotecnica d'ingresso, definita dalla tabella contenuta nella norma;
- categoria di progetto, utilizzata per dimensionare l'impianto e dipende dai parametri di influenza;

Nel caso in esame, l'asse stradale viene adeguato ad una strada di tipo "C1", per cui la categoria illuminotecnica di ingresso associata è M2, come evidenziato nella tabella riportata di seguito (UNI 11248 punto 7 prospetto 1). Di seguito si riporta il "Prospetto I - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi" contenuto nella Norma UNI 11248

Tipo di Strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zona 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare	30	

I valori illuminotecnici richiesti dalla norma UNI EN 13201-2:2016 (prospetto 1-categorie illuminotecniche) per una strada classificata M2 sono:

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
IMPIANTI ELETTRICI Relazione di calcolo illuminazione	<table><tr><td>CODICE PROGETTO</td><td>LIVELLO PROG.</td><td>TIPO DOC.</td><td>AMBITO</td><td>PROGRESSIVO</td><td>REV.</td></tr><tr><td>24V25</td><td>PF</td><td>R</td><td>IP</td><td>101</td><td>r00</td></tr></table>	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.	24V25	PF	R	IP	101	r00
CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.								
24V25	PF	R	IP	101	r00								

- Luminanza media del manto stradale L: 1,5 cd*m2
- Uniformità longitudinale U0: 0,40
- Incremento di soglia Ti (indice abbagliamento):10 (valore massimo)

La Norma UNI 11248 punto 8.3 consente la riduzione della categoria illuminotecnica nel caso vengano utilizzati apparecchi illuminanti con resa cromatica uguale o superiore a 60 ($R_a \geq 60$) e il rapporto S/P $\geq 1,10$ (rapporto scotopica / fotopica ovvero il rapporto tra la sensibilità in condizioni di penombra e in condizioni di grande illuminamento). In relazione a quanto espresso dalla norma, si prevede di ridurre la categoria d'ingresso a M3 per la Strada Provinciale 6.

I valori illuminotecnici richiesti dalla norma UNI EN 13201-2:2016 (prospetto 1-categorie illuminotecniche) per una strada classificata M3 sono:

- Luminanza media del manto stradale L: 1 cd*m2
- Uniformità longitudinale U0: 0,40
- Incremento di soglia Ti (indice abbagliamento):15 (valore massimo)

Di seguito si riportano le considerazioni puntuali per le intersezioni stradali.

3.1 Illuminazione intersezioni stradale su S.P.6

In linea generale le intersezioni lineari a raso o a livelli sfalsati possono essere illuminate applicando le caratteristiche illuminotecniche di tipo C integrate con i requisiti sull'abbagliamento dell'appendice C della UNI 13201 -2. Le zone di intersezione stradale costituiscono zone di conflitto nelle quali si verificano il maggiore numero di incidenti.

Quando la zona di studio prevede l'utilizzo di una categoria illuminotecnica M e la conformazione della strada non permette di sviluppare il calcolo di luminanza media come specificato dalla norma UNI EN 13201-3 bisogna utilizzare una delle categorie indicate nel prospetto 6 della norma UNI EN 11248 punto 9.7 oltre, nel caso di un'intersezione stradale, quanto indicato nell'appendice A della stessa norma.

Il prospetto 6 della norma UNI EN 11248 riporta la comparazione delle categorie illuminotecniche e permette l'individuazione della categoria dell'intersezione in funzione del coefficiente medio di luminanza della pavimentazione stradale (Q_0) che nella nostra valutazione ipotizziamo tra 0,05 e 0,08. (il valore "sr" indicato in tabella è il valore di illuminamento orizzontale delle aree limitrofe alla carreggiata in rapporto ai corrispondenti valori presenti sulla carreggiata). In funzione della categoria scelta in precedenza (M3) per le strade in oggetto, si ipotizza di utilizzare una categoria illuminotecnica C3, indicata nel prospetto 6 della Norma.

La strada principale di accesso all'intersezione risulta essere illuminata e la Norma UNI EN 11248 Appendice A la punto A.2.1.3 definisce che l'intersezione dovrà avere una categoria di livello superiore rispetto a quella della strada di accesso avente un livello maggiore di categoria, quindi, l'intersezione sulla strada provinciale 6 sarà classificato con la categoria C2.

I valori illuminotecnici da rispettare per il calcolo di un'intersezione con categoria stradale C2 sono:

- E (Illuminamento medio) = 20 lx;
- U0 (Uniformità generale) = 0.40;

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
IMPIANTI ELETTRICI Relazione di calcolo illuminazione	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO IP	PROGRESSIVO 101	REV. r00

I valori riportati sopra sono contenuti nel prospetto 2 della UNI EN 13201-2:2016. (Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale)

3.2 Verifica abbagliamento

L'abbagliamento è la sensazione visiva prodotta un apparecchio illuminante e può essere percepito come abbagliamento molesto o debilitante. La definizione delle due diverse tipologie è:

- Abbagliamento molesto: sensazione fastidiosa senza compromettere la visione, una fatica visiva;
- Abbagliamento debilitante: compromette la visione degli oggetti ed ostacoli a causa di una diffusione della luce tale da ridurre la capacità di percezione

La limitazione dell'abbagliamento debilitante può essere dimostrata sia valutando i valori TI (incremento percentuale di contrasto di un oggetto necessario per farlo rimanere alla visibilità di soglia in presenza di abbagliamento debilitante causato dagli apparecchi illuminanti) sia attraverso la scelta di un apparecchio illuminante secondo le categorie G1,G2,G3,G4,G5,G6. Allo stesso modo le limitazioni dell'abbagliamento modesto (luce molesta) può essere rispettata con la scelta di un apparecchio secondo le categorie D1,D2,D3,D4,D5,D6. (UNI EN 13201-2 paragrafo 5 nota 2 e paragrafo 6 nota 2-3) La definizione di tali categorie sono riportate nelle tabelle A.1 e A.2 presenti nell'allegato A della norma UNI EN 13201-2.

La norma UNI EN 13201-2 per quanto concerne le aree di conflitto/rotatorie richiede che vengano rispettate le categorie illuminotecniche C con uniformità 0.40 e non viene richiesto il calcolo del TI in quanto l'osservatore in queste zone ha infinite posizioni; pertanto, viene raccomandato l'utilizzo dei prodotti in base alla categoria G.

Nel progetto proposto sono stati scelti apparecchi adeguati ai valori indicati nella norma UNI EN 13201 allegato A.1 e A.2, precisamente:

- Illuminazione intersezioni: Classe indice abbagliamento molesto D.4, classe indice abbagliamento debilitante G.4

4. IMPIANTO ILLUMINAZIONE

Nel progetto proposto si prevede l'utilizzo armature stradali su palo per l'illuminazione delle intersezioni in oggetto.

4.1 Armature stradali per illuminazione stradale – Tipologico S01 - Intersezioni

nel campo della pubblica illuminazione stradale. L'armatura sarà installata su palo e collegato alla linea elettrica di alimentazione tramite morsettieria, come descritto nei paragrafi precedenti.

