

Comune di Martellago

Città Metropolitana di Venezia (VE)



PROPOSTA DI FINANZA DI PROGETTO AI SENSI DELL'ART. 193 DEL D.LGS 36/2023 PER L'INDIVIDUAZIONE DEL PROMOTORE, FINALIZZATA ALLA PROGETTAZIONE, RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E GESTIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA E SEMAFORICI DEL COMUNE DI MARTELLAGO (VE)

ELABORATO	02	RELAZIONE TECNICA
SCALA		

Soggetto Proponente - Amministratore Delegato
SIMET SOLUZIONI ENERGETICHE S.r.l.
Ing. Donato Stanca

SIMET SOLUZIONI ENERGETICHE S.R.L.
Via M. Polo, 31 - 35020 Albignasego (PD)
Tel. 049.685449
C.F. e P.IVA 05571100287

Il Progettista
RESTART ENGINEERING S.r.l.
Per. Ind. Luca Giuliani



00	01/02/2024	I emissione			
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

Il presente elaborato è opera dell'ingegno e costituisce oggetto di diritto d'autore, tutelato dagli art. 2575 e segg. C.C. e dalla L. 663/1941 e successive modifiche ed integrazioni. Ogni violazione (riproduzione dell'opera, anche parziale o in forma riassuntiva o per stralcio, imitazione, contraffazione, ecc.) sarà perseguita penalmente. Anche laddove, ai sensi della L. 241/1990 fosse esercitato il diritto d'accesso agli atti della procedura di gara e si rendesse necessaria l'esibizione degli elaborati presentati dalla società, di essi non potrà essere estratta copia, ai sensi del comma 2 art. 24 L. 241/1990, dei commi 4,5 e 6 dell'art. 5 e comma 5 lett. d) dell'art. 8 del D.P.R. 352/1992. In caso di violazioni, i contravventori e il responsabile del procedimento di accesso per la Pubblica Amministrazione, ai sensi dell'art. 4 comma 7 del D.P.R. 352/1992, si renderanno responsabili, anche penalmente.



1	ANALISI ILLUMINOTECNICA.....	2
1.1	ZONE DI STUDIO	2
1.2	DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA IN INGRESSO	3
1.3	DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO	4
1.4	LIVELLI DI ILLUMINAZIONE	5
1.5	TRATTI TIPO E CALCOLI ILLUMINOTECNICI	6
1.5.1	Caratterizzazione degli asfalti	6
1.5.2	Software di calcolo utilizzato	7
1.5.3	Parametri di calcolo	7
1.5.4	Indicazioni particolari per gli attraversamenti pedonali	8
2	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI APPARECCHI UTILIZZATI	8
2.1	EQUIVALENZA DI PROGETTO E PRODOTTO	9
2.2	RIQUALIFICAZIONE PARCO LAMPADE ESISTENTE.....	9
2.3	AMPLIAMENTI/MIGLIORIE.....	10
2.4	LANTERNE SEMAFORICHE	11
2.5	RISPONDENZA AI C.A.M. DEGLI APPARECCHI PROPOSTI	11
2.6	CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORPI ILLUMINANTI	12
2.7	MINIMIZZAZIONE DEL RISCHIO FOTOBIOLOGICO COMPATIBILE CON LA FUNZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI	13
3	INDICI DI EFFICIENZA	14
3.1	INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'APPARECCHIO: IPEA*	15
3.2	INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'IMPIANTO: IPEI*	16
3.2.1	Calcolo dell'indice parametrizzato di efficienza dell'impianto: IPEI*	16
4	ANALISI DELLE INTERFERENZE	19
4.1	LINEE ELETTRICHE	19
4.2	RETE DISTRIBUZIONE GAS.....	19
4.3	RETI IDRICHE	20
4.4	RETE FOGNARIA.....	20
4.5	VICINANZA AD ALTRI SOTTOSERVIZI.....	20
5	ALLEGATO: TIPOLOGICI ILLUMINOTECNICI	22
5.1	TABELLARE RIASSUNTIVO PER OGNI ZONA DI STUDIO.....	22
5.2	CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER OGNI ZONA DI STUDIO	22

1 ANALISI ILLUMINOTECNICA

Dal punto di vista illuminotecnico, un buon impianto deve assicurare il **giusto equilibrio** tra due esigenze contrapposte: **garantire prestazioni adeguate all'ambito considerato** (per mantenere la sicurezza degli utenti della strada) e **contenere al minimo i costi di gestione**. Si rende pertanto necessario effettuare sul territorio un'analisi dei rischi "illuminotecnica", che consenta di classificare gli ambiti illuminati e individuare per ognuno di essi il livello di illuminazione necessario alla sicurezza dell'utente della strada, sulla base del quale costruire gli interventi.

L'analisi dei rischi e la classificazione illuminotecnica sono state elaborate quindi anche per il Comune di Martellago, nel pieno rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme, leggi e regolamenti di riferimento e di seguito riportate:

- codice della Strada D.Lgs. 285/1992, DPR 495/92 aggiornato con D.Lgs. 150/2011 e Legge 183/2011;
- UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI EN 13201-2:2016 "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali";
- UNI EN 13201-3:2016 "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo Prestazioni";
- UNI EN 13201-4:2016 "Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di Misurazione delle Prestazioni Fotometriche";
- PICIL: piano dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso.

Si riporta a lato uno schema esemplificativo del flusso di lavoro definito dalla norma UNI 11248 per la progettazione illuminotecnica:

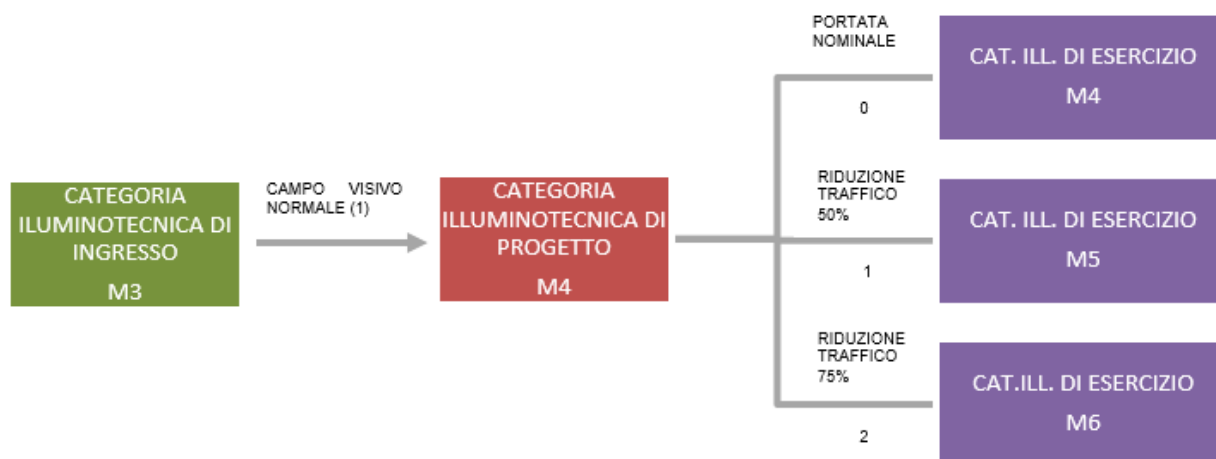


Nel dettaglio, il Codice della Strada suddivide tutte le strade in macro-categorie dalla A alla F-bis in relazione alle caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali. A queste la Norma UNI 11248, considerando anche i limiti di velocità, associa le **categorie illuminotecniche di ingresso per la classificazione**. Su queste viene effettuata un'**analisi dei rischi**, con i criteri dettati nella succitata norma, che tiene conto del traffico stradale, della complessità del campo visivo (es. presenza di eventuali sorgenti luminose diverse da quelle derivanti dall'illuminazione pubblica come negozi o cartelloni pubblicitari, dalla presenza di alberi, ecc.), delle zone di conflitto (es. attraversamenti pedonali, zone pedonali, ecc.), del pericolo di aggressione e in generale di tutti i fattori che possono influenzare l'illuminazione della strada, definendo la categoria illuminotecnica di progetto. Alla categoria illuminotecnica di progetto corrispondono i valori minimi o massimi di alcuni parametri che definiscono il livello di illuminazione, come la luminanza o l'illuminamento, l'uniformità e l'abbagliamento. La norma UNI 11248 stabilisce poi che la **categoria di progetto** possa essere ulteriormente modificata in alcuni periodi giornalieri di accensione dell'impianto, in funzione di parametri variabili nel tempo che influiscono sull'illuminazione necessaria (come ad es. il livello di traffico).

la classificazione illuminotecnica che deriva da queste valutazioni viene definita di **esercizio**. Il rispetto dei valori minimi e massimi dei parametri di illuminazione indicati dalla normativa da parte degli impianti di illuminazione progettati viene accertato dall'esecuzione dei calcoli illuminotecnici.

1.1 ZONE DI STUDIO

Di norma, la strada è costituita da più zone di studio in base alla sua geometria e per ognuna si selezionerà una categoria illuminotecnica in ingresso, una di progetto ed una o più categorie di esercizio.



1.2 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA IN INGRESSO

La categoria illuminotecnica di ingresso per l'elaborazione dell'analisi dei rischi si determina considerando esclusivamente la classificazione della strada, che deve essere fornita dal committente o dal proprietario/gestore della strada. Si procederà quindi a:

- suddividere la strada in zone di studio con condizioni omogenee;
- identificare il tipo di strada (classe stradale) per ogni zona mediante il PUT o, in sua assenza, con le indicazioni contenute nel D.M. 6792 del 05-11-2001;
- definire la categoria illuminotecnica in ingresso con l'ausilio del prospetto 1 del paragrafo 7 della norma UNI 11248, sotto riportato.

TIPO DI STRADA	DESCRIZIONE DEL TIPO DI STRADA	LIMITE DI VELOCITÀ [km/h]	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER ANALISI DEI RISCHI
A1	Autostrade extraurbane	130-150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70-90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipo C1 e C2) ¹⁾	70-90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4

TIPO DI STRADA	DESCRIZIONE DEL TIPO DI STRADA	LIMITE DI VELOCITÀ [km/h]	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER ANALISI DEI RISCHI
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

- 1) Secondo il DM 5-11-2011, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.
- 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 comparabile a questa (prospetto 6).
- 3) Vedere punto 6.3.
- 4) Secondo la Legge 1° agosto 2003 numero 214" conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche caso di indicazione multipla, la categoria dovrà essere scelta attraverso l'analisi dei rischi.

Nel caso specifico del Comune di Martellago la classificazione in ingresso è stata dedotta mediante l'analisi degli strumenti urbanistici attivi e dalla documentazione del P.I.C.I.L. approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 17 del 10 aprile 2013 dove vengono riportate le classificazioni di ingresso. Per il dettaglio rimanda agli elaborati grafici "03.02 Categorie illuminotecniche di ingresso" facenti parte dei documenti della proposta.

1.3 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO

La definizione della categoria illuminotecnica di progetto avviene modificando la categoria illuminotecnica in ingresso in base ai parametri di influenza non variabili nel tempo considerati nell'analisi dei rischi. Quest'ultima, in particolare, può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

- sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;
- individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali leggi e norme e da esigenze specifiche;
- studio dei fattori di rischio attraverso l'analisi degli eventi potenzialmente pericolosi. Questa analisi potrà basarsi, se presenti, su dati statistici rilevanti come la frequenza degli incidenti pregressi e il rapporto fra incidenti diurni e notturni;
- definizione di una gerarchia dei rischi rilevanti e della possibile variazione degli stessi durante il tempo.

Al fine di determinare la categoria illuminotecnica di progetto si applicheranno riduzione o aumento della categoria illuminotecnica, così come definito nella tabella seguente:

POSSIBILE VARIAZIONE DI CATEGORIA ILLUMINOTECNICA IN RELAZIONE AL REALE LIVELLO DEI PARAMETRI DI INFLUENZA

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Pericolo di aggressione non segnalato	1
Flusso del traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso del traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2

- 1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse
- 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità
- 3) Riferimenti in CIE 137

Nel caso specifico del Comune di Martellago la classificazione in progetto è acquisita partendo dalle considerazioni riguardanti la classificazione di ingresso e successive valutazioni progettuali. Per il dettaglio rimanda agli elaborati grafici "03.03 Categorie illuminotecniche di progetto" facenti parte dei documenti della proposta.



Si precisa che per la categoria di progetto, la classe minima proposta è la M5.

1.4 LIVELLI DI ILLUMINAZIONE

Le tabelle sottostanti, come da UNI EN 13201-2, riportano i parametri di riferimento per le principali categorie illuminotecniche, stradali e non.

CATEGORIA	LUMINANZA DEL MANTO STRADALE DELLA CARREGGIATA IN CONDIZIONI DI MANTO STRADALE ASCIUTTO E BAGNATO				ABBAGLIAMENTO DEBILITANTE	ILLUMINAZIONE DI CONTIGUITÀ
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Bagnato
	Luminanza minima mantenuta	Uniformità trasversale min (Uo)	Uniformità longitudinale min (Ul)	Uniformità trasversale min	Abbagliamento debilitante max	Illuminazione di contiguità min
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

CATEGORIA	Illuminamento orizzontale	
	Illuminamento medio	Uniformità trasversale min
C0	50,0	0,40
C1	30,0	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,5	0,40

CATEGORIA	Illuminamento orizzontale	
	Illuminamento medio	Illuminamento minimo
P1	15,0	3,0
P2	10,0	2,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	2,0	0,4
P7	Non determinato	

1.5 TRATTI TIPO E CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici vengono svolti sulla base dell'individuazione del tratto tipo, unione di zona omogenea e tipologia di apparecchiatura da installare, allo scopo di verificare il rispetto dei parametri minimi richiesti dalla Norma UNI EN 13201 – 2 per le categorie illuminotecniche di progetto dell'ambito considerato. I tratti tipo sono tipologie omogenee di ambito stradale, che vengono individuate suddividendo il territorio comunale a seconda:

- della destinazione d'uso dell'ambito: se stradale, ciclabile/pedonale, incrocio/rotonda o parcheggio;
- della geometria dell'ambito: definendo la larghezza, rispettivamente, di strade, piste ciclabili, banchine transitabili o non, parcheggi, marciapiedi, aree verdi;
- del tipo di apparecchi illuminanti presenti nell'ambito: se stradali, arredi urbani, arredi artistici, proiettori;
- della posizione della sorgente rispetto al bordo della carreggiata: considerando l'altezza fuori terra del sostegno e la distanza tra baricentro dell'apparecchio e bordo dell'ambito considerato;
- della posizione relativa tra i vari punti luce: considerando l'inter-distanza e la disposizione nell'ambito (unilineare, bilineare, quinconce, doppio centro, ...);
- della classificazione illuminotecnica di progetto o di esercizio, a seconda della tipologia di calcoli illuminotecnici che si stanno eseguendo.

I calcoli illuminotecnici permettono di individuare la potenza minima necessaria al rispetto dei parametri stabiliti dalla normativa nel tratto tipo considerato, permettendo la massimizzazione delle prestazioni energetiche. Al fine di effettuare tali calcoli, come da normativa, è necessario stabilire il **tipo di pavimentazione** di ogni tratto tipo (a cui corrisponderanno diversi coefficienti medi di luminanza Q_0) e il coefficiente di manutenzione. I calcoli illuminotecnici effettuati per tipologia di tratto tipo sono allegati al presente documento.

Tutti le zone omogenee, sia per quanto riguarda le carreggiate che le zone attigue, rispettano i requisiti di illuminamento minimo richiesto da dalla Norma UNI EN 13201 – 2 durante il regime di riduzione. Inoltre i valori di illuminamento e luminanza **non superano di 1,15 volte il limite per la categoria illuminotecnica prevista dall'analisi dei rischi, con i vantaggi e migliorie descritte nei precedenti capitoli.**



1.5.1 CARATTERIZZAZIONE DEGLI ASFALTI

Il coefficiente medio di luminanza Q_0 da utilizzare nei calcoli illuminotecnici dipende dal tipo di pavimentazione del tratto tipo e dovrebbe essere valutato durante la fase di rilievo, effettuando misurazioni in loco con strumentazioni in grado di caratterizzare le pavimentazioni. Data l'incertezza della misurazione tuttavia, l'Offerente si è avvalso dell'utilizzo del prospetto B.1 della norma UNI 11248:2016 il quale, in relazione alla categoria di asfalto rilevata, fornisce

il coefficiente da utilizzare nei calcoli illuminotecnici. In particolare, le pavimentazioni stradali sono suddivisibili nelle classi C1 o C2, rispettivamente calcestruzzo o asfalto a cui corrispondono i seguenti valori di Q_0 :

CLASSE	RIPARTIZIONE DEL COEFFICIENTE RIDOTTO DI LUMINANZA	COEFFICIENTE MEDIO DI LUMINANZA	FATTORE DI SPECULARITÀ	GAMMA DEL FATTORE DI SPECULARITÀ
C1	Vedere Tabella Norma UNI 11248	0,10	0,24	$S_1 \leq 0,4$
C2	Vedere Tabella Norma UNI 11248	0,07	0,97	$S_1 > 0,4$

Tali coefficienti sono “normalizzati”, derivati cioè da studi e pubblicazioni internazionali e mediati attraverso coefficienti peggiorativi, in modo da assicurare i requisiti di sicurezza e comfort visivo alla base della normativa del settore. La scelta di avvalersi del prospetto normativo è perciò rafforzata dal fatto che i valori misurati, oltre a essere incerti, non garantirebbero opportuni margini di sicurezza sui risultati ottenuti.

1.5.2 SOFTWARE DI CALCOLO UTILIZZATO

L'impiego di adeguati strumenti informatici è stato pertanto fondamentale nella messa a punto della presente proposta progettuale: gli interventi sono stati ideati, dimensionati e verificati con il supporto di un software di calcolo dedicato. **L'adeguatezza degli apparecchi di illuminazione rispetto agli effetti luminosi desiderati è stata pertanto verificata attraverso calcoli illuminotecnici.** I calcoli illuminotecnici sono stati eseguiti con programmi certificati, utilizzando i dati descritti nei paragrafi precedenti. Il software utilizzato ha permesso di verificare l'adeguatezza degli impianti in progetto rispetto alla Normativa UNI vigente in tema di prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione pubblica. I software utilizzati (OxyTech e Dialux), sono programmi largamente impiegati nella progettazione illuminotecnica di esterni ed interni e realizzati specificatamente anche per la verifica illuminotecnica secondo la Normativa UNI EN 13201-2. La complessità del compito visivo è stata valutata tramite il controllo delle luminanze prodotte dalle sorgenti primarie di luce, dalle superfici presenti in ambiente e dei loro contrasti. Una non corretta distribuzione delle luminanze o eccessivi contrasti determinerebbero disturbi visivi che, in illuminotecnica, vengono definiti **abbagliamenti, che per la sicurezza degli utenti devono essere assolutamente evitati.**

1.5.3 PARAMETRI DI CALCOLO

I calcoli illuminotecnici sono stati realizzati nel rispetto delle norme tecniche specifiche applicabili mediante l'utilizzo dei software Oxytech e Dialux ed i progetti illuminotecnici fanno riferimento e funzionano in conformità alla CIE30, EN13201 ed alla UNI11248. La griglia ed il metodo di calcolo sono quelli definiti nella norma EN13201 ed i principali parametri di calcolo impiegati sono, per uniformità di progettazione ed alla luce dell'analisi delle caratteristiche del territorio, i seguenti:

- tipo di manto stradale: **C2**;
- fattore di manutenzione pari a **0,85**.

Date le ottime caratteristiche prestazionali e tecnologiche degli apparecchi prescelti si sarebbe potuto adottare un coefficiente di manutenzione maggiore, calcolato in funzione della metodologia descritta nel rapporto tecnico **CIE154:2003**, secondo il quale il fattore di manutenzione deriva dal prodotto dei seguenti fattori:

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

Dove:

- **LLMF:** Lamp Lumen Maintenance Factor rappresenta il fattore che indica la riduzione del flusso luminoso emesso dalla lampada durante il suo normale utilizzo. I valori di tale fattore sono determinati sulla base dei dati LM80 dei LED applicando la metodologia del TM-21 declinati nel funzionamento degli apparecchi.

- **LSF:** Lamp Survival Factor rappresenta la probabilità che le lampade continuino a funzionare dopo un certo periodo di tempo.
- **LMF:** Lumen Maintenance Factor rappresenta il coefficiente di riduzione del flusso emesso dall'apparecchio in funzione delle condizioni ambientali di utilizzo e agli intervalli di tempo tra due successivi interventi di manutenzione.



Tutti i calcoli illuminotecnici simulati tengono in considerazione le indicazioni formulate nelle norme e nel rapporto tecnico, ovvero l'utilizzo di un coefficiente di manutenzione pari a 0,85 e come pavimentazione stradale asciutta per le strade in asfalto l'identificativo C2.

1.5.4 INDICAZIONI PARTICOLARI PER GLI ATTRAVERSAMENTI PEDONALI

Gli attraversamenti pedonali sono stati valutati (se presente illuminazione appositamente dedicata) come zone di studio indipendenti, così come previsto anche dall'Art. 6.5 della Norma UNI 11248:2016.

Per gli attraversamenti pedonali **sprovvisi di impianto di illuminazione dedicato**, la categoria illuminotecnica di progetto è stata dedotta come indicazioni riportate in precedenza, seguendo quanto riportato nell'Art. 9.7 e nel Prospetto 6 della Norma UNI 11248:2016, che prevede l'utilizzo di categorie illuminotecniche comparabili per le zone di studio contigue, come riportato nella tabella seguente:

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA COMPARABILE (PROSPETTO 6 UNI 11248:2016)						
Categoria illuminotecnica di progetto della strada	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Categoria illuminotecnica di progetto dell'attraversamento pedonale	C1	C2	C3	C4	C5	C6

Nel caso in cui gli attraversamenti pedonali possiedano attualmente un **impianto di illuminazione dedicato** o per i quali risulti necessario prevedere un nuovo sistema appositamente dedicato, si sono rispettate le condizioni illuminotecniche previste dalla Norma UNI/TS 11726 che prevede il rispetto di illuminamenti verticali minimi determinati sulla base della categoria illuminotecnica della strada su cui è posto l'attraversamento pedonale. A tal proposito si riporta il prospetto 1 della Norma UNI/TS 11726.

STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA ZONA DI STUDIO PER L'ATTRAVERSAMENTO PEDONALE
M1	-
M2	EV1 (50 lux min)
M3	EV2 (30 lux min)
M4	EV2 (30 lux min)
M5	EV3 (10 lux min)
M6	EV3 (10 lux min)

2 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI APPARECCHI UTILIZZATI

Le analisi dei rischi condotte, la corretta esecuzione del tipologico illuminotecnico, nonché le simulazioni descritte nei capitoli precedenti, sono finalizzate ad **individuare le caratteristiche tecniche ed energetiche** dei singoli apparecchi e quindi, in ultima istanza, alla definizione del prodotto da installare, anche **in considerazione del contesto urbano** in cui deve essere inserito.

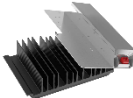
In riferimento agli interventi proposti, la scelta dei prodotti è stata effettuata tra le migliori marche del settore (Philips Lighting – AEC Illuminazione – GMR Enlights – Disano Illuminazione) andando a selezionare prodotti con elevate performance e indiscutibile design. Per la parte dedicata ai sistemi per la segnalazione e l'illuminazione degli attraversamenti pedonali si è optato per la ditta Detas, per la varietà e qualità dell'ampia gamma di prodotti che propone per tale ambito specifico.

2.1 EQUIVALENZA DI PROGETTO E PRODOTTO

Anche al fine di garantire le prescrizioni di cui all'Allegato II.5 - parte II A - Specifiche tecniche del D.lgs. 36/2023, le scelte ed i prodotti sono definiti "equivalenti" a quelli del progetto di gara solo se in conformità alla norma UNI11630 par. 4.2, che definisce a tutti gli effetti la regola dell'arte del progetto illuminotecnico, ed in particolare:

- ai fini del progetto illuminotecnico, si considerano due o più prodotti "equivalenti" fra loro quando sussistono contestualmente le seguenti condizioni nel valutare le caratteristiche tipologiche, stilistiche e prestazionali:
 - estetiche: prodotti con valore estetico e/o impatto visivo simile;
 - colore della luce: prodotti con temperatura prossimale di colore simile;
 - energetiche: prodotti con i consumi energetici simili all'interno dello stesso progetto;
 - qualitative: prodotti con caratteristiche tecniche e tecnologiche simili;
 - illuminotecniche e colorimetriche: prodotti con prestazioni/caratteristiche fotometriche e indice di resa cromatica che garantiscono risultati illuminotecnici simili nello stesso progetto.
- soluzioni migliorative sono convenzionalmente considerabili equivalenti;
- i punti sopra riportati costituiscono gli elementi di valutazione dell'equivalenza tra prodotti e non tra progetti.

2.2 RIQUALIFICAZIONE PARCO LAMPADE ESISTENTE

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	FOTO	QUANTITÀ
Stradale	Modello SIGNIFY LUMISTREET ditta PHILIPS LIGHTING (o equivalente)		2.844
Arredo urbano	Modello ARYA ditta AEC ILLUMINAZIONE (o equivalente)		1.253
Proiettore	Modello TARUS ditta GMR ENLIGHTS (o equivalente)		79
Proiettore	Modello RODIO ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		9
Kit refitting	Modello KIT RETROFIT ditta GMR ENLIGHTS (o equivalente)		141
Plafoniera	Modello 1558 BRICK ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		3

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	FOTO	QUANTITÀ
Plafoniera	Modello ECHO ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		7
Faretto	Modello KOALA ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		14
Plafoniera	Modello OBLÒ ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		29
Proiettore	Modello SQUARE ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		5
Relamping	Modello TRUEFORCE ditta PHILIPS LIGHTING (o equivalente)		25
Attraversamento pedonale	Modello BIFACCIALE ditta DETAS SPA (o equivalente)		15
Attraversamento pedonale	Modello LEDBOX BASIC ditta DETAS SPA (o equivalente)		2
Attraversamento pedonale	Modello TALOS G ditta DETAS SPA (o equivalente)		20
Attraversamento pedonale	Modello TRILOGY N ditta DETAS SPA (o equivalente)		12
TOTALE			4.458

Al totale sopra riportato, per completare il parco lampade oggetto di riqualifica, si devono considerare anche:

- **n.197** apparecchi non riqualificati in quanto già dotati di nuova tecnologia a led;
- **n.149** corpi illuminanti da rimuovere, in quanto non necessari.

2.3 AMPLIAMENTI/MIGLIORIE

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	FOTO	QUANTITÀ
Stradale	Modello SIGNIFY LUMISTREET ditta PHILIPS LIGHTING (o equivalente)		31
Arredo urbano	Modello ARYA ditta AEC ILLUMINAZIONE (o equivalente)		7
Attraversamento pedonale	Modello BIFACCIALE ditta DETAS SPA (o equivalente)		15

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	FOTO	QUANTITÀ
Attraversamento pedonale	Modello LEDBOX BASIC ditta DETAS SPA (o equivalente)		17
Attraversamento pedonale	Modello TALOS G ditta DETAS SPA (o equivalente)		15
Artistico	Modello AGORÀ ditta IGUZZINI (o equivalente)		4
Artistico	Modello LINEALUCE ditta IGUZZINI (o equivalente)		5
Artistico	Modello IPRO ditta IGUZZINI (o equivalente)		1
TOTALE			95

2.4 LANTERNE SEMAFORICHE

TIPOLOGIA	FOTO	INTERVENTO	QUANTITÀ
Nr. Punti luce (fuochi) lanterne semaforiche		Nessun intervento	267
Nr. Punti luce (fuochi) lanterne semaforiche		Ampliamento	90
TOTALE			357

2.5 RISPONDENZA AI C.A.M. DEGLI APPARECCHI PROPOSTI

È stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 244 del 18 ottobre 2017 il decreto 27 settembre 2017 che aggiorna i CAM, 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. L'applicazione dei CAM si è resa **obbligatoria con l'approvazione del nuovo Codice Appalti**. I CAM devono essere un riferimento per le amministrazioni nella stesura dei documenti di progettuali e devono anche indicare il maggior punteggio da assegnare alle offerte che presentano un minor impatto sulla salute e sull'ambiente.



Il provvedimento, apportando le modifiche ai CAM ed abrogando le versioni precedenti, ha il duplice obiettivo di migliorare:

- la qualità della luce in città con un minore impatto sui cittadini, con l'impiego di lampade a led;
- l'affidamento del servizio di progettazione dell'impianto di illuminazione pubblica.

Con i nuovi CAM sarà, infatti, possibile ottenere **performance ambientali più elevate** che garantiranno grandi benefici in termini di efficienza energetica e di riduzione dell'inquinamento, ma anche di risparmio per le casse delle amministrazioni. Le modifiche ai CAM riguardano:

- l'efficienza energetica;
- la durabilità e il tasso di guasto di tutti i corpi illuminanti;
- le prestazioni degli apparati attraverso l'aggiornamento di due indici. Viene evidenziato che le prestazioni richieste sono differenziate a seconda delle aree da illuminare.

I nuovi criteri ambientali affrontano, inoltre, gli aspetti sociali degli appalti verdi, vigilando che i candidati dimostrino di adottare modelli organizzativi e gestionali in grado di prevenire comportamenti illeciti nei confronti dei lavoratori e garantire il massimo rispetto delle convenzioni internazionali. Riguardano, infine, l'inquinamento luminoso attraverso una dettagliata zonizzazione delle aree da illuminare, precisando per ogni area il livello massimo di diffusione verso l'alto della luce.

Il **progetto risponde puntualmente** a tutte le prescrizioni tecniche applicabili contenute nel DM 27/09/17 di aggiornamento dei **Criteri Ambientali Minimi (CAM)**, raggiungendo anche i valori premianti come meglio specificato nel seguito.

2.6 CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORPI ILLUMINANTI

I nuovi apparecchi **dotati di tecnologia LED** consentono:

- il rispetto della norma regionale sull'inquinamento luminoso e i dettami dei CAM per gli apparecchi con tecnologia LED;
- l'impiego di una minore potenza installata e un conseguente risparmio sui consumi energetici;
- riduzione di emissioni di CO₂ in atmosfera;
- minore consumo di TEP (Tonnellate di petrolio equivalente) legata al minor acquisto di energia.

I dispositivi connessi alla tecnologia LED consentono inoltre la gestione puntuale dei consumi tramite la **regolazione del flusso luminoso** rispetto ai classici sistemi centralizzati o tutta notte/ mezzanotte, garantendo ulteriori risparmi energetici nelle ore notturne dove il traffico veicolare è ridotto.

Gli apparecchi proposti completano il quadro positivo legato a questa nuova tecnologia, in quanto dotati di ottiche modulabili, che consentono una regolazione ad hoc della direzione del flusso, in relazione ai parametri illuminotecnici da rispettare, e costituiti in gran parte di materiali riciclabili. Esse saranno inoltre altamente resistenti agli urti e alle sollecitazioni elevate, e potranno garantire ottima dissipazione del calore.

