



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA
ALUMBRADO PÚBLICO, APLICADO A LA CALLE ELIA LIUT ENTRE AV ESPAÑA
Y CALLE VIEJA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES: JHONNY ALEXANDER AJILA CHUCHUCA
JULIO ANDRÉS LOAIZA MORA

TUTOR: ING. FREDDY FERNANDO CAMPOVERDE ARMIJOS, MSC.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jhonny Alexander Ajila Chuchuca con documento de identificación N° 0706431244 y Julio Andrés Loaiza Mora con documento de identificación N° 0706312568; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

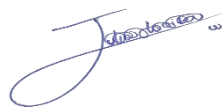
Cuenca, 30 de septiembre del 2024

Atentamente,



Jhonny Alexander Ajila Chuchuca

0706431244



Julio Andrés Loaiza Mora

0706312568

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Jhonny Alexander Ajila Chuchuca con documento de identificación N° 0706431244 y Julio Andrés Loaiza Mora con documento de identificación N° 0706312568, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Análisis de la eficiencia del sistema fotovoltaico para alumbrado público, aplicado a la calle Elia Liut entre Av España y calle Vieja”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

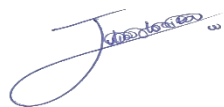
Cuenca, 30 de septiembre del 2024

Atentamente,



Jhonny Alexander Ajila Chuchuca

0706431244



Julio Andrés Loaiza Mora

0706312568

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Freddy Fernando Campoverde Armijos con documento de identificación N° 0102339470, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ALUMBRADO PÚBLICO, APLICADO A LA CALLE ELIA LIUT ENTRE AV ESPAÑA Y CALLE VIEJA, realizado por Jhonny Alexander Ajila Chuchuca con documento de identificación N° 0706431244 y por Julio Andrés Loaiza Mora con documento de identificación N° 0706312568, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 30 de septiembre del 2024

Atentamente,



Ing. Freddy Fernando Campoverde Armijos, Msc.

0102339470

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme crecer y aprender de cada experiencia. A mis padres y familiares, quienes siempre me han brindado su amor incondicional y apoyo en cada paso que he dado. A mis amigos, por su amistad y compañía en este proceso. Al Ingeniero Freddy Campoverde por llevar la tutela de este proyecto. Este trabajo es una muestra de mi profunda gratitud y aprecio hacia ellos.

Jhonny Alexander Ajila Chuchuca

Agradezco a Dios por darme la fuerza y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida. A mis padres, por su amor incondicional, apoyo y sacrificios que me permitieron llegar hasta aquí. A mis familiares y mis amigos, por su constante motivación y aliento. Agradezco especialmente al Ingeniero Freddy Campoverde, nuestro tutor, por su constante supervisión, control y exigencia que fueron fundamentales para la culminación de este proyecto. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

Julio Andrés Loaiza Mora

DEDICATORIA

Este proyecto es muy importante para mí con el cual culmino una etapa de mi vida, por eso dedico este proyecto a Dios quien me ha acompañado en este trayecto estudiantil. A mis padres quienes con su ejemplo de perseverancia y esfuerzo me han motivado a alcanzar esta meta. A mi amigo Julio Loaiza quien siempre ha creído en mí y me ha brindado el apoyo necesario para alcanzar esta meta. Gracias por creer en mí y por motivarme a perseguir mis sueños.

Jhonny Alexander Ajila Chuchuca

Este proyecto es muy significativo para mí, pues simboliza la finalización de una etapa importante en mi vida y el comienzo de una nueva. Con un inmenso cariño dedico este trabajo a mis padres y mi hermano que me han mostrado su apoyo incondicional, recordándome cada día que soy capaz de lo que me proponga y demostrando su confianza en mí. A mi amigo Jhonny Ajila por su amistad sincera y constante motivación para culminar esta etapa. Gracias por ser pilar fundamental en mi vida y ayudarme a cumplir este sueño.

Julio Andrés Loaiza Mora

GLOSARIO

- A: área.
- AGM: esfera de vidrio absorbente.
- AP: alumbrado público.
- ARCERNNR: Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables.
- c: ciclistas.
- CIE: Comisión Internacional de Iluminación.
- CO_2 : dióxido de carbono.
- C_m : coeficiente de mantenimiento.
- C_u : coeficiente de utilización.
- D: espacio entre puntos en la dir_l .
- d: espacio entre puntos en la dir_t .
- DC: corriente directa o continua.
- dir_l : dirección longitudinal.
- dir_t : dirección transversal.
- E_v : iluminancia.
- F: flujo luminoso.
- I: intensidad luminosa.
- I_{mp} : corriente máxima.
- IRC: índice de reproducción cromática.
- I_{sc} : intensidad de cortocircuito.
- LED: diodo emisor de luz
- L_{prom} : luminancia promedio.
- LSTM: memoria a largo/corto plazo.
- L_v : luminancia.

- Lx : luxes.
- Lm : lumenes.
- MPPT: punto máximo de potencia.
- M_v : luminosidad.
- NI: normativa internacional.
- NN: normativa nacional.
- η : eficacia luminosa.
- P_M : potencia máxima.
- p: transeúntes.
- PC: punto de cálculo.
- PWM: modulación ancho de pulso.
- RETILAP: Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.
- S: separación entre luminarias.
- S_r : estereorradián.
- st: carriles de estacionamiento.
- SFA: sistema solar fotovoltaico autónomo.
- T: tramo.
- T_v : tránsito vehicular.
- U_o : factor de uniformidad.
- U_l : U_o longitudinal de luminancia mínimo.
- V_c : velocidad de circulación.
- V_{mp} : voltaje máximo.
- V_n : voltaje nominal.
- V_{oc} : voltaje en circuito abierto.
- V_pM y V_pP : valores ponderados de la clase M y P; respectivamente.
- WGS: sistema geodésico de coordenadas geográficas.
- W_L : ancho de carril.