Le principali caratteristiche dell'apparecchio sono:

- Corpo: pressofusione in lega di alluminio UNI EN AB 47100
- Lenti: PMMA ad alta trasparenza
- Guarnizioni: silicone espanso antinvecchiante
- Schermo: vetro piano temperato

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
IMPIANTI ELETTRICI Relazione di calcolo illuminazione	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO IP	PROGRESSIVO 101	REV. r00

- Viti: acciaio INOX
- Piastra di cablaggio: acciaio zincato
- Finitura: fosfocromatazione e verniciatura in polveri di poliestere
- Classe di isolamento: classe II
- Tensione nominale: 220-240 V 50/60 Hz
- Grado di protezione IP: IP66
- Protezione contro gli urti: IK08
- Fattore di potenza: > 0.9
- Temperatura ambiente Ta: -30°C +50°C
- Superficie esposta max: 0,13 m²
- Superficie esposta laterale: 0,036 m²
- Protezione da sovratensioni modo comune: 10 kV
- Protezione da sovratensioni modo differenziale: 10 kV
- Sorgente: LED
- Temperatura colore: 4000 K
- Potenza elettrica 65W
- Flusso luminoso 10080lm
- Efficienza: 155 lm/W
- Ottica stradale asimmetrica
- Indice di resa cromatica (CRI): ≥ 70 SDCM ≤ 4
- Tipologia di ottica: asimmetrica stradale LA-64
- Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP
- ULOR: 0 % (Luce verso l'alto)
- Categoria intensità luminosa: G*4
- Marchi e Certificazioni: ENEC / CE
- Diametro per installazione pali: Ø 46 - 60 - 76 mm
- Inclinazione: testa-palo 0 + 20° (con step 5)
- Fissaggio al palo: N. 2 grani di fissaggio in acciaio INOX AISI 304
- Installazione su palo altezza fuori terra 8m

4.2 Pali e sostegni armature stradali

I pali saranno del tipo in lamiera di acciaio zincato a caldo, verniciato dello stesso colore dell'apparecchio illuminante grigio RAL9006, tipo diritto, e dovranno essere posati entro apposito plinto prefabbricato in cls vibrato di dimensioni 80x80x100cm (previo verifica statica) con resistenza caratteristica non minore di Rck 40 N/mm² e idonei per infissione di pali di illuminazione, tale da garantire la facilità di posa dei servizi grazie alla predisposizione di appositi fori. Il plinto deve essere realizzato da azienda in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001. I plinti dovranno essere utilizzati per un rapido e preciso posizionamento dei pali stradali nelle varie

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
IMPIANTI ELETTRICI Relazione di calcolo illuminazione	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO IP	PROGRESSIVO 101	REV. r00

dimensioni per garantire la portata dei pali nelle varie altezze. Il palo disporrà di una finestra per installazione morsettiera ad altezza 1000mm, completo di morsettiera 186x45mm con fusibile e portella di chiusura stagna IP55 o superiore.

Nel plinto dovranno essere ricavati:

- Un foro per l'innesto dei cavidotti derivato dal pozzetto;
- Un foro disperdente alla base;
- Foro alloggiamento del palo;

Il palo sarà bloccato nel basamento attraverso l'utilizzo di sabbia e cemento e la distanza di posizionamento di due pali successivi deve essere compresa tra 20 e 30 metri in accordo con i calcoli illuminotecnici.

4.3 Gestione impianto illuminazione

I prodotti proposti sono idonei per un futuro controllo dell'impianto da remoto. L'impianto d'illuminazione adiacente all'area d'intervento non è provvisto di controllo d'illuminazione ma i prodotti proposti nel progetto dovranno garantire la possibilità di interfacciare l'impianto ad un futuro sistema di gestione dell'impianto.

4.4 Inquinamento luminoso

Il controllo dell'inquinamento luminoso è finalizzato, oltre che al risparmio energetico, anche alla salvaguardia dell'ambiente notturno, del paesaggio, della biodiversità, degli equilibri ecologici e della salute umana ed a consentire attività culturali-ricreative. Per questo motivo il flusso luminoso non indirizzato verso l'ambito da illuminare o emesso sopra l'orizzonte dagli apparecchi di illuminazione di un impianto pubblico deve essere il più possibile contenuto. La realizzazione di impianti di illuminazione pubblica resta sottoposta alle prescrizioni contenute negli strumenti di pianificazione (paesaggistici, territoriali, urbanistici e di settore), quando presenti, ed alle procedure autorizzative previste dalle specifiche norme di riferimento. A questo proposito occorre tener presente che una corretta valutazione degli effetti dell'inquinamento luminoso deve essere basata sulle caratteristiche spettrali della luce emessa e non su grandezze derivate, come la temperatura di colore correlata (Tcc). Nel progetto sono state utilizzate sorgenti luminose LED con Tcc non superiore a 4000K nominali. Gli apparecchi illuminanti utilizzati per le aree stradali esterne non emettono luce verso l'alto (0%) e quindi rispettano le norme relative all'inquinamento luminoso regionali.

La Regione Emilia-Romagna disciplina la materia attraverso la L.R. n. 19/2003 e le relative direttive tecniche applicative. Il riferimento tecnico attualmente vigente è la "Terza Direttiva", approvata con DGR n. 1732/2015, finalizzata a:

- Promuovere la riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici correlati;
- Contenere le emissioni climalteranti;
- Tutelare l'attività di ricerca e divulgazione scientifica degli Osservatori astronomici.

La norma stabilisce i requisiti tecnici e di gestione per gli impianti di illuminazione sia pubblici che privati. Essa detta, inoltre, indirizzi di gestione per i Comuni interessati dalle Zone di particolare protezione, ovvero aree soggette a specifica tutela quali: Aree Naturali Protette, Siti della Rete Natura 2000, Corridoi ecologici e fasce di rispetto attorno agli Osservatori astronomici accreditati. Il quadro normativo è integrato, a livello nazionale, dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'illuminazione

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
IMPIANTI ELETTRICI Relazione di calcolo illuminazione	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO IP	PROGRESSIVO 101	REV. r00

pubblica, che definiscono i requisiti ambientali per l'intero ciclo di vita degli impianti. Nello specifico, si fa riferimento a:

- D.M. 27/09/2017: "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per la pubblica illuminazione, per l'acquisizione di apparecchi per l'illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per l'illuminazione pubblica".
- D.M. 28/03/2018: "Criteri Ambientali Minimi per il servizio di illuminazione pubblica".

Nelle normative esposte sono indicati gli indici di prestazione IPEA (Indice Prestazione Energetica Apparecchio) e IPEI (Indice Prestazione Energetica Impianto). I criteri sulla prestazione energetica di apparecchi ed impianti di illuminazione tengono conto di questo aspetto attraverso la definizione di indici specifici IPEA* (per gli apparecchi) ed IPEI* (per gli impianti), aggiornati sulla base dell'evoluzione normativa e tecnologica, rispetto agli indici IPEA ed IPEI, di cui al decreto del Ministero dell'Ambiente del 23 dicembre 2013.