Per quanto riguarda la rispondenza alle normative, si sottolinea che **i nuovi apparecchi installati avranno tutti le seguenti caratteristiche** minime:

- saranno dotati di **sorgenti luminose LED**, con temperatura massima di colore pari a 4000K che, a parità di luminanza, comportano impieghi ridotti di potenza, rispetto alle altre sorgenti in commercio;
- saranno dotati di apparecchi illuminanti che, nella loro posizione di installazione, presenteranno una **distribuzione dell'intensità luminosa** massima per gamma $\geq 90^\circ$ inferiore a 0,49 cd/km;
- avranno resa cromatica **CRI > 70**;
- saranno dotati di dispositivi di regolazione di flusso integrati in grado di **ridurre la potenza** impiegata dall'impianto, per una porzione consistente delle ore di accensione dell'impianto;
- su tutte le superfici illuminate saranno garantiti livelli di **luminanza omogenei** idonei per la classe illuminotecnica di progetto secondo norma UNI 11248;
- dal punto di vista della **sicurezza fotobiologica**, tutti gli apparecchi scelti per la riqualifica dell'impianto di illuminazione rientrano nella categoria *Exempt group* (assenza di rischio fotobiologico), secondo la classificazione imposta dalla normativa di riferimento.

2.7 MINIMIZZAZIONE DEL RISCHIO FOTOBIOLOGICO COMPATIBILE CON LA FUNZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI

La norma **EN 62471: 2008** mette in relazione i livelli con i tempi di esposizione al fenomeno. Sulla base dei tempi di esposizione sono poi definiti dei gruppi di rischio. Più il tempo limite di esposizione è basso (quindi con livelli di esposizione elevati) e maggiore è il rischio. Va precisato che, per il rischio da luce blu, per tempo di esposizione si intende il tempo in cui una persona mantiene lo sguardo fisso verso la sorgente di luce tenendola a fuoco. Il fenomeno da luce blu infatti, interessa la retina che è particolarmente sensibile a tali lunghezze d'onda.



Il fenomeno da luce blu infatti, interessa la retina che è particolarmente sensibile a tali lunghezze d'onda.

In accordo al par 6.1 della EN 62471 i gruppi di rischio (per luce blu) sono definiti come segue:

- **RG0 (Rischio Esente):** Il concetto di base per la classificazione del gruppo Esente è che la lampada non provoca nessun rischio fotobiologico. Tale requisito è soddisfatto da qualsiasi lampada che non provochi un rischio retinico da luce blu (LB) entro 10.000 s (circa 2,8 h) di esposizione.
- **RG1 (Rischio Basso):** Il concetto di base per tale classificazione è che la lampada non provoca rischio dovuto a normali limitazioni di funzionamento sull'esposizione. Tale requisito è soddisfatto da qualsiasi lampada che eccede i limiti del Gruppo Esente ma non provochi un rischio retinico da luce blu (LB) entro 100 s di esposizione.
- **RG2 (Rischio Moderato):** Il concetto di base per la classificazione del Gruppo di Rischio 2 (Rischio Moderato) è che la lampada non provoca un rischio in seguito ad una reazione istintiva guardando sorgenti di luce molto luminose (o in seguito ad una sensazione di disagio termico). Tale requisito è soddisfatto da qualsiasi lampada che eccede i limiti del Gruppo di Rischio 1 (Rischio Basso) ma non provochi un rischio retinico da luce blu (LB) entro 0,25 s di esposizione (risposta avversiva).
- **RG3 (Rischio Elevato):** Il concetto di base per tale classificazione è che la lampada può costituire un rischio anche in seguito a un'esposizione momentanea o breve. Le lampade che superano i limiti del Gruppo di Rischio 2 (Rischio Moderato) sono comprese nel Gruppo di Rischio 3 (Rischio Elevato).

Sorgenti LED per illuminazione a luce bianca sono anch'esse posizionate tra i gruppi di rischio RG 1 e RG 2 (*).

(*) **Nota:** per sorgente LED si intende l'elemento LED che genera la luce (cosiddetto chip contenuto all'interno del componente discreto o LED package) da non confondere con la lampada e/o il tubo LED i quali normalmente sono classificati con RG0 o RG1 grazie alla presenza di diffusore frontale opale.

Con la pubblicazione della **IEC/TR 62471-2** e successivamente della **IEC/TR 62778** i limiti di esposizione sono stati messi in relazione anche alla distanza di visione. Anche se i fenomeni che intercorrono sono particolarmente complessi, dipendenti anche dalla dimensione della sorgente, di massima, maggiore è la distanza di visione, minore è il livello di esposizione e di conseguenza il gruppo di rischio.

Con la pubblicazione della norma **EN 60598-1:2015** si è definitivamente chiarito quale livello di esposizione si intende accettabile ai fini della sicurezza. Al par 4.24.2 (**Rischio retinico da luce blu**) è indicato: "Per gli apparecchi che utilizzano sorgenti luminose di gruppo di rischio RG0 illimitato o RG1 illimitato, in accordo con la IEC/TR 62778, o che sono stati valutati come prodotti finiti pronti per l'uso e aventi gruppo di rischio RG 0 illimitato o RG 1 illimitato, non si applicano le prescrizioni per il rischio retinico da luce blu."

Per gli apparecchi che hanno un illuminamento di soglia E_{thr} , valutato in accordo con la **IEC/TR 62778**, si applicano prescrizioni aggiuntive che permettono di valutare a quale distanza dal prodotto c'è la soglia tra RG2 e RG1. In questo caso, pur non considerando l'apparecchio pericoloso, sono previste avvertenze di utilizzo e marcature per avvisare l'installatore o l'utilizzatore di un possibile rischio legato alla visione diretta e prolungata della sorgente.

Dalle valutazioni sopra esposte si può quindi affermare che:

- **l'unico Gruppo di Rischio realmente pericoloso è RG3.**

- **sorgenti che presentano livelli di esposizione corrispondenti a RG2 non sono considerate pericolose** anche se necessitano di avvertenze in quanto i livelli di radiazione sono tali da poter provocare possibili avversioni visive.
- **sorgenti che presentano un livello di esposizione RG1 sono da considerarsi assolutamente non pericolose nell'impiego ordinario.** La visione di una sorgente di illuminazione con questi livelli di esposizione per un tempo superiore ai 100s è infatti considerata improbabile in quanto l'occhio inizia a percepire un senso di abbagliamento e fastidio in tempi inferiori.
- **sorgenti con livelli di esposizione RG0 sono da considerarsi sicure.** I livelli di esposizione delle sorgenti RG0 sono stati calcolati per tempi molto elevati (superiori alle 2,8 h). Questo livello di esposizione non è comunque pertinente con l'illuminazione generale in quanto non è mai necessario guardare la sorgente di luce, ma la parte illuminata da essa.



*I corpi illuminanti proposti sono classificati **RG0 - Exempt group** - e pertanto non comportano **alcun rischio fotobiologico**.*

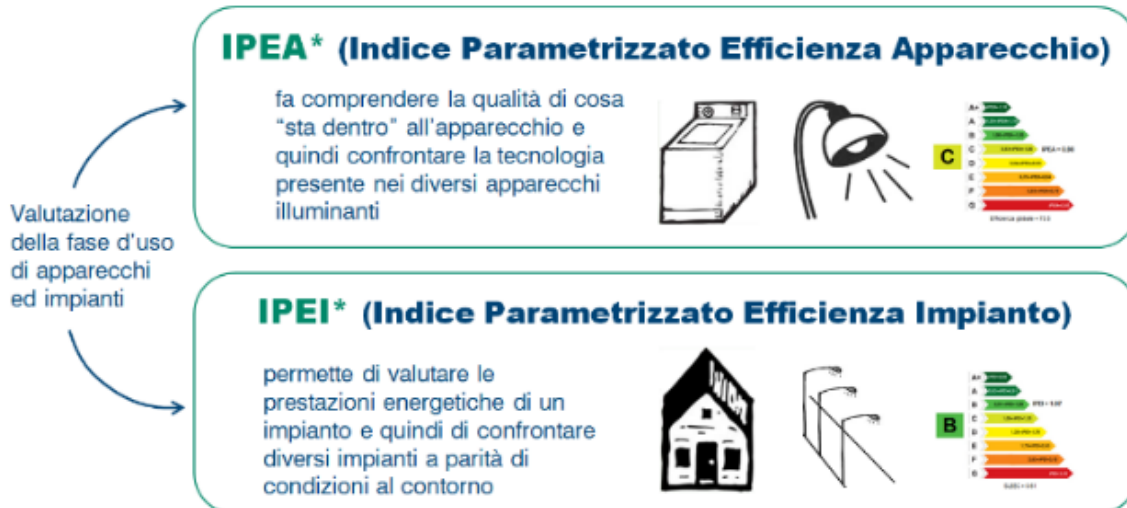
Nell'elaborato "04 Schede tecniche degli apparecchi di illuminazione" sono riportate le schede tecniche degli apparecchi utilizzati nella progettazione da cui si ricava la coerenza e coincidenza dei valori utilizzati.

3 INDICI DI EFFICIENZA

Gli **interventi di risparmio energetico** consistono soprattutto nell'installazione prevalente di apparecchi illuminanti a LED dotati di **alimentatori con profilo di riduzione pre-programmato**. Le sorgenti LED previste richiedono infatti, a parità di livello di illuminazione fornito, un minor consumo di energia che si abbassa ulteriormente grazie alla possibilità di realizzare una dimmerazione più spinta rispetto alle altre sorgenti in commercio.

La possibilità di **controllare in modo più preciso ed affidabile l'accensione e lo spegnimento dell'impianto**, mediante l'installazione di dispositivi di telecomando da quadro, permette di ridurre ulteriormente gli sprechi.

Più dettagliatamente la scelta delle tecnologie da impiegare viene effettuata dall'Offerente attraverso diversi strumenti al fine di garantire qualità, durabilità e robustezza dei materiali proposti, oltre che le migliori prestazioni in termini costi/benefici.



Il primo di questi è la **valutazione della prestazione energetica di apparecchi ed impianti** di pubblica illuminazione, definita attraverso gli **indici IPEA* e IPEI***, strumento molto potente a disposizione di amministratori, tecnici e produttori, in grado di soddisfare i seguenti obiettivi:

- tradurre i dati tecnici e quindi i criteri qualitativi relativi ad un impianto di pubblica illuminazione in indicatori di facile lettura;
- favorire i prodotti con caratteristiche migliori, che oggi spesso non trovano una reale corrispondenza con le aspettative del mercato per mancanza di informazione;
- promuovere, in ottica di Green Public Procurement, sistemi di illuminazione ottimali in ambito energetico, economico e tecnologico e quindi disincentivare i prodotti scadenti;
- fornire uno strumento utile e pratico, capace di aiutare i tecnici in un ambito estremamente specifico, come quello della Pubblica Illuminazione.



La Proposta risponde puntualmente alle prescrizioni presenti nei Criteri Ambientali Minimi e raggiunge anche i criteri premianti indicati nel D.M. n.244 del 27 Settembre 2017.

Grazie a questi parametri è possibile comparare in maniera diretta diverse tipologie di apparecchi ed impianti fra loro ed avere un riscontro diretto della loro qualità.

3.1 INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'APPARECCHIO: IPEA*

L'indice IPEA* (indice parametrizzato dell'efficienza dell'apparecchio illuminante), viene utilizzato per classificare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione ed è pari al rapporto tra l'efficienza globale dell'apparecchio e l'efficienza globale di riferimento della migliore tecnologia attualmente utilizzata sul mercato per l'ambito considerato, fornendo così una valutazione oggettiva e "globale" dell'apparecchio, a prescindere dalla progettazione impiantistica o dall'uso dell'apparecchio stesso (es. uso della riduzione del flusso), che sono invece oggetto della valutazione fatta con l'indice IPEI* per l'impianto di illuminazione realizzato.

Si riporta sotto la classificazione degli indici, con le relative entrate in vigore dei minimi richiesti, come prescritto dai CAM apparecchi.

VALORE IPEA* CON SCADENZE FUTURE		CRITERI BASE	CRITERI PREMIANTI	VALORI MEDI DI PROGETTO																				
Dal 01/01/2022 fino al 31/12/2023				IPEA* = 1,99 <table><tr><td>An+</td><td>IPEA*>1.4</td></tr><tr><td>A++</td><td>1.3<IPEA*<1.4</td></tr><tr><td>A+</td><td>1.2<IPEA*<1.3</td></tr><tr><td>A</td><td>1.1<IPEA*<1.2</td></tr><tr><td>B</td><td>1<IPEA*<1.1</td></tr><tr><td>C</td><td>0.85<IPEA*<1</td></tr><tr><td>D</td><td>0.7<IPEA*<0.85</td></tr><tr><td>E</td><td>0.55<IPEA*<0.7</td></tr><tr><td>F</td><td>0.40<IPEA*<0.55</td></tr><tr><td>G</td><td>IPEA*<0.4</td></tr></table>	An+	IPEA*>1.4	A++	1.3<IPEA*<1.4	A+	1.2<IPEA*<1.3	A	1.1<IPEA*<1.2	B	1<IPEA*<1.1	C	0.85<IPEA*<1	D	0.7<IPEA*<0.85	E	0.55<IPEA*<0.7	F	0.40<IPEA*<0.55	G	IPEA*<0.4
An+	IPEA*>1.4																							
A++	1.3<IPEA*<1.4																							
A+	1.2<IPEA*<1.3																							
A	1.1<IPEA*<1.2																							
B	1<IPEA*<1.1																							
C	0.85<IPEA*<1																							
D	0.7<IPEA*<0.85																							
E	0.55<IPEA*<0.7																							
F	0.40<IPEA*<0.55																							
G	IPEA*<0.4																							
	illuminazione stradale, di grandi aree, roatorie e parcheggi	≥ A++	≥ A++																					
	ambiti diversi	≥ B	>B																					
Dal 01/01/2024 al 31/12/2024																								
	illuminazione stradale, di grandi aree, roatorie e parcheggi	≥ A+++	≥ A+++																					
	ambiti diversi	≥ B	>B																					
Dal 01/01/2025 al 01/01/2026																								
	illuminazione stradale, di grandi aree, roatorie e parcheggi	≥ A+++	≥ A+++																					
	ambiti diversi	≥ B	>A																					
Dal 01/01/2026																								

VALORE IPEA* CON SCADENZE FUTURE		CRITERI BASE	CRITERI PREMIANTI	VALORI MEDI DI PROGETTO
	illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi	≥ A+++	≥ A+++	
	ambiti diversi	≥ A	>A	



Laddove applicabile, i prodotti selezionati nel presente progetto sono caratterizzati da indici IPEA* elevati, sempre **maggiori di A4+ per illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi, e maggiori di A per ambiti diversi**, nel rispetto dei criteri premianti dei CAM apparecchi.

3.2 INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'IMPIANTO: IPEI*

L'indice IPEI* (indice di prestazione energetica dell'impianto), viene utilizzato per la valutazione della prestazione energetica dell'impianto in relazione all'apparecchio installato e alle condizioni del contorno; esso è quindi uno strumento di valutazione delle possibili soluzioni progettuali in relazione alla corretta illuminazione richiesta dalle norme tecniche di riferimento. Materialmente questo si calcola come il rapporto tra la densità di potenza del progetto e la densità di potenza di riferimento, che dipende dall'ambito da illuminare. Si riporta sotto la classificazione degli indici, con le relative entrate in vigore dei minimi richiesti, come prescritto dai CAM apparecchi.

VALORE IPEI* CON SCADENZE FUTURE	CRITERI BASE	CRITERI PREMIANTI	VALORI MEDI DI PROGETTO
Fino al 31/12/2025	≥ A	>A	An+ IPEI* < 0.55 A++ 0.55 < IPEI* < 0.65 A+ 0.65 < IPEI* < 0.75 A 0.75 < IPEI* < 0.85 B 0.85 < IPEI* < 1.00 C 1.00 < IPEI* < 1.35 D 1.35 < IPEI* < 1.75 E 1.75 < IPEI* < 2.30 F 2.30 < IPEI* < 3.00 G IPEI* > 3.00 IPEI* = 0,37
Dal 01/01/2026	≥ A+	>A+	

Il presente progetto assicura prestazioni degli impianti elevate, valutando caso per caso la necessità, **ove possibile**, di **adeguare le geometrie del tratto tipo** attraverso **installazione di nuovi punti luce**, ove prolunghie e/o mensole per i sostegni, al fine di massimizzare l'efficienza globale e di conseguenza il risparmio energetico garantito.

3.2.1 CALCOLO DELL'INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'IMPIANTO: IPEI*

L'indice IPEI* che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come:

$$IPEI^* = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

- D_p = densità di potenza di progetto, calcolato come:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n \left(\bar{E}_i \frac{0.80}{MF_i} A_i \right)}$$

- P_{app} = [W] potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);
- E_t = [lx] (lx) illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201. L'illuminamento medio mantenuto di progetto non può essere superiore del 20% rispetto al valore minimo indicato dalla norma UNI 13201-2;
- MF_i = coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima;
- A_i = area i-esima illuminata;
- n = numero delle aree i-esime considerate. Le aree lungo una carreggiata che devono essere illuminate per rispettare il parametro REI 24 non vanno considerate come aree i-esime (ovvero: per tratti stradali che non hanno aree i-esime adiacenti classificate tramite una propria categoria, va considerata unicamente la carreggiata);
- $D_{p,R}$ = Densità di Potenza di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle seguenti.

Per le categorie illuminotecniche basate sulla luminanza (M), l'illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_i) da utilizzare per il calcolo della densità di potenza (D_p) deve essere la media dei valori di illuminamento calcolati sulla stessa griglia dei punti utilizzati per il calcolo della luminanza in conformità alla EN 13201-3. In alternativa, se risulta impossibile effettuare il calcolo dell'illuminamento orizzontale medio mantenuto secondo la modalità sopra descritta, qualora sia stato utilizzato un manto stradale di classe C2 per il calcolo della luminanza media mantenuta, si può utilizzare la formula semplificata:

$$\bar{E}_i = \frac{L_i}{0.07}$$

Nel caso in cui il medesimo ambito presenti più aree, di cui una o più aventi categorie illuminotecniche di progetto differenti, va utilizzata come Densità di Potenza di riferimento quella relativa alla classe illuminotecnica più gravosa fra gli ambiti considerati (ovvero quella con Densità di Potenza di riferimento minore). Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori di Densità di Potenza di riferimento riferiti alle categorie illuminotecniche di progetto secondo la norma UNI 13201-2:

ILLUMINAZIONE STRADALE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA M	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA (SECONDO UNI 13201-2)	DENSITÀ DI POTENZA DI RIFERIMENTO [W/lux/m ²]
	M1	0,035
	M2	0,037
	M3	0,040
	M4	0,042
	M5	0,043
	M6	0,044

ILLUMINAZIONE GRANDI AREE, INCROCI O ROTATORIE, PARCHEGGI CATEGORIA ILLUMINOTECNICA C (O P)	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA (SECONDO UNI 13201-2)	DENSITÀ DI POTENZA DI RIFERIMENTO [W/lux/m ²]
	C0	0,030
	C1	0,032
	C2	0,034
	C3 (P1)	0,037
	C4 (P2)	0,039
	C5 (P3)	0,041
	(P4)	0,043
	(P5)	0,045
	(P6)	0,047
	(P7)	0,049

ILLUMINAZIONE DI AREE PEDONALI O CICLABILI CATEGORIA P (O C)	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA (SECONDO UNI 13201-2)	DENSITÀ DI POTENZA DI RIFERIMENTO [W/lux/m ²]
	(C0)	0,039
	(C1)	0,042
	(C2)	0,044
	P1 (C3)	0,048
	P2 (C4)	0,051
	P3 (C5)	0,053
	P4	0,056
	P5	0,059
	P6	0,061
	P7	0,064

Applicando il medesimo procedimento utilizzato per l'individuazione dell'indice IPEA*, conoscendo il valore calcolato sarà possibile ottenere la categorizzazione semplicemente confrontando il valore con i valori della tabella riportata al capitolo precedente. In particolare, per rispondere ai CAM del 27/09/2017, tutti gli impianti dovranno **avere indice IPEI***:

- ≥ classe B, fino all'anno 2020 compreso;
- ≥ classe A, fino all'anno 2025 compreso;
- ≥ classe A+, a partire dall'anno 2026, dove tale valore, risulta essere premiante, così come descritto al paragrafo 4.3.3.4 dei CAM.



Le risultanze dei calcoli prevedono un valore medio IPEI* di tutte le zone omogenee uguale o superiore alla classe A+, ed in larga parte in classe A4+ e A5+, in conformità a quanto prescritto dai CAM.

4 ANALISI DELLE INTERFERENZE

Il paragrafo contiene una disamina puntuale di tutte le possibili situazioni di interferenze dirette o indirette, avvicinamento e contatto con le reti suddette, al fine di individuare la migliore soluzione risolutiva degli impatti, dovendo garantire possibilmente il mantenimento dei servizi alla popolazione e sempre la sicurezza dei lavoratori e dei terzi esterni al cantiere.

4.1 LINEE ELETTRICHE

Nel caso di presenza di linee elettriche aeree in tensione nei pressi delle zone di lavorazione, saranno adottate idonee precauzioni atte ad evitare possibili contatti diretti o indiretti o danneggiamento delle stesse. Non saranno, in via generale, eseguiti lavori, né saranno utilizzati apparecchi mobili a distanza minore di cinque metri da tali linee. Nell'impossibilità di rispettare tale limite si provvederà, prima dell'inizio dei lavori, a mettere in atto adeguate protezioni atte ad evitare accidentali contatti o pericolosi avvicinamenti ai conduttori delle linee stesse quali: barriere di protezione per evitare contatti laterali con le linee, sbarramenti sul terreno, portali limitatori di altezza per il passaggio sotto la linea dei mezzi d'opera, ripari in materiale isolante quali cappellotti per isolatori e guaine per i conduttori.

Nel caso di cavi elettrici in tensione interrati o in cunicolo, il percorso e la profondità delle linee saranno rilevati o segnalati in superficie ove interessino direttamente la zona di lavoro e saranno fornite precise informazioni che coinvolgano gli addetti e tutti i fornitori al fine di evitare possibili contatti diretti od indiretti con elementi in tensione, nonché l'esecuzione di scavi o la semplice infissione di elementi nel terreno in prossimità dei cavi stessi.

Nel caso di lavori di scavo che intercettino necessariamente linee elettriche interrate in tensione si procederà con cautela e si provvederà a mettere in atto sistemi di sostegno e protezione provvisori al fine di evitare pericolosi avvicinamenti e/o danneggiamenti alle linee stesse durante l'esecuzione dei lavori; si dovrà procedere, preferibilmente, a disattivare le linee fino al termine di esecuzione delle lavorazioni.

4.2 RETE DISTRIBUZIONE GAS

Nel caso in cui sia riscontrata la presenza di elementi della rete di distribuzione del gas che possano interferire con le operazioni di scavo, saranno avvertiti tempestivamente gli Enti fornitori di tali reti, al fine di concordare le misure essenziali di sicurezza da adottare prima dell'inizio e durante lo sviluppo dei lavori. In particolare sarà preventivamente rilevato e segnalato in superficie il percorso e la profondità degli elementi e sarà definita la modalità di esecuzione dei lavori in modo da evitare l'insorgere di situazioni pericolose sia per i lavoratori che per l'esercizio delle reti.

In presenza di tubazioni interferenti, si procederà con cautela, limitando vibrazioni e scuotimenti del terreno e per strati successivi, evitando affondi che provochino il franamento del contorno. Quando tali lavori interferiscano direttamente con le reti sarà necessario mettere a nudo le tubazioni procedendo manualmente fino alla messa in sicurezza della tubazione interessata. Qualora non sia possibile disattivare il tratto di rete interessato sarà attivato un sistema di comunicazione diretto ed immediato con l'Ente, in modo che sospenda l'erogazione in tale rete per ovviare a situazioni di pericolo.

Durante l'esecuzione dei lavori si verificherà, anche strumentalmente, l'eventuale presenza di fughe di gas. Nel caso si verifichino fughe di gas si procederà a sospendere immediatamente i lavori e ad allontanare i lavoratori dalla zona di pericolo, oltre a comunicare all'Ente la problematica, in modo che intervenga con urgenza.

4.3 RETI IDRICHE

Nel caso di operazioni di scavo si dovrà accertare la presenza di reti di distribuzione di acqua potabile e sarà rilevato e segnalato in superficie il percorso e la profondità.

Nel caso di lavori di scavo, che possono interferire o attraversare le reti suddette, saranno previsti sistemi di protezione e di sostegno delle tubazioni, al fine di evitare il danneggiamento ed i rischi che ne derivano.

In presenza di reti di acqua che interferiscano con i lavori di scavo si procederà con cautela, limitando le azioni di disturbo al contorno delle reti medesime (vibrazioni, scuotimenti, franamenti, etc.). Qualora i lavori interferiscano direttamente con le suddette reti saranno messe a nudo ed in sicurezza le tubazioni, procedendo manualmente, ed organizzando, nel caso di necessità, la pronta interruzione dell'alimentazione al tratto di rete interessata dai lavori.

Nel caso di rottura delle condutture di acqua sarà contattato immediatamente l'Ente esercente per poter sospendere l'erogazione e per gli interventi del caso. Nel mentre si provvederà all'allontanamento dei lavoratori dagli scavi ed attivare, laddove fosse necessario, i mezzi di aggrottamento.

4.4 RETE FOGNARIA

Nel caso di operazioni di scavo sarà accertata la presenza di reti fognarie sia attive che non più utilizzate. Se tali reti interferiscono con le attività di cantiere saranno rilevati e segnalati in superficie, il percorso e la profondità. La presenza di tali reti costituisce sempre una variabile importante rispetto alla consistenza e stabilità delle pareti di scavo sia per la presenza di terreni di reinterro, sia per la possibile formazione di improvvisi vuoti nel terreno (tipici nel caso di vetuste fognature dismesse), che per la presenza di possibili infiltrazioni o venute d'acqua dovute a fessurazione o cedimento delle pareti qualora limitrofe ai lavori di sterro.

Nei lavori di scavo da eseguire in prossimità di reti fognarie si procederà con cautela; le pareti di scavo e le armature in corrispondenza di tali reti saranno tenute sotto controllo. Quando la distanza tra lo scavo aperto e la rete fognaria preesistente non consenta di garantire la stabilità della interposta parete si metterà a nudo la condotta e la si proteggerà contro i danneggiamenti. In presenza di incidenti che possano provocare la rottura della rete fognaria e conseguente fuoriuscita dei liquami sarà necessario sospendere i lavori ed allontanare i lavoratori dalla zona interessata. Successivamente si provvederà, previa segnalazione all'Ente gestore, a mettere in atto sistemi per il contenimento dei liquami e per la rimozione dei medesimi dalle zone di lavoro. Completati gli interventi di riparazione della rete fognaria si procederà a bonificare il sito prima di riprendere le attività.

4.5 VICINANZA AD ALTRI SOTTOSERVIZI

I cavidotti utilizzati per la posa di condutture elettriche non devono essere posati in prossimità di sotto servizi che producono calore, fumi o vapori che potrebbero essere dannosi per le condutture stesse, a meno che non siano protette da tali effetti dannosi.

Devono essere disposti in modo che qualsiasi operazione che si preveda debba venire effettuata su una condotta non rischi di causare danni alle altre. Questo si può ottenere mediante un adeguato distanziamento tra le condutture oppure con l'uso di schermature meccaniche. Nella posa dei tubi è necessario osservare le distanze minime indicate dalla legislazione vigente rispetto alle tubazioni o condotti di altri sotto servizi quali ad esempio acquedotti, tubazioni gas, telecomunicazioni, cisterne, depositi carburanti, linee MT, strade, ferrovie ecc.

Di seguito vengono fornite indicazioni di massima da ritenersi non esaustive per tutti i casi, che dovranno trovare precise indicazioni da parte della D.L.:



Da linee elettriche in cavo di MT:

I cavidotti devono distare almeno 0.3 m

Da fognatura:

I cavidotti devono distare almeno 0.3 m

Da cavidotti telefonici:

Se i cavi per l'energia elettrica e di telecomunicazione sono posati entro tubazioni/condotti, non sono richieste particolari distanze di rispetto e protezione. Di regola i cavi di energia vengono disposti al di sotto dei cavi di telecomunicazione.

Tubazioni metalliche diverse dai gasdotti (rete acquedotto)

Nei *parallelismi*, la distanza in pianta tra tubazioni metalliche *diverse dal gas* e i cavidotti deve essere almeno di 0,3 metri. Anche per gli *incroci* la distanza deve essere almeno di 0,3 metri. Qualora tale distanza non possa essere rispettata, può essere ridotta se nell'incrocio viene interposto un elemento separatore non metallico, ad esempio una lastra di calcestruzzo. Particolare menzione ed attenzione meritano le tubazioni della rete gas che infatti vengono trattate in apposito paragrafo.

Tubazioni Rete Gas

La specie di una condotta del metano non è riconoscibile a vista, occorre pertanto chiedere informazioni alla società di distribuzione che gestisce l'impianto. In genere, nei centri abitati le condotte del metano sono a pressione inferiore a 5 bar e possono quindi essere di 4a, 5a, 6a, 7a specie. Pertanto, *le indicazioni di seguito riportate fanno riferimento a tubazioni a pressione inferiore a 5 bar*, sono da considerare non esaustive, in quanto è necessario seguire le disposizioni che di volta in volta vengono fornite dalla D.L.

Distanza di sicurezza negli incroci tra cavidotti e condotte del metano

La distanza di sicurezza negli incroci tra linee elettriche in cunicoli, polifore e tubazioni del metano di 4a, 5a, 6a, 7a specie non deve essere inferiore a quanto stabilito da normative di settore. Nel caso non sia possibile rispettare le distanze di sicurezza previste negli incroci, è necessario che la condotta del metano sia collocata entro un tubo di protezione.



5 ALLEGATO: TIPOLOGICI ILLUMINOTECNICI

Il presente allegato ha lo scopo di riportare a livello descrittivo i dati che sono espressi in formato tabellare nei documenti allegati di seguito.

Nello specifico, l'allegato riporta:

- Tabellare riassuntivo per ogni zona di studio;
- Calcoli illuminotecnici per ogni zona di studio.

5.1 TABELLARE RIASSUNTIVO PER OGNI ZONA DI STUDIO

Il tabellare allegato permette di inquadrare per ogni singola zona omogenea diverse caratteristiche, tra cui:

- Categoria illuminotecnica di progetto utilizzata;
- Codice identificativo del calcolo illuminotecnico;
- Valori illuminotecnici calcolati per le zone M/C;
- Valori illuminotecnici calcolati per le zone P;
- Codice dell'apparecchio utilizzato per ogni zona omogenea.

5.2 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER OGNI ZONA DI STUDIO

I calcoli illuminotecnici vengono svolti sulla base dell'individuazione del tratto tipo, unione di zona omogenea e tipologia di apparecchiatura da installare, allo scopo di verificare il rispetto dei parametri minimi richiesti dalla **Norma UNI EN 13201 – 2** per le categorie illuminotecniche di progetto dell'ambito considerato. Di seguito sono riportati i valori per ogni calcolo illuminotecnico di progetto.