RESUMEN

Esta tesis trata sobre el análisis de la eficiencia del sistema fotovoltaico para alumbrado público en la Avenida Elia Liut entre Av. España y calle Vieja. Inicia con una revisión bibliográfica de la luminotecnia, junto a sus parámetros y uso de las normativas CIE (Comisión Internacional de Iluminación), RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) y ARCERNNR (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables) bajo la regulación 007 del año 2023. Seguidamente, se evalúa la situación actual de las luminarias de sodio existentes, considerando sus parámetros luminotécnicos como iluminancia, luminancia y flujo luminoso. Posteriormente, se procede al diseño de un sistema de iluminación LED fotovoltaico en DIALux, asegurando que cumpla con los requerimientos técnicos y normativos. El diseño es modelado en el software Matlab, el cual posee los componentes básicos como el panel solar, batería, regulador (convertidor DC-DC) y carga, permitiendo realizar simulaciones precisas del voltaje y la potencia eléctrica. Finalmente, se presentan y analizan los resultados de los parámetros luminotécnicos del nuevo sistema LED fotovoltaico, comparándolos con las normativas y evaluando su viabilidad técnica - económica e impacto en la seguridad vial.

Palabras clave: alumbrado público, energía solar, iluminación LED, sistema fotovoltaico.

ABSTRACT

This thesis deals with the analysis of the efficiency of the photovoltaic system for street lighting on Elia Liut Avenue between España Avenue and Vieja Street. It begins with a bibliographic review of lighting technology, along with its parameters and use of the CIE (International Commission on Illumination), RETILAP (Technical Regulations for Illumination and Public Lighting) and ARCERNNR (Agency for Regulation and Control of Energy and Non-Renewable Natural Resources) under regulation 007 of the year 2023. Next, the current situation of the existing sodium luminaires is evaluated, considering their lighting parameters such as illuminance, luminance and luminous flux. Subsequently, a photovoltaic LED lighting system is designed in DIALux, ensuring that it meets the technical and regulatory requirements. The design is modeled in Matlab software, which has the basic components such as the solar panel, battery, regulator (DC-DC converter) and load, allowing accurate simulations of voltage and electrical power. Finally, the results of the lighting parameters of the new photovoltaic LED system are presented and analyzed, comparing them with the standards and evaluating their technical and economic feasibility and impact on road safety.

Keywords: street lighting, solar energy, LED lighting, photovoltaic system.

ÍNDICE GENERAL

GLOSARIO	VI
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 Conceptos fundamentales	3
1.2 Conceptos fundamentales de la luminotecnia	3
1.2.1 Espectro electromagnético	3
1.2.2 Índice de reproducción cromática (IRC)	4
1.2.3 Temperatura de color	5
1.2.4 Absorción	5
1.2.5 Color de la luz	6
1.2.6 Reflexión	6
1.2.7 Transmisión	7
1.2.8 Fotometría	7
1.3 Magnitudes y unidades luminosas	8
1.3.1 Intensidad luminosa	8
1.3.2 Iluminancia	8
1.3.3 Flujo luminoso	9
1.3.4 Luminancia	10
1.3.5 Resumen de magnitudes y unidades luminosas	10
1.4 Estado del arte	11
1.5 Sistema solar fotovoltaico autónomo SFA	13
1.5.1 Paneles fotovoltaicos	14
1.5.2 Almacenamiento de energía	16
1.5.3 Regulador de carga	18
1.5.4 Inversor	18
1.5.5 Tecnología LED	19
2 NORMATIVAS	21
2.1 Comisión Internacional de Iluminación CIE	21
2.1.1 Iluminación en un carril de circulación	21
2.1.2 Calzada	22

2.1.3	Aceras y ciclovías	23
2.2	Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP)	24
2.2.1	Iluminación según las características de las vías	24
2.2.2	Vías para tráfico peatonal y ciclistas	26
2.3	ARCERNNR 007/23	27
2.3.1	Vías con tráfico motorizado	27
2.3.2	Vías con tráfico peatonal	28
3	SITUACIÓN ACTUAL	30
3.1	Elia Liut - Cuenca	30
3.2	Campo de cálculo en aceras y ciclovías	32
3.2.1	Tramo 1	32
3.2.2	Tramo 2	33
3.3	Iluminancia existente	35
3.4	Luminancia existente	39
3.5	Flujo luminoso existente	43
4	PROPUESTA	45
4.1	Luminaria LED	45
4.1.1	Diseño DIALux	45
4.1.2	Sistema AP - red eléctrica	46
4.1.3	Sistema AP - SFA	46
4.1.4	Selección de Luminarias LED	47
4.2	Modelamiento del sistema	48
4.2.1	Radiación en sitio	49
4.2.2	Panel solar	50
4.2.3	Regulador del sistema	50
4.2.4	Carga	52
4.3	Guía de Encuesta	53
5	RESULTADOS	54
5.1	Análisis del LED fotovoltaico	54
5.1.1	Resultados de iluminancia en la acera	54
5.1.2	Resultados de iluminancia en la ciclovía	60
5.1.3	Resultados de luminancia en la acera	67
5.1.4	Resultados de luminancia en la ciclovía	73
5.1.5	Resultados del flujo luminoso calculado	80
5.2	Análisis del modelamiento del sistema	83
5.2.1	Caso 1	84
5.2.2	Caso 2	85

5.2.3	Caso 3	86
5.3	Viabilidad económica	88
5.4	Resultados de las encuestas	91
6	CONCLUSIONES Y	
	RECOMENDACIONES	97
6.1	Conclusiones	97
6.2	Recomendaciones	98
	BIBLIOGRAFÍA	102