Tutti i corpi illuminanti utilizzati nel progetto di adeguamento di cui trattasi sono conformi ai CAM 2017, come dimostrato dagli attestati e dalle schede tecniche fornite. La valutazione dettagliata degli indici IPE e IPEI sarà sviluppata nella successiva fase di progetto.

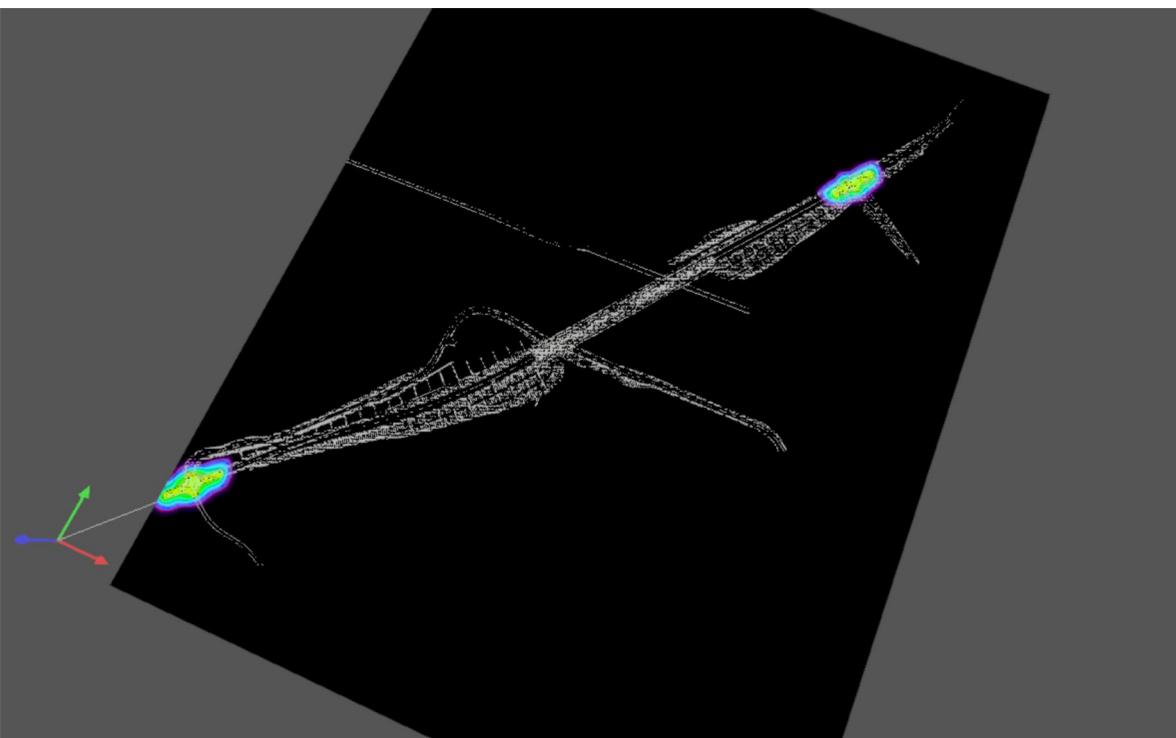
5. AREE DI CALCOLO E CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Sono di seguito allegati i dimensionamenti per le varie zone di seguito elencate:

- Innesto 1 su strada Provinciale 6 Prog. 875.065
- Innesto 2 su strada Provinciale 6 Prog. 160.000

I calcoli sono stati elaborati utilizzando i software con le fotometriche disponibili dai produttori ed hanno il solo scopo di determinare lo standard tecnico, normativo e qualitativo dei prodotti da utilizzare a tutela della qualità dei componenti nel rispetto delle indicazioni ricevute dal Committente, non hanno nessun vincolo commerciale e di mercato. Inoltre, conoscere il modello e la tipologia del prodotto con il quale è stato sviluppato il progetto, sarà utile per il confronto con i prodotti proposti dalla ditta esecutrice dei lavori.

Tali prodotti potranno essere sostituiti e/o modificati, a giudizio insindacabile del Committente e della Direzione Lavori, sottoponendo a quest'ultima la proposta per approvazione, corredata di equivalente relazione di calcolo e documentazione tecnica necessaria.



Viabilità nuovo Ponte Budrio

Contenuto

Copertina	1
Contenuto	2

Scheda prodotto

CARIBONI GROUP - KAIROS-S R2-4K 65W 660mA LT-64 (1x R2-4K 65W 660mA)	3
--	---

Area nuovo Ponte Budrio

Lista lampade	4
Oggetti di calcolo / Scena luce 1	5

Area nuovo Ponte Budrio

Incrocio 1 - S.P. 6

Riepilogo / Scena luce 1	7
Disposizione lampade	9
Lista lampade	11
Oggetti di calcolo / Scena luce 1	12
Superficie utile (Incrocio 1 - S.P. 6) / Scena luce 1 / Illuminamento perpendicolare (adattivo)	14

Area nuovo Ponte Budrio

Incrocio 2 - S.P. 6

Riepilogo / Scena luce 1	15
Disposizione lampade	17
Lista lampade	19
Oggetti di calcolo / Scena luce 1	20
Superficie utile (Incrocio 2 - S.P. 6) / Scena luce 1 / Illuminamento perpendicolare (adattivo)	22

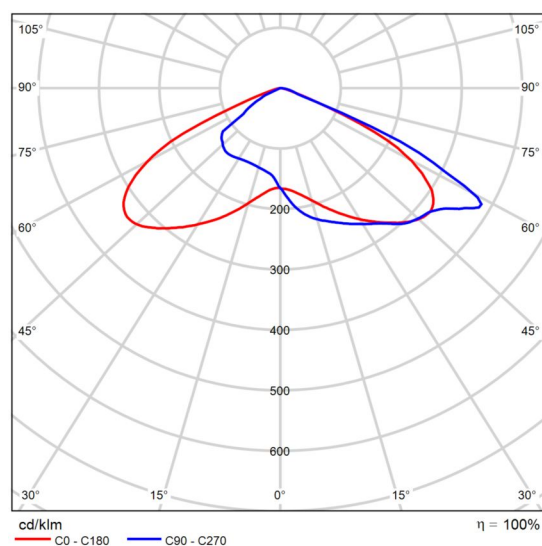
Scheda tecnica prodotto

CARIBONI GROUP - KAIROS-S R2-4K 65W 660mA LT-64



Articolo No. 01KR1C466025AHM4

P	65.0 W
$\Phi_{\text{Lampadina}}$	10080 lm
Φ_{Lampada}	10080 lm
η	100.00 %
Efficienza	155.1 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polare