1	ANALISI ILLUMINOTECNICA.....	3
1.1	Zone di studio	3
1.2	Definizione della categoria illuminotecnica in ingresso	4
1.3	Definizione della categoria illuminotecnica di progetto.....	5
1.4	Livelli di illuminazione.....	6
1.5	Tratti tipo e calcoli illuminotecnici	7
1.5.1	Caratterizzazione degli asfalti	8
1.5.2	Software di calcolo utilizzato	8
1.5.3	Parametri di calcolo	8
1.5.4	Indicazioni particolari per gli attraversamenti pedonali	9
2	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI APPARECCHI UTILIZZATI	10
2.1	Riqualificazione parco lampade esistente	10
2.2	Ampliamenti/migliorie.....	11
2.3	Lanterne semaforiche.....	12
2.4	Rispondenza ai C.A.M. degli apparecchi proposti	12
2.5	Caratteristiche principali corpi illuminanti	13
2.6	Equivalenza di progetto e prodotto.....	13
2.7	Minimizzazione del rischio fotobiologico compatibile con la funzione dei corpi illuminanti	14
3	INDICI PARAMETRIZZATI DI EFFICIENZA: IPEA* ED IPEI*.....	15
3.1	Indice parametrizzato di efficienza dell'apparecchio: IPEA*	16
3.2	Indice parametrizzato di efficienza dell'impianto: IPEI*	17
3.2.1	Calcolo dell'indice parametrizzato di efficienza dell'impianto: IPEI*	18
4	ANALISI DELLE INTERFERENZE	20
4.1	Linee elettriche	20
4.2	Rete distribuzione gas	21
4.3	Reti idriche.....	21
4.4	Rete fognaria	21
4.5	Vicinanza ad altri sottoservizi	22
5	ALLEGATO: TIPOLOGICI ILLUMINOTECNICI	24
5.1	TABELLARE RIASSUNTIVO PER OGNI ZONA DI STUDIO.....	24



5.2	CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER OGNI ZONA DI STUDIO	24
-----	---	----

1 ANALISI ILLUMINOTECNICA

Dal punto di vista illuminotecnico, un buon impianto deve assicurare il **giusto equilibrio** tra due esigenze contrapposte: **garantire prestazioni adeguate all'ambito considerato** (per mantenere la sicurezza degli utenti della strada) e **contenere al minimo i costi di gestione**. Si rende pertanto necessario effettuare sul territorio un'analisi dei rischi "illuminotecnica", che consenta di classificare gli ambiti illuminati e individuare per ognuno di essi il livello di illuminazione necessario alla sicurezza dell'utente della strada, sulla base del quale costruire gli interventi.

L'analisi dei rischi e la classificazione illuminotecnica sono state elaborate quindi anche per il Comune di Martellago, nel pieno rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme, leggi e regolamenti di riferimento e di seguito riportate:

- codice della Strada D.Lgs. 285/1992, DPR 495/92 aggiornato con D.Lgs. 150/2011 e Legge 183/2011;
- UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI EN 13201-2:2016 "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali";
- UNI EN 13201-3:2016 "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo Prestazioni";
- UNI EN 13201-4:2016 "Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di Misurazione delle Prestazioni Fotometriche";
- PICIL: piano dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso.

Si riporta a lato uno schema esemplificativo del flusso di lavoro definito dalla norma UNI 11248 per la progettazione illuminotecnica:

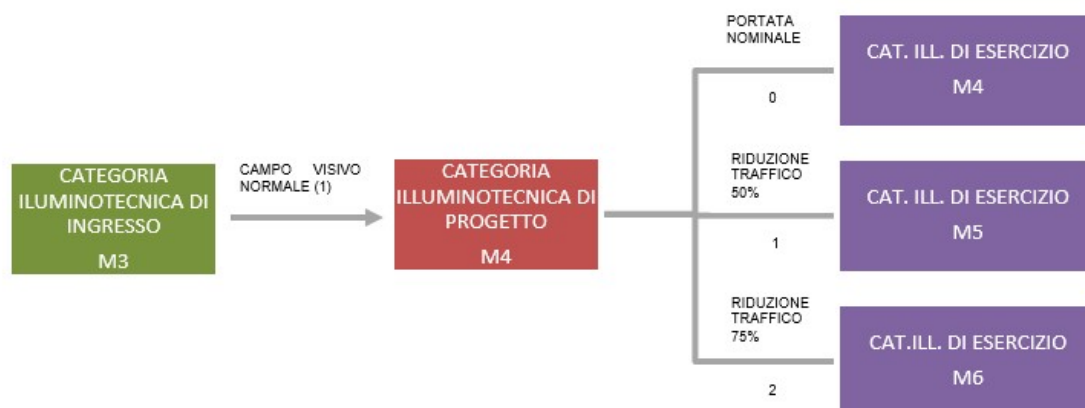


Nel dettaglio, il Codice della Strada suddivide tutte le strade in macro-categorie dalla A alla F-bis in relazione alle caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali. A queste la Norma UNI 11248, considerando anche i limiti di velocità, associa **le categorie illuminotecniche di ingresso per la classificazione**. Su queste viene effettuata **un'analisi dei rischi**, con i criteri dettati nella succitata norma, che tiene conto del traffico stradale, della complessità del campo visivo (es. presenza di eventuali sorgenti luminose diverse da quelle derivanti dall'illuminazione pubblica come negozi o cartelloni pubblicitari, dalla presenza di alberi, ecc.), delle zone di conflitto (es. attraversamenti pedonali, zone pedonali, ecc.), del pericolo di aggressione e in generale di tutti i fattori che possono influenzare l'illuminazione della strada, definendo la categoria illuminotecnica di progetto. Alla categoria illuminotecnica di progetto corrispondono i valori minimi o massimi di alcuni parametri che definiscono il livello di illuminazione, come la luminanza o l'illuminamento, l'uniformità, l'abbagliamento. La norma UNI 11248 stabilisce poi che la **categoria di progetto** possa essere ulteriormente modificata in alcuni periodi giornalieri di accensione dell'impianto, in funzione di parametri variabili nel tempo che influiscono sull'illuminazione necessaria (come ad es. il livello di traffico).

- la classificazione illuminotecnica che deriva da queste valutazioni viene definita di **esercizio**. Il rispetto dei valori minimi e massimi dei parametri di illuminazione indicati dalla normativa da parte degli impianti di illuminazione progettati viene accertato dall'esecuzione dei calcoli illuminotecnici.

1.1 ZONE DI STUDIO

Di norma, la strada è costituita da più zone di studio in base alla sua geometria e per ognuna si selezionerà una categoria illuminotecnica in ingresso, una di progetto ed una o più categorie di esercizio.



1.2 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA IN INGRESSO

La categoria illuminotecnica di ingresso per l'elaborazione dell'analisi dei rischi si determina considerando esclusivamente la classificazione della strada, che deve essere fornita dal committente o dal proprietario/gestore della strada. Si procederà quindi a:

- suddividere la strada in zone di studio con condizioni omogenee;
- identificare il tipo di strada (classe stradale) per ogni zona mediante il PUT o, in sua assenza, con le indicazioni contenute nel D.M. 6792 del 05-11-2001;
- definire la categoria illuminotecnica in ingresso con l'ausilio del prospetto 1 del paragrafo 7 della norma UNI 11248, sotto riportato.

TIPO DI STRADA	DESCRIZIONE DEL TIPO DI STRADA	LIMITE DI VELOCITA' [Kmh]	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER ANALISI DEI RISCHI
A1	Autostrade extraurbane	130-150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70-90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipo C1 e C2) ¹⁾	70-90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2

TIPO DI STRADA	DESCRIZIONE DEL TIPO DI STRADA	LIMITE DI VELOCITA' [Kmh]	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER ANALISI DEI RISCHI
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

- 1) Secondo il DM 5-11-201, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.
- 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 comparabile a questa (prospetto 6).
- 3) Vedere punto 6.3.
- 4) Secondo la Legge 1° agosto 2003 numero 214" conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche caso di indicazione multipla, la categoria dovrà essere scelta attraverso l'analisi dei rischi.

Nel caso specifico del Comune di Martellago la classificazione in ingresso è stata dedotta mediante l'analisi degli strumenti urbanistici attivi e dalla documentazione del P.I.C.I.L. approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 17 del 10 aprile 2013 dove vengono riportate le classificazioni di ingresso. Per il dettaglio rimanda all'elaborato grafico "Tav. 02 Categorie illuminotecniche di ingresso" facente parte dei documenti della proposta.

1.3 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO

La definizione della categoria illuminotecnica di progetto avviene modificando la categoria illuminotecnica in ingresso in base ai parametri di influenza non variabili nel tempo considerati nell'analisi dei rischi. Quest'ultima, in particolare, può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

- sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;
- individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali leggi e norme e da esigenze specifiche;
- studio dei fattori di rischio attraverso l'analisi degli eventi potenzialmente pericolosi. Questa analisi potrà basarsi, se presenti, su dati statistici rilevanti come la frequenza degli incidenti pregressi e il rapporto fra incidenti diurni e notturni;
- definizione di una gerarchia dei rischi rilevati e della possibile variazione degli stessi durante il tempo.

Al fine di determinare la categoria illuminotecnica di progetto si applicheranno riduzione o aumento della categoria illuminotecnica, così come definito nella tabella seguente:

POSSIBILE VARIAZIONE DI CATEGORIA ILLUMINOTECNICA IN RELAZIONE
AL REALE LIVELLO DEI PARAMETRI DI INFLUENZA

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Pericolo di aggressione non segnalato	1
Flusso del traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso del traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità 3) Riferimenti in CIE 137	

Nel caso specifico del Comune di Martellago la classificazione in progetto è acquisita partendo dalle considerazioni riguardanti la classificazione di ingresso e successive valutazioni progettuali. Per il dettaglio rimanda all'elaborato grafico "Tav. 03 Categorie illuminotecniche di progetto" facente parte dei documenti della proposta.



Si precisa che per la categoria di progetto, la classe minima proposta è la M5.

1.4 LIVELLI DI ILLUMINAZIONE

Le tabelle sottostanti, come da UNI EN 13201-2, riportano i parametri di riferimento per le principali categorie illuminotecniche, stradali e non.

CATEGORIA	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato					Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato		Asciutto	Bagnato
	Luminanza minima mantenuta	Uniformità trasversale (Uo)	Uniformità longitudinale (UI)	Uniformità trasversale min	Uniformità longitudinale min	Abbagliamento debilitante max	Illuminazione di contiguità min
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	0,15	15	0,30

M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

CATEGORIA	Illuminamento orizzontale	
	Illuminamento medio	Uniformità trasversale min
C0	50,0	0,40
C1	30,0	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,5	0,40

CATEGORIA	Illuminamento orizzontale	
	Illuminamento medio	Illuminamento minimo
P1	15,0	3,0
P2	10,0	2,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	2,0	0,4
P7	Non determinato	

1.5 TRATTI TIPO E CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici vengono svolti sulla base dell'individuazione del tratto tipo, unione di zona omogenea e tipologia di apparecchiatura da installare, allo scopo di verificare il rispetto dei parametri minimi richiesti dalla Norma UNI EN 13201 – 2 per le categorie illuminotecniche di progetto dell'ambito considerato. I tratti tipo sono tipologie omogenee di ambito stradale, che vengono individuate suddividendo il territorio comunale a seconda:

- della destinazione d'uso dell'ambito: se stradale, ciclabile/pedonale, incrocio/rotonda o parcheggio;
- della geometria dell'ambito: definendo la larghezza, rispettivamente, di strade, piste ciclabili, banchine transiabili o non, parcheggi, marciapiedi, aree verdi;
- del tipo di apparecchi illuminanti presenti nell'ambito: se stradali, arredi urbani, arredi artistici, sfere;
- della posizione della sorgente rispetto al bordo della carreggiata: considerando l'altezza fuori terra del sostegno e la distanza tra baricentro dell'apparecchio e bordo dell'ambito considerato;
- della posizione relativa tra i vari punti luce: considerando l'inter-distanza e la disposizione nell'ambito (unilineare, bilineare, quinconce, doppio centro, ...);
- della classificazione illuminotecnica di progetto o di esercizio, a seconda della tipologia di calcoli illuminotecnici che si stanno eseguendo.

I calcoli illuminotecnici permettono di individuare la potenza minima necessaria al rispetto dei parametri stabiliti dalla normativa nel tratto tipo considerato, permettendo la massimizzazione delle prestazioni energetiche. Al fine di effettuare tali calcoli, come da normativa, è necessario stabilire il **tipo di pavimentazione** di ogni tratto tipo (a cui corrisponderanno diversi coefficienti medi di luminanza Q_0) e il coefficiente di manutenzione. I calcoli illuminotecnici effettuati per tipologia di tratto tipo sono raccolti nell'allegato al presente documento.



Tutti le zone omogenee, sia per quanto riguarda le carreggiate che le zone attigue, raggiungono durante il regime di riduzione requisiti di illuminamento minimo richiesto da dalla Norma UNI EN 13201 – 2. Inoltre i valori di illuminamento e luminanza **non superano di 1,15 volte il limite per la categoria illuminotecnica prevista dall'analisi dei rischi, con i vantaggi e miglorie descritte nei precedenti capitoli.**

1.5.1 CARATTERIZZAZIONE DEGLI ASFALTI

Il coefficiente medio di luminanza Q_0 da utilizzare nei calcoli illuminotecnici dipende dal tipo di pavimentazione del tratto tipo e dovrebbe essere valutato durante la fase di rilievo, effettuando misurazioni in loco con strumentazioni in grado di caratterizzare le pavimentazioni. Data l'incertezza della misurazione tuttavia, l'Offerente si è avvalso dell'utilizzo del prospetto B.1 della norma UNI 11248:2016 il quale, in relazione alla categoria di asfalto rilevata, fornisce il coefficiente da utilizzare nei calcoli illuminotecnici. In particolare, le pavimentazioni stradali sono suddivisibili nelle classi C1 o C2, rispettivamente calcestruzzo o asfalto a cui corrispondono i seguenti valori di Q_0 :

CLASSE	RIPARTIZIONE DEL COEFFICIENTE RIDOTTO DI LUMINANZA	COEFFICIENTE MEDIO DI LUMINANZA	FATTORE DI SPECULARITA'	GAMMA DEL FATTORE DI SPECULARITA'
C1	Vedere Tabella Norma UNI 11248	0,10	0,24	$S_1 \leq 0,4$
C2	Vedere Tabella Norma UNI 11248	0,07	0,97	$S_1 > 0,4$

Tali coefficienti sono "normalizzati", derivati cioè da studi e pubblicazioni internazionali e mediati attraverso coefficienti peggiorativi, in modo da assicurare i requisiti di sicurezza e comfort visivo alla base della normativa del settore. La scelta di avvalersi del prospetto normativo è perciò rafforzata dal fatto che i valori misurati, oltre a essere incerti, non garantirebbero opportuni margini di sicurezza sui risultati ottenuti.

1.5.2 SOFTWARE DI CALCOLO UTILIZZATO

L'impiego di adeguati strumenti informatici è stato pertanto fondamentale nella messa a punto della presente proposta progettuale: gli interventi sono stati ideati, dimensionati e verificati con il supporto di un software di calcolo dedicato. **L'adeguatezza degli apparecchi di illuminazione rispetto agli effetti luminosi desiderati è stata pertanto verificata attraverso calcoli illuminotecnici.** I calcoli illuminotecnici sono stati eseguiti con programmi certificati, utilizzando i dati descritti nei paragrafi precedenti. Il software utilizzato ha permesso di verificare l'adeguatezza degli impianti in progetto rispetto alla Normativa UNI vigente in tema di prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione pubblica. I software utilizzati (OxyTech e Dialux), sono programmi largamente impiegati nella progettazione illuminotecnica di esterni ed interni e realizzati specificatamente anche per la verifica illuminotecnica secondo la Normativa UNI EN 13201-2. La complessità del compito visivo è stata valutata tramite il controllo delle luminanze prodotte dalle sorgenti primarie di luce, dalle superfici presenti in ambiente e dei loro contrasti. Una non corretta distribuzione delle luminanze o eccessivi contrasti determinerebbero disturbi visivi che, in illuminotecnica, vengono definiti **abbagliamenti, che per la sicurezza degli utenti devono essere assolutamente evitati.**

1.5.3 PARAMETRI DI CALCOLO

I calcoli illuminotecnici sono stati realizzati nel rispetto delle norme tecniche specifiche applicabili mediante l'utilizzo del software Oxytech e Dialux ed i progetti illuminotecnici fanno riferimento e funzionano in conformità alla CIE30, EN13201 ed alla UNI11248. La griglia ed il metodo di calcolo sono quelli definiti nella norma EN13201 ed i principali parametri di calcolo impiegati sono, per uniformità di progettazione ed alla luce dell'analisi delle caratteristiche del territorio, i seguenti:

- tipo di manto stradale: **C2**;
- fattore di manutenzione pari a **0,85**.

Date le ottime caratteristiche prestazionali e tecnologiche degli apparecchi prescelti si sarebbe potuto adottare un coefficiente di manutenzione maggiore, calcolato in funzione della metodologia descritta nel rapporto tecnico **CIE154:2003**, secondo il quale il fattore di manutenzione deriva dal prodotto dei seguenti fattori:

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

Dove:

- **LLMF:** Lamp Lumen Maintenance Factor rappresenta il fattore che indica la riduzione del flusso luminoso emesso dalla lampada durante il suo normale utilizzo. I valori di tale fattore sono determinati sulla base dei dati LM80 dei LED applicando la metodologia del TM-21 declinati nel funzionamento degli apparecchi.
- **LSF:** Lamp Survival Factor rappresenta la probabilità che le lampade continuino a funzionare dopo un certo periodo di tempo.
- **LMF:** Lumen Maintenance Factor rappresenta il coefficiente di riduzione del flusso emesso dall'apparecchio in funzione delle condizioni ambientali di utilizzo e agli intervalli di tempo tra due successivi interventi di manutenzione.



Tutti i calcoli illuminotecnici simulati tengono in considerazione le indicazioni formulate nelle norme e nel rapporto tecnico, ovvero l'utilizzo di un coefficiente di manutenzione pari a 0,85 e come pavimentazione stradale asciutta per le strade in asfalto l'identificativo C2.

1.5.4 INDICAZIONI PARTICOLARI PER GLI ATTRAVERSAMENTI PEDONALI

Gli attraversamenti pedonali sono stati valutati (se presente illuminazione appositamente dedicata) come zone di studio indipendenti, così come previsto anche dall'Art. 6.5 della Norma UNI 11248:2016. Per gli attraversamenti pedonali sprovvisti di impianto di illuminazione dedicato, la categoria illuminotecnica di progetto è stata dedotta come indicazioni riportate in precedenza, seguendo quanto riportato nell'Art. 9.7 e nel Prospetto 6 della Norma UNI 11248:2016, che prevede l'utilizzo di categorie illuminotecniche comparabili per le zone di studio contigue, come riportato nella tabella seguente:

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA COMPARABILE (PROSPETTO 6 UNI 11248:2016)						
Categoria illuminotecnica di progetto della strada	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Categoria illuminotecnica di progetto dell'attraversamento pedonale	C1	C2	C3	C4	C5	C6

Nel caso in cui gli attraversamenti pedonali possiedano attualmente un impianto di illuminazione dedicato o per i quali risulti necessario prevedere un nuovo sistema appositamente dedicato, si sono rispettate le condizioni illuminotecniche previste dalla Norma UNI/TS 11726 che prevede il rispetto di illuminamenti verticali minimi determinati sulla base della categoria illuminotecnica della strada su cui è posto l'attraversamento pedonale. A tal proposito si riporta il prospetto 1 della Norma UNI/TS 11726.

STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA ZONA DI STUDIO PER L'ATTRAVERSAMENTO PEDONALE
M1	-
M2	EV1 (50 lux min)
M3	EV2 (30 lux min)
M4	EV2 (30 lux min)
M5	EV3 (10 lux min)

STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA ZONA DI STUDIO PER L'ATTRAVERSAMENTO PEDONALE
M6	EV3 (10 lux min)

2 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI APPARECCHI UTILIZZATI

In riferimento agli interventi proposti, la scelta dei prodotti è stata effettuata tra le migliori marche del settore (PHILIPS LIGHTING – AEC ILLUMINAZIONE – GMR ENLIGHTS – DISANO ILLUMINAZIONE) andando a selezionare prodotti con elevate performance e indiscutibile design. Per la parte dedicata ai sistemi per la segnalazione e l'illuminazione degli attraversamenti pedonali si è optato per la ditta DETAS SPA, per la varietà e qualità dell'ampia gamma di prodotti che propone per tale ambito specifico.

2.1 RIQUALIFICAZIONE PARCO LAMPADE ESISTENTE

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	FOTO	QUANTITÀ
Stradale	Modello SIGNIFY LUMISTREET ditta PHILIPS LIGHTING (o equivalente)		2.844
Arredo urbano	Modello ARYA ditta AEC ILLUMINAZIONE (o equivalente)		1.253
Proiettore	Modello TARUS ditta GMR ENLIGHTS (o equivalente)		79
Proiettore	Modello RODIO ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		9
Kit refitting	Modello KIT RETROFIT ditta GMR ENLIGHTS (o equivalente)		141
Plafoniera	Modello 1558 BRICK ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		3
Plafoniera	Modello ECHO ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		7
Faretto	Modello KOALA ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		14
Plafoniera	Modello OBLÒ ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		29
Proiettore	Modello SQUARE ditta DISANO ILLUMINAZIONE (o equivalente)		5

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	FOTO	QUANTITÀ
Relamping	Modello TRUEFORCE ditta PHILIPS LIGHTING (o equivalente)		25
Attraversamento pedonale	Modello BIFACCIALE ditta DETAS SPA (o equivalente)		15
Attraversamento pedonale	Modello LEDBOX BASIC ditta DETAS SPA (o equivalente)		2
Attraversamento pedonale	Modello TALOS G ditta DETAS SPA (o equivalente)		20
Attraversamento pedonale	Modello TRILOGY N ditta DETAS SPA (o equivalente)		12
TOTALE			4.458

Al totale sopra riportato, per completare il parco lampade oggetto di riqualifica, si devono considerare anche:

- **n.197** apparecchi non riqualificati in quanto già dotati di nuova tecnologia a led;
- **n.149** corpi illuminanti da rimuovere, in quanto non necessari.

2.2 AMPLIAMENTI/MIGLIORIE

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	FOTO	QUANTITÀ
Stradale	Modello SIGNIFY LUMISTREET ditta PHILIPS LIGHTING (o equivalente)		31
Arredo urbano	Modello ARYA ditta AEC ILLUMINAZIONE (o equivalente)		7
Attraversamento pedonale	Modello BIFACCIALE ditta DETAS SPA (o equivalente)		15
Attraversamento pedonale	Modello LEDBOX BASIC ditta DETAS SPA (o equivalente)		17
Attraversamento pedonale	Modello TALOS G ditta DETAS SPA (o equivalente)		15
Artistico	Modello AGORÀ ditta IGUZZINI (o equivalente)		4
Artistico	Modello LINEALUCE ditta IGUZZINI (o equivalente)		5

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	FOTO	QUANTITÀ
Artistico	Modello IPRO ditta IGUZZINI (o equivalente)		1
TOTALE			95

2.3 LANTERNE SEMAFORICHE

TIPOLOGIA	FOTO	INTERVENTO	QUANTITÀ
Nr. Punti luce (fuochi) lanterne semaforiche		Nessun intervento	267
Nr. Punti luce (fuochi) lanterne semaforiche		Ampliamento	90
TOTALE			357

2.4 RISPONDENZA AI C.A.M. DEGLI APPARECCHI PROPOSTI

È stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 244 del 18 ottobre 2017 il decreto 27 settembre 2017 che aggiorna i CAM, 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. L'applicazione dei CAM si è resa **obbligatoria con l'approvazione del nuovo Codice Appalti**. I CAM devono essere un riferimento per le amministrazioni nella stesura dei documenti di progettuali e devono anche indicare il maggior punteggio da assegnare alle offerte che presentano un minor impatto sulla salute e sull'ambiente.



Il provvedimento, apportando le modifiche ai CAM ed abrogando le versioni precedenti, ha il duplice obiettivo di migliorare:

- la qualità della luce in città con un minore impatto sui cittadini, con l'impiego di lampade a led;
- l'affidamento del servizio di progettazione dell'impianto di illuminazione pubblica.

Con i nuovi CAM sarà, infatti, possibile ottenere **performance ambientali più elevate** che garantiranno grandi benefici in termini di efficienza energetica e di riduzione dell'inquinamento, ma anche di risparmio per le casse delle amministrazioni. Le modifiche ai CAM riguardano:

- l'efficienza energetica;
- la durabilità e il tasso di guasto di tutti i corpi illuminanti;
- le prestazioni degli apparati attraverso l'aggiornamento di due indici. Viene evidenziato che le prestazioni richieste sono differenziate a seconda delle aree da illuminare.

I nuovi criteri ambientali affrontano, inoltre, gli aspetti sociali degli appalti verdi, vigilando che i candidati dimostrino di adottare modelli organizzativi e gestionali in grado di prevenire comportamenti illeciti nei confronti dei lavoratori e garantire il massimo rispetto delle convenzioni internazionali. Riguardano, infine, l'inquinamento luminoso attraverso una dettagliata zonizzazione delle aree da illuminare, precisando per ogni area il livello massimo di diffusione verso l'alto della luce.

Il progetto risponde puntualmente a tutte le prescrizioni tecniche applicabili contenute nel DM 27/09/17 di aggiornamento dei **Criteri Ambientali Minimi (CAM)**. Il progetto raggiunge i valori premianti come specificato nel seguito e per ogni articolo, ove applicabile, è presente una tabella che mette a confronto i criteri base e i valori adottati in progetto, indicando puntualmente quali sono i criteri raggiunti.



2.5 CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORPI ILLUMINANTI

I nuovi apparecchi **dotati di tecnologia LED** consentono:

- il rispetto della norma regionale sull'inquinamento luminoso e i dettami dei CAM per gli apparecchi con tecnologia LED;
- l'impiego di una minore potenza installata e un conseguente risparmio sui consumi energetici;
- riduzione di emissioni di CO₂ in atmosfera;
- minore consumo di TEP (Tonnellate di petrolio equivalente) legata al minor acquisto di energia.



I dispositivi connessi alla tecnologia LED consentono inoltre la gestione puntuale dei consumi tramite la **regolazione del flusso luminoso** rispetto ai classici sistemi centralizzati o tutta notte/ mezzanotte, garantendo ulteriori risparmi energetici nelle ore notturne dove il traffico veicolare è ridotto.

Gli apparecchi proposti completano il quadro positivo legato a questa nuova tecnologia, in quanto dotati di ottiche modulabili, che consentono una regolazione ad hoc della direzione del flusso, in relazione ai parametri illuminotecnici da rispettare, e costituiti in gran parte di materiali riciclabili. Esse saranno inoltre altamente resistenti agli urti e alle sollecitazioni elevate, e potranno garantire ottima dissipazione del calore.

Per quanto riguarda la rispondenza alle normative, si sottolinea che **i nuovi apparecchi installati avranno tutti le seguenti caratteristiche** minime:

- saranno dotati di **sorgenti luminose LED**, con temperatura massima di colore pari a 4000K che, a parità di luminanza, comportano impieghi ridotti di potenza, rispetto alle altre sorgenti in commercio;
- saranno dotati di apparecchi illuminanti che, nella loro posizione di installazione, presenteranno una **distribuzione dell'intensità luminosa** massima per gamma $\geq 90^\circ$ inferiore a 0,49 cd/km;
- hanno resa cromatica **CRI > 70**;
- saranno dotati di dispositivi di regolazione di flusso integrati in grado di **ridurre la potenza** impiegata dall'impianto, per una porzione consistente delle ore di accensione dell'impianto;
- su tutte le superfici illuminate saranno garantiti livelli di **luminanza omogenei** idonei per la classe illuminotecnica di progetto secondo norma UNI 11248;
- dal punto di vista della **sicurezza fotobiologica**, tutti gli apparecchi scelti per la riqualifica dell'impianto di illuminazione rientrano nella categoria *Exempt group* (assenza di rischio fotobiologico), secondo la classificazione imposta dalla normativa di riferimento.

2.6 EQUIVALENZA DI PROGETTO E PRODOTTO

Anche al fine di garantire le prescrizioni di cui all'art. 68, comma 4, del D.lg. n.5/2016, le scelte ed i prodotti sono definiti "equivalenti" a quelli del progetto di gara solo se in conformità alla norma UNI11630 par. 4.2, che definisce a tutti gli effetti la regola dell'arte del progetto illuminotecnico, ed in particolare:

- ai fini del progetto illuminotecnico, si considerano due o più prodotti "equivalenti" fra loro quando sussistono contestualmente le seguenti condizioni nel valutare le caratteristiche tipologiche, stilistiche e prestazionali:

- 1) estetiche: prodotti con valore estetico e/o impatto visivo similare;

- 2) colore della luce: prodotti con temperatura prossimale di colore simile;
 - 3) energetiche: prodotti con i consumi energetici simili all'interno dello stesso progetto;
 - 4) qualitative: prodotti con caratteristiche tecniche e tecnologiche simili;
 - 5) illuminotecniche e colorimetriche: prodotti con prestazioni/caratteristiche fotometriche e indice di resa cromatica che garantiscono risultati illuminotecnici simili nello stesso progetto.
- soluzioni migliorative sono convenzionalmente considerabili equivalenti;
 - i punti da 1 a 5 costituiscono gli elementi di valutazione dell'equivalenza tra prodotti e non tra progetti.

2.7 MINIMIZZAZIONE DEL RISCHIO FOTOBIOLOGICO COMPATIBILE CON LA FUNZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI

La norma **EN 62471: 2008** mette in relazione i livelli di esposizione con i tempi di esposizione al fenomeno. Sulla base dei tempi di esposizione sono poi definiti dei gruppi di rischio. Più il tempo limite di esposizione è basso (quindi con livelli di esposizione elevati) e maggiore è il rischio. Va precisato che, per il rischio da luce blu, per tempo di esposizione si intende il tempo in cui una persona mantiene lo sguardo fisso verso la sorgente di luce tenendola a fuoco. Il fenomeno da luce blu infatti, interessa la retina che è particolarmente sensibile a tali lunghezze d'onda.



In accordo al par 6.1 della EN 62471 i gruppi di rischio (per luce blu) sono definiti come segue:

- **RG 0 (Rischio Esente)**: Il concetto di base per la classificazione del gruppo Esente è che la lampada non provoca nessun rischio fotobiologico. Tale requisito è soddisfatto da qualsiasi lampada che non provochi un rischio retinico da luce blu (LB) entro 10.000 s (circa 2,8 h) di esposizione.
- **RG1 (Rischio Basso)**: Il concetto di base per tale classificazione è che la lampada non provoca rischio dovuto a normali limitazioni di funzionamento sull'esposizione. Tale requisito è soddisfatto da qualsiasi lampada che eccede i limiti del Gruppo Esente ma non provochi un rischio retinico da luce blu (LB) entro 100 s di esposizione.
- **RG 2 (Rischio Moderato)**: Il concetto di base per la classificazione del Gruppo di Rischio 2 (Rischio Moderato) è che la lampada non provoca un rischio in seguito ad una reazione istintiva guardando sorgenti di luce molto luminose (o in seguito ad una sensazione di disagio termico). Tale requisito è soddisfatto da qualsiasi lampada che eccede i limiti del Gruppo di Rischio 1 (Rischio Basso) ma non provochi un rischio retinico da luce blu (LB) entro 0,25 s di esposizione (risposta avversiva).
- **RG 3 (Rischio Elevato)**: Il concetto di base per tale classificazione è che la lampada può costituire un rischio anche in seguito a un'esposizione momentanea o breve. Le lampade che superano i limiti del Gruppo di Rischio 2 (Rischio Moderato) sono comprese nel Gruppo di Rischio 3 (Rischio Elevato).

Sorgenti LED per illuminazione a luce bianca sono anch'esse posizionate tra i gruppi di rischio RG 1 e RG 2 (*).