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	Espectro electromagnético [1]	4
1.2	IRC [1]	4
1.3	Temperatura de color [1]	5
1.4	Absorción [1]	5
1.5	Mapa cromático [1]	6
1.6	Reflexión [1]	7
1.7	Transmisión [1]	7
1.8	Intensidad luminosa [2]	8
1.9	Iluminancia [2]	9
1.10	Flujo luminoso [2]	10
1.11	Luminancia [2]	10
1.12	Radiación Solar [3]	13
1.13	Sistema fotovoltaico autónomo [4]	14
1.14	Tipo de paneles fotovoltaicos [3]	14
1.15	Curva I-V [3]	16
1.16	Batería de plomo ácido [3]	17
1.17	Batería AGM [3]	17
1.18	Batería de Gel [5]	17
1.19	Batería de [5]	18
1.20	Regulador de voltaje [5]	18
1.21	Inversor de onda pura [5]	19
1.22	Inversor - cargador [5]	19
1.23	LED a) representación y b) elemento pequeño [6]	20
2.1	Puntos de cálculo - 1 carril vial - Luminarias consecutivas	22
2.2	Puntos de cálculo - 1 carril vial - Luminarias escalonadas	23
2.3	Posición de los puntos de cálculo - 1 carril vial	24
2.4	Av. Elia Liut - Google Street Maps	25
3.1	Av. Elia Liut. a) Tramo 1 sin SFA b) Tramo 2 sin SFA	30
3.2	Av. Elia Liut. a) Tramo 1 con SFA b) Tramo 2 con SFA	31
3.3	Ubicación de la Av. Elia Liut - Cuenca, Ecuador	31
3.4	Tipo de vía - Av. Elia Liut	32

3.5	Av. Elia Liut - Tramo 1 existente	32
3.6	Av. Elia Liut - Tramo 1.1 proyectado	33
3.7	Av. Elia Liut - Tramo 2 existente	34
3.8	Av. Elia Liut - Tramo 2.1 proyectado	34
4.1	Ubicación de luminarias LED en Dialux	46
4.2	Modelamiento SFA	48
4.3	Radiación sobre la Av. Elia Liut - Global Solar Atlas	49
4.4	Modelo del panel solar por defecto	50
4.5	Elevador DC-DC	51
4.6	Algoritmo de control MPPT [7]	51
4.7	Reductor DC-DC	52
4.8	Representación de la carga	52
5.1	E_v nuevo - acera - T1.1	54
5.2	E_v nuevo - acera - T1.2	55
5.3	E_v nuevo - acera - T1.3	55
5.4	E_v nuevo - acera - T2.1	56
5.5	E_v nuevo - acera - T2.2	56
5.6	E_v nuevo - acera - T2.3	57
5.7	E_v nuevo - acera - T2.4	57
5.8	E_v nuevo - acera - T2.5	58
5.9	E_v nuevo - acera - T2.6	58
5.10	E_v nuevo - acera - T2.7	59
5.11	E_v nuevo - acera - T2.8	59
5.12	E_v nuevo - acera - T2.9	60
5.13	E_v nuevo - acera - T2.10	60
5.14	E_v nuevo - ciclovía - T1.1	61
5.15	E_v nuevo - ciclovía - T1.2	61
5.16	E_v nuevo - ciclovía - T1.3	62
5.17	E_v nuevo - ciclovía - T2.1	62
5.18	E_v nuevo - ciclovía - T2.2	63
5.19	E_v nuevo - ciclovía - T2.3	63
5.20	E_v nuevo - ciclovía - T2.4	64
5.21	E_v nuevo - ciclovía - T2.5	64
5.22	E_v nuevo - ciclovía - T2.6	65
5.23	E_v nuevo - ciclovía - T2.7	65
5.24	E_v nuevo - ciclovía - T2.8	66
5.25	E_v nuevo - ciclovía - T2.9	66
5.26	E_v nuevo - ciclovía - T2.10	67

5.27	L_v nuevo - acera - T1.1	67
5.28	L_v nuevo - acera - T1.2	68
5.29	L_v nuevo - acera - T1.3	68
5.30	L_v nuevo - acera - T2.1	69
5.31	L_v nuevo - acera - T2.2	69
5.32	L_v nuevo - acera - T2.3	70
5.33	L_v nuevo - acera - T2.4	70
5.34	L_v nuevo - acera - T2.5	71
5.35	L_v nuevo - acera - T2.6	71
5.36	L_v nuevo - acera - T2.7	72
5.37	L_v nuevo - acera - T2.8	72
5.38	L_v nuevo - acera - T2.9	73
5.39	L_v nuevo - acera - T2.10	73
5.40	L_v nuevo - ciclovía - T1.1	74
5.41	L_v nuevo - ciclovía - T1.2	74
5.42	E_v nuevo - ciclovía - T1.3	75
5.43	L_v nuevo - ciclovía - T2.1	75
5.44	L_v nuevo - ciclovía - T2.2	76
5.45	L_v nuevo - ciclovía - T2.3	76
5.46	L_v nuevo - ciclovía - T2.4	77
5.47	L_v nuevo - ciclovía - T2.5	77
5.48	L_v nuevo - ciclovía - T2.6	78
5.49	L_v nuevo - ciclovía - T2.7	78
5.50	L_v nuevo - ciclovía - T2.8	79
5.51	L_v nuevo - ciclovía - T2.9	79
5.52	E_v nuevo - ciclovía - T2.10	80
5.53	Modo de operación SFA 1	85
5.54	Modo de operación SFA 2	86
5.55	Modo de operación SFA 3	87
5.56	Modo de operación SFA 4	87
5.57	Modo de operación SFA 5	88
5.58	Resultados de encuesta - Pregunta 1	91
5.59	Resultados de encuesta - Pregunta 2	92
5.60	Resultados de encuesta - Pregunta 3	92
5.61	Resultados de encuesta - Pregunta 4	93
5.62	Resultados de encuesta - Pregunta 5	93
5.63	Resultados de encuesta - Pregunta 6	94
5.64	Resultados de encuesta - Pregunta 7	94
5.65	Resultados de encuesta - Pregunta 8	95