Area nuovo Ponte Budrio

Lista lampade Φ_{totale}

70560 lm

 P_{totale}

455.0 W

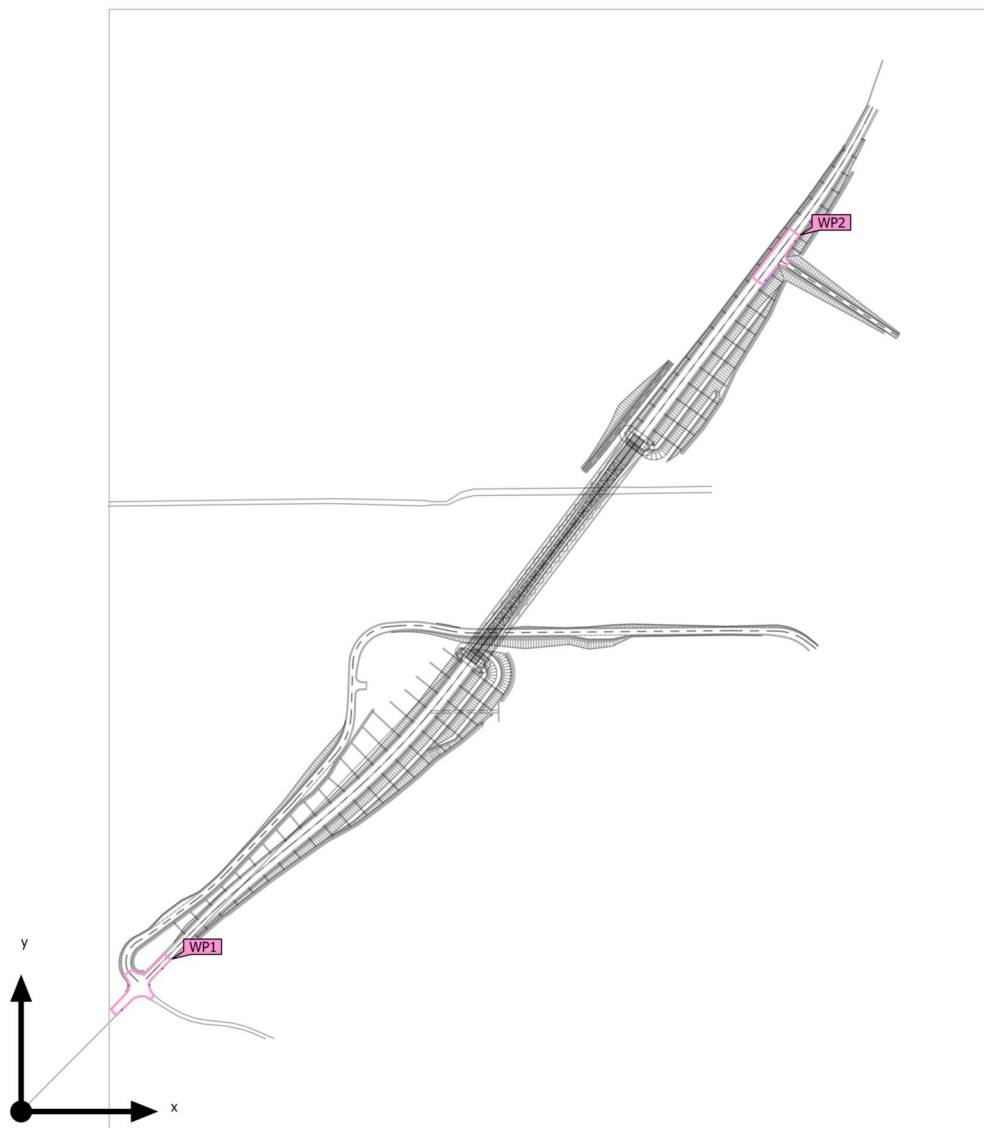
Efficienza

155.1 lm/W

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
7	CARIBONI GROUP	01KR1C466 025AHM4	KAIROS-S R2-4K 65W 660mA LT-64	65.0 W	10080 lm	155.1 lm/W

Area nuovo Ponte Budrio (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo



Area nuovo Ponte Budrio (Scena luce 1)