(*) Nota: per sorgente LED si intende l'elemento LED che genera la luce (cosiddetto chip contenuto all'interno del componente discreto o LED package) da non confondere con la lampada e/o il tubo LED i quali normalmente sono classificati con RG0 o RG1 grazie alla presenza di diffusore frontale opale.

Con la pubblicazione della **IEC/TR 62471-2** e successivamente della **IEC/TR 62778** i limiti di esposizione sono stati messi in relazione anche alla distanza di visione. Anche se i fenomeni che intercorrono sono particolarmente complessi, dipendenti anche dalla dimensione della sorgente, di massima, maggiore è la distanza di visione, minore è il livello di esposizione e di conseguenza il gruppo di rischio.

Con la pubblicazione della norma **EN 60598-1:2015** si è definitivamente chiarito quale livello di esposizione si intende accettabile ai fini della sicurezza. Al par 4.24.2 (**Rischio retinico da luce blu**) è indicato: "Per gli apparecchi che utilizzano sorgenti luminose di gruppo di rischio RG0 illimitato o RG1 illimitato, in accordo con la IEC/TR 62778, o che sono stati valutati come prodotti finiti pronti per l'uso e aventi gruppo di rischio RG 0 illimitato o RG 1 illimitato, non si applicano le prescrizioni per il rischio retinico da luce blu."

Per gli apparecchi che hanno un illuminamento di soglia E_{thr} , valutato in accordo con la **IEC/TR 62778**, si applicano prescrizioni aggiuntive che permettono di valutare a quale distanza dal prodotto c'è la soglia tra RG 2 e RG1. In questo caso, pur non considerando l'apparecchio pericoloso, sono previste avvertenze di utilizzo e marcature per avvisare l'installatore o l'utilizzatore di un possibile rischio legato alla visione diretta e prolungata della sorgente.

Dalle valutazioni sopra esposte si può quindi affermare che:

- **l'unico Gruppo di Rischio realmente pericoloso è RG3.**
- **sorgenti che presentano livelli di esposizione corrispondenti a RG2 non sono considerate pericolose** anche se necessitano di avvertenze in quanto i livelli di radiazione sono tali da poter provocare possibili avversioni visive.
- **sorgenti che presentano un livello di esposizione RG1 sono da considerarsi assolutamente non pericolose nell'impiego ordinario.** La visione di una sorgente di illuminazione con questi livelli di esposizione per un tempo superiore ai 100s è infatti considerata improbabile in quanto l'occhio inizia a percepire un senso di abbagliamento e fastidio in tempi inferiori.
- **sorgenti con livelli di esposizione RG0 sono da considerarsi sicure.** I livelli di esposizione delle sorgenti RG0 sono stati calcolati per tempi molto elevati (superiori alle 2,8 h). Questo livello di esposizione non è comunque pertinente con l'illuminazione generale in quanto non è mai necessario guardare la sorgente di luce, ma la parte illuminata da essa.

Nell'elaborato "06 Schede tecniche degli apparecchi di illuminazione" sono riportate le schede tecniche degli apparecchi utilizzati nella progettazione da cui si ricava la coerenza e coincidenza dei valori utilizzati.

3 INDICI PARAMETRIZZATI DI EFFICIENZA: IPEA* ED IPEI*

Gli **interventi di risparmio energetico** consistono soprattutto nell'installazione prevalente di apparecchi illuminanti a LED dotati di alimentatori con profilo di riduzione pre-programmato. Le sorgenti LED previste richiedono infatti, a parità di livello di illuminazione fornito, un minor consumo di energia che si abbassa ulteriormente grazie alla possibilità di realizzare una dimmerazione più spinta rispetto alle altre sorgenti in commercio.

La possibilità di controllare in modo più preciso ed affidabile l'accensione e lo spegnimento dell'impianto, permette di ridurre ulteriormente gli sprechi. Più dettagliatamente la scelta delle tecnologie da impiegare viene effettuata dall'Offerente attraverso diversi strumenti al fine di garantire qualità, durabilità e robustezza dei materiali proposti, oltre che le migliori prestazioni in termini costi/benefici.



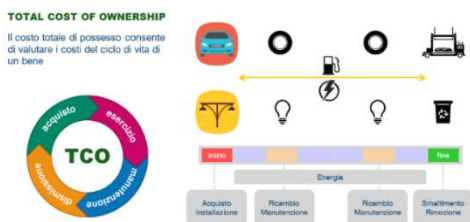
Il primo di questi è la valutazione della prestazione energetica di apparecchi ed impianti di pubblica illuminazione, definita attraverso gli **indici IPEA* e IPEI***, strumento molto potente a disposizione di amministratori, tecnici e produttori, in grado di soddisfare i seguenti obiettivi:

- tradurre i dati tecnici e quindi i criteri qualitativi relativi ad un impianto di pubblica illuminazione in indicatori di facile lettura;
- favorire i prodotti con caratteristiche migliori, che oggi spesso non trovano una reale corrispondenza con le aspettative del mercato per mancanza di informazione;
- promuovere, in ottica di Green Public Procurement, sistemi di illuminazione ottimali in ambito energetico, economico e tecnologico e quindi disincentivare i prodotti scadenti;
- fornire uno strumento utile e pratico, capace di aiutare i tecnici in un ambito estremamente specifico, come quello della Pubblica Illuminazione.



La Proposta risponde puntualmente alle prescrizioni presenti nei Criteri Ambientali Minimi e raggiunge anche i criteri premianti indicati nel D.M. n.244 del 27 Settembre 2017.

Grazie a questi parametri è possibile comparare in maniera diretta diverse tipologie di apparecchi ed impianti fra loro ed avere un riscontro diretto della loro qualità.



Il secondo strumento a disposizione è l'analisi del **Costo Totale di Posse** (o TCO – Total Cost of Ownership), che considera le principali voci di costo riguardanti un prodotto (costo di acquisto, costo di manutenzione ordinaria, costo di manutenzione straordinaria e costi relativi al consumo di energia elettrica). Grazie a questa analisi è possibile stabilire quali siano le tecnologie che, a parità di prestazioni, consentono di ottenere costi di gestione e manutenzione inferiori nel lungo periodo. L'ul-

timo strumento è dato infine **dall'integrazione delle analisi di sostenibilità ambientale e circolarità materica all'interno della selezione dei migliori prodotti disponibili sul mercato**. Grazie agli strumenti sopra indicati è possibile definire quali siano le migliori tecnologie oggi disponibili sul mercato (o Bat – acronimo di Best Available Technology) che, come definite nella direttiva 2008/1/CE, sono *“la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costruire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare, oppure a ridurre in modo generale, le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso”*.

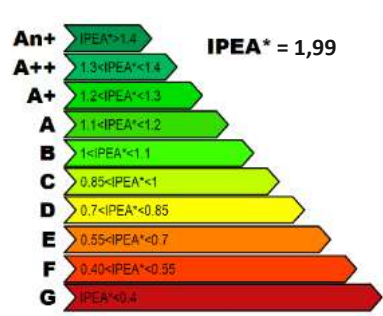


3.1 INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'APPARECCHIO: IPEA*

L'indice IPEA* (indice parametrizzato dell'efficienza dell'apparecchio illuminante), viene utilizzato per classificare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione ed è pari al rapporto tra l'efficienza globale dell'apparecchio e l'efficienza globale di riferimento della migliore tecnologia attualmente utilizzata sul mercato per l'ambito considerato, fornendo così una valutazione oggettiva e “globale” dell'apparecchio, a prescindere dalla progettazione impiantistica o dall'uso dell'apparecchio stesso (es. uso della riduzione del flusso), che sono invece oggetto della valutazione fatta con l'indice IPEI* per l'impianto di illuminazione realizzato.

Si riporta sotto la classificazione degli indici, con le relative entrate in vigore dei minimi richiesti, come prescritto dai CAM apparecchi.



VALORE IPEA* CON SCADENZE FUTURE		CRITERI BASE	CRITERI PRE- MIANTI	VALORI MEDI DI PROGETTO
Dal 01/01/2022 fino al 31/12/2023				 IPEA* = 1,99
	illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi	≥ A++	≥ A++	
	ambiti diversi	≥ B	>B	
Dal 01/01/2024 al 31/12/2024				
	illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi	≥ A+++	≥ A+++	
	ambiti diversi	≥ B	>B	
Dal 01/01/2025 al 01/01/2026				
	illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi	≥ A+++	≥ A+++	
	ambiti diversi	≥ B	>A	
Dal 01/01/2026				
	illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi	≥ A+++	≥ A+++	
	ambiti diversi	≥ A	>A	

Laddove applicabile, i prodotti selezionati nel presente progetto sono caratterizzati da indici IPEA* elevati, sempre maggiori di A4+ per illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi, e maggiori di A per ambiti diversi, nel rispetto dei criteri premianti dei CAM apparecchi.

3.2 INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'IMPIANTO: IPEI*

L'indice IPEI* (indice di prestazione energetica dell'impianto), viene utilizzato per la valutazione della prestazione energetica dell'impianto in relazione all'apparecchio installato e alle condizioni del contorno; esso è quindi uno strumento di valutazione delle possibili soluzioni progettuali in relazione alla corretta illuminazione richiesta dalle norme tecniche di riferimento. Materialmente questo si calcola come il rapporto tra la densità di potenza del progetto e la densità di potenza di riferimento, che dipende dall'ambito da illuminare. Si riporta sotto la classificazione degli indici, con le relative entrate in vigore dei minimi richiesti, come prescritto dai CAM apparecchi.

VALORE IPEI* CON SCADENZE FUTURE	CRITERI BASE	CRITERI PREMANTI	VALORI MEDI DI PROGETTO
Fino al 31/12/2025	≥ A	>A	

VALORE IPEI* CON SCADENZE FUTURE	CRITERI BASE	CRITERI PREMANTI	VALORI MEDI DI PROGETTO
Dal 01/01/2026	≥ A+	>A+	IPEI* = 0,37

Il presente progetto assicura prestazioni degli impianti elevate, valutando caso per caso la necessità, **ove possibile**, di **adeguare le geometrie del tratto tipo** attraverso **installazione di nuovi punti luce**, ove prolunghe e/o mensole per i sostegni, al fine di massimizzare l'efficienza globale e di conseguenza il risparmio energetico garantito. **Gli indici IPEI* del progetto sono ≥ A+, per la maggior parte in classe A4+ e A5+.**

3.2.1 CALCOLO DELL'INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'IMPIANTO: IPEI*

L'indice IPEI* che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come:

$$IPEI^* = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

- D_p = densità di potenza di progetto, calcolato come:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n \left(\bar{E}_i \frac{0.80}{MF_i} A_i \right)}$$

- P_{app} = [W] potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);
- E_t = [lx] (lx) illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201. L'illuminamento medio mantenuto di progetto non può essere superiore del 20% rispetto al valore minimo indicato dalla norma UNI 13201-2;
- MF_i = coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima;
- A_i = area i-esima illuminata;
- n = numero delle aree i-esime considerate. Le aree lungo una carreggiata che devono essere illuminate per rispettare il parametro REI 24 non vanno considerate come aree i-esime (ovvero: per tratti stradali che non hanno aree i-esime adiacenti classificate tramite una propria categoria, va considerata unicamente la carreggiata);
- $D_{p,R}$ = Densità di Potenza di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle seguenti.

Per le categorie illuminotecniche basate sulla luminanza (M), l'illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_i) da utilizzare per il calcolo della densità di potenza (D_p) deve essere la media dei valori di illuminamento calcolati sulla stessa griglia dei punti utilizzati per il calcolo della luminanza in conformità alla EN 13201-3. In alternativa, se risulta impossibile effettuare il calcolo dell'illuminamento orizzontale medio mantenuto secondo la modalità sopra descritta, qualora sia

stato utilizzato un manto stradale di classe C2 per il calcolo della luminanza media mantenuta, si può utilizzare la formula semplificata:

$$\bar{E}_i = \frac{L_i}{0.07}$$

Nel caso in cui il medesimo ambito presenti più aree, di cui una o più aventi categorie illuminotecniche di progetto differenti, va utilizzata come Densità di Potenza di riferimento quella relativa alla classe illuminotecnica più gravosa fra gli ambiti considerati (ovvero quella con Densità di Potenza di riferimento minore). Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori di Densità di Potenza di riferimento riferiti alle categorie illuminotecniche di progetto secondo la norma UNI 13201-2:

ILLUMINAZIONE STRADALE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA M	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA (SECONDO UNI 13201-2)	DENSITÀ DI POTENZA DI RIFERIMENTO [W/lux/m2]
	M1	0,035
	M2	0,037
	M3	0,040
	M4	0,042
	M5	0,043
	M6	0,044

ILLUMINAZIONE GRANDI AREE, INCROCI O ROTATORIE, PARCHEGGI CATEGORIA ILLUMINOTECNICA C (O P)	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA (SECONDO UNI 13201-2)	DENSITÀ DI POTENZA DI RIFERIMENTO [W/lux/m2]
	C0	0,030
	C1	0,032
	C2	0,034
	C3 (P1)	0,037
	C4 (P2)	0,039
	C5 (P3)	0,041
	(P4)	0,043
	(P5)	0,045
	(P6)	0,047
	(P7)	0,049

ILLUMINAZIONE DI AREE PEDONALI O CICLABILI CATEGORIA P (O C)	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA (SECONDO UNI 13201-2)	DENSITÀ DI POTENZA DI RIFERIMENTO [W/lux/m2]
	(C0)	0,039
	(C1)	0,042
	(C2)	0,044
	P1 (C3)	0,048
	P2 (C4)	0,051
	P3 (C5)	0,053
	P4	0,056
	P5	0,059
	P6	0,061
	P7	0,064

Applicando il medesimo procedimento utilizzato per l'individuazione dell'indice IPEA*, conoscendo il valore calcolato sarà possibile ottenere la categorizzazione semplicemente confrontando il valore con i valori della tabella riportata al capitolo precedente. In particolare, per rispondere ai CAM del 27/09/2017, tutti gli impianti dovranno **avere indice IPEI***:

- $\geq$ classe B, fino all'anno 2020 compreso;
- $\geq$ classe A, fino all'anno 2025 compreso;
- $\geq$ classe A+, a partire dall'anno 2026, dove tale valore, risulta essere premiante, così come descritto al paragrafo 4.3.3.4 dei CAM.



È stato quindi condotto il calcolo per l'ottenimento dell'indice IPEI, ne risulta che il valore medio di tutte le zone omogenee dell'Indice parametrizzato di efficienza dell'impianto IPEI è uguale o superiore alla classe A+, in conformità a quanto prescritto dai CAM.*

4 ANALISI DELLE INTERFERENZE

Il paragrafo contiene una disamina puntuale di tutte le possibili situazioni di interferenze dirette o indirette, avvicinamento e contatto con le reti suddette, al fine di individuare la migliore soluzione risolutiva degli impatti, dovendo garantire possibilmente il mantenimento dei servizi alla popolazione e sempre la sicurezza dei lavoratori e dei terzi esterni al cantiere.

4.1 LINEE ELETTRICHE

Nel caso di presenza di linee elettriche aeree in tensione nei pressi delle zone di lavorazione, saranno adottate idonee precauzioni atte ad evitare possibili contatti diretti o indiretti o danneggiamento delle stesse. Non saranno, in via generale, eseguiti lavori né saranno utilizzati apparecchi mobili a distanza minore di cinque metri da tali linee. Nell'impossibilità di rispettare tale limite si provvederà, prima dell'inizio dei lavori, a mettere in atto adeguate protezioni atte ad evitare accidentali contatti o pericolosi avvicinamenti ai conduttori delle linee stesse quali: barriere di protezione per evitare contatti laterali con le linee, sbarramenti sul terreno, portali limitatori di altezza per il passaggio sotto la linea dei mezzi d'opera, ripari in materiale isolante quali cappellotti per isolatori e guaine per i conduttori.

Nel caso di cavi elettrici in tensione interrati o in cunicolo, il percorso e la profondità delle linee saranno rilevati o segnalati in superficie ove interessino direttamente la zona di lavoro e saranno fornite precise informazioni che coinvolgano gli addetti e tutti i fornitori al fine di evitare possibili contatti diretti od indiretti con elementi in tensione, nonché l'esecuzione di scavi o la semplice infissione di elementi nel terreno in prossimità dei cavi stessi.

Nel caso di lavori di scavo che intercettino necessariamente linee elettriche interrate in tensione si procederà con cautela e si provvederà a mettere in atto sistemi di sostegno e protezione provvisori al fine di evitare pericolosi avvicinamenti e/o danneggiamenti alle linee stesse durante l'esecuzione dei lavori; si dovrà procedere, preferibilmente, a disattivare le linee fino al termine di esecuzione delle lavorazioni.

4.2 RETE DISTRIBUZIONE GAS

Nel caso in cui sia riscontrata la presenza di elementi della rete di distribuzione del gas che possano interferire con le operazioni di scavo, saranno avvertiti tempestivamente gli Enti fornitori di tali reti, al fine di concordare le misure essenziali di sicurezza da adottare prima dell'inizio e durante lo sviluppo dei lavori. In particolare sarà preventivamente rilevato e segnalato in superficie il percorso e la profondità degli elementi e sarà definita la modalità di esecuzione dei lavori in modo da evitare l'insorgere di situazioni pericolose sia per i lavoratori che per l'esercizio delle reti.

In presenza di tubazioni interferenti, si procederà con cautela, limitando vibrazioni e scuotimenti del terreno e per strati successivi, evitando affondi che provochino il franamento del contorno. Quando tali lavori interferiscano direttamente con le reti sarà necessario mettere a nudo le tubazioni procedendo manualmente fino alla messa in sicurezza della tubazione interessata. Qualora non sia possibile disattivare il tratto di rete interessato sarà attivato un sistema di comunicazione diretto ed immediato con l'Ente, in modo che sospenda l'erogazione in tale rete per ovviare a situazioni di pericolo.

Durante l'esecuzione dei lavori si verificherà, anche strumentalmente, l'eventuale presenza di fughe di gas. Nel caso si verifichino fughe di gas si procederà a sospendere immediatamente i lavori e ad allontanare i lavoratori dalla zona di pericolo, oltre a comunicare all'Ente la problematica, in modo che intervenga con urgenza.

4.3 RETI IDRICHE

Nel caso di operazioni di scavo si dovrà accertare la presenza di reti di distribuzione di acqua potabile e sarà rilevato e segnalato in superficie il percorso e la profondità.

Nel caso di lavori di scavo, che possono interferire o attraversare le reti suddette, saranno previsti sistemi di protezione e di sostegno delle tubazioni, al fine di evitare il danneggiamento ed i rischi che ne derivano.

In presenza di reti di acqua che interferiscano con i lavori di scavo si procederà con cautela, limitando le azioni di disturbo al contorno delle reti medesime (vibrazioni, scuotimenti, franamenti, etc.). Qualora i lavori interferiscano direttamente con le suddette reti saranno messe a nudo ed in sicurezza le tubazioni, procedendo manualmente, ed organizzando, nel caso di necessità, la pronta interruzione dell'alimentazione al tratto di rete interessata dai lavori.

Nel caso di rottura delle condutture di acqua sarà contattato immediatamente l'Ente esercente per poter sospendere l'erogazione e per gli interventi del caso. Nel mentre si provvederà all'allontanamento dei lavoratori dagli scavi ed attivare, laddove fosse necessario, i mezzi di aggrottamento.

4.4 RETE FOGNARIA

Nel caso di operazioni di scavo sarà accertata la presenza di reti fognarie sia attive che non più utilizzate. Se tali reti interferiscono con le attività di cantiere saranno rilevati e segnalati in superficie, il percorso e la profondità. La presenza

di tali reti costituisce sempre una variabile importante rispetto alla consistenza e stabilità delle pareti di scavo sia per la presenza di terreni di reinterro, sia per la possibile formazione di improvvisi vuoti nel terreno (tipici nel caso di vetuste fognature dismesse), che per la presenza di possibili infiltrazioni o venute d'acqua dovute a fessurazione o cedimento delle pareti qualora limitrofe ai lavori di sterro.

Nei lavori di scavo da eseguire in prossimità di reti fognarie si procederà con cautela; le pareti di scavo e le armature in corrispondenza di tali reti saranno tenute sotto controllo. Quando la distanza tra lo scavo aperto e la rete fognaria preesistente non consenta di garantire la stabilità della interposta parete si metterà a nudo la condotta e la si proteggerà contro i danneggiamenti. In presenza di incidenti che possano provocare la rottura della rete fognaria e conseguente fuoriuscita dei liquami sarà necessario sospendere i lavori ed allontanare i lavoratori dalla zona interessata. Successivamente si provvederà, previa segnalazione all'Ente gestore, a mettere in atto sistemi per il contenimento dei liquami e per la rimozione dei medesimi dalle zone di lavoro. Completati gli interventi di riparazione della rete fognaria si procederà a bonificare il sito prima di riprendere le attività.

4.5 VICINANZA AD ALTRI SOTTOSERVIZI

I cavidotti utilizzati per la posa di condutture elettriche non devono essere posati in prossimità di sotto servizi che producono calore, fumi o vapori che potrebbero essere dannosi per le condutture stesse, a meno che non siano protette da tali effetti dannosi.

Devono essere disposti in modo che qualsiasi operazione che si preveda debba venire effettuata su una condotta non rischi di causare danni alle altre. Questo si può ottenere mediante un adeguato distanziamento tra le condutture oppure con l'uso di schermature meccaniche. Nella posa dei tubi è necessario osservare le distanze minime indicate dalla legislazione vigente rispetto alle tubazioni o condotti di altri sotto servizi quali ad esempio acquedotti, tubazioni gas, telecomunicazioni, cisterne, depositi carburanti, linee MT, strade, ferrovie ecc.

Di seguito vengono fornite indicazioni di massima da ritenersi non esaustive per tutti i casi, che dovranno trovare precise indicazioni da parte della D.L.:

Da linee elettriche in cavo di MT:

I cavidotti devono distare almeno 0.3 m

Da fognatura:

I cavidotti devono distare almeno 0.3 m

Da cavidotti telefonici:

Se i cavi per l'energia elettrica e di telecomunicazione sono posati entro tubazioni/condotti, non sono richieste particolari distanze di rispetto e protezione. Di regola i cavi di energia vengono disposti al di sotto dei cavi di telecomunicazione.

Tubazioni metalliche diverse dai gasdotti (rete acquedotto)

Nei *parallelismi*, la distanza in pianta tra tubazioni metalliche *diverse dal gas* e i cavidotti deve essere almeno di 0,3 metri. Anche per gli *incroci* la distanza deve essere almeno di 0,3 metri. Qualora tale distanza non possa essere rispettata, può essere ridotta se nell'incrocio viene interposto un elemento separatore non metallico, ad esempio una lastra di calcestruzzo. Particolare menzione ed attenzione meritano le tubazioni della rete gas che infatti vengono trattate in apposito paragrafo.

Tubazioni Rete Gas

La specie di una condotta del metano non è riconoscibile a vista, occorre pertanto chiedere informazioni alla società di distribuzione che gestisce l'impianto. In genere, nei centri abitati le condotte del metano sono a pressione inferiore a 5



bar e possono quindi essere di 4a, 5a, 6a, 7a specie. Pertanto, *le indicazioni di seguito riportate fanno riferimento a tubazioni a pressione inferiore a 5 bar*, sono da considerare non esaustive, in quanto è necessario seguire le disposizioni che di volta in volta vengono fornite dalla D.L.

Distanza di sicurezza negli incroci tra cavidotti e condotte del metano

La distanza di sicurezza negli incroci tra linee elettriche in cunicoli, polifore e tubazioni del metano di 4a, 5a, 6a, 7a specie non deve essere inferiore a quanto stabilito da normative di settore. Nel caso non sia possibile rispettare le distanze di sicurezza previste negli incroci, è necessario che la condotta del metano sia collocata entro un tubo di protezione.

5 ALLEGATO: TIPOLOGICI ILLUMINOTECNICI

Il presente allegato ha lo scopo di riportare a livello descrittivo i dati che sono espressi in formato tabellare nei documenti allegati di seguito.

Nello specifico, l'allegato riporta:

- Tabellare riassuntivo per ogni zona di studio;
- Calcoli illuminotecnici per ogni zona di studio.

5.1 TABELLARE RIASSUNTIVO PER OGNI ZONA DI STUDIO

Il tabellare allegato permette di inquadrare per ogni singola zona omogenea diverse caratteristiche, tra cui:

- Categoria illuminotecnica di progetto utilizzata;
- Codice identificativo del calcolo illuminotecnico;
- Valori illuminotecnici calcolati per le zone M/C;
- Valori illuminotecnici calcolati per le zone P;
- Codice dell'apparecchio utilizzato per ogni zona omogenea.

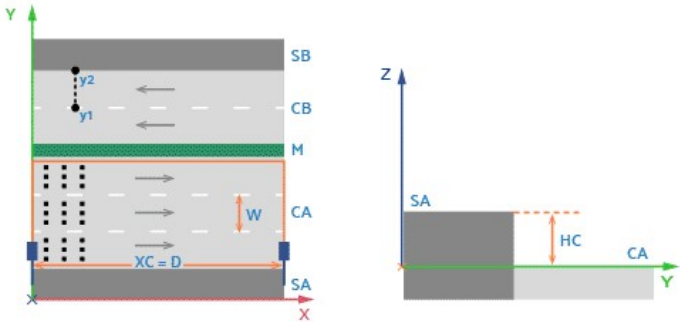
5.2 CALCOLI ILLUMINOTECNICI PER OGNI ZONA DI STUDIO

I calcoli illuminotecnici vengono svolti sulla base dell'individuazione del tratto tipo, unione di zona omogenea e tipologia di apparecchiatura da installare, allo scopo di verificare il rispetto dei parametri minimi richiesti dalla **Norma UNI EN 13201 – 2** per le categorie illuminotecniche di progetto dell'ambito considerato. Di seguito sono riportati i valori per ogni calcolo illuminotecnico di progetto.

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

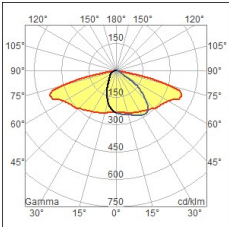
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Marciapiede A Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		--->	1.50	0.00	1.50	3	3	0.15		0.8000
2. Carreggiata A Carrabile				6.50	1.50	8.00	5		0.00	C2	0.0700
	2.1	Corsia 1	--->	3.25	1.50	4.75		3			
	2.2	Corsia 2	<---	3.25	4.75	8.00		3			
3. Marciapiede B Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		<---	1.50	8.00	9.50	3	3	0.15		0.8000



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	PHILIPS/2023-09-16 Eulumdat/1 BGP391 T25 DM12 /740 (BGP391 T25 DM12 /740)	B-Tilt = 0LumiStreet Pro gen2 Micrc (LVE169121C)	4000.00	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

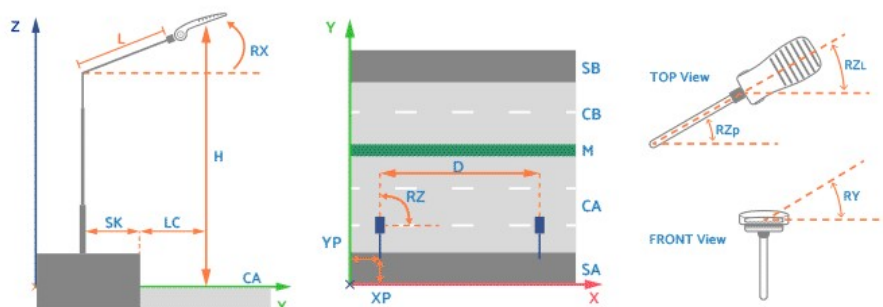


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		LED40-4S L97@100kh	LED40-4S L97@100kh	23.50	-nan(ind)	4000	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	1.00	0.00	1.00	8.00	---	30.00	-0.50	0	0	0	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Marciapiede A	Risultati	EAV = 7.56 lux ✓	EMIN = 3.76 lux ✓			
	Valori di Riferimento - Classe P3	EAV ≥ 7.50 lux	EMIN ≥ 1.50 lux			
2 - Carreggiata A	Risultati	LAV = 0.54 cd/m² ✓	Uo(L) = 0.56 ✓	UL = 0.76 ✓	fTI = 10 % ✓	REI = 0.46 ✓
	Valori di Riferimento - Classe M5 (Asciutto)	LAV ≥ 0.50 cd/m²	Uo(L) ≥ 0.35	UL ≥ 0.40	fTI ≤ 15 %	R=0.83 L=0.46 REI ≥ 0.30
	Oss. 1) [x=-60.00 y=3.12] m	LAV = 0.54 cd/m² *	Uo(L) = 0.59	UL = 0.87		
	Oss. 2) [x=90.00 y=6.38] m	LAV = 0.59 cd/m²	Uo(L) = 0.56 *	UL = 0.76 *		
	Oss.Ti 1) [x=-17.88 y=3.12] m					fTI = 10.01 % *
	Oss.Ti 2) [x=47.88 y=6.38] m					fTI = 8.23 %
	Lv = 0.11					
3 - Marciapiede B	Risultati	EAV = 5.02 lux ✓	EMIN = 3.71 lux ✓			
	Valori di Riferimento - Classe P4	EAV ≥ 5.00 lux	EMIN ≥ 1.00 lux			

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - R_n -
0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	23.50	1.00

Potenza Operativa (P)	23.50 W
Potenza Addizionale (Pad)	0.00 W
Potenza Totale di Sistema	23.50 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Marciapiede A	45.00	7.56
Carreggiata A	195.00	7.96
Marciapiede B	45.00	5.02

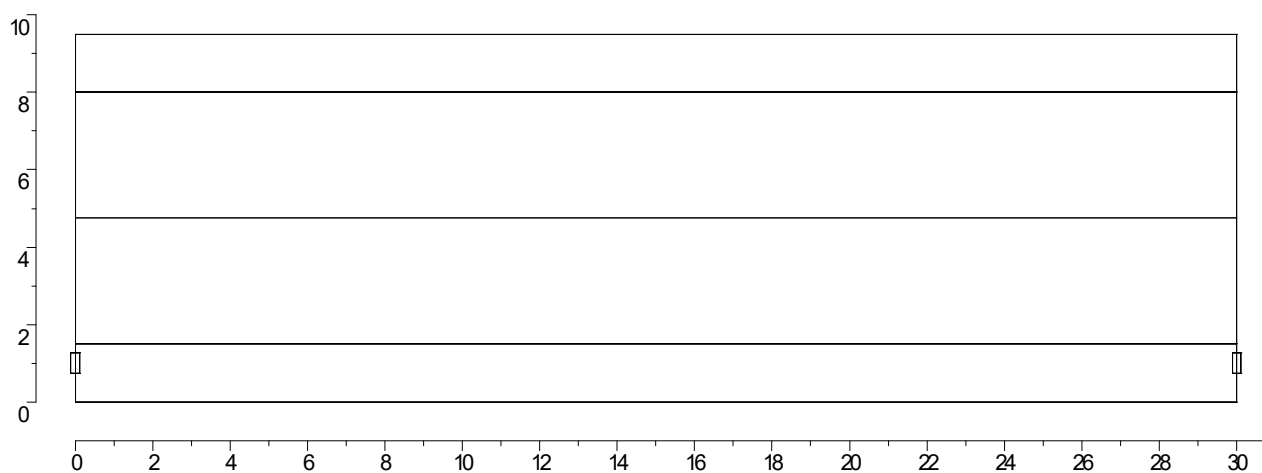
Area da Illuminare (A)	285.00 m²
------------------------	-----------