5.66 Resultados de encuesta - Pregunta 9	95
5.67 Resultados de encuesta - Pregunta 10	96

ÍNDICE DE TABLAS

1.1	Escala IRC [1]	4
1.2	Unidades de medida en luminotecnia [1]	11
2.1	Iluminación - vías vehiculares	25
2.2	Clases y vías de aplicación	25
2.3	Rf para tráfico peatonal y ciclistas	26
2.4	Criterios de selección M	27
2.5	Fotometrías para vías con tráfico motorizado	28
2.6	Criterios de selección P	29
2.7	Fotometrías para tráfico peatonal	29
3.1	E_v existente - acera - tramo 1	35
3.2	E_v existente - acera - tramo 2 (parte 1)	36
3.3	E_v existente - acera - tramo 2 (parte 2)	36
3.4	E_v existente - acera - tramo 2 (parte 3)	37
3.5	E_v existente - ciclovía - tramo 1	37
3.6	E_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 1)	38
3.7	E_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 2)	38
3.8	E_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 3)	39
3.9	L_v existente - acera - tramo 1	39
3.10	L_v existente (cd/m ²) - acera - tramo 2 (parte 1)	40
3.11	L_v existente - acera - tramo 2 (parte 2)	40
3.12	L_v existente - acera - tramo 2 (parte 3)	41
3.13	L_v existente - ciclovía - tramo 1	41
3.14	L_v existente (cd/m ²) - ciclovía - tramo 2 (parte 1)	42
3.15	L_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 2)	42
3.16	L_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 3)	43
3.17	Flujo luminoso de la luminaria de sodio - acera	44
3.18	Flujo luminoso de la luminaria de sodio - ciclovía	44
4.1	Iluminancia con LED a la red eléctrica (ver Anexo 3)	46
4.2	Iluminancia con LED fotovoltaica (ver Anexo 4)	47
4.3	Comparativa de LED para AP	47

5.1	Flujo luminoso del LED fotovoltaico - acera	81
5.2	Flujo luminoso del LED fotovoltaico - ciclovía	82
5.3	Flujo luminoso real del LED SFA - Acera	82
5.4	Flujo luminoso real del LED SFA - Ciclovía	83
5.5	Radiación solar promedio y capacidad de la batería	84
5.6	Presupuesto de instalación de lamparas conectadas a la red	89
5.7	Presupuesto de instalación de lamparas LED SFA	90

INTRODUCCIÓN

Justificación

La iluminación en las vías públicas es importante para la seguridad vial, la prevención del delito y el bienestar de la comunidad. El presente estudio se basa en el análisis del rendimiento del sistema de iluminación con energía solar fotovoltaica en la acera derecha y ciclovía de la avenida Elia Liut e/ Calle Vieja y Avenida España, con el objetivo de evaluar su viabilidad técnica.

Este estudio se distingue por su enfoque en el análisis del rendimiento del sistema de iluminación con energía solar fotovoltaica, el cual no ha sido explorado en concreto. Además, la investigación proporcionará información valiosa para la comunidad y las autoridades locales, permitiendo que se puedan tomar decisiones sobre la implementación de sistemas de iluminación más eficientes y sostenibles.

Los resultados y conclusiones de este proyecto tendrán implicaciones a largo plazo tanto en términos de diseño lumínico como en las decisiones que se tomen acorde a las políticas públicas. Este estudio se espera que contribuya al desarrollo de sistemas de iluminación pública más eficientes, sostenibles y seguros en beneficio de la comunidad. Además, los hallazgos de este estudio pueden contribuir a informar políticas y regulaciones relacionadas con la iluminación en aceras y ciclovías.

Grupo objetivo

El grupo beneficiado serán las personas y ciclistas concurrentes a la vía a iluminar con el fin de mejorar la visibilidad de la avenida. Una iluminación adecuada no solo permite que los conductores vean claramente la vía, sino que también proporciona mayor seguridad vial a los transeúntes que van por esta avenida e impacta a los índices de criminalidad. También se debe destacar que una iluminación adecuada influye en la reducción del índice de accidentes de ciclistas ocasionados por la falta de visibilidad. Por lo tanto este estudio proporcionará información valiosa con respecto a los sistemas de iluminación LED con energía solar fotovoltaica en otras avenidas

y ciudades.

Objetivos

Objetivo general

El objetivo general consiste en analizar la operación, el cumplimiento de los parámetros luminotécnicos y la eficiencia del sistema de iluminación con energía solar fotovoltaica en la vereda derecha de la calle Elia Liut y la nueva ciclovía, considerando su viabilidad técnica, económica, así como su impacto en la seguridad vial.

Objetivos específicos

- Recopilar información y requerimientos referente a iluminación con energía fotovoltaica y normativas aplicadas a Alumbrado Público.
- Medir los parámetros luminotécnicos de las luminarias existentes y de las luminarias con energía solar fotovoltaica.
- Modelar el sistema en el software Matlab, para comparar con los resultados medidos en el sitio de montaje de las luminarias.
- Comparar los resultados de la medición con los solicitados por la normativa vigente.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Conceptos fundamentales

En el presente sección se realiza una descripción de los conceptos fundamentales de la luminotecnia, estado del arte y sistemas fotovoltaicos autónomos.

1.2. Conceptos fundamentales de la luminotecnia

La luminotecnia es una ciencia que investiga las diversas fuentes de luz artificial, cuyo propósito es formar ambientes luminosos. Cada una de ellas posee magnitudes y características, las cuales son reflejadas en los siguientes contextos [6].

1.2.1. Espectro electromagnético

Existe una serie de longitudes de onda que conforma el espectro electromagnético. Una de ellas, es una franja de colores del espectro visible que se visualiza (ver 1.1) a través del ojo humano [6]. Al pasar una luz en un prisma de vidrio transparente, se origina el espectro formado por 7 colores, violeta, azul oscuro (cercaño al morado), celeste, verde, amarillo, tomate y rojo. Este fenómeno se debe a las diversas longitudes de onda. Por ejemplo, el color rojo representa a la longitud de onda más amplia, mientras que el violeta es lo opuesto [1].