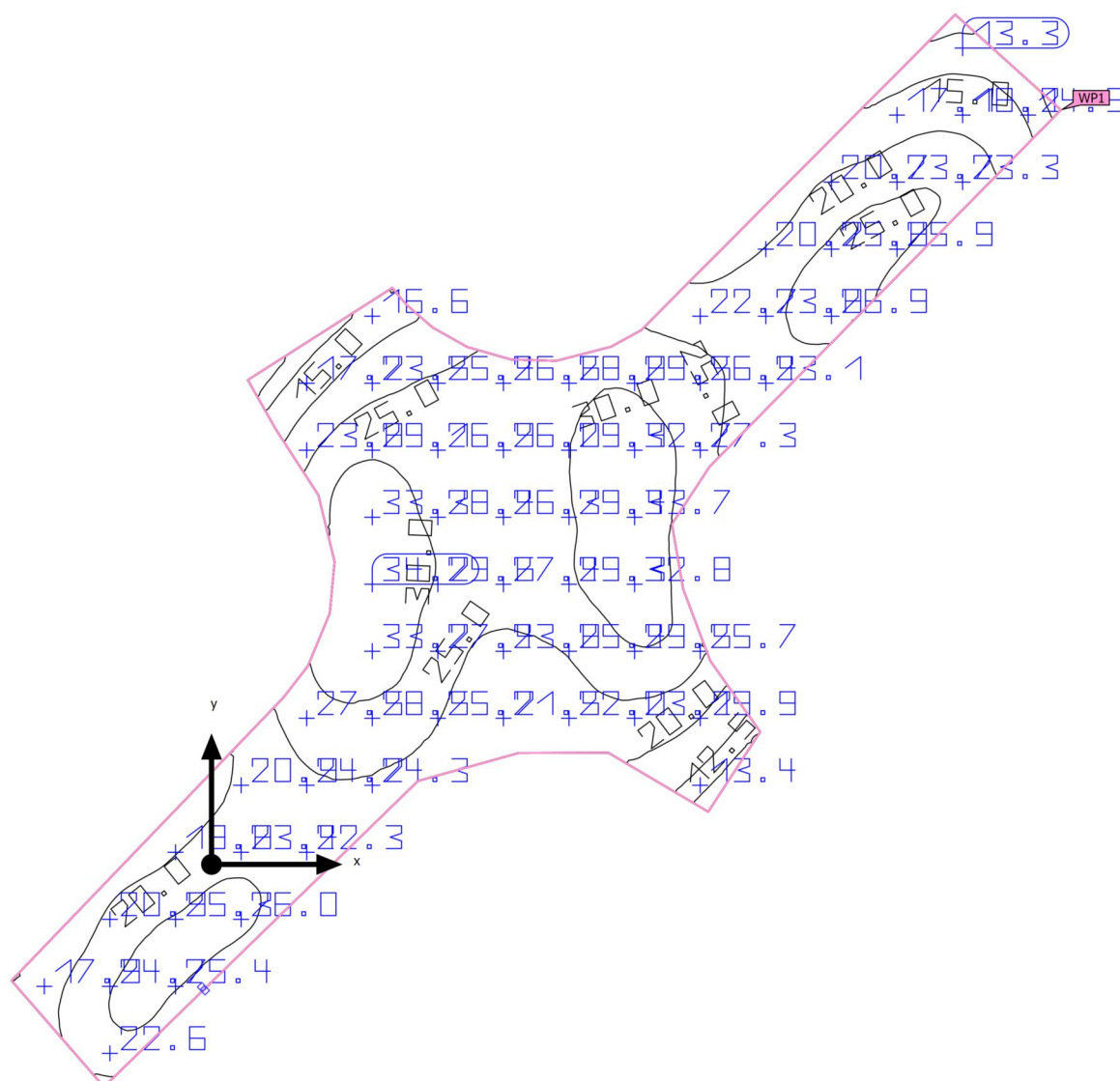
Oggetti di calcolo

Superfici utili

Proprietà	$\bar{E}$ (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	$U_o (g_1)$ (Nominale)	g_2	Indice
Superficie utile (Incrocio 1 - S.P. 6) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	24.7 lx (≥ 20.0 lx) ✓	10.9 lx	34.3 lx	0.44 (≥ 0.40) ✓	0.32	WP1
Superficie utile (Incrocio 2 - S.P. 6) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	20.5 lx (≥ 20.0 lx) ✓	10.1 lx	30.4 lx	0.49 (≥ 0.40) ✓	0.33	WP2

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

Riepilogo



		Altezza di montaggio	8.000 m
Base	573.44 m²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

Incrocio 1 - S.P. 6 (Scena luce 1)

Riepilogo

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	24.7 lx	≥ 20.0 lx	✓	WP1
	$U_o (g_1)$	0.44	≥ 0.40	✓	WP1
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	569 kWh/a	max. 20100 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.11 W/m ²	–		
		0.46 W/m ² /100 lx	–		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 58.803 m X 26.848 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

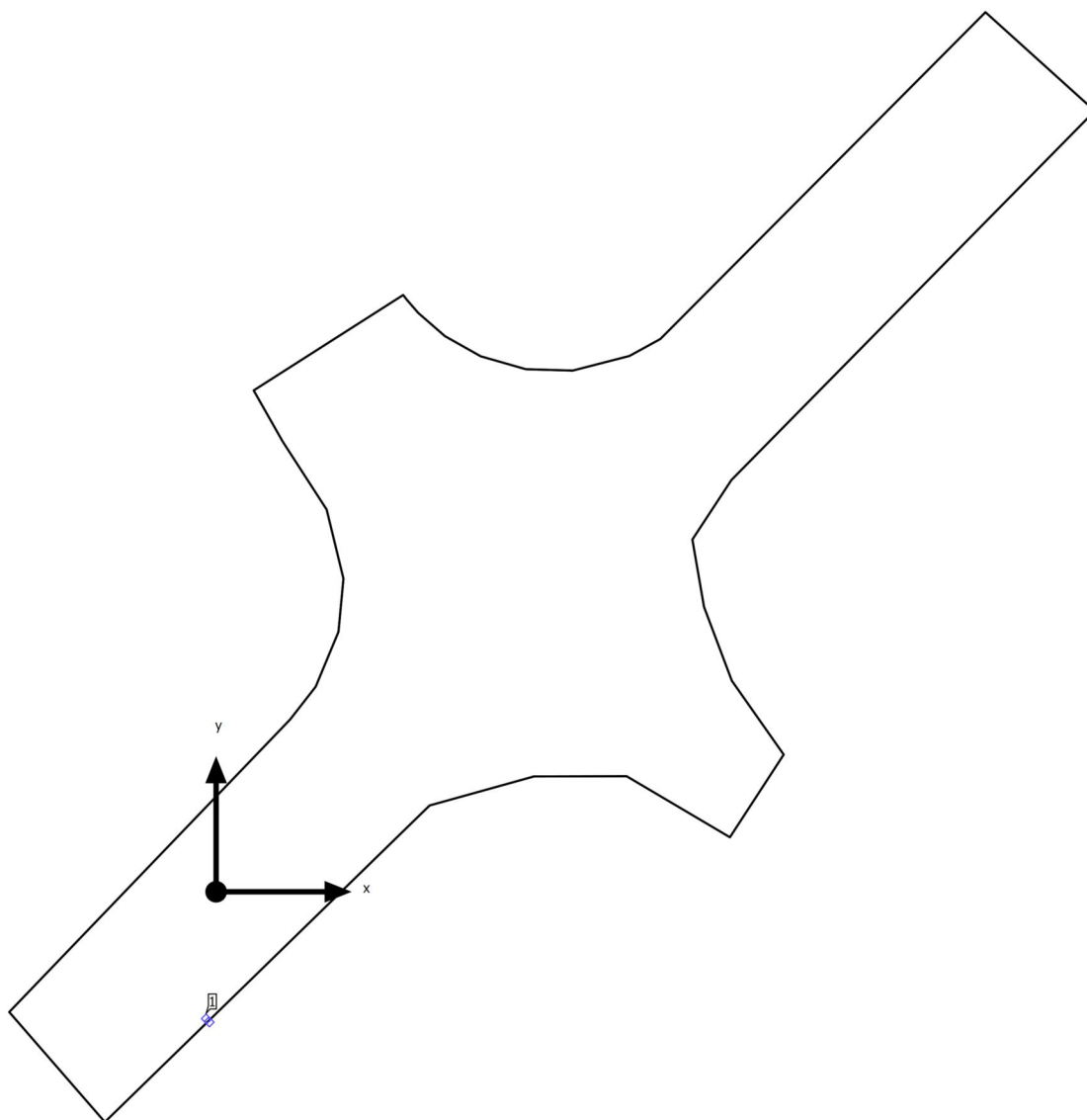
Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.2 Zone di transito per veicoli lenti (max. 10 km/h), ad es. biciclette, ruspe)

Lista lampade

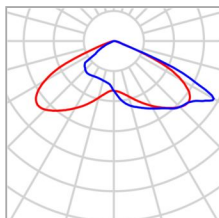
Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	R _{UG}	P	Φ	Efficienza
1	CARIBONI GROUP	01KR1C466 025AHM4	KAIROS-S R2-4K 65W 660mA LT-64	–	65.0 W	10080 lm	155.1 lm/W

Incrocio 1 - S.P. 6

Disposizione lampade



Incrocio 1 - S.P. 6

Disposizione lampade

Produttore	CARIBONI GROUP	P	65.0 W
Articolo No.	01KR1C466025AHM4	Φ_{Lampada}	10080 lm
Nome articolo	KAIROS-S R2-4K 65W 660mA LT-64		
Dotazione	1x R2-4K 65W 660mA		

Lampade singole

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
-0.356 m	-5.460 m	8.000 m	1