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

Ore di Funzionamento Annuali [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.011	330

2. Viste Ambiente

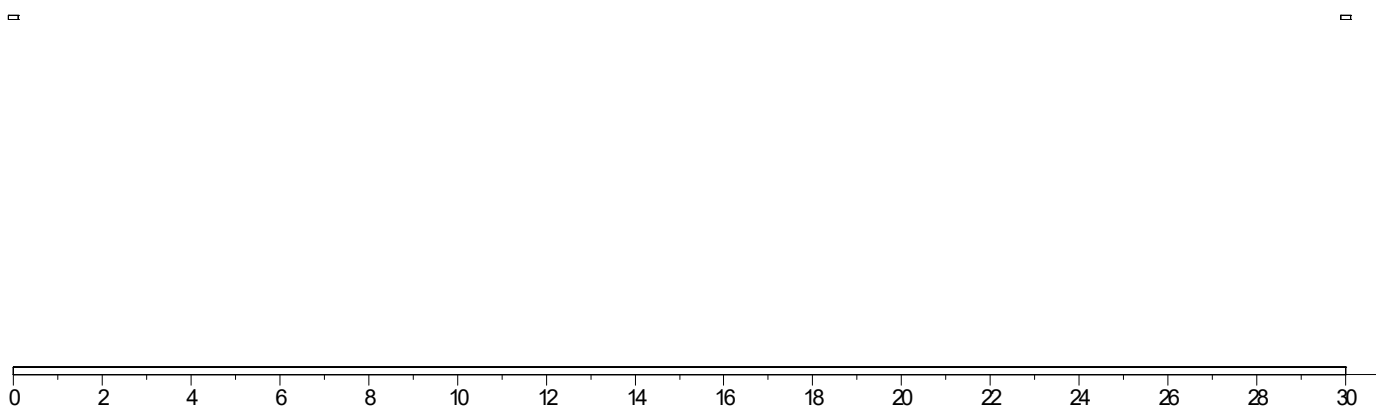
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

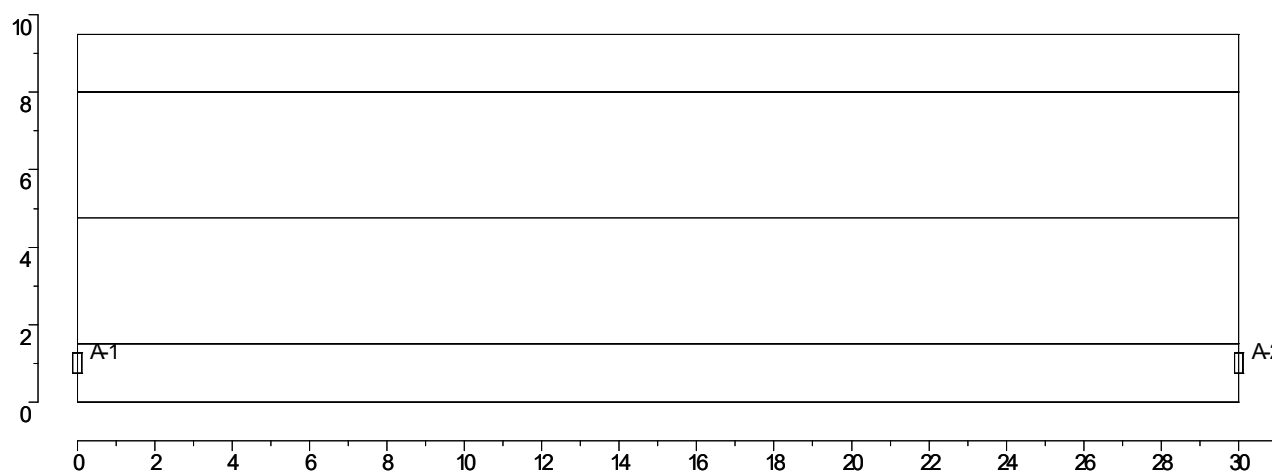


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 1.00 8.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Micro	LED40-4S L97@100kh
A-2	On	100 %	30.00 1.00 8.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Micro	LED40-4S L97@100kh

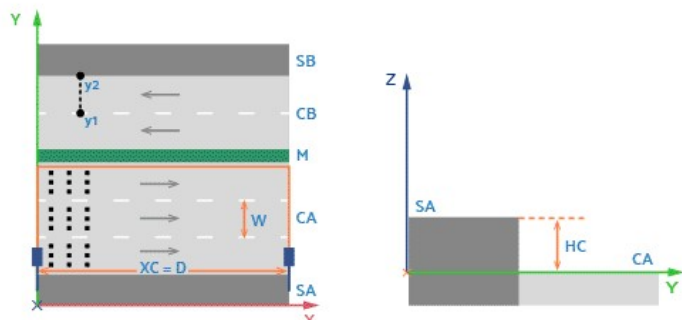
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	LumiStreet Pro gen2 Micro	On	100 %	0.00 1.00 8.00	0.0 -0.0 0.0	0.00 1.00 0.00	0.0
	A-2	LumiStreet Pro gen2 Micro	On	100 %	30.00 1.00 8.00	0.0 -0.0 0.0	30.00 1.00 0.00	0.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

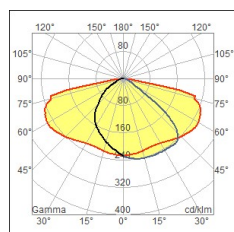
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Carreggiata A	Carrabile			9.00	0.00	9.00	6		0.00	C2	0.0700
	1.1	Corsia 1	--->	4.50	0.00	4.50		3			
	1.2	Corsia 2	<---	4.50	4.50	9.00		3			



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	PHILIPS/2023-09-14 Eulumdat/1 BGP392 T25 DM11 /740	B-Tilt = 0LumiStreet Pro gen2 Mini (LVP013110C)	16000.00	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

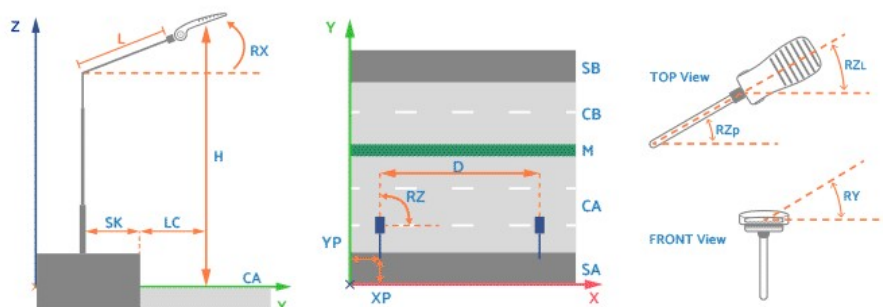


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		LED160-4S L94@100kh	LED160-4S L94@100kh	98.00	-nan(ind)	16000	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	-1.50	0.00	-1.50	10.00	---	35.00	-1.50	0	0	0	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Carreggiata A Risultati

	LAV = 1.05 cd/m ² ✓	Uo(L) = 0.49 ✓	UL = 0.88 ✓	fTI = 10 % ✓	REI = 0.45 ✓
Valori di Riferimento - Classe M3 (Asciutto)	LAV ≥ 1.00 cd/m ²	Uo(L) ≥ 0.40	UL ≥ 0.60	fTI ≤ 15 %	R=0.86 L=0.45 REI ≥ 0.30
Oss. 1) [x=-60.00 y=2.25] m	LAV = 1.05 cd/m ² *	Uo(L) = 0.53	UL = 0.89		
Oss. 2) [x=95.00 y=6.75] m	LAV = 1.18 cd/m ²	Uo(L) = 0.49 *	UL = 0.88 *		
Oss.Ti 1) [x=-23.38 y=2.25] m				fTI = 10.37 % *	
Oss.Ti 2) [x=58.38 y=6.75] m				fTI = 7.22 %	
Lv = 0.19					

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -
0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	98.00	1.00

Potenza Operativa (P) 98.00 W
 Potenza Addizionale (Pad) 0.00 W
 Potenza Totale di Sistema 98.00 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Carreggiata A	315.00	16.45

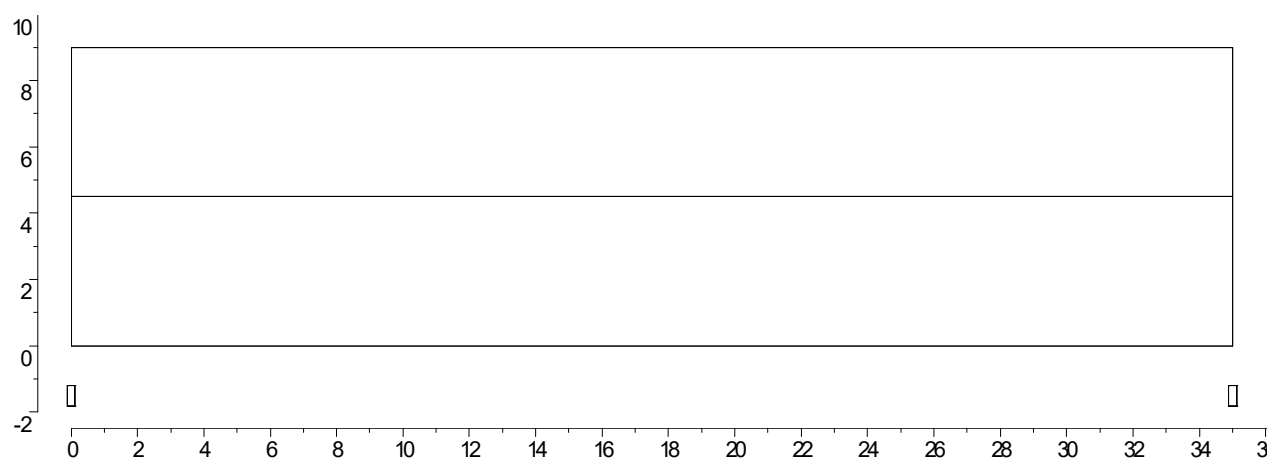
Area da Illuminare (A) 315.00 m²

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

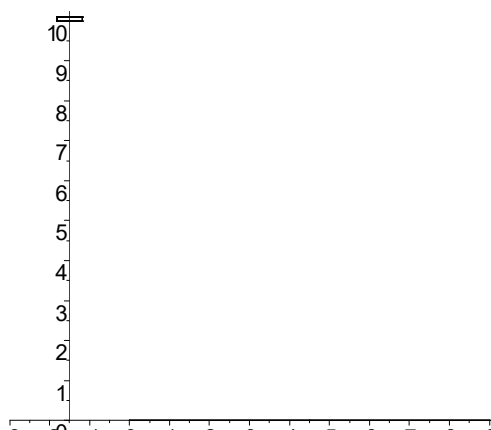
Ore di Funzionamento Annuali [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.019	1244

2. Viste Ambiente

2.1 Vista 2D in Pianta



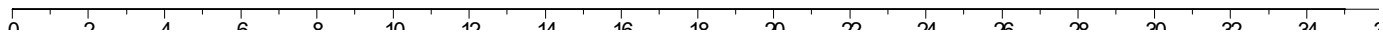
2.2 Vista Laterale



2.3 Vista Frontale

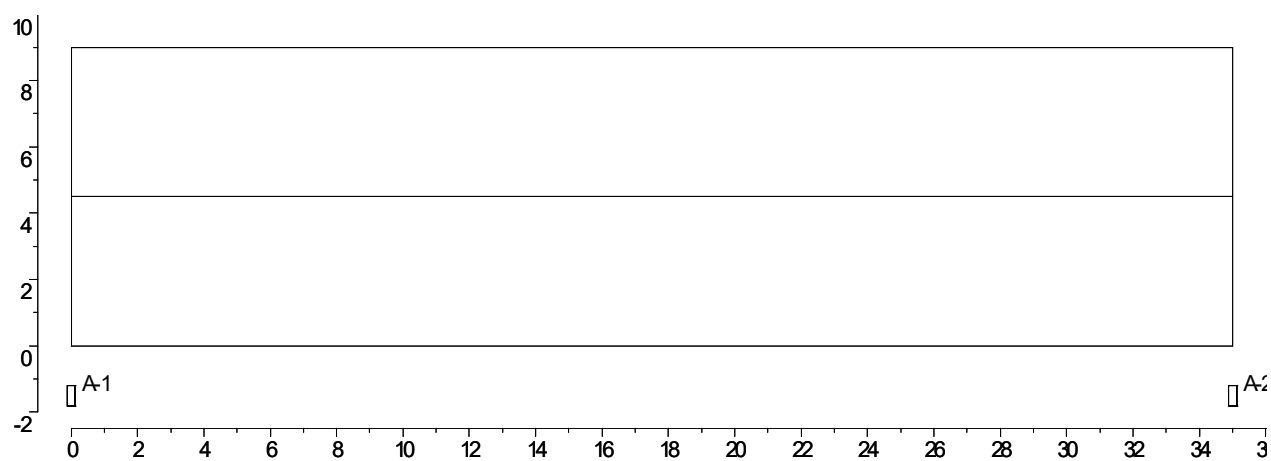
=

=



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 -1.50 10.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Mini	LED160-4S L94@100kh
A-2	On	100 %	35.00 -1.50 10.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Mini	LED160-4S L94@100kh

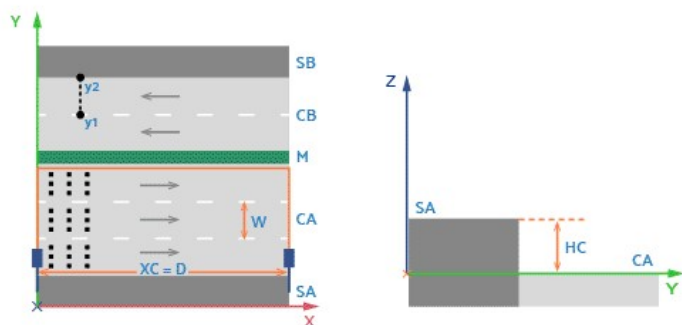
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	LumiStreet Pro gen2 Mini	On	100 %	0.00 -1.50 10.00	0.0 -0.0 0.0	0.00 -1.50 0.00	0.0
	A-2	LumiStreet Pro gen2 Mini	On	100 %	35.00 -1.50 10.00	0.0 -0.0 0.0	35.00 -1.50 0.00	0.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

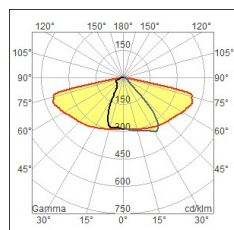
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Marciapiede A Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		--->	3.50	0.00	3.50	3	3	0.15		0.8000
2. Carreggiata A Carrabile				7.50	3.50	11.00	5		0.00	C2	0.0700
	2.1	Corsia 1	--->	3.75	3.50	7.25		3			
	2.2	Corsia 2	<---	3.75	7.25	11.00		3			
3. Marciapiede B Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		<---	3.50	11.00	14.50	3	3	0.15		0.8000



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	PHILIPS/2023-09-14 Eulumdat/1 BGP392 T25 DN10 /740 (BGP392 T25 DN10 /740)	B-Tilt = 0LumiStreet Pro gen2 Mini (LVP013030C)	12000.00	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

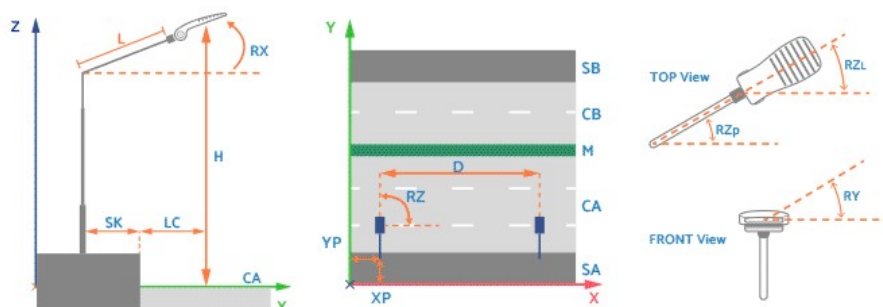


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		LED120-4S L96@100kh	LED120-4S L96@100kh	70.00	-nan(ind)	12000	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	3.50	0.00	4.50	9.00	---	30.00	1.00	0	0	0	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Marciapiede A	Risultati	EAV = 16.3 lux ✓	EMIN = 5.27 lux ✓			
	Valori di Riferimento - Classe P1	EAV ≥ 15.0 lux	EMIN ≥ 3.00 lux			
2 - Carreggiata A	Risultati	LAV = 1.70 cd/m² ✓	Uo(L) = 0.47 ✓	UL = 0.76 ✓	fTI = 9 % ✓	REI = 0.42 ✓
	Valori di Riferimento - Classe M2 (Asciutto)	LAV ≥ 1.50 cd/m²	Uo(L) ≥ 0.40	UL ≥ 0.70	fTI ≤ 10 %	R=0.65 L=0.42 REI ≥ 0.35
	Oss. 1) [x=-60.00 y=5.38] m	LAV = 1.70 cd/m² *	Uo(L) = 0.47 *	UL = 0.87	fTI = 9.42 % * fTI = 7.09 %	
	Oss. 2) [x=90.00 y=9.12] m	LAV = 1.81 cd/m²	Uo(L) = 0.48	UL = 0.76 *		
	Oss.Ti 1) [x=6.38 y=5.38] m					
	Oss.Ti 2) [x=50.62 y=9.12] m					
	Lv = 0.25					
3 - Marciapiede B	Risultati	EAV = 9.02 lux ✓	EMIN = 3.03 lux ✓			
	Valori di Riferimento - Classe P3	EAV ≥ 7.50 lux	EMIN ≥ 1.50 lux			

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -
0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	70.00	1.00

Potenza Operativa (P) 70.00 W
 Potenza Addizionale (Pad) 0.00 W
 Potenza Totale di Sistema 70.00 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Marciapiede A	105.00	16.32
Carreggiata A	225.00	22.80
Marciapiede B	105.00	9.02

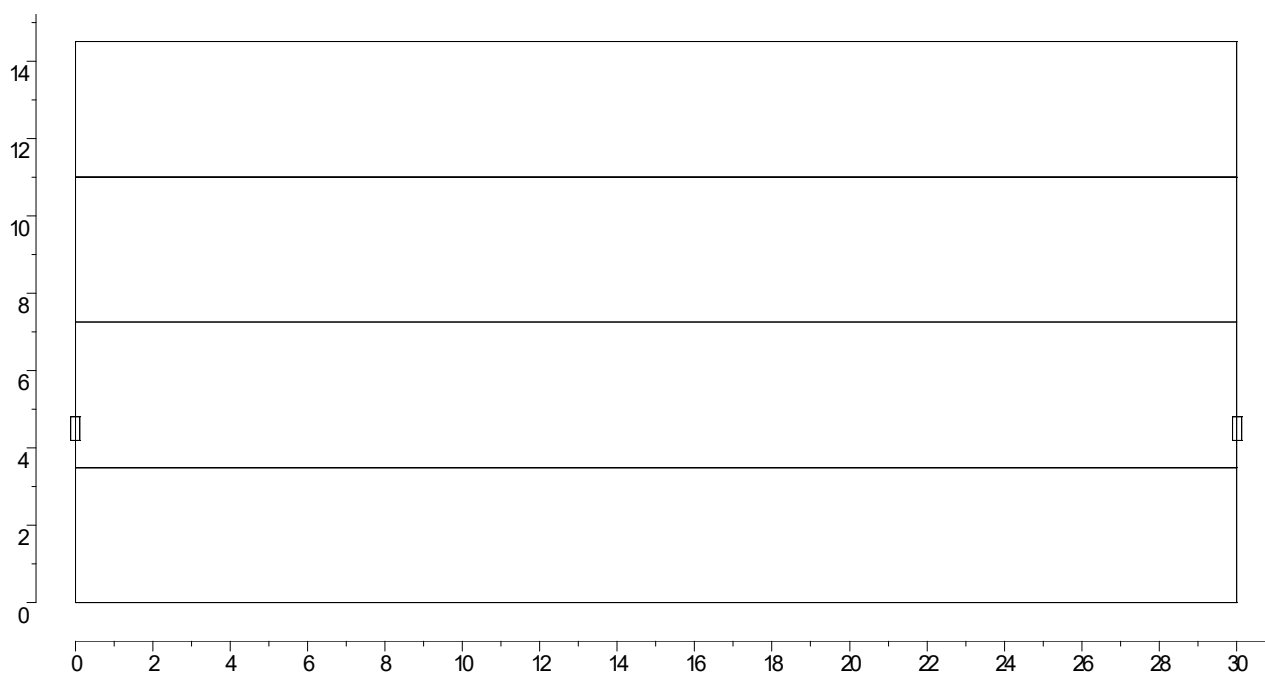
Area da Illuminare (A) 435.00 m²

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

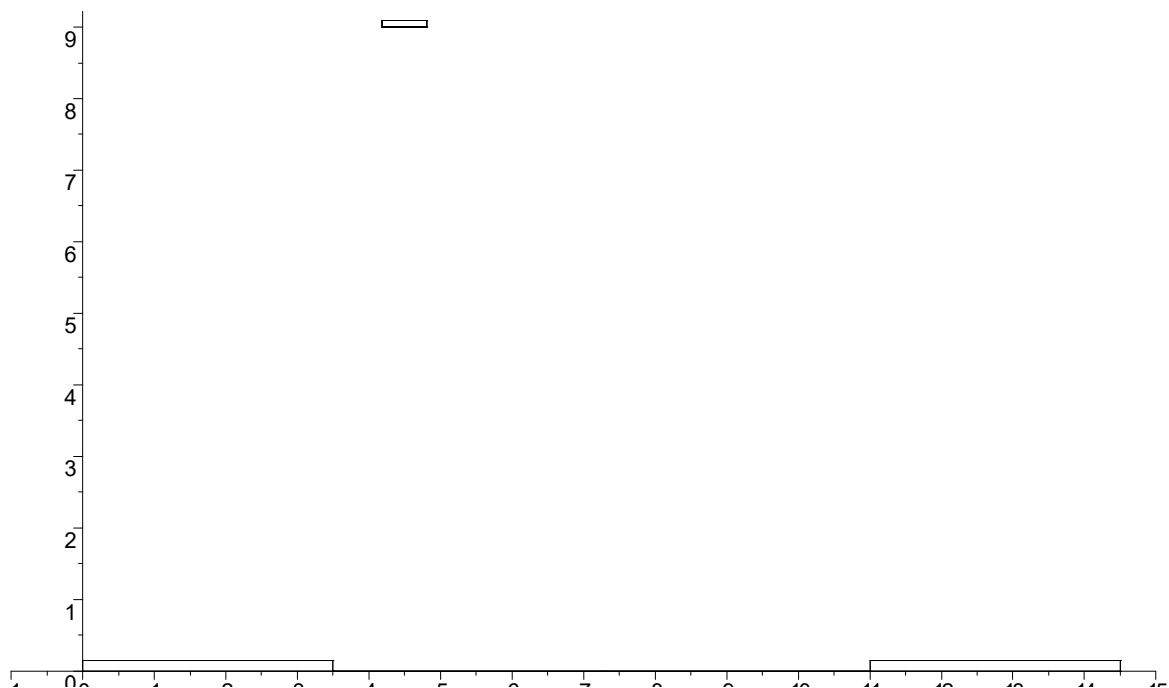
Ore di Funzionamento Annuali [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.009	644

2. Viste Ambiente

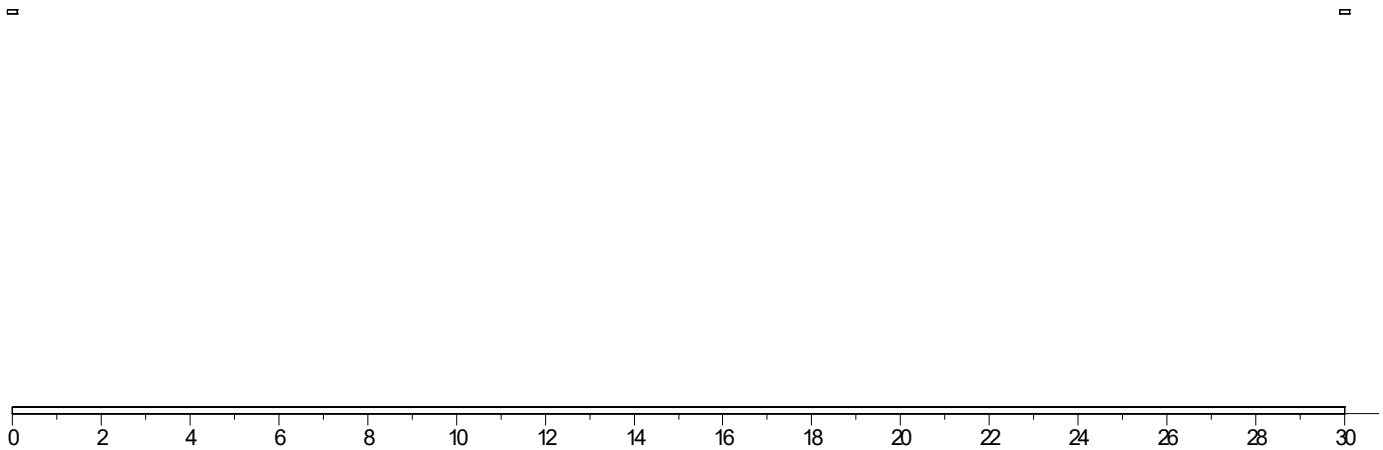
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

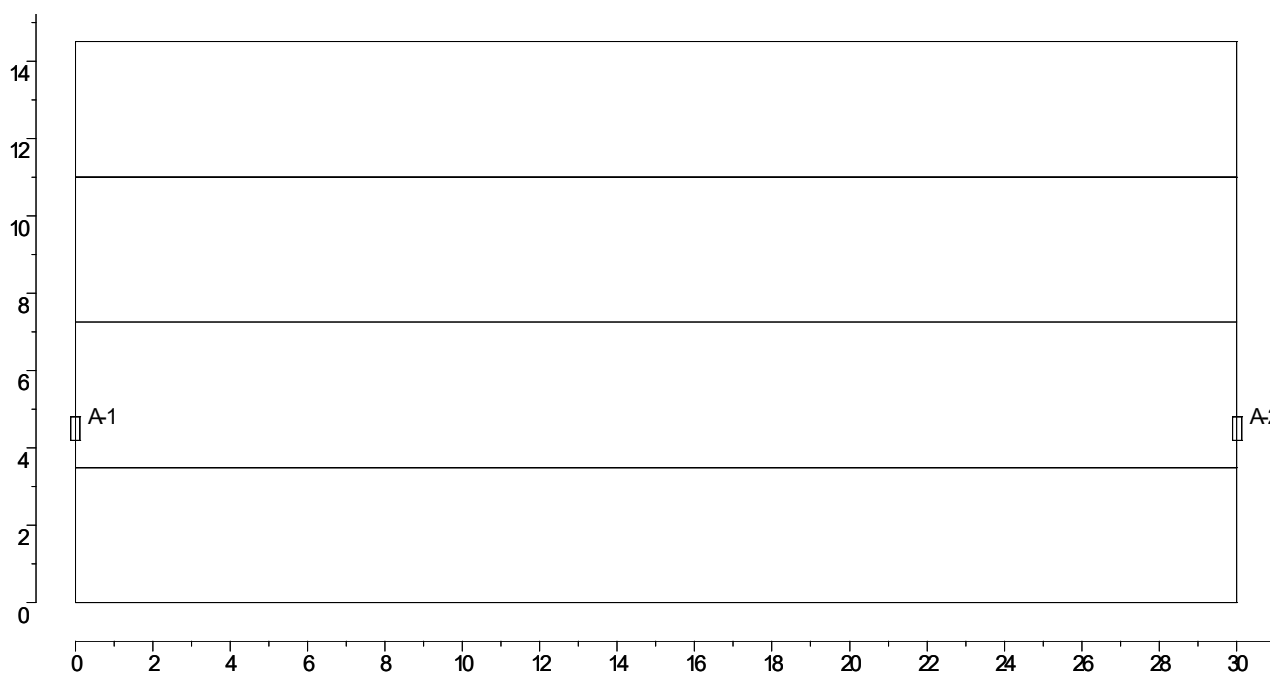


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 4.50 9.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Mini	LED120-4S L96@100kh
A-2	On	100 %	30.00 4.50 9.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Mini	LED120-4S L96@100kh

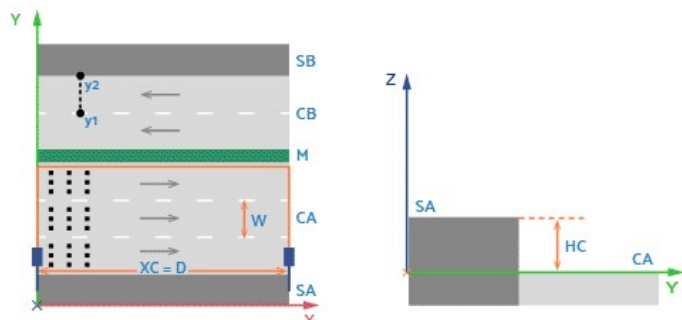
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	LumiStreet Pro gen2 Mini	On	100 %	0.00 4.50 9.00	0.0 -0.0 0.0	0.00 4.50 0.00	0.0
	A-2	LumiStreet Pro gen2 Mini	On	100 %	30.00 4.50 9.00	0.0 -0.0 0.0	30.00 4.50 0.00	0.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

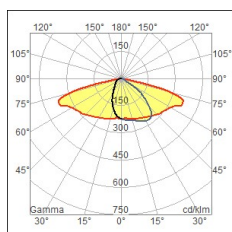
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Carreggiata A	Carrabile			6.00	0.00	6.00	4		0.00	C2	0.0700
	1.1	Corsia 1	--->	3.00	0.00	3.00		3			
	1.2	Corsia 2	<---	3.00	3.00	6.00		3			



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	PHILIPS/2023-09-14 Eulumdat/1 BGP392 T25 DM12 /740 (BGP392 T25 DM12 /740)	B-Tilt = 0LumiStreet Pro gen2 Mini (LVE169121C)	16000.00	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

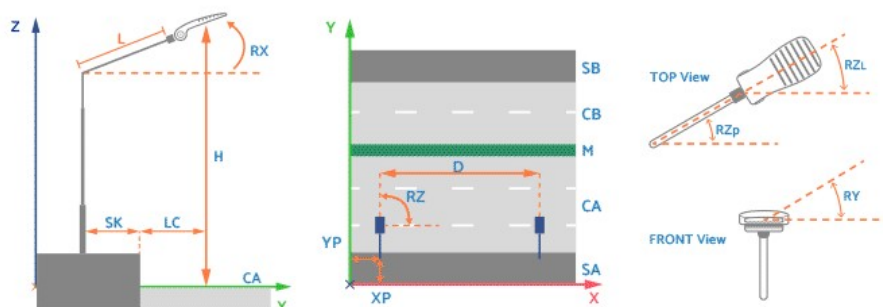


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		LED160-4S L94@100kh	LED160-4S L94@100kh	98.00	-nan(ind)	16000	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	-1.50	0.00	-1.50	10.50	---	30.00	-1.50	0	0	0	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Carreggiata A Risultati