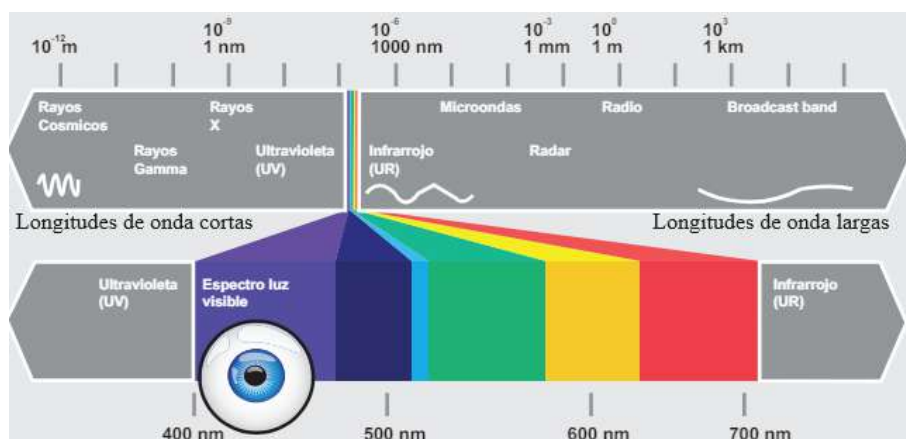


FIGURA 1.1: Espectro electromagnético [1]

1.2.2. Índice de reproducción cromática (IRC)

Una forma de saber la capacidad de cualquier fuente de luz artificial, es mediante el IRC. Cuando esta emite los 7 colores antes mencionados, se dice que la IRC es excelente. En la Figura 1.2 se observa como ante distintas fuentes de luz, la IRC difiere; por ejemplo con luces de sodio ya sea de alta o baja presión, presentan IRC bajos. Para que ocurra un IRC alto, se puede optar por una luz incandescente, tal como se indica en la Tabla 1.1 [1].

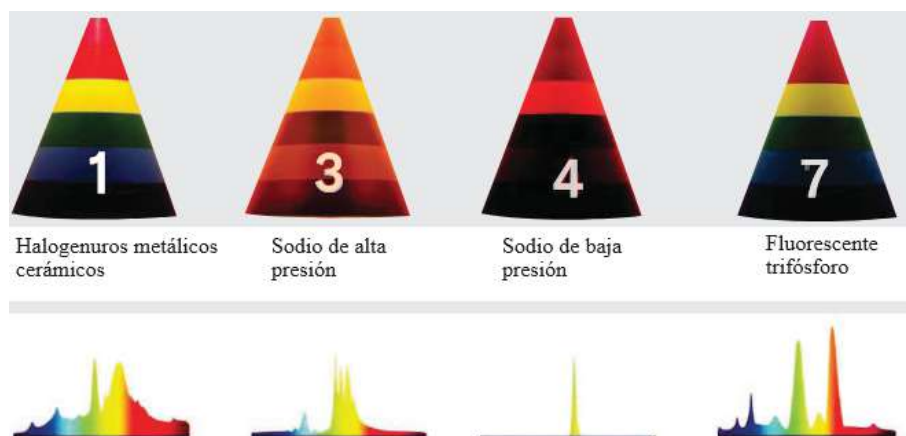


FIGURA 1.2: IRC [1]

TABLA 1.1: Escala IRC [1]

Escala (rango)	Ejemplos IRC	Tipo de lámpara
Excelente (90 - 100)	100	Incandescente
	85	LED (estándar)
Bueno (60 - 85)	80	Fluorescente
	70	Mercurio Halogenado
Deficiente (0 - 55)	20	Sodio de alta presión
	10	Sodio de baja presión

1.2.3. Temperatura de color

Se refiere a la tonalidad percibida de la fuente de luz, expresada en kelvin; tal como se ilustra la Figura 1.3. Hay que tener en cuenta que no es una medida de temperatura, sino más bien es relativa. Generalmente, no posee relación directa con los términos frío y cálido. Sin embargo, se puede asumir que a partir de los 5000 K son colores fríos, mientras a tonalidades más bajas (2700 - 3000 K) se consideran colores cálidos [1].

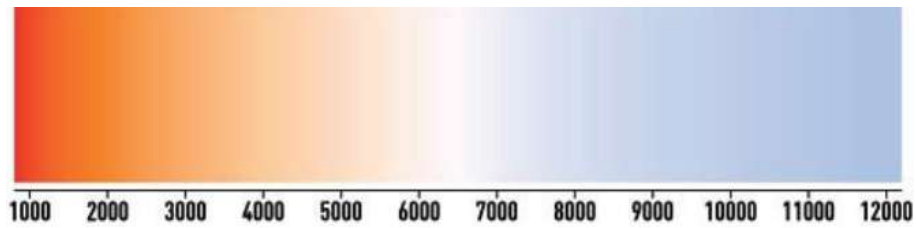


FIGURA 1.3: Temperatura de color [1]

1.2.4. Absorción

Se refiere a la parte o totalidad de la luz absorbida cuando esta llega a un área del objeto, visto en la Figura 1.4 [1].

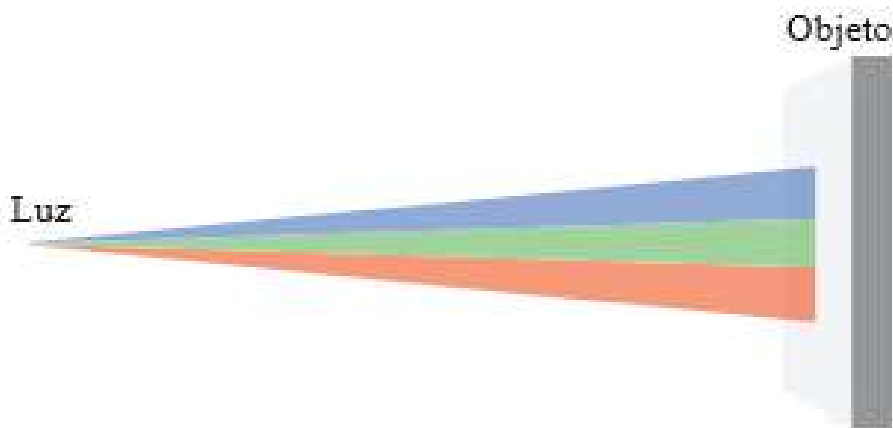


FIGURA 1.4: Absorción [1]

1.2.5. Color de la luz

Los colores tienen distintas gamas de tonalidades y pueden ser calculadas de manera matemática. Además, existen varios sistemas de representación como el Munsell, la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), entre otros. De todos ellos, se utiliza comúnmente el Sistema (x,y) denominado como Triángulo Cromático CIE. Este se compone de tres partes, una curva en la parte superior (ver Figura 1.5), donde se ubican las radiaciones monocromáticas, una línea recta en la parte inferior (línea de los púrpura) y una parte central acromática donde se localizan los colores de las fuentes de tonalidad blanca. En este último punto, se dice que las coordenadas x,y,z poseen valores iguales a 0.333 [1].