Incrocio 1 - S.P. 6

Lista lampade Φ_{totale}

10080 lm

 P_{totale}

65.0 W

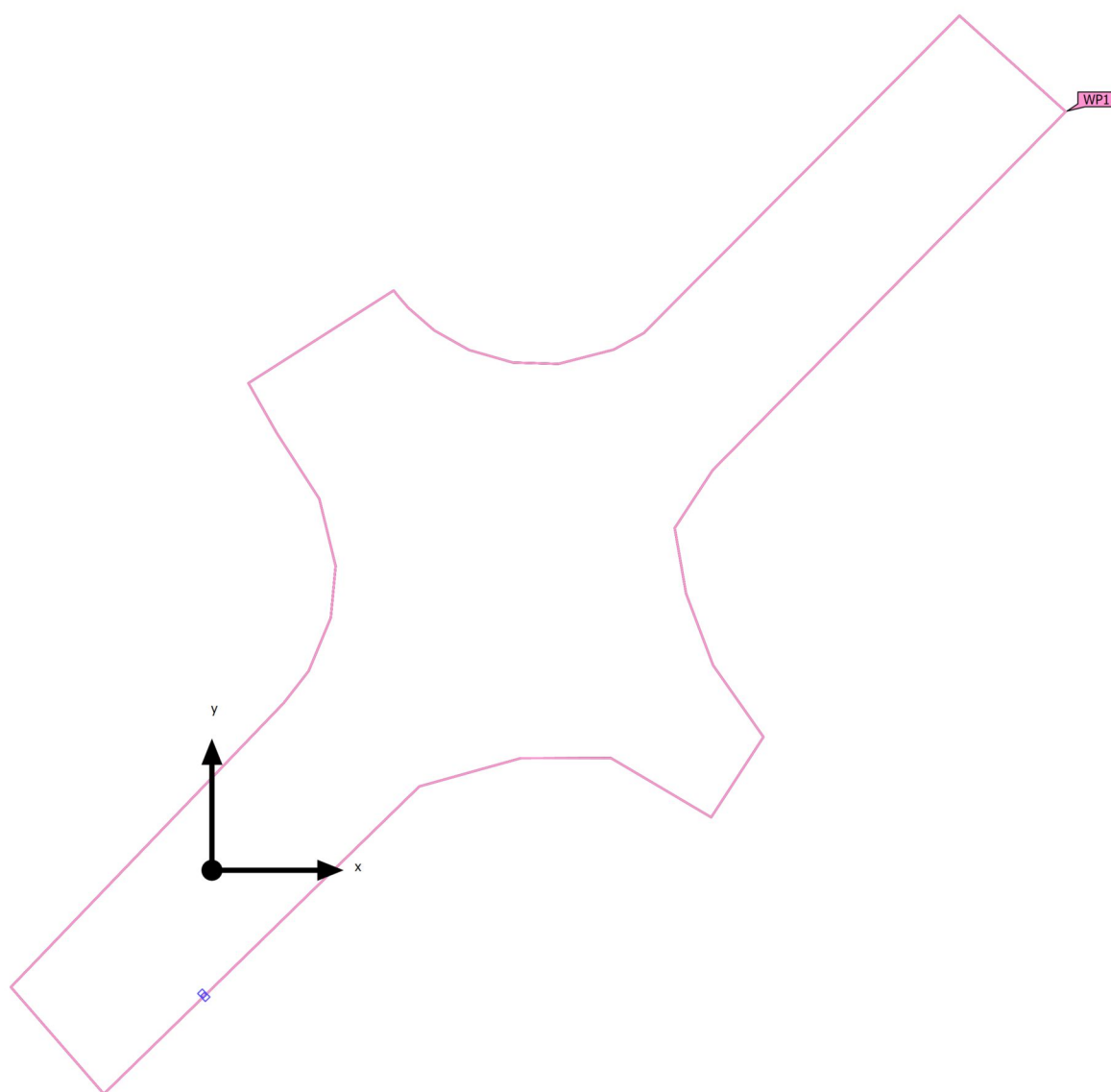
Efficienza

155.1 lm/W

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
1	CARIBONI GROUP	01KR1C466 025AHM4	KAIROS-S R2-4K 65W 660mA LT-64	65.0 W	10080 lm	155.1 lm/W

Incrocio 1 - S.P. 6 (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo



Incrocio 1 - S.P. 6 (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

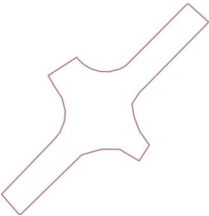
Superfici utili

Proprietà	$\bar{E}$ (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_0 (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
Superficie utile (Incrocio 1 - S.P. 6) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	24.7 lx (≥ 20.0 lx) ✓	10.9 lx	34.3 lx	0.44 (≥ 0.40) ✓	0.32	WP1

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.2 Zone di transito per veicoli lenti (max. 10 km/h), ad es. biciclette, ruspe)

Incrocio 1 - S.P. 6 (Scena luce 1)

Superficie utile (Incrocio 1 - S.P. 6)