	$L_{AV} = 1.60 \text{ cd/m}^2$ ✓	$U_o(L) = 0.73$ ✓	$U_L = 0.83$ ✓	$f_{TI} = 9 \%$ ✓	$R_{EI} = 0.79$ ✓
Valori di Riferimento - Classe M2 (Asciutto)	$L_{AV} \geq 1.50 \text{ cd/m}^2$	$U_o(L) \geq 0.40$	$U_L \geq 0.70$	$f_{TI} \leq 10 \%$	$R=0.95$ $L=0.79$ $R_{EI} \geq 0.35$
Oss. 1) [x=-60.00 y=1.50] m	$L_{AV} = 1.60 \text{ cd/m}^2$ *	$U_o(L) = 0.74$	$U_L = 0.83$ *		
Oss. 2) [x=90.00 y=4.50] m	$L_{AV} = 1.77 \text{ cd/m}^2$	$U_o(L) = 0.73$ *	$U_L = 0.95$		
Oss.Ti 1) [x=2.25 y=1.50] m				$f_{TI} = 8.68 \%$ *	
Oss.Ti 2) [x=54.75 y=4.50] m				$f_{TI} = 8.61 \%$	
$L_v = 0.24$					

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -
0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	98.00	1.00

Potenza Operativa (P) 98.00 W
 Potenza Aggiuntiva (Pad) 0.00 W
 Potenza Totale di Sistema 98.00 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Carreggiata A	180.00	23.53

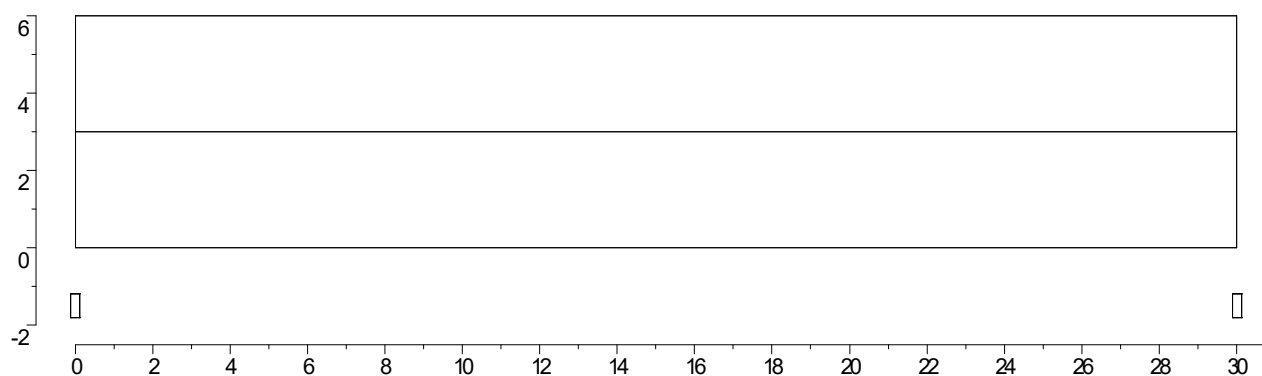
Area da Illuminare (A) 180.00 m²

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

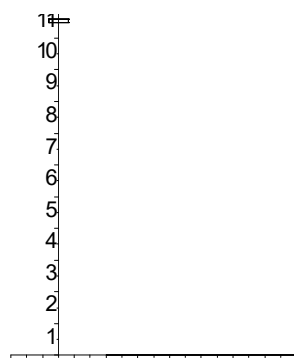
Ore di Funzionamento Annuale [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.023	2178

2. Viste Ambiente

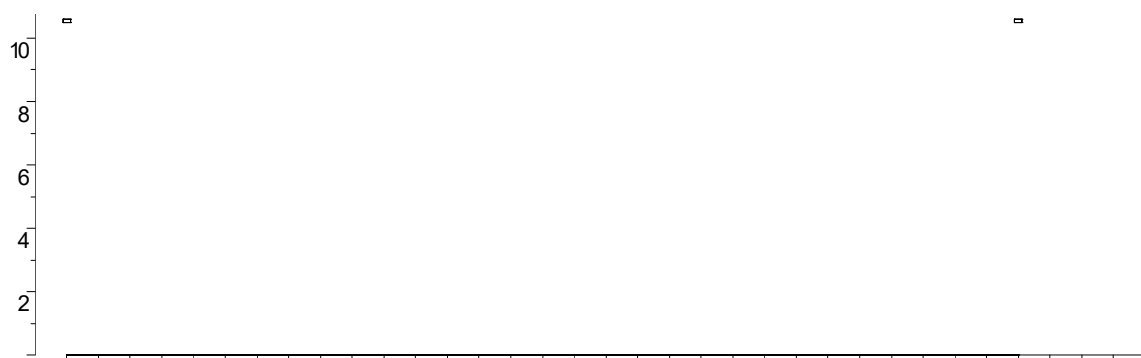
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

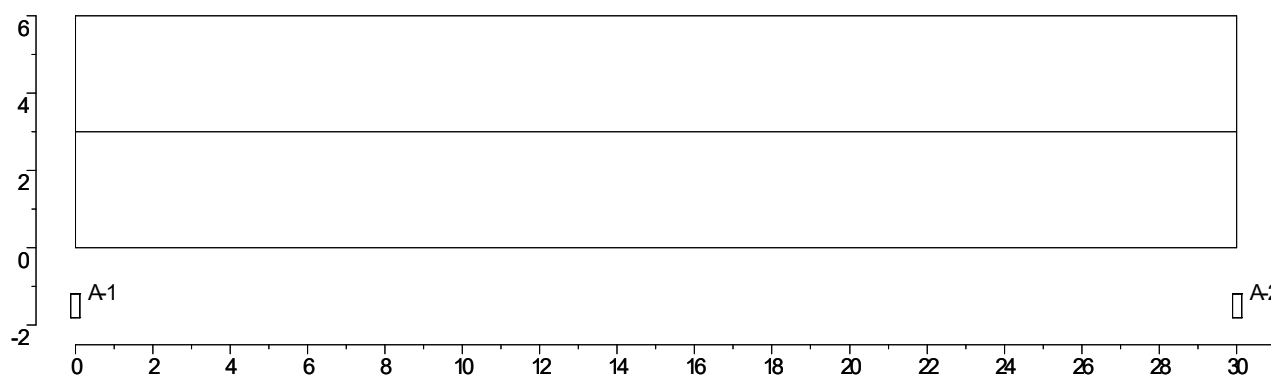


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 -1.50 10.50	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Mini	LED160-4S L94@100kh
A-2	On	100 %	30.00 -1.50 10.50	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Mini	LED160-4S L94@100kh

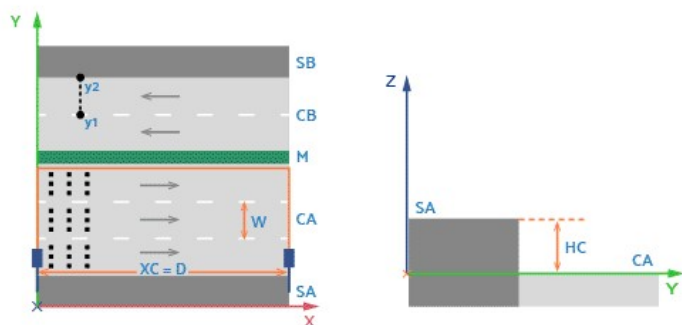
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	LumiStreet Pro gen2 Mini	On	100 %	0.00 -1.50 10.50	0.0 -0.0 0.0	0.00 -1.50 0.00	0.0
	A-2	LumiStreet Pro gen2 Mini	On	100 %	30.00 -1.50 10.50	0.0 -0.0 0.0	30.00 -1.50 0.00	0.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

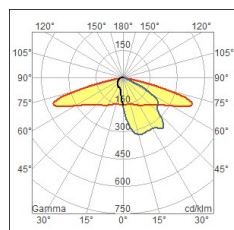
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Marciapiede A Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		--->	2.00	0.00	2.00	3	3	0.15		0.8000
2. Carreggiata A Carrabile				6.00	2.00	8.00	4		0.00	C2	0.0700
	2.1	Corsia 1	--->	3.00	2.00	5.00		3			
	2.2	Corsia 2	<---	3.00	5.00	8.00		3			
3. Marciapiede B Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		<---	1.50	8.00	9.50	3	3	0.15		0.8000



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	PHILIPS/2023-09-14 Eulumdat/1 BGP392 T25 DM52 /740 (BGP392 T25 DM52 /740)	B-Tilt = 0.LumiStreet Pro gen2 Mini (LVEG005800)	9000.00	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

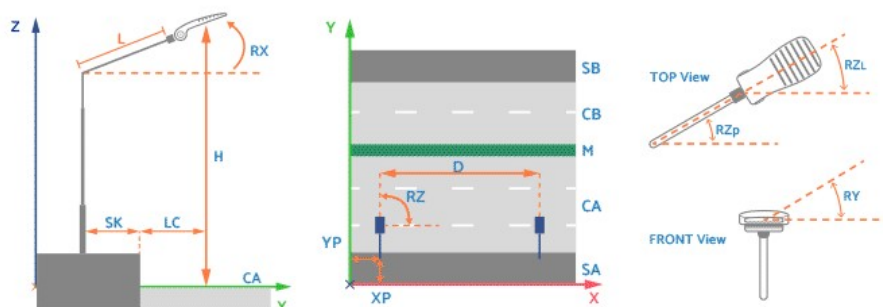


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		LED90-4S L96@100kh	LED90-4S L96@100kh	54.00	-nan(ind)	9000	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altezz.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	0.00	0.00	0.00	8.50	---	27.50	-2.00	0	0	0	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Marciapiede A	Risultati	EAV = 18.0 lux ✓	EMIN = 10.04 lux ✓			
	Valori di Riferimento - Classe P1	EAV ≥ 15.0 lux	EMIN ≥ 3.00 lux			
2 - Carreggiata A	Risultati	LAV = 1.10 cd/m ² ✓	Uo(L) = 0.48 ✓	UL = 0.66 ✓	fTI = 13 % ✓	REI = 0.62 ✓
	Valori di Riferimento - Classe M3 (Asciutto	LAV ≥ 1.00 cd/m ²	Uo(L) ≥ 0.40	UL ≥ 0.60	fTI ≤ 15 %	R=0.75 L=0.62 REI ≥ 0.30
	Oss. 1) [x=-60.00 y=3.50] m	LAV = 1.10 cd/m ² *	Uo(L) = 0.50	UL = 0.70		
	Oss. 2) [x=87.50 y=6.50] m	LAV = 1.21 cd/m ²	Uo(L) = 0.48 *	UL = 0.66 *		
	Oss.Ti 1) [x=5.50 y=3.50] m				fTI = 12.86 % *	
	Oss.Ti 2) [x=22.00 y=6.50] m Lv = 0.24				fTI = 8.21 %	
3 - Marciapiede B	Risultati	EAV = 10.5 lux ✓	EMIN = 7.89 lux ✓			
	Valori di Riferimento - Classe P2	EAV ≥ 10.0 lux	EMIN ≥ 2.00 lux			

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -
0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	54.00	1.00

Potenza Operativa (P)	54.00 W
Potenza Aggiuntiva (Pad)	0.00 W
Potenza Totale di Sistema	54.00 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Marciapiede A	55.00	18.00
Carreggiata A	165.00	17.78
Marciapiede B	41.25	10.50

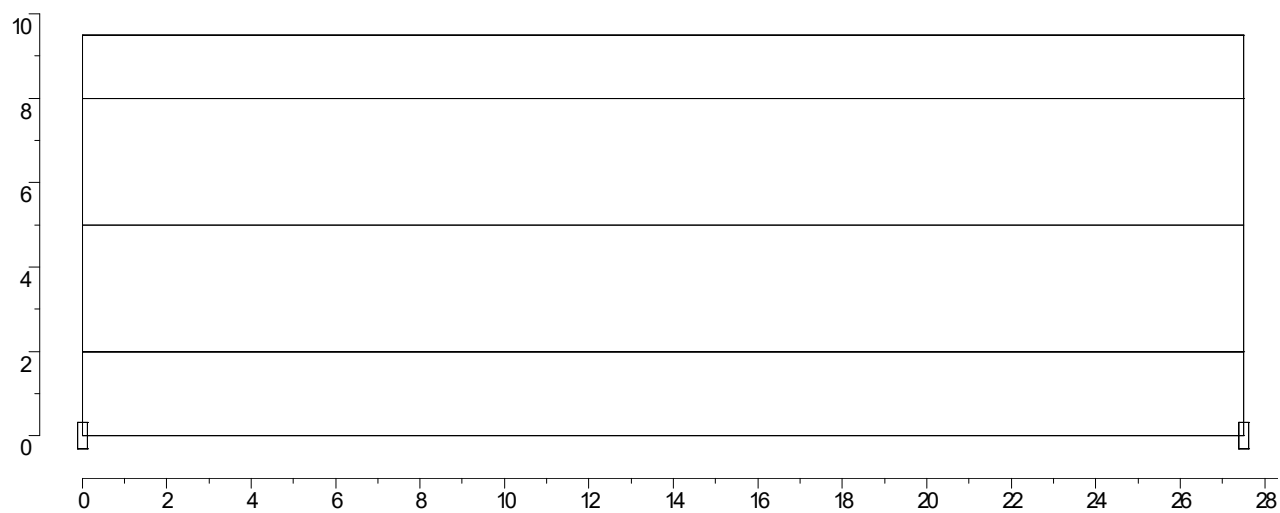
Area da Illuminare (A)	261.25 m²
------------------------	-----------

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

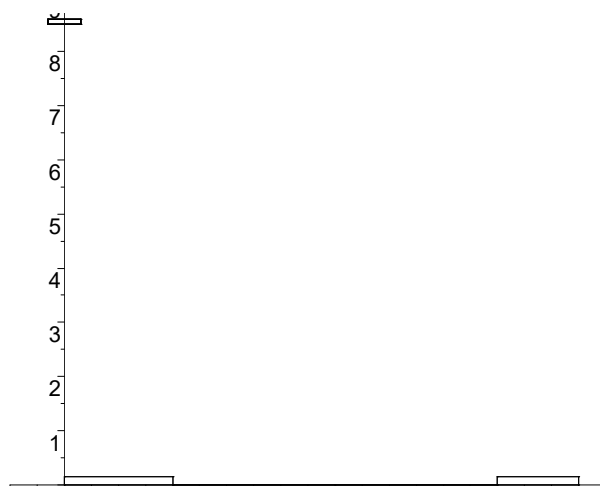
Ore di Funzionamento Annuale [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx·m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.012	827

2. Viste Ambiente

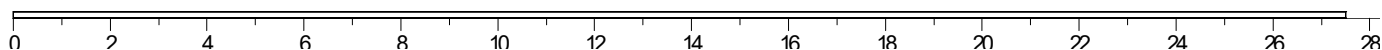
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

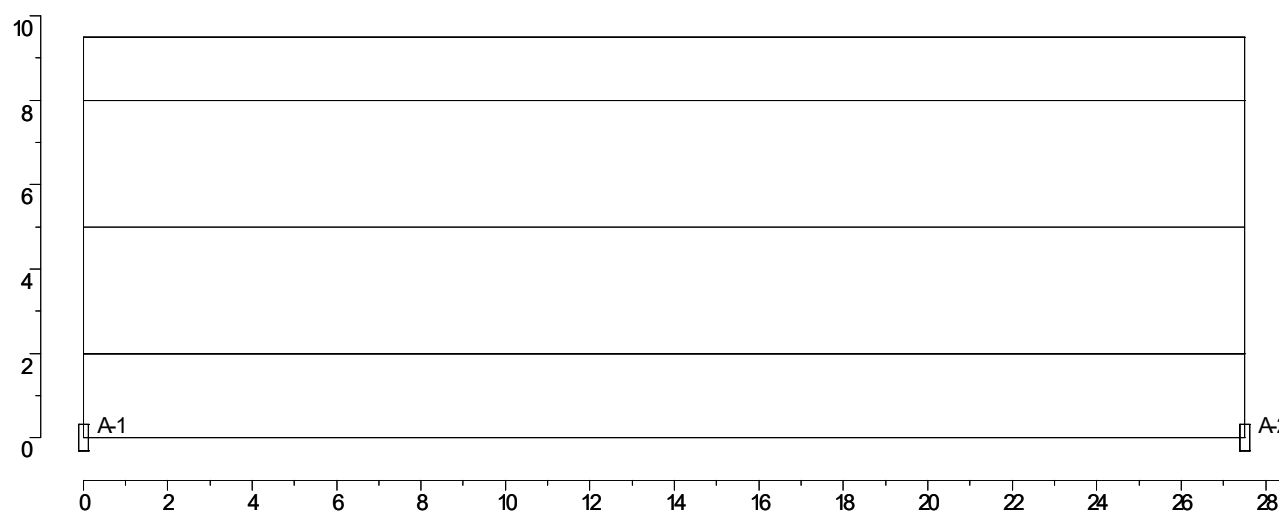


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 0.00 8.50	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Mini	LED90-4S L96@100kh
A-2	On	100 %	27.50 0.00 8.50	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Mini	LED90-4S L96@100kh

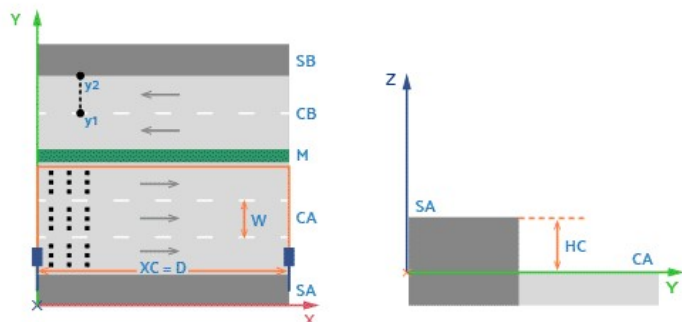
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	LumiStreet Pro gen2 Mini	On	100 %	0.00 0.00 8.50	0.0 -0.0 0.0	0.00 0.00 0.00	0.0
	A-2	LumiStreet Pro gen2 Mini	On	100 %	27.50 0.00 8.50	0.0 -0.0 0.0	27.50 0.00 0.00	0.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

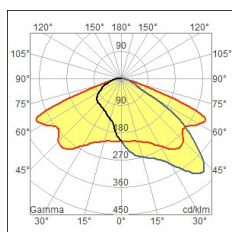
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Carreggiata A	Carrabile			5.00	0.00	5.00	4		0.00	C2	0.0700
	1.1	Corsia 1	--->	2.50	0.00	2.50		3			
	1.2	Corsia 2	<---	2.50	2.50	5.00		3			



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	GMR Enlights REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A (REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A)	REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A	2142.66	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

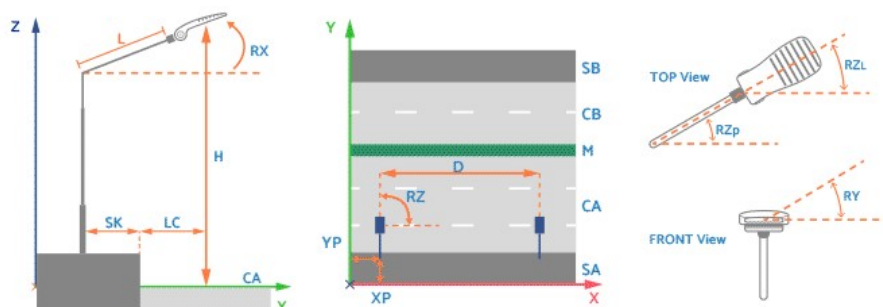


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A	REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A	15.00	0.0	2143	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	---	17.50	0.00	0	0	0	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Carreggiata A

Risultati
Valori di Riferimento - Classe P3

EAV = 8.46 lux ✓
EAV ≥ 7.50 lux

EMIN = 5.37 lux ✓
EMIN ≥ 1.50 lux

Oss. 1) [x=-60.00 y=1.25] m
Oss. 2) [x=77.50 y=3.75] m
Oss.Ti 1) [x=-13.75 y=1.25] m
Oss.Ti 2) [x=31.25 y=3.75] m
Lv = 0.04

LAV = 0.49 cd/m² *
LAV = 0.51 cd/m²

Uo(L) = 0.64
Uo(L) = 0.63 *

UL = 0.77
UL = 0.72 *

$f_{TI} = 4.18 \% *$
 $f_{TI} = 3.01 \%$

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -

0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	15.00	1.00

Potenza Operativa (P)	15.00 W
Potenza Aggiuntiva (Pad)	0.00 W
Potenza Totale di Sistema	15.00 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Carreggiata A	87.50	8.46

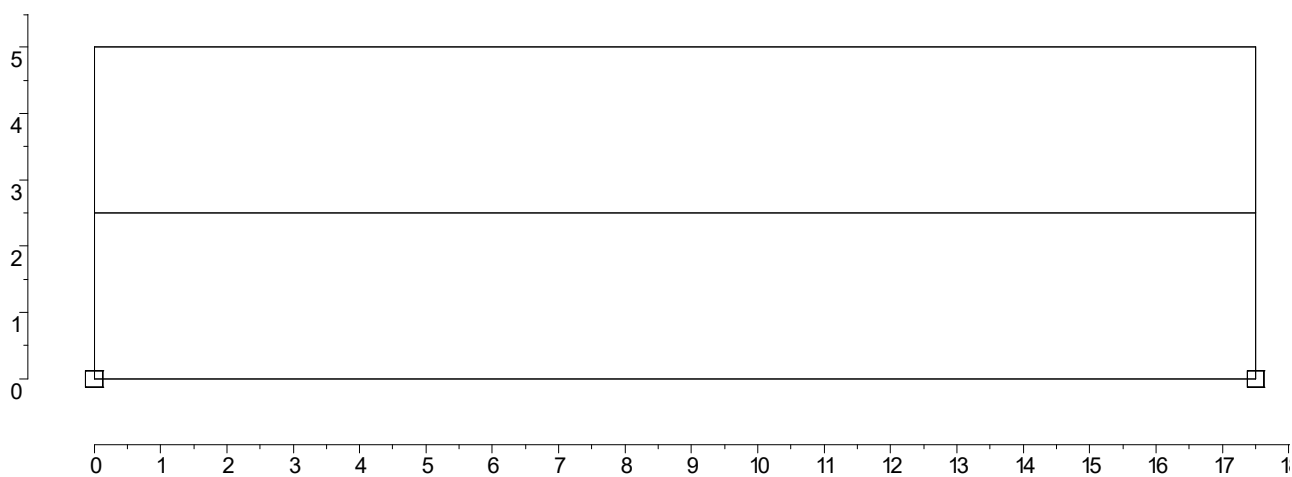
Area da Illuminare (A) 87.50 m²

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

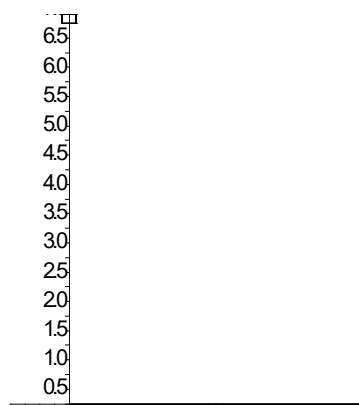
Ore di Funzionamento Annuale [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.020	686

2. Viste Ambiente

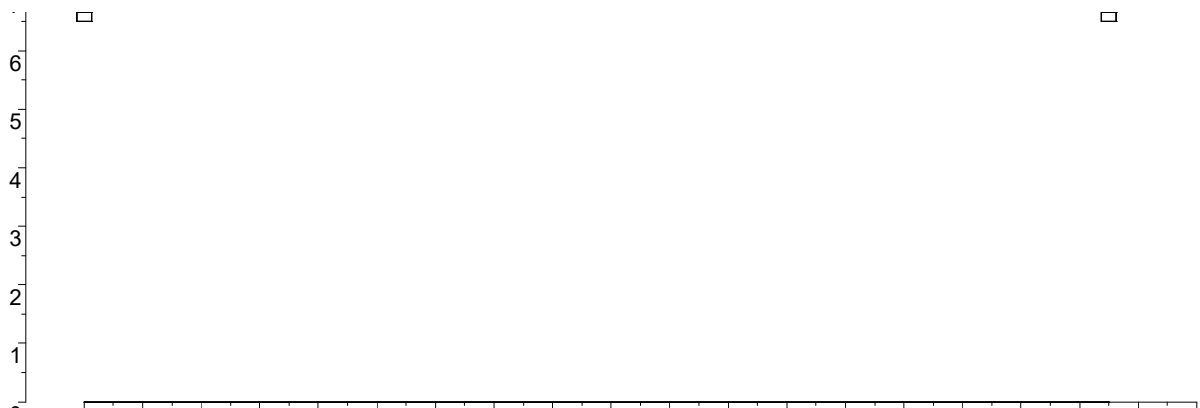
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

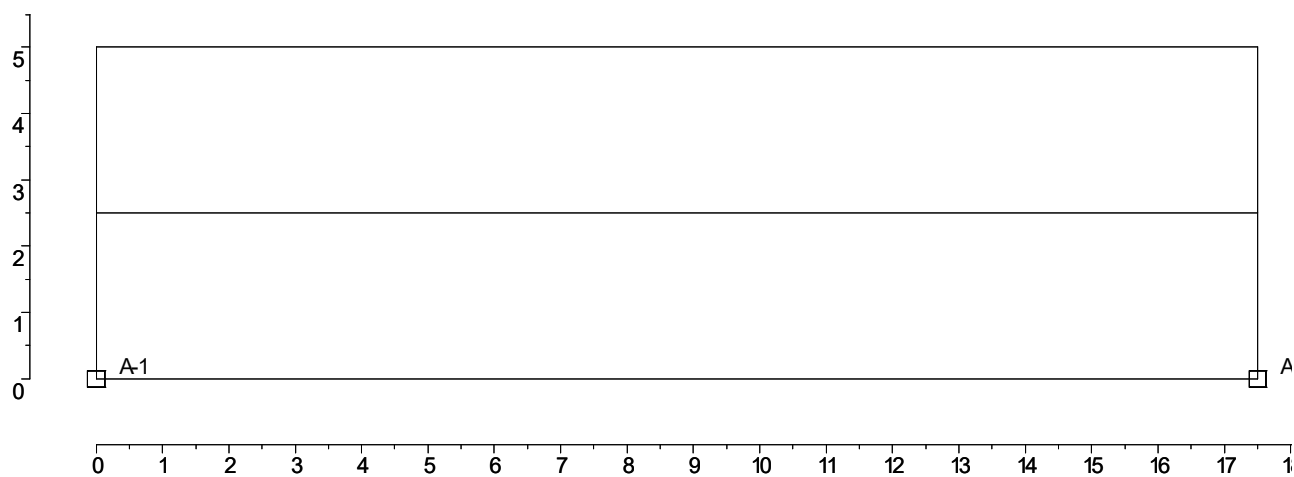


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 0.00 6.50	0.0 -0.0 0.0	REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A	REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A
A-2	On	100 %	17.50 0.00 6.50	0.0 -0.0 0.0	REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A	REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A

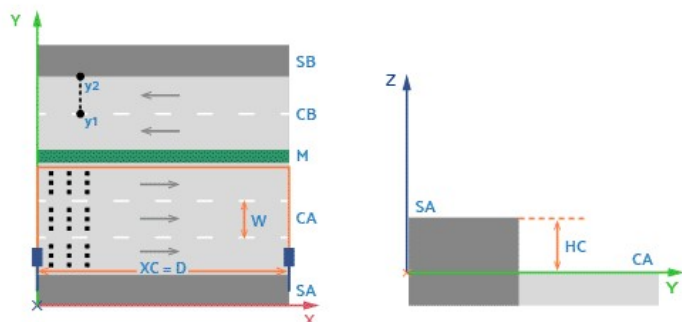
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A	On	100 %	0.00 0.00 6.50	0.0 -0.0 0.0	0.00 0.00 0.00	0.0
	A-2	REF_REL_GF02_SA_525_4K_3A	On	100 %	17.50 0.00 6.50	0.0 -0.0 0.0	17.50 0.00 0.00	0.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

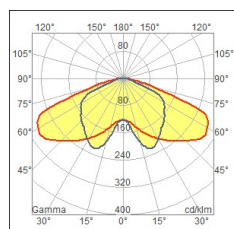
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Marciapiede A Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		--->	5.50	0.00	5.50	4	3	0.15		0.8000



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	GMR Enlights REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A (REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A)	REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A	1547.54	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

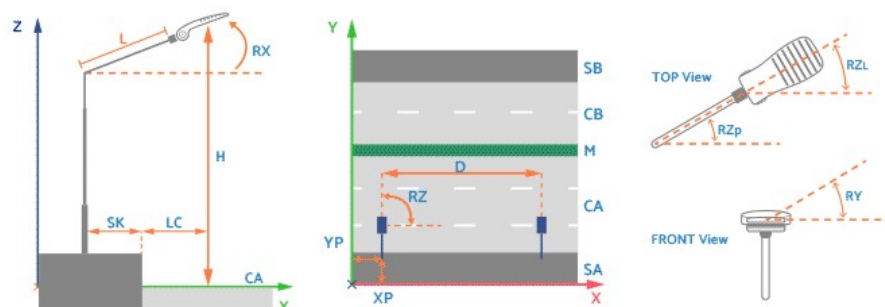


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A	REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A	11.00	0.0	1548	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	5.50	0.00	5.50	5.00	---	10.00	0.00	0	180	180	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Marciapiede A

Risultati
Valori di Riferimento - Classe P3

E_{AV} = 8.62 lux ✓
E_{AV} ≥ 7.50 lux

E_{MIN} = 5.30 lux ✓
E_{MIN} ≥ 1.50 lux

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - R_n -

0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	11.00	1.00

Potenza Operativa (P) 11.00 W
 Potenza Addizionale (Pad) 0.00 W
 Potenza Totale di Sistema 11.00 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Marciapiede A	55.00	8.62