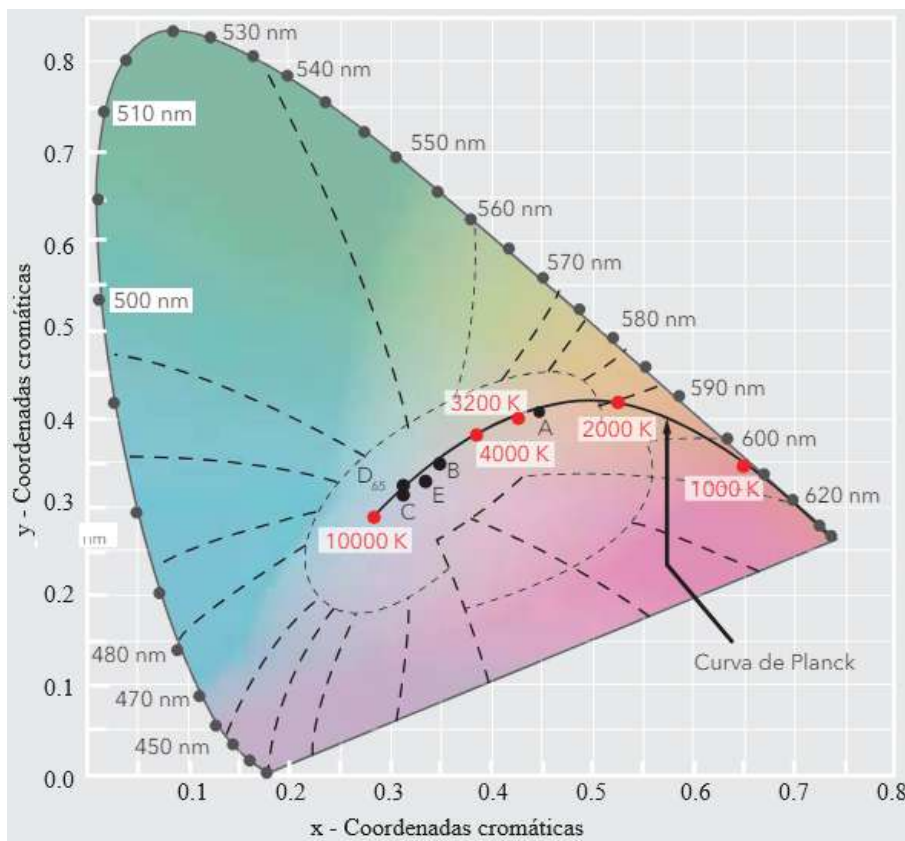


FIGURA 1.5: Mapa cromático [1]

1.2.6. Reflexión

La reflexión se presenta cuando una luz llega al objeto y salta una parte o su totalidad, tal como se indica en la Figura 1.6. Ante ello, se presentan 2 diversos tipos, una directa donde la luz se refleja sobre un objeto liso (espejo) y su ángulo

de incidencia es igual al que llega a esa superficie. En cambio, la reflexión difusa se denomina así, cuando la luz se refleja de forma suave sobre un área con textura (pared) [1].

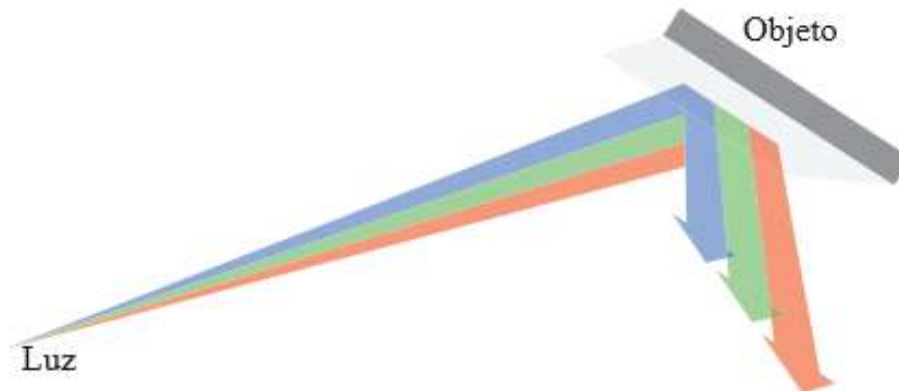


FIGURA 1.6: Reflexión [1]

1.2.7. Transmisión

La transmisión de la luz se produce cuando atraviesa el material u objeto (ver Figura 1.7). Además, posee 3 tipos, una directa que implica cambios nulos en la dirección de luz. Otra de tipo difuso, que se produce cuando una luz atraviesa un objeto semi-transparente y se dispara hacia diferentes direcciones. Y, por último, la transmisión selectiva se produce cuando se atraviesa un objeto de color, parte de esta se absorbe y lo restante es directa [1].