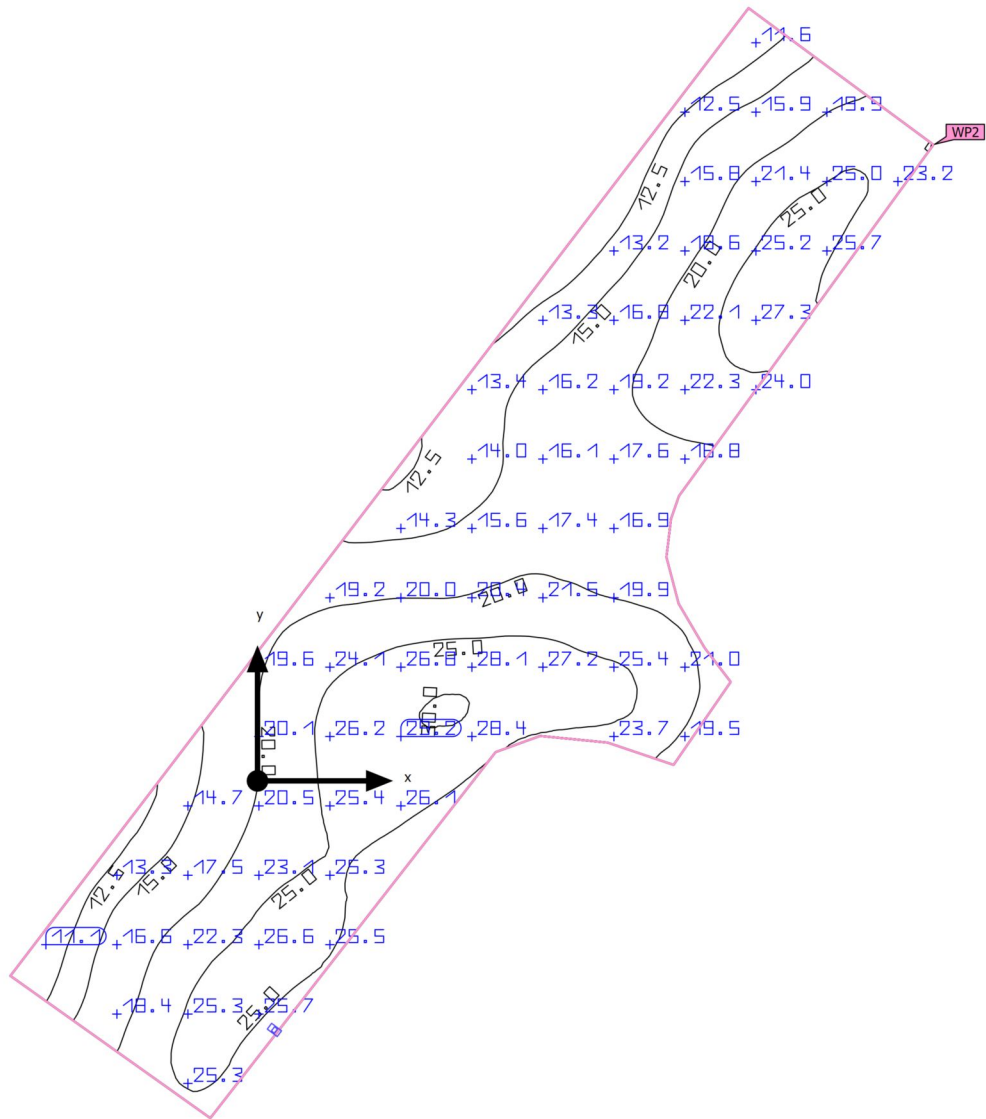


Proprietà	Ē (Nominale)	E _{min.}	E _{max}	U _o (g ₁) (Nominale)	g ₂	Indice
Superficie utile (Incrocio 1 - S.P. 6)	24.7 lx	10.9 lx	34.3 lx	0.44	0.32	WP1
Illuminamento perpendicolare (adattivo)	(≥ 20.0 lx)			(≥ 0.40)		
Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	✓			✓		

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.2 Zone di transito per veicoli lenti (max. 10 km/h), ad es. biciclette, ruspe)

Incrocio 2 - S.P. 6 (Scena luce 1)

Riepilogo



		Altezza di montaggio	8.000 m
Base		Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione		Zona margine Superficie utile	0.000 m
	481.87 m ²		
	0.80 (fisso)		

Incrocio 2 - S.P. 6 (Scena luce 1)

Riepilogo

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	20.5 lx	≥ 20.0 lx	✓	WP2
	$U_o (g_1)$	0.49	≥ 0.40	✓	WP2
Valori di consumo ⁽²⁾	Consumo	569 kWh/a	max. 16900 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.13 W/m ²	–		
		0.66 W/m ² /100 lx	–		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 47.353 m X 15.493 m e SHR di 0.25.

(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

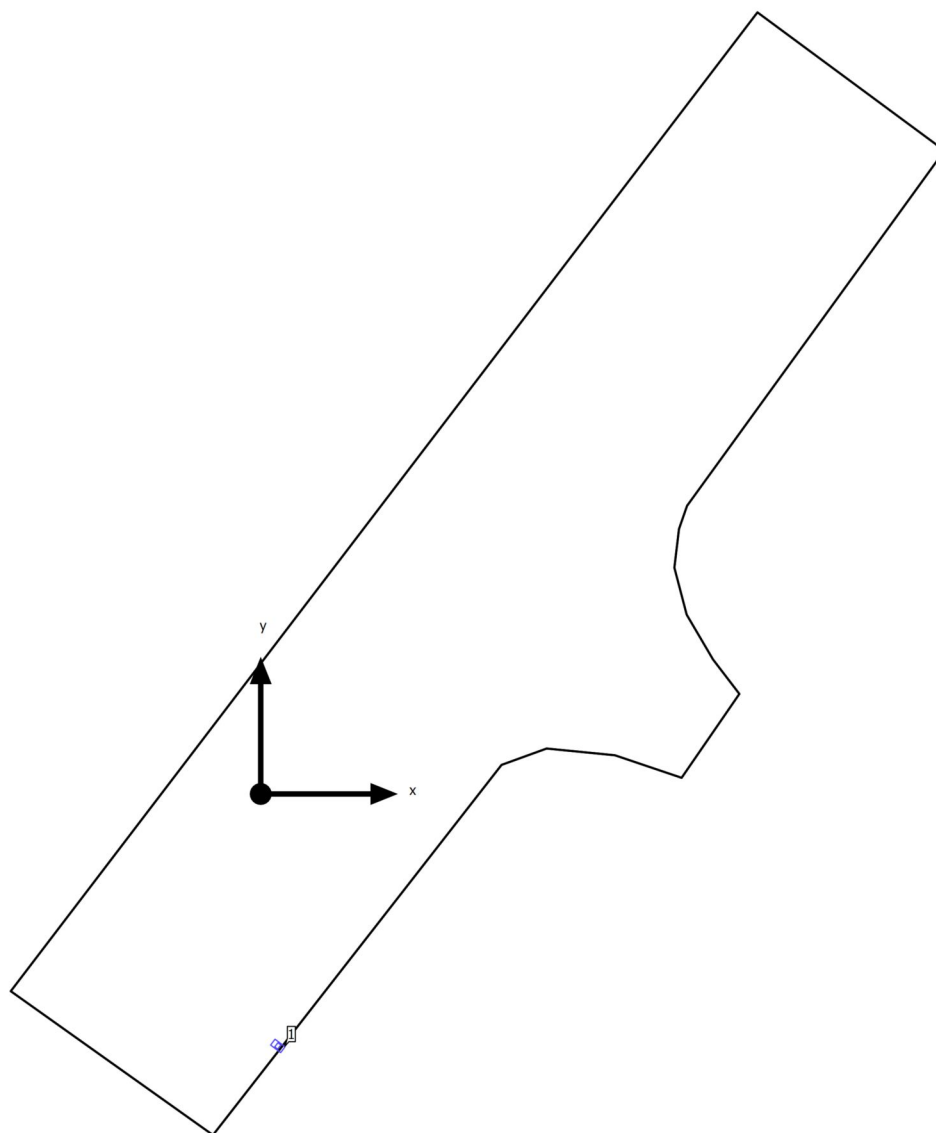
Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.2 Zone di transito per veicoli lenti (max. 10 km/h), ad es. biciclette, ruspe)

Lista lampade

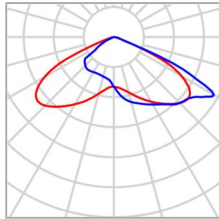
Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	R _{UG}	P	Φ	Efficienza
1	CARIBONI GROUP	01KR1C466 025AHM4	KAIROS-S R2-4K 65W 660mA LT-64	–	65.0 W	10080 lm	155.1 lm/W

Incrocio 2 - S.P. 6

Disposizione lampade



Incrocio 2 - S.P. 6

Disposizione lampade

Produttore	CARIBONI GROUP	P	65.0 W
Articolo No.	01KR1C466025AHM4	Φ_{Lampada}	10080 lm
Nome articolo	KAIROS-S R2-4K 65W 660mA LT-64		
Dotazione	1x R2-4K 65W 660mA		