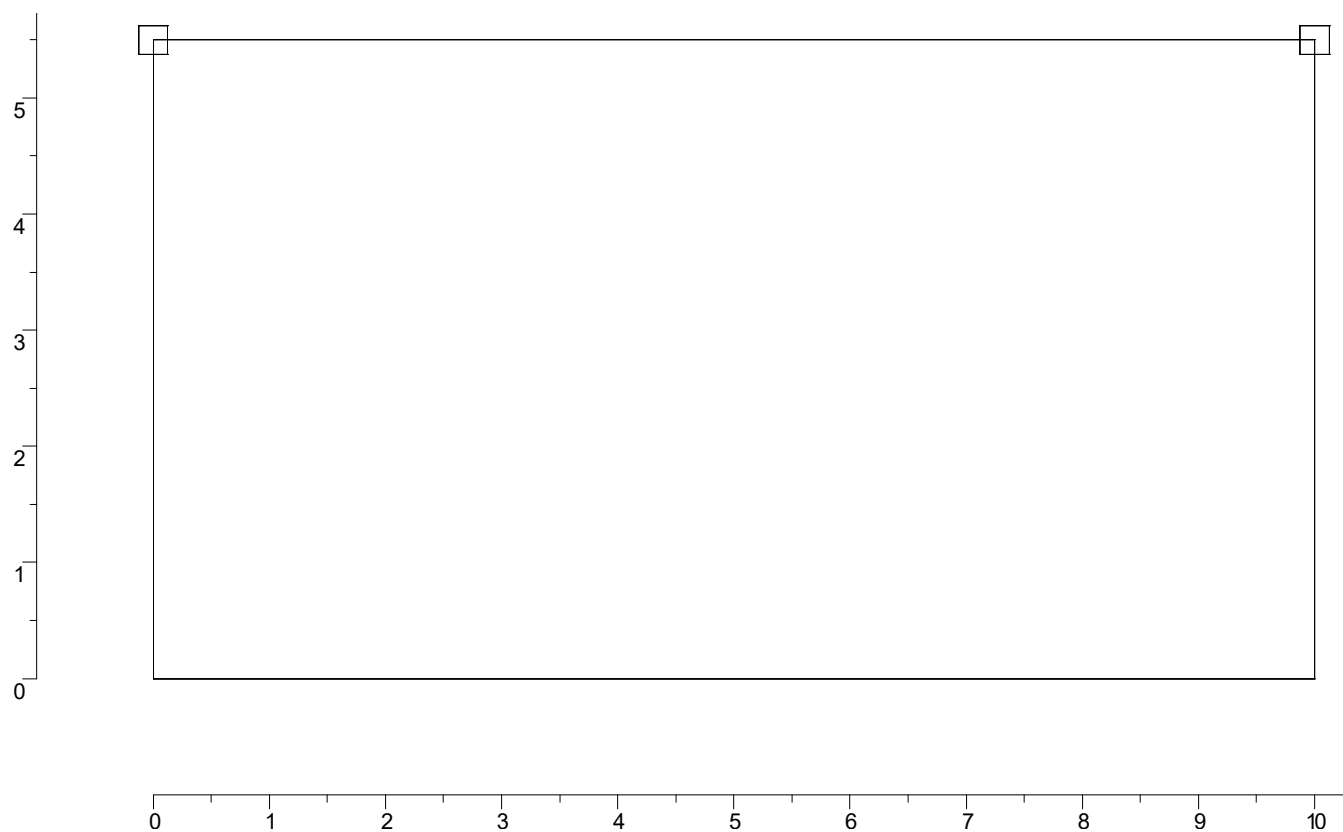
Area da Illuminare (A) 55.00 m²

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

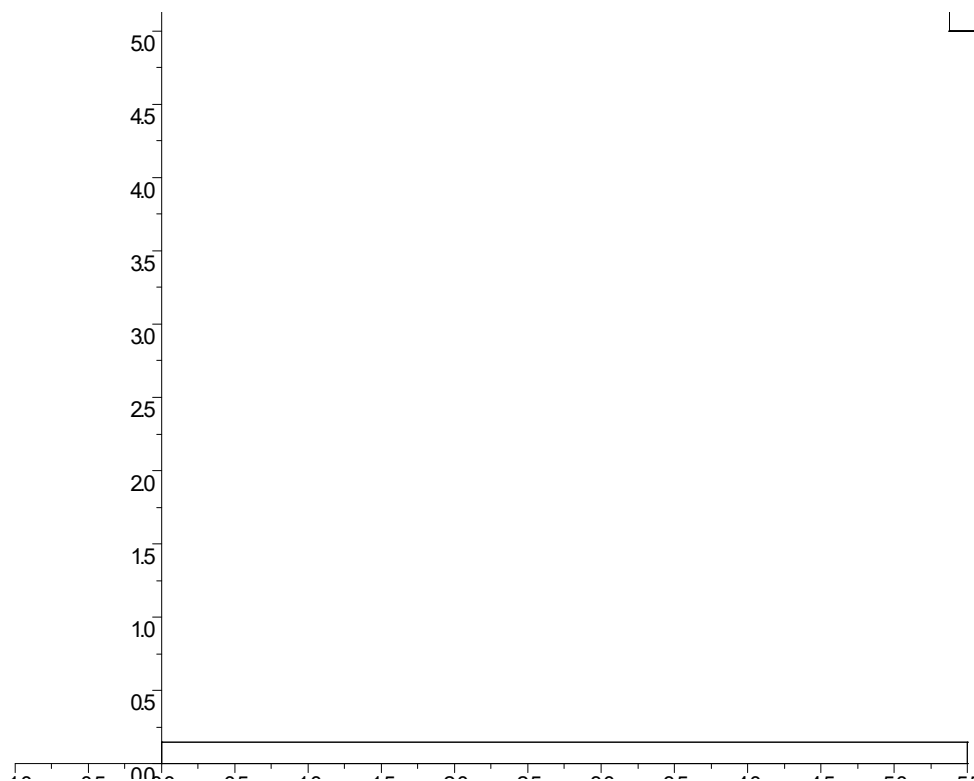
Ore di Funzionamento Annuali [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.023	800

2. Viste Ambiente

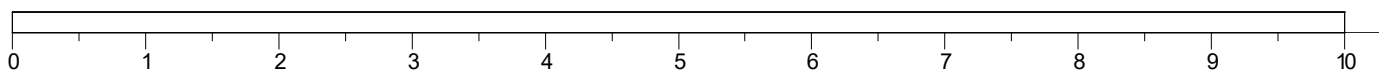
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

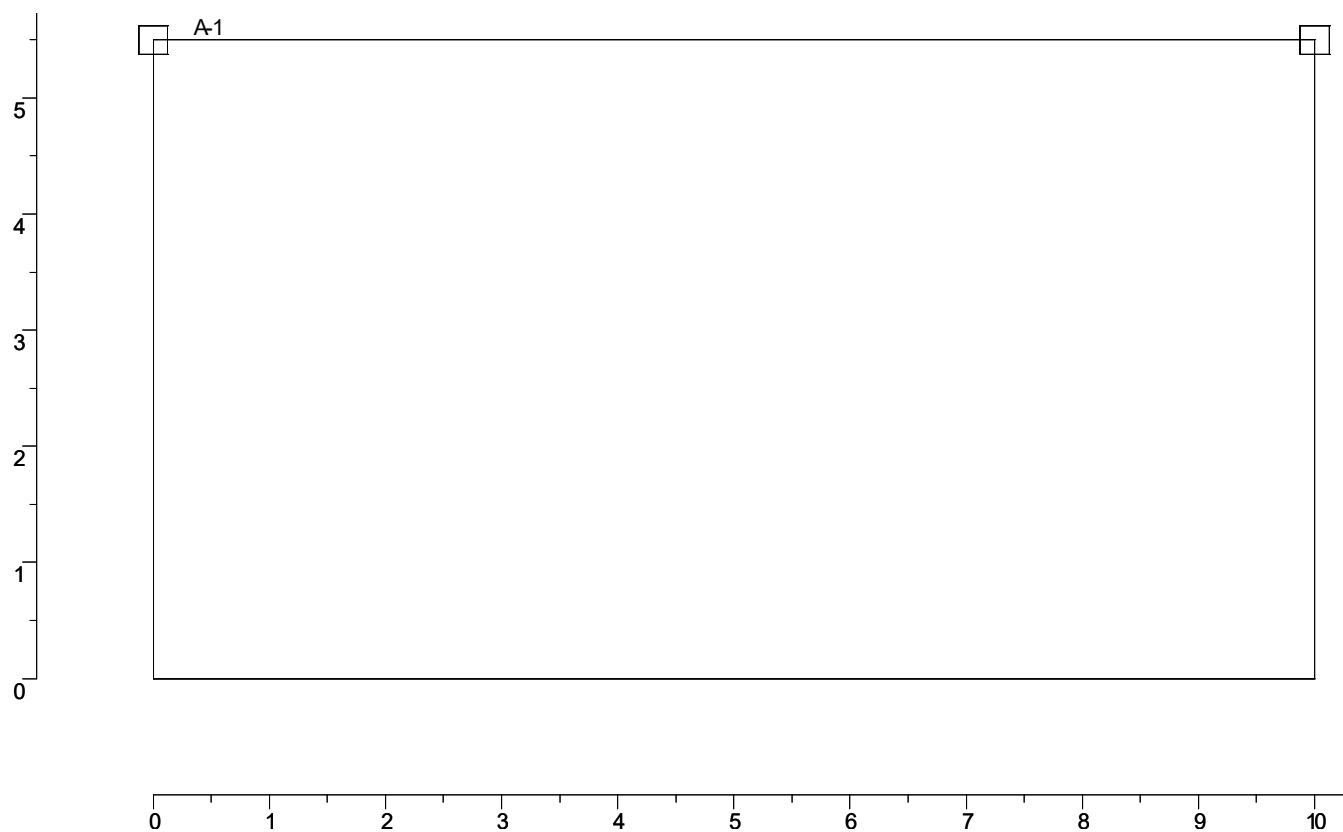


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 5.50 5.00	0.0 -0.0 180.0	REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A	REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A
A-2	On	100 %	10.00 5.50 5.00	0.0 -0.0 180.0	REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A	REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A

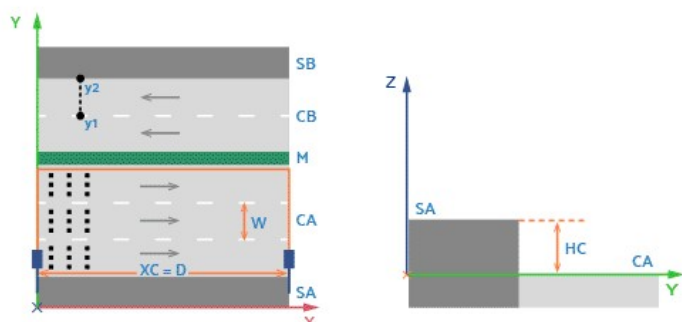
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A	On	100 %	0.00 5.50 5.00	0.0 -0.0 180.0	0.00 5.50 0.00	180.0
	A-2	REF_REL_GF02_SA_350_4K_1A	On	100 %	10.00 5.50 5.00	0.0 -0.0 180.0	10.00 5.50 0.00	180.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

1.1 Informazioni Area

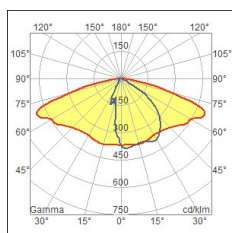
Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Carreggiata A	Carrabile			5.00	0.00	5.00	4		0.00	C2	0.0700
	1.1	Corsia 1	--->	2.50	0.00	2.50		3			
	1.2	Corsia 2	<---	2.50	2.50	5.00		3			



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
------	--	--	-------------	--------------	--------	------------	---------------	-----------	-------------

A AEC ILLUMINAZIONE SRL 20-187-32_01 2490.00 0.85 100 % 255,255,255 2 Sorg-A 1
 ARYA TP 2Z8 STU-M 4.40-1M(20-187-32_01_ARYA TP 2Z8 STU-M 4.40
 (ARYA TP 2Z8 STU-M 4.40-1I)

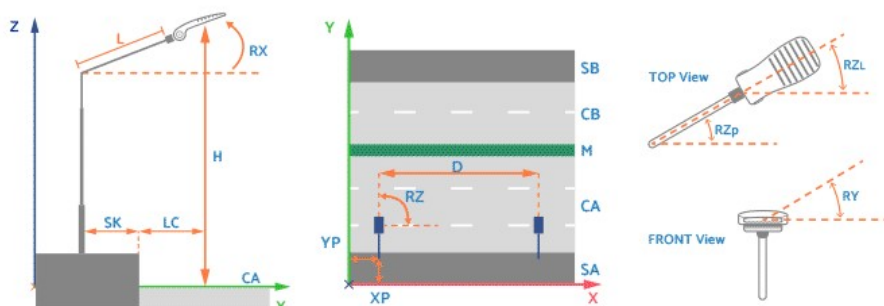


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		L-ARY-2Z8-4000-400-1M-70-25	L-ARY-2Z8-4000-400-1M-70-25	21.50	0.0	2490	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	---	29.50	0.00	0	0	0	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Carreggiata A

Risultati

Valori di Riferimento - Classe C5

EAV = 8.13 lux ✓

EAV ≥ 7.50 lux

Uo(E) = 0.406 ✓

Uo(E) ≥ 0.400

Oss. 1) [x=-60.00 y=1.25] m

Oss. 2) [x=89.50 y=3.75] m

Oss.Ti 1) [x=-12.38 y=1.25] m

Oss.Ti 2) [x=41.88 y=3.75] m

Lv = 0.15

LAV = 0.55 cd/m² *

LAV = 0.59 cd/m²

Uo(L) = 0.40

Uo(L) = 0.40 *

UL = 0.53

UL = 0.52 *

fTI = 13.83 % *

fTI = 7.73 %

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -

0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	21.50	1.00

Potenza Operativa (P)	21.50 W
Potenza Aggiuntiva (Pad)	0.00 W
Potenza Totale di Sistema	21.50 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Carreggiata A	147.50	8.13

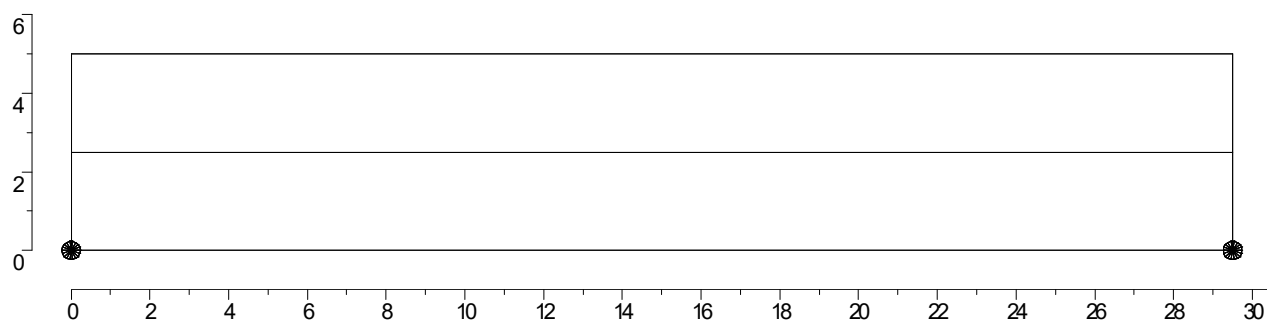
Area da Illuminare (A)	147.50 m²
------------------------	-----------

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

Ore di Funzionamento Annuali [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.018	583

2. Viste Ambiente

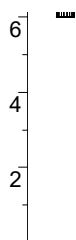
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

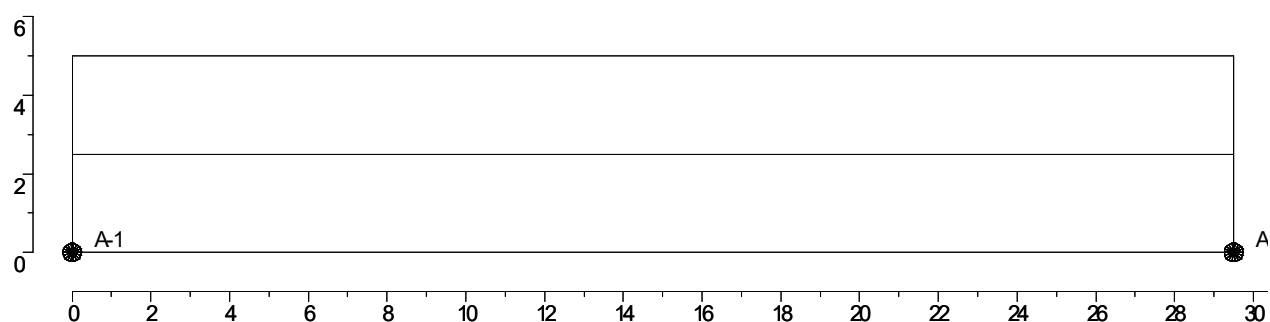
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
0.5

2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 0.00 6.00	0.0 -0.0 0.0	20-187-32_01	L-ARY-2Z8-4000-400-1M-70-25
A-2	On	100 %	29.50 0.00 6.00	0.0 -0.0 0.0	20-187-32_01	L-ARY-2Z8-4000-400-1M-70-25

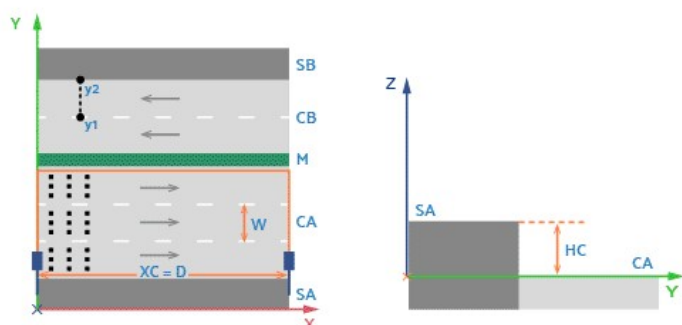
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	20-187-32_01	On	100 %	0.00 0.00 6.00	0.0 -0.0 0.0	0.00 0.00 0.00	0.0
	A-2	20-187-32_01	On	100 %	29.50 0.00 6.00	0.0 -0.0 0.0	29.50 0.00 0.00	0.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

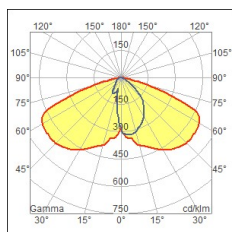
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Marciapiede A Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		--->	5.50	0.00	5.50	4	3	0.15		0.8000



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	AEC ILLUMINAZIONE SRL ARYA TP 2Z8 HC-ST 4.25-1M V(21-123-16_01_ARYA TP 2Z8 HC-ST 4.25-1 (ARYA TP 2Z8 HC-ST 4.25-1M \	21-123-16_01	1470.00	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

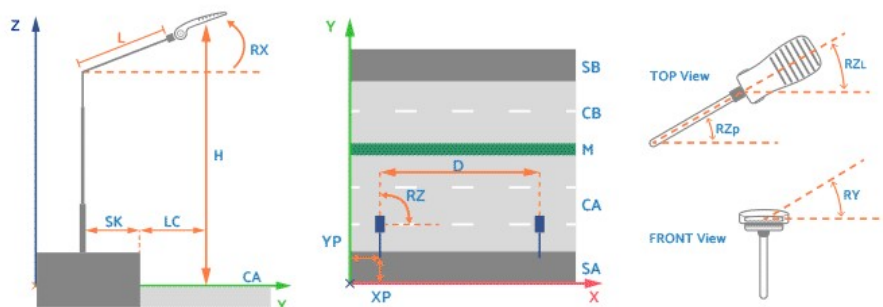


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		L-ARY-2Z8-4000-250-1M-70-25	L-ARY-2Z8-4000-250-1M-70-25	13.50	0.0	1470	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	5.50	-0.00	3.00	5.00	---	15.00	0.00	0	180	180	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Marciapiede A

Risultati
Valori di Riferimento - Classe P2

 $E_{AV} = 10.5 \text{ lux}$ ✓
 $E_{AV} \geq 10.0 \text{ lux}$
 $E_{MIN} = 3.74 \text{ lux}$ ✓
 $E_{MIN} \geq 2.00 \text{ lux}$

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - R_n -

0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	13.50	1.00

Potenza Operativa (P)	13.50 W
Potenza Aggiuntiva (Pad)	0.00 W
Potenza Totale di Sistema	13.50 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Marciapiede A	82.50	10.54

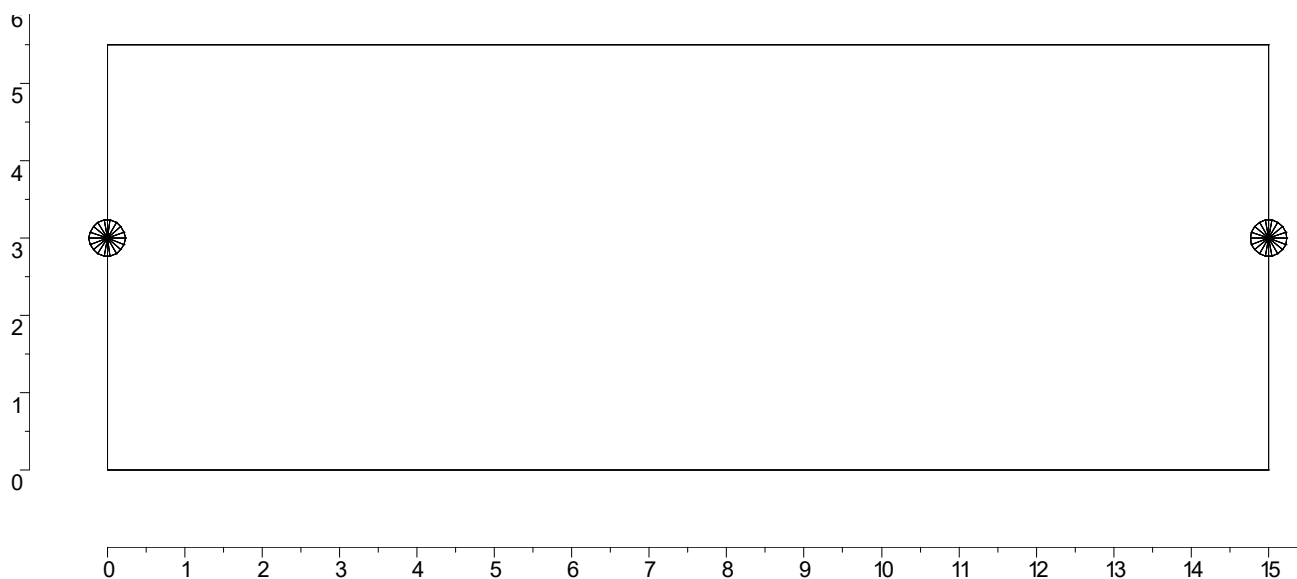
Area da Illuminare (A)	82.50 m²
------------------------	----------

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

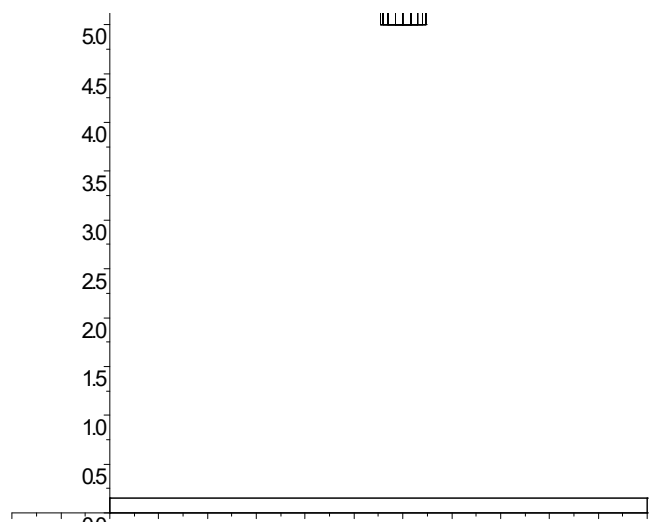
Ore di Funzionamento Annuale [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.016	655

2. Viste Ambiente

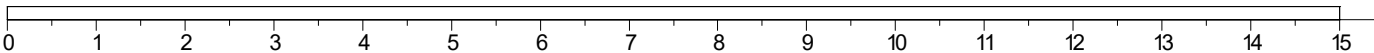
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

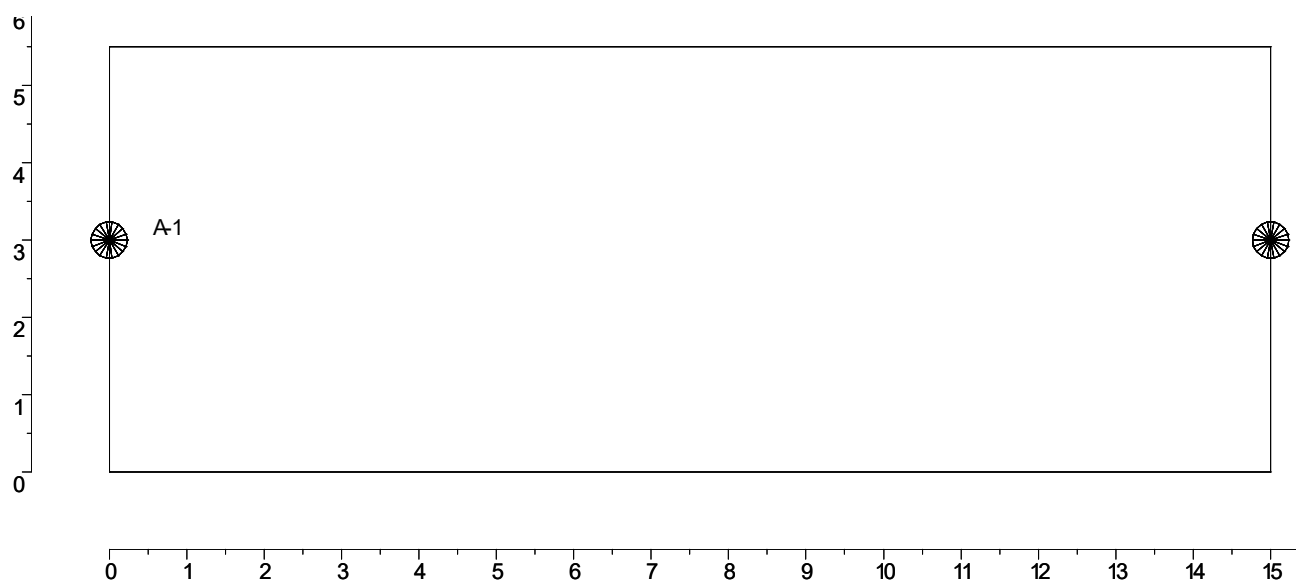


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	-0.00 3.00 5.00	0.0 -0.0 180.0	21-123-16_01	L-ARY-2Z8-4000-250-1M-70-25
A-2	On	100 %	15.00 3.00 5.00	0.0 -0.0 180.0	21-123-16_01	L-ARY-2Z8-4000-250-1M-70-25

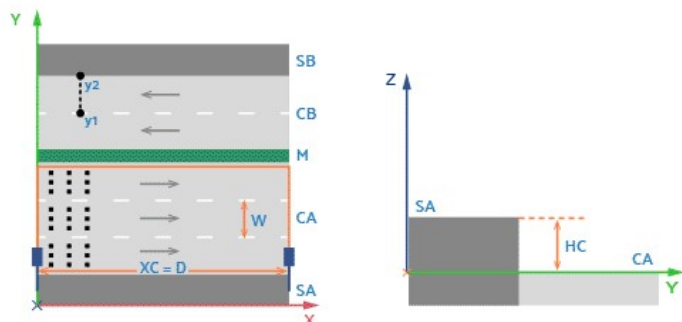
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	21-123-16_01	On	100 %	-0.00 3.00 5.00	0.0 -0.0 180.0	-0.00 3.00 0.00	180.0
	A-2	21-123-16_01	On	100 %	15.00 3.00 5.00	0.0 -0.0 180.0	15.00 3.00 0.00	180.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

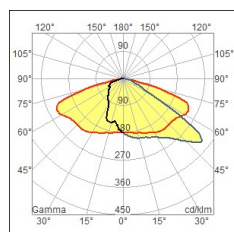
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Carreggiata A	Carrabile			11.00	0.00	11.00	8		0.00	C2	0.0700
	1.1	Corsia 1	--->	5.50	0.00	5.50		3			
	1.2	Corsia 2	<---	5.50	5.50	11.00		3			



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	PHILIPS/2023-09-16 Eulumdat/1 BGP391 T25 DW10 /740 (BGP391 T25 DW10 /740)	B-Tilt = 0LumiStreet Pro gen2 Micrc (LVE160622C)	5000.00	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

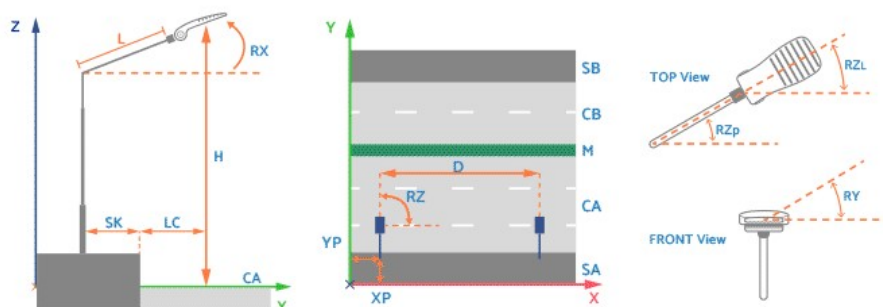


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		LED50-4S L97@100kh	LED50-4S L97@100kh	30.00	-nan(ind)	5000	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	0.00	0.00	2.00	7.00	---	25.00	2.00	0	0	0	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Carreggiata A Risultati

	$L_{AV} = 0.56 \text{ cd/m}^2$ ✓	$U_o(L) = 0.57$ ✓	$U_L = 0.81$ ✓	$f_{TI} = 9 \%$ ✓	$R_{EI} = 0.35$ ✓
Valori di Riferimento - Classe M5 (Asciutto)	$L_{AV} \geq 0.50 \text{ cd/m}^2$	$U_o(L) \geq 0.35$	$U_L \geq 0.40$	$f_{TI} \leq 15 \%$	$R=0.37$ $L=0.35$ $R_{EI} \geq 0.30$
Oss. 1) [x=-60.00 y=2.75] m	$L_{AV} = 0.56 \text{ cd/m}^2$ *	$U_o(L) = 0.59$	$U_L = 0.81$ *		
Oss. 2) [x=85.00 y=8.25] m	$L_{AV} = 0.59 \text{ cd/m}^2$	$U_o(L) = 0.57$ *	$U_L = 0.83$		
Oss.Ti 1) [x=-15.12 y=2.75] m				$f_{TI} = 8.64 \%$ *	
Oss.Ti 2) [x=40.12 y=8.25] m				$f_{TI} = 5.46 \%$	
$L_v = 0.10$					

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -
0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	30.00	1.00

Potenza Operativa (P) 30.00 W
 Potenza Addizionale (Pad) 0.00 W
 Potenza Totale di Sistema 30.00 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Carreggiata A	275.00	9.35