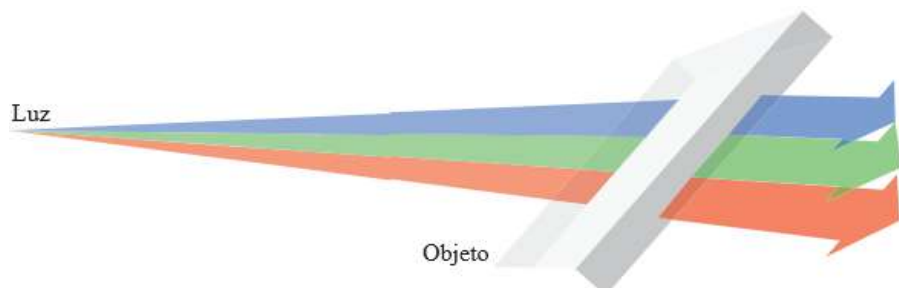


FIGURA 1.7: Transmisión [1]

1.2.8. Fotometría

La fotometría consiste en medir la luz a través del ojo humano. Además, involucra una serie de unidades de medida como la candela, lumen, lux; lo cuales se utilizan en los diseños de sistemas de iluminación [8].

1.3. Magnitudes y unidades luminosas

1.3.1. Intensidad luminosa

Se define como intensidad luminosa I a aquella energía que se desplaza a una dirección específica (ver Figura 1.8). Por tanto, mide la cantidad de luz emitida, en el sistema internacional se utiliza la candela (cd) y se aplica en curvas de distribución luminosa, a fin de observar como varía la intensidad a diferentes direcciones [6].

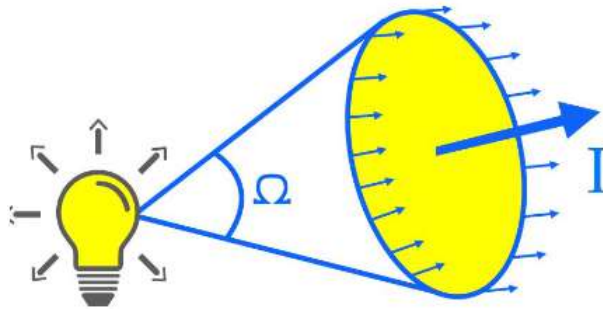


FIGURA 1.8: Intensidad luminosa [2]

1.3.2. Iluminancia

Esta es la energía luminosa por donde el flujo cae de manera perpendicular sobre 1 m^2 de superficie. En caso de que el rayo de luz cae inclinado hacia el objeto (ver Figura 1.9), se produce iluminancia una de las componentes del rayo. Se puede utilizar un luxómetro para obtener mediciones en luxes (lx), equivalente a 1 lm/m^2 [8].

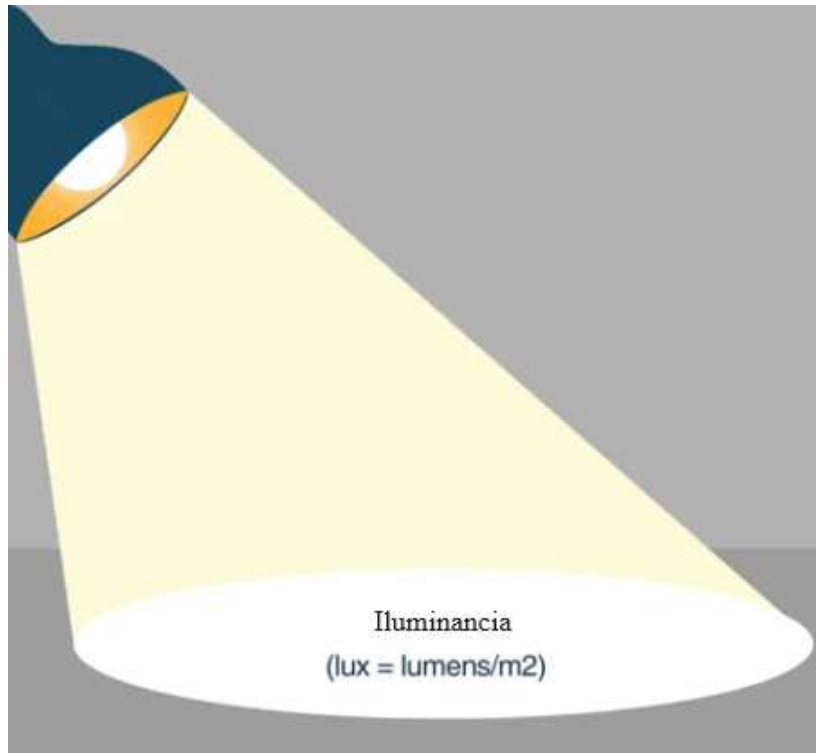


FIGURA 1.9: Iluminancia [2]

1.3.3. Flujo luminoso

La emisión total (ver Figura 1.10) de una fuente de luz se denomina flujo luminoso F , por tanto es una medida de la potencia luminosa. Se mide en lúmenes (lm) y es equivalente a I por el ángulo sólido de un estereorradián (Sr), es decir, $F = I \cdot \text{Sr}$. También se puede definir como la Ecuación 1.1, donde la iluminancia E_v (lm/m^2) se multiplica por la superficie de iluminación establecida en m^2 . Estos dos términos se dividen para los coeficientes de utilización C_u y mantenimiento C_m [1].

$$F = \frac{E_v \cdot A}{C_u \cdot C_m} (\text{lm}) \quad (1.1)$$

Los C_u y C_m son factores esenciales en el diseño y evaluación de sistemas de iluminación. El C_u representa la eficiencia de la distribución de luz emitida por las luminarias sobre el espacio que se desee iluminar. Por otro lado, se tiene que el C_m es un factor empleado para compensar la depreciación de F a lo largo del tiempo, debido a aspectos como la acumulación de polvo, degradación del material y envejecimiento de la luminaria [1].



FIGURA 1.10: Flujo luminoso [2]

1.3.4. Luminancia

Se refiere a la luz emitida por una superficie, visto en la Figura 1.11. En otras palabras, es la densidad superficial de la L_v bajo una dirección específica. Su unidad medida es la candela por metro cuadrado (cd/m^2) y se relaciona de forma directa a través de la percepción del brillo de dicha superficie mediante el ojo humano. Finalmente, el instrumento que mide la luminancia es el luminancímetro. [1].