Lampade singole

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
0.656 m	-9.662 m	8.000 m	1

Incrocio 2 - S.P. 6

Lista lampade Φ_{totale}

10080 lm

 P_{totale}

65.0 W

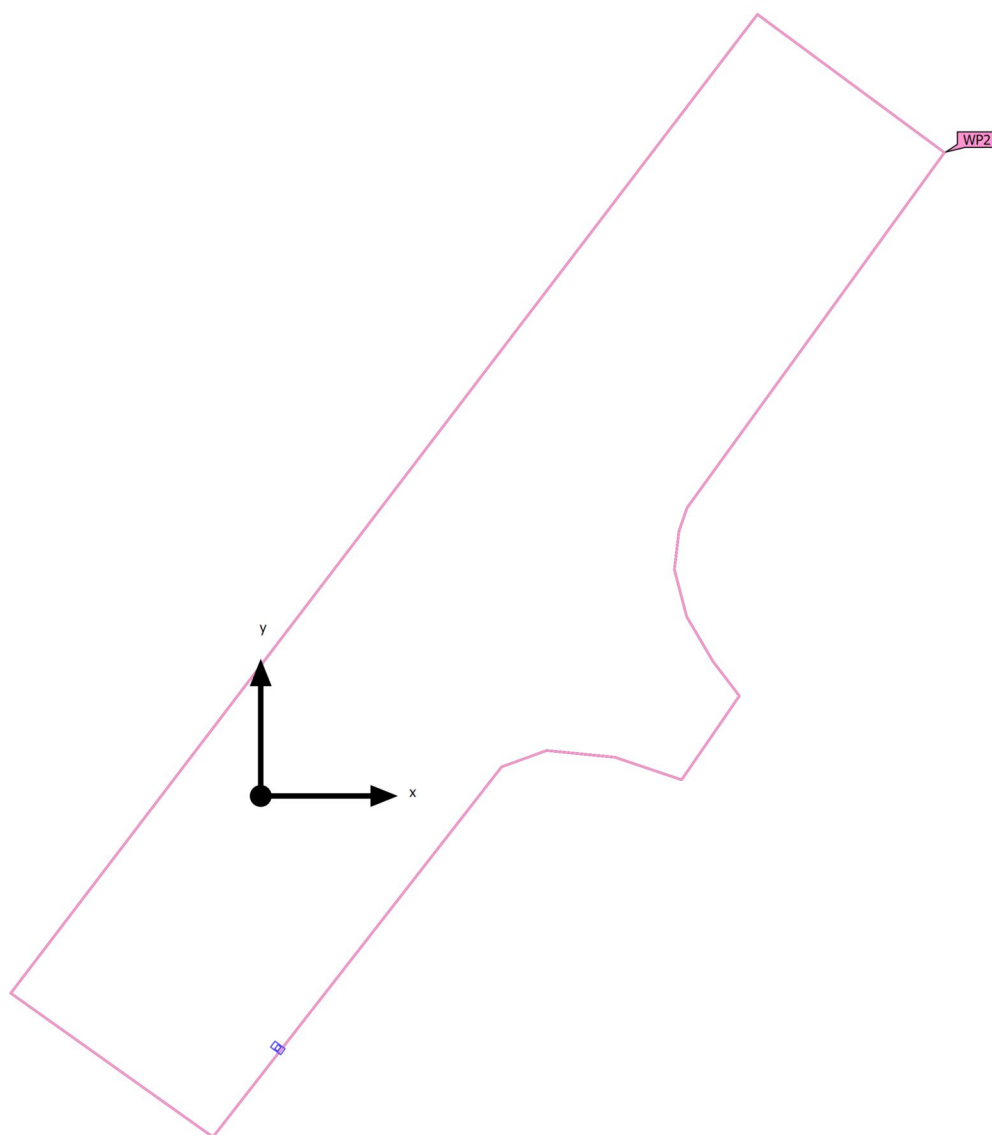
Efficienza

155.1 lm/W

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
1	CARIBONI GROUP	01KR1C466 025AHM4	KAIROS-S R2-4K 65W 660mA LT-64	65.0 W	10080 lm	155.1 lm/W

Incrocio 2 - S.P. 6 (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo



Incrocio 2 - S.P. 6 (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

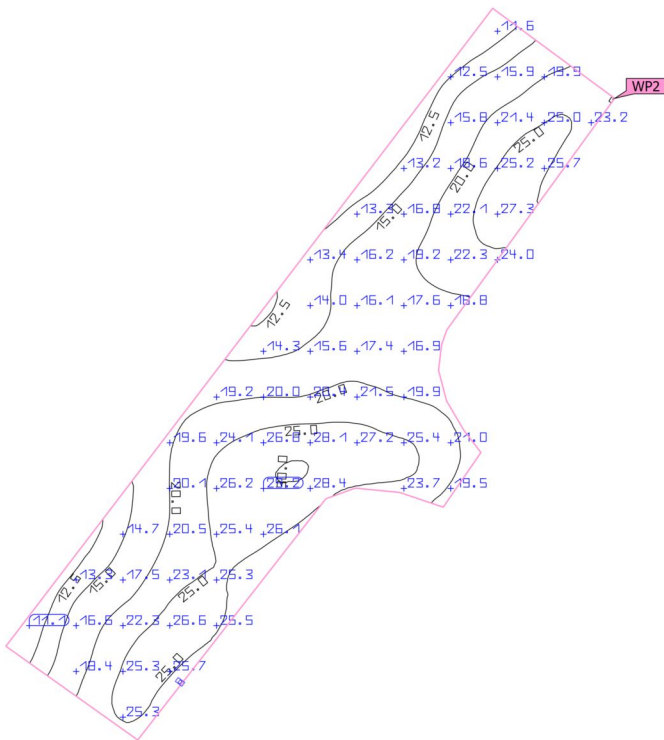
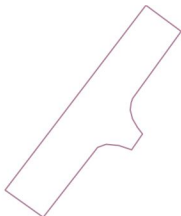
Superfici utili

Proprietà	$\bar{E}$ (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_0 (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
Superficie utile (Incrocio 2 - S.P. 6) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	20.5 lx (≥ 20.0 lx) ✓	10.1 lx	30.4 lx	0.49 (≥ 0.40) ✓	0.33	WP2

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.2 Zone di transito per veicoli lenti (max. 10 km/h), ad es. biciclette, ruspe)

Incrocio 2 - S.P. 6 (Scena luce 1)

Superficie utile (Incrocio 2 - S.P. 6)



Proprietà	$\bar{E}$ (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_0 (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
Superficie utile (Incrocio 2 - S.P. 6)	20.5 lx	10.1 lx	30.4 lx	0.49	0.33	WP2
Illuminamento perpendicolare (adattivo)	(≥ 20.0 lx)			(≥ 0.40)		
Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	✓			✓		

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.2 Zone di transito per veicoli lenti (max. 10 km/h), ad es. biciclette, ruspe)