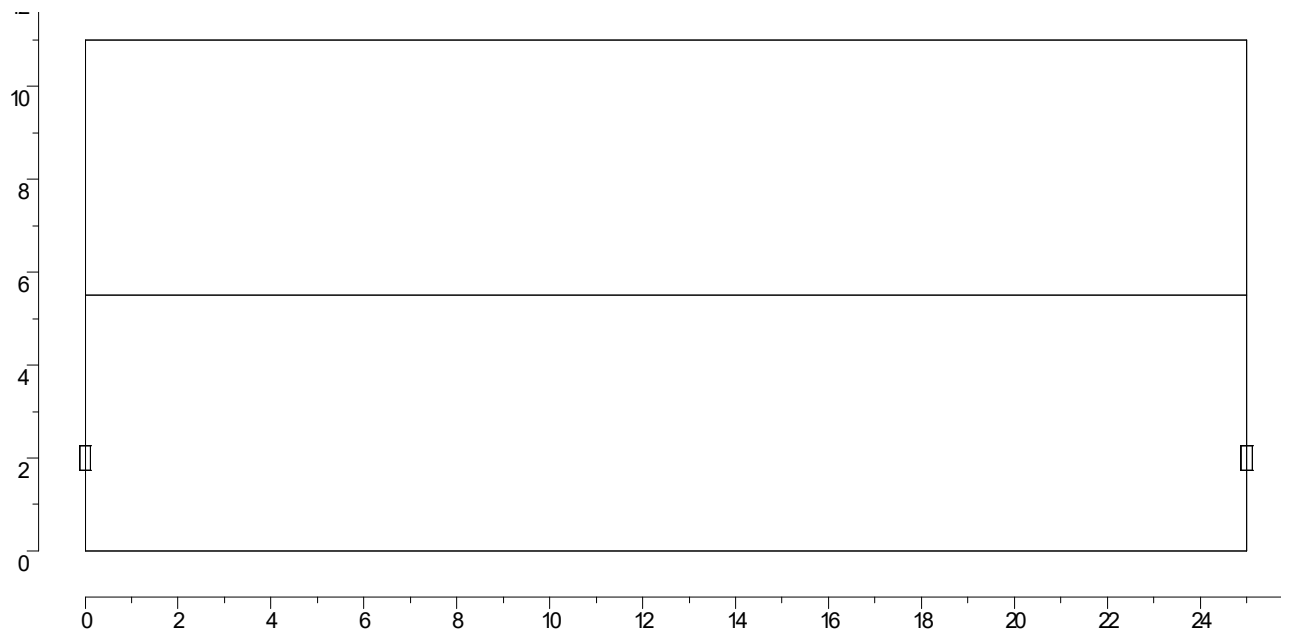
Area da Illuminare (A) 275.00 m²

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

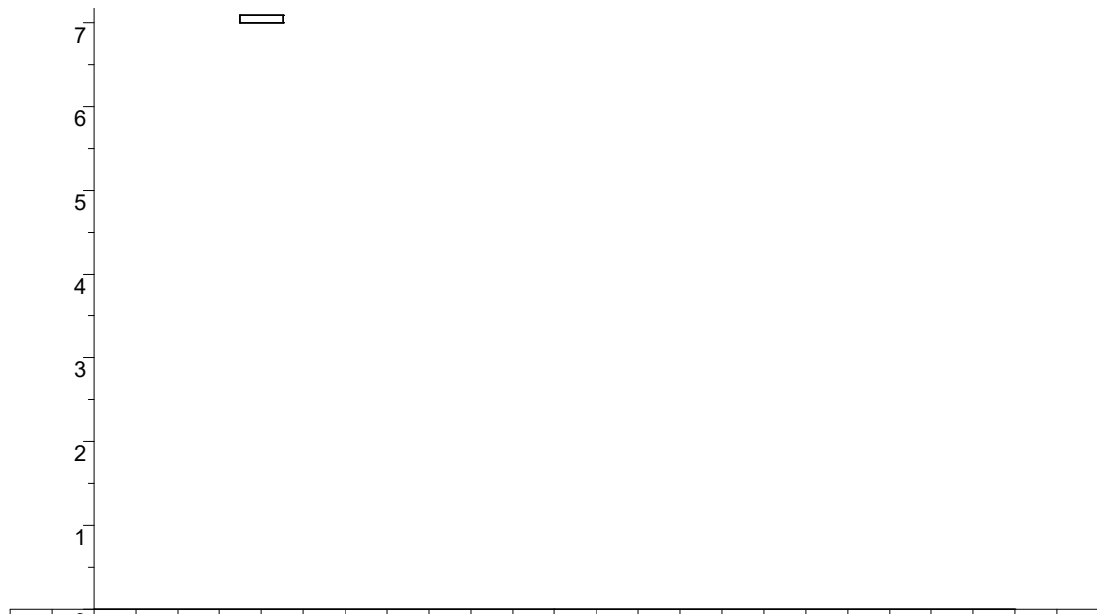
Ore di Funzionamento Annuali [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.012	436

2. Viste Ambiente

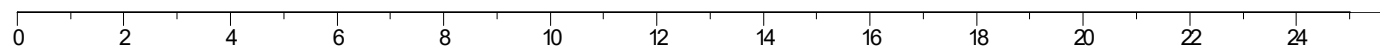
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

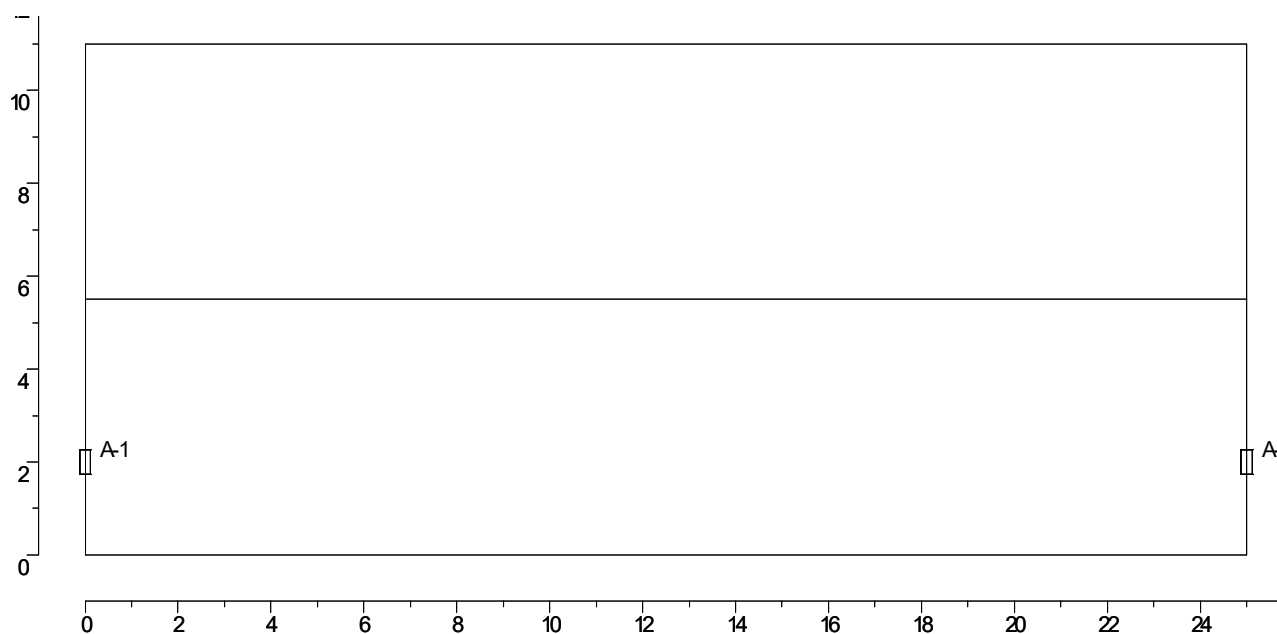


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 2.00 7.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Micro	LED50-4S L97@100kh
A-2	On	100 %	25.00 2.00 7.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Micro	LED50-4S L97@100kh

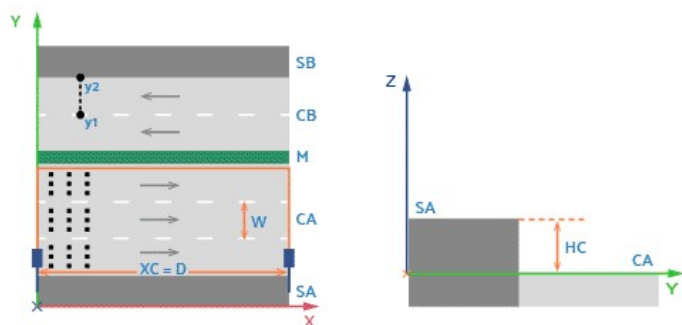
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	LumiStreet Pro gen2 Micro	On	100 %	0.00 2.00 7.00	0.0 -0.0 0.0	0.00 2.00 0.00	0.0
	A-2	LumiStreet Pro gen2 Micro	On	100 %	25.00 2.00 7.00	0.0 -0.0 0.0	25.00 2.00 0.00	0.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

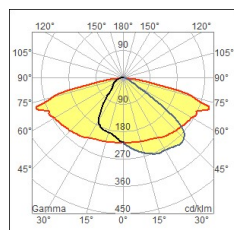
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Marciapiede A Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		--->	1.00	0.00	1.00	3	3	0.15		0.8000
2. Carreggiata A Carrabile				7.00	1.00	8.00	5		0.00	C2	0.0700
	2.1	Corsia 1	--->	3.50	1.00	4.50		3			
	2.2	Corsia 2	<---	3.50	4.50	8.00		3			
3. Marciapiede B Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		<---	1.00	8.00	9.00	3	3	0.15		0.8000



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	PHILIPS/2023-09-16 Eulumdat/1 BGP391 T25 DM10 /740 (BGP391 T25 DM10 /740)	B-Tilt = 0LumiStreet Pro gen2 Micrc (LVM162120C)	3000.00	0.85	100 %	255,255,255	3	Sorg-A	1

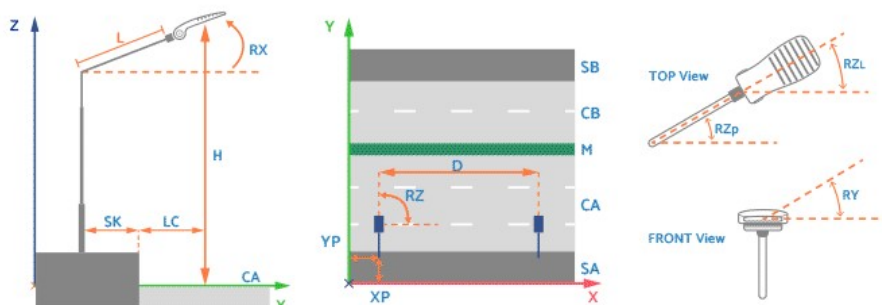


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		LED30-4S L97@100kh	LED30-4S L97@100kh	19.20	-nan(ind)	3000	4000	3

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	---	22.50	-1.00	0	0	0	0
Fila B	A	11.25	9.00	11.25	9.00	8.00	---	22.50	-1.00	0	180	180	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Marciapiede A Risultati	EAV = 11.3 lux ✓	EMIN = 8.79 lux ✓			
Valori di Riferimento - Classe P2	EAV ≥ 10.0 lux	EMIN ≥ 2.00 lux			
2 - Carreggiata A Risultati	LAV = 0.83 cd/m ² ✓	Uo(L) = 0.91 ✓	UL = 0.95 ✓	f _{TI} = 5 % ✓	REI = 0.75 ✓
Valori di Riferimento - Classe M4 (Asciutto)	LAV ≥ 0.75 cd/m ²	Uo(L) ≥ 0.40	UL ≥ 0.60	f _{TI} ≤ 15 %	R=0.75 L=0.75 REI ≥ 0.30
Oss. 1) [x=-60.00 y=2.75] m	LAV = 0.83 cd/m ² *	Uo(L) = 0.91 *	UL = 0.95		
Oss. 2) [x=82.50 y=6.25] m	LAV = 0.83 cd/m ²	Uo(L) = 0.91	UL = 0.95 *		
Oss.Ti 1) [x=-6.62 y=2.75] m				f _{TI} = 5.01 % *	
Oss.Ti 2) [x=40.38 y=6.25] m				f _{TI} = 5.01 %	
Lv = 0.08					
3 - Marciapiede B Risultati	EAV = 11.3 lux ✓	EMIN = 8.79 lux ✓			
Valori di Riferimento - Classe P2	EAV ≥ 10.0 lux	EMIN ≥ 2.00 lux			

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -
0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	19.20	1.00
Fila B	19.20	1.00

Potenza Operativa (P) 38.40 W
 Potenza Aggiuntiva (Pad) 0.00 W
 Potenza Totale di Sistema 38.40 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Marciapiede A	22.50	11.26
Carreggiata A	157.50	12.64
Marciapiede B	22.50	11.26

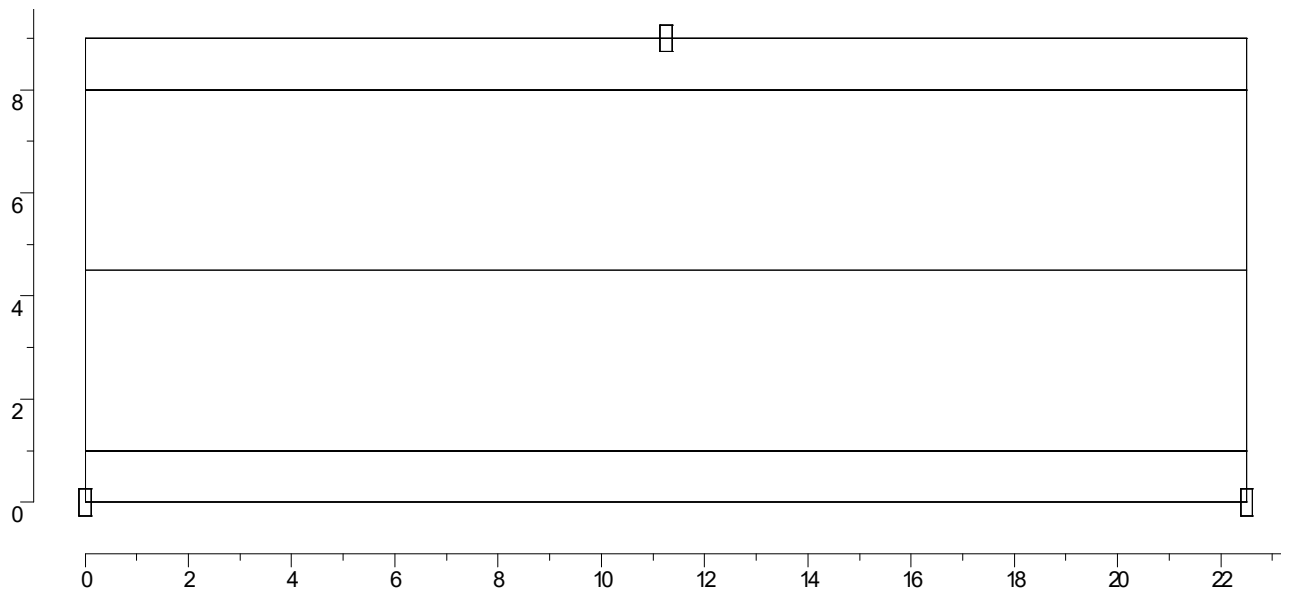
Area da Illuminare (A) 202.50 m²

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

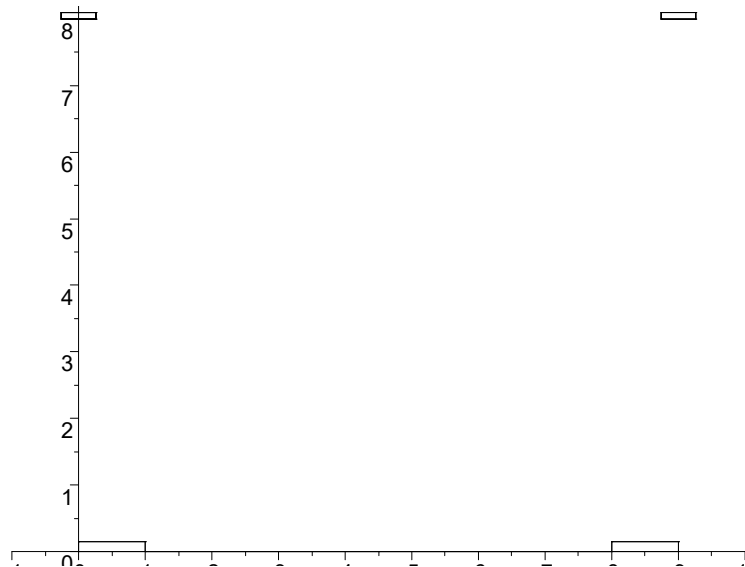
Ore di Funzionamento Annuali [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.015	759

2. Viste Ambiente

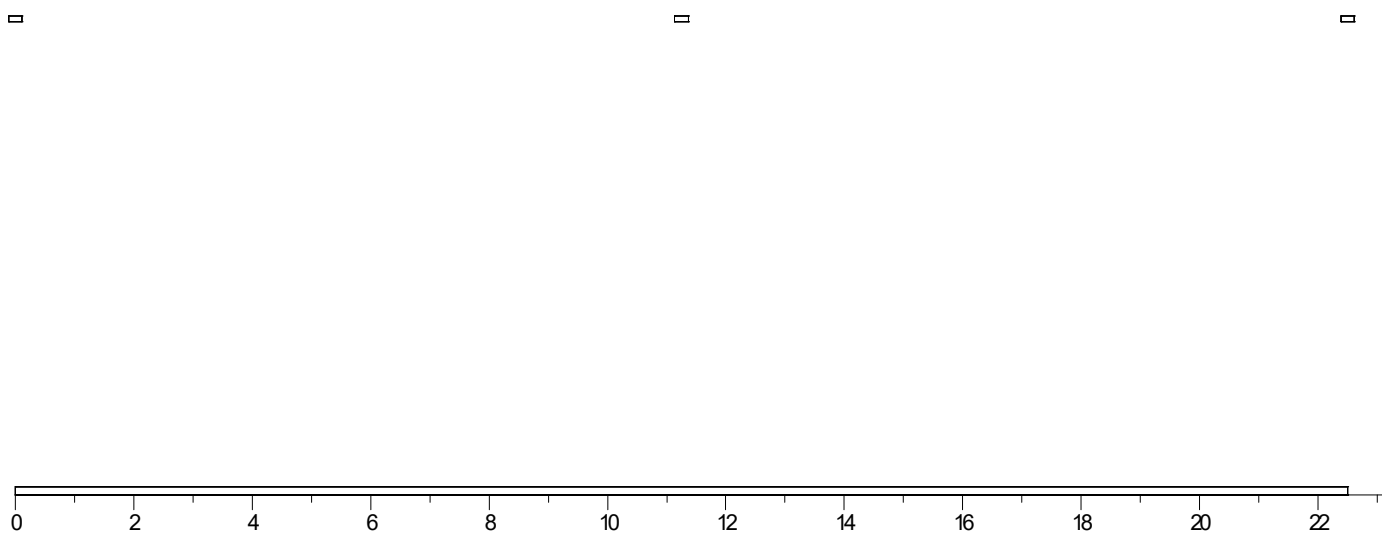
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

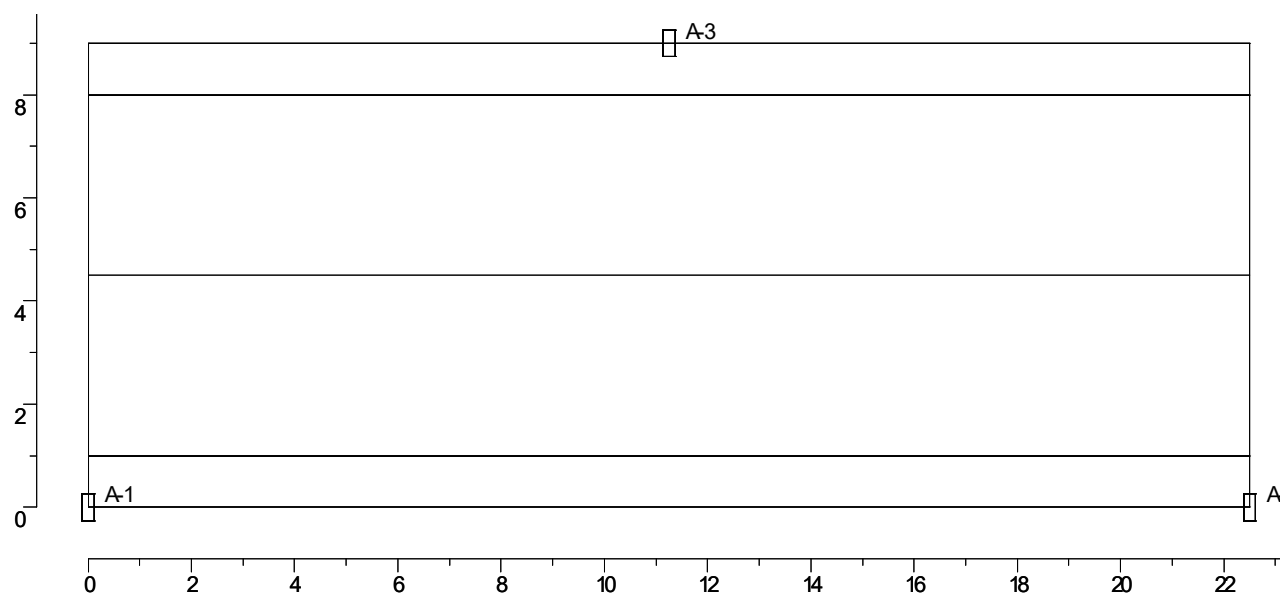


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 0.00 8.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Micro	LED30-4S L97@100kh
A-2	On	100 %	22.50 0.00 8.00	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Micro	LED30-4S L97@100kh
A-3	On	100 %	11.25 9.00 8.00	0.0 -0.0 180.0	LumiStreet Pro gen2 Micro	LED30-4S L97@100kh

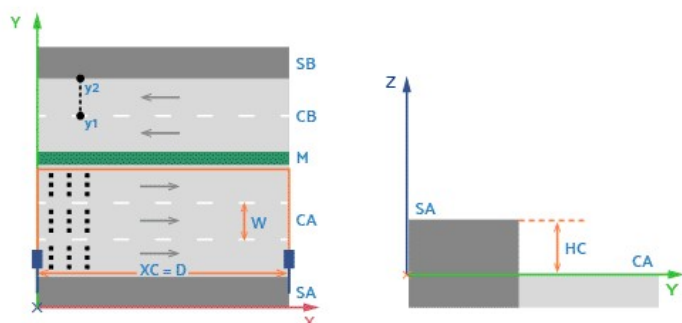
3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	LumiStreet Pro gen2 Micro	On	100 %	0.00 0.00 8.00	0.0 -0.0 0.0	0.00 0.00 0.00	0.0
	A-2	LumiStreet Pro gen2 Micro	On	100 %	22.50 0.00 8.00	0.0 -0.0 0.0	22.50 0.00 0.00	0.0
	A-3	LumiStreet Pro gen2 Micro	On	100 %	11.25 9.00 8.00	0.0 -0.0 180.0	11.25 9.00 0.00	180.0

1. Dati Riepilogativi Progetto e Risultati

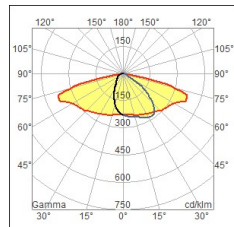
1.1 Informazioni Area

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (E)	Pt.Calc.Y (L)	Alt. Zona [m] (HC)	Tabella R	Coeff.Rifl. Fattore q0
1. Marciapiede A Pista Ciclo/Pedonale	Marciapiede		--->	1.50	0.00	1.50	3	3	0.15		0.8000
2. Carreggiata A Carrabile				7.00	1.50	8.50	5		0.00	C2	0.0700
	2.1	Corsia 1	--->	3.50	1.50	5.00		3			
	2.2	Corsia 2	<---	3.50	5.00	8.50		3			



1.2 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Produttore Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Flusso [lm]	Coeff. Mant.	Dimmer	Colore RGB	Apparecchi n.	Rif.Sorg.	Sorgenti n.
A	PHILIPS/2023-09-16 Eulumdat/1 BGP391 T25 DM12 /740	B-Tilt = 0LumiStreet Pro gen2 Micrc (LVE169121C)	7000.00	0.85	100 %	255,255,255	2	Sorg-A	1

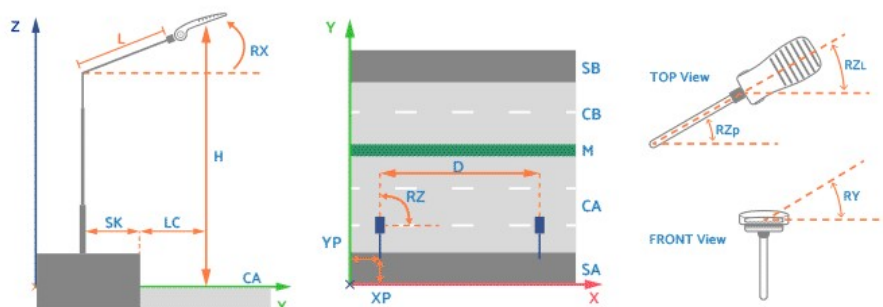


1.3 Informazioni Sorgenti

Rif.Sorg.	Produttore	Nome	Codice	Potenza [W]	Corrente [mA]	Flusso [lm]	Colore [K]	n.
Sorg-A		LED70-4S L95@100kh	LED70-4S L95@100kh	43.00	-nan(ind)	7000	4000	2

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	LC [m] (L)	Ang.Incl. [°] (RX)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	1.50	0.00	1.50	8.50	---	32.50	0.00	0	0	0	0



1.5 Risultati dei Calcoli e Parametri di Uniformità

Riepilogo Risultati dei Calcoli

EN 13201:2015

1 - Marciapiede A Risultati		EAV = 10.8 lux ✓	EMIN = 5.09 lux ✓			
Valori di Riferimento - Classe P2		EAV ≥ 10.0 lux	EMIN ≥ 2.00 lux			
2 - Carreggiata A Risultati		LAV = 0.83 cd/m ² ✓	Uo(L) = 0.60 ✓	UL = 0.78 ✓	fTI = 10 % ✓	REI = 0.53 ✓
Valori di Riferimento - Classe M4 (Asciutto)		LAV ≥ 0.75 cd/m ²	Uo(L) ≥ 0.40	UL ≥ 0.60	fTI ≤ 15 %	R=0.76 L=0.53 REI ≥ 0.30
Oss. 1) [x=-60.00 y=3.25] m		LAV = 0.83 cd/m ² *	Uo(L) = 0.62	UL = 0.93		
Oss. 2) [x=92.50 y=6.75] m		LAV = 0.90 cd/m ²	Uo(L) = 0.60 *	UL = 0.78 *		
Oss.Ti 1) [x=-19.25 y=3.25] m						fTI = 10.06 % *
Oss.Ti 2) [x=51.75 y=6.75] m						fTI = 9.80 %
Lv = 0.16						

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -
0.00 %

1.6 Calcolo Energetico

Potenza di Sistema

Fila Apparecchi	Potenza Operativa (P) [W]	Q.tà App.
Fila A	43.00	1.00

Potenza Operativa (P) 43.00 W
 Potenza Aggiuntiva (Pad) 0.00 W
 Potenza Totale di Sistema 43.00 W

Area Illuminata

Sottoarea	Area da Illuminare (A) [m²]	Illuminamento Calcolato (E) [lux]
Marciapiede A	48.75	10.77
Carreggiata A	227.50	11.92

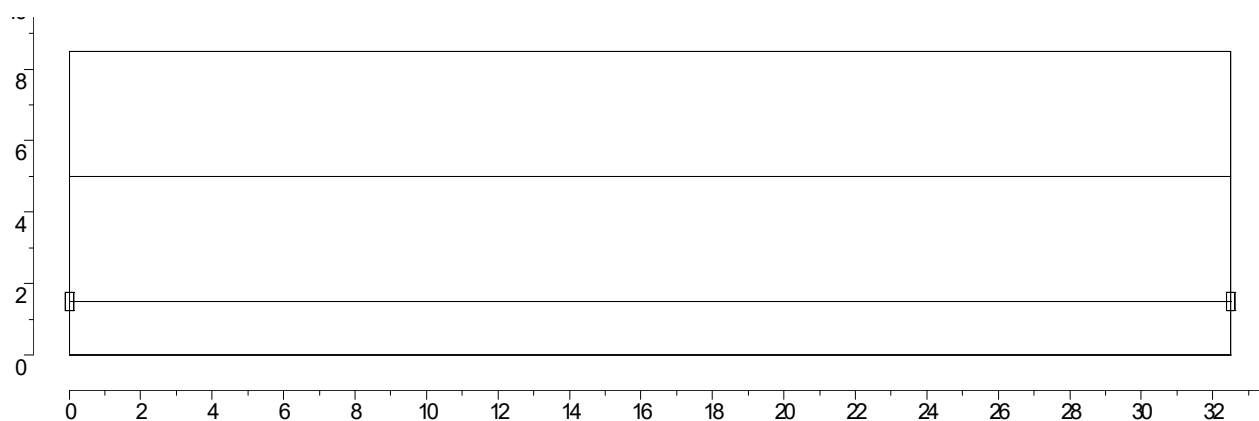
Area da Illuminare (A) 276.25 m²

Indicatori della Performance Energetica - Impianto senza Sistema di Regolazione

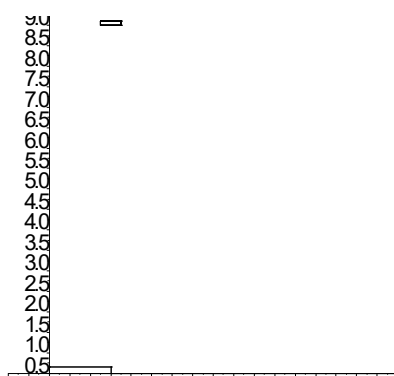
Ore di Funzionamento Annuale [h]	Indicatore di Densità di Potenza (Dp) [W/(lx•m²)]	Indicatore del Consumo Annuale di Energia (De) [Wh/m²]
4000	0.013	623

2. Viste Ambiente

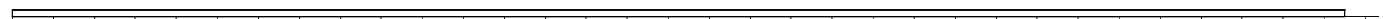
2.1 Vista 2D in Pianta



2.2 Vista Laterale

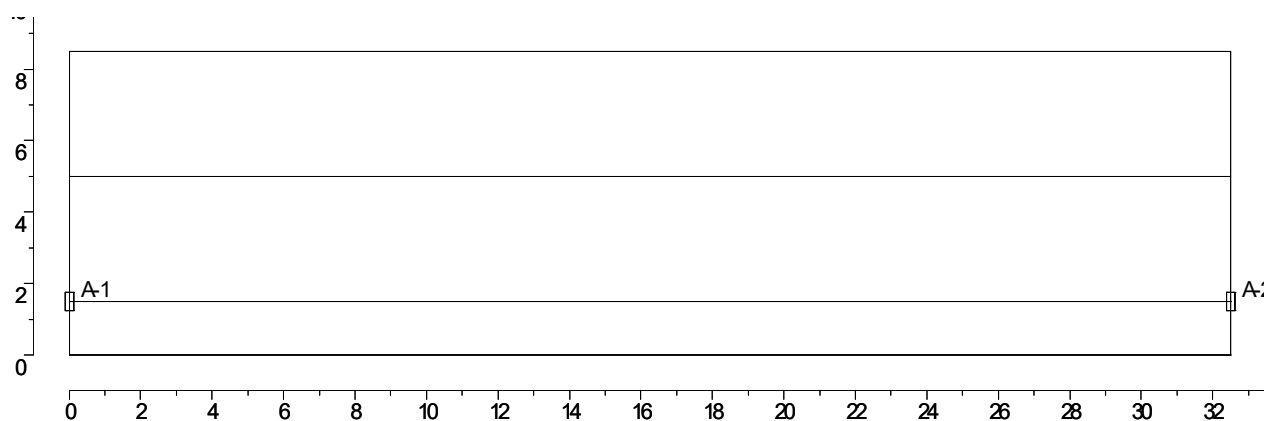


2.3 Vista Frontale



3. Dati Riepilogativi degli Apparecchi

3.1 Vista 2D in Pianta con Apparecchi



3.2 Tabella Riepilogativa degli Apparecchi

Rif.	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Codice Apparecchio	Codice Sorgente
A-1	On	100 %	0.00 1.50 8.50	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Micro	LED70-4S L95@100kh
A-2	On	100 %	32.50 1.50 8.50	0.0 -0.0 0.0	LumiStreet Pro gen2 Micro	LED70-4S L95@100kh

3.3 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Rif.	Codice Apparecchio	On/Off	Dimmer	Posizione Apparecchi x[m] y[m] z[m]	Rotazione Apparecchi rx[°] ry[°] rz[°]	Puntamenti x[m] y[m] z[m]	R.Asse [°]
	A-1	LumiStreet Pro gen2 Micro	On	100 %	0.00 1.50 8.50	0.0 -0.0 0.0	0.00 1.50 0.00	0.0
	A-2	LumiStreet Pro gen2 Micro	On	100 %	32.50 1.50 8.50	0.0 -0.0 0.0	32.50 1.50 0.00	0.0