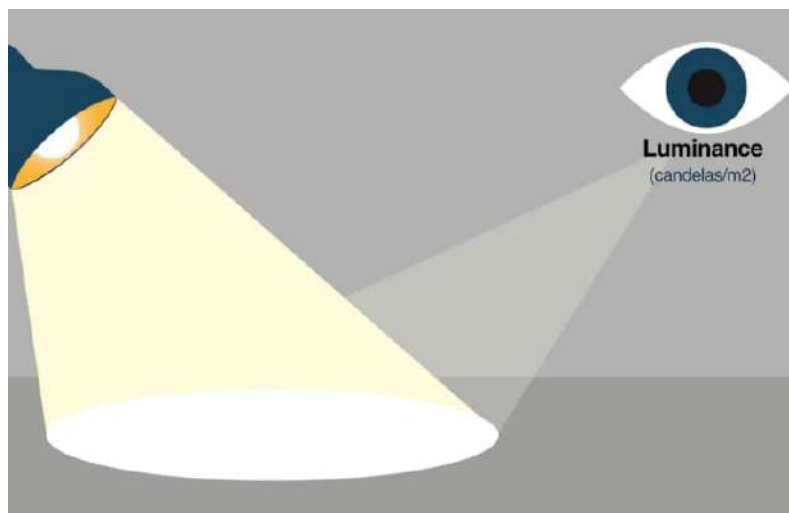


FIGURA 1.11: Luminancia [2]

1.3.5. Resumen de magnitudes y unidades luminosas

En la Tabla 1.2 se describen las magnitudes luminosas antes mencionadas, con sus correspondientes unidades de medida [1].

TABLA 1.2: Unidades de medida en luminotecnia [1]

Magnitud	Símbolo	Unidad	Abreviatura
Intensidad luminosa	I	candela = lm/sr	cd
Flujo luminoso	F	lumen = cd·sr	lm
Iluminancia	E_v	lux = lm/m ²	lx
Luminancia	L_v	candela por metro cuadrado	cd/m ²
Luminosidad	M_v	lux = lm/m ²	lx
Eficacia luminosa	η	lumen por vatio	lm/W

1.4. Estado del arte

La iluminación se diversificó dando lugar a varias fuentes de luz como las de tipo fluorescentes, sodio, mercurio, halogenuros metálicos y diodos emisores de luz (LED). Aunque el propósito general de la iluminación es brindar visibilidad y seguridad, también existen otras como el confort, estética y salud. Para satisfacer estas necesidades, se da a conocer una solución económica y flexible como es la iluminación LED [9].

La energía solar, por su parte, es una fuente de energía renovable y abundante según Chindón [10]. Además, menciona como el uso de estas energías contribuye de forma rentable a la población y su uso como fuentes en bancas solares y luminarias. De modo que, la combinación de tecnología LED y la energía solar proporciona una solución novedosa y ecológica para satisfacer las demandas de iluminación tanto del presente como del futuro.

En cambio, si se utilizan LED, este resulta más eficiente ya que reduce el consumo de energía, posee mayor vida útil que las lámparas antes mencionadas, ofrece mejor calidad de iluminación y contribuye a una menor emisión de CO₂. De esta manera se tiene una iluminación más efectiva y segura [11].

El artículo [12], propuesto por Danyali et al., el cual tiene como propósito realizar el diseño fotovoltaico para AP con LED. Este utiliza un convertidor bidireccional DC-DC de conmutación suave y control óptimo de flujo luminoso. El conversor bidireccional realiza dos funciones, primero en el día envía la energía a las baterías y segundo suministra energía a las luminarias LED por la noche. Para llevar a cabo estos procesos, optan por el programa de simulación Matlab/Simulink, dando como resultados, valores de 1551 y 2187 lúmenes en diversas condiciones simuladas. De esta manera, se lleva a cabo el rendimiento y eficiencia del sistema.

Otro estudio propuesto por Tukymbekov et al. [13], realizan un sistema AP con LED y fotovoltaica autónomo e inteligente. Para ello, emplea una red neuronal de memoria a largo/corto plazo (LSTM), cuya finalidad es predecir la energía de los paneles a través de la radiación solar y pronóstico del clima. Esta implementación ajusta la intensidad de las luminarias según la disponibilidad de energía solar y optimiza el consumo de energía y a su vez mejora la eficiencia energética.

En el caso de Santos et al. [14] proponen la supervisión de las redes de baja tensión a través de un sistema de relés de gestión remota en el AP con tecnología LED. Este tiene como finalidad reemplazar el uso del analizador de calidad de energía. A pesar de que no mide de forma directa la eficiencia del sistema fotovoltaico; la gestión remota brinda parámetros como los perfiles de voltaje y el flujo de potencia aparente que ayudan a evaluar el rendimiento y detectar fallos o ineficiencias.

Sadeghian et al.[15] realizan estrategias para el ahorro de energía, eficiencia y costos energéticos. Ante ello, plantean una revisión sistemática de varios aspectos como tecnologías de control inteligente, instalación de luminarias LED en AP, diseño óptimo de distribución, integración de paneles fotovoltaicos y turbinas eólicas con baterías y compensación de potencia reactiva. Además, evalúan que para distintas cargas (LED y carga de vehículos eléctricos), con una capacidad máxima de 23,92 kW, se tiene un retorno de inversión de 5 a 7 años.

Otro caso similar que maneja el mismo tipo de carga, pero incluida en un tramo no iluminado de Harney Street en Laramie, Wyoming. El estudio propuesto por Akindipe et al. [16], propone un análisis técnico, evaluación económica y encuesta para determinar que son necesarias 21 LED bajo una opción híbrida. Esta utiliza un sistema fotovoltaico para la iluminación y electricidad de la red para la carga de vehículos eléctricos; obteniendo un valor de 1,96 en la relación beneficio/costo y un período de recuperación de la inversión de 4 años.

Galindo et al. [17] realizan un análisis de viabilidad técnica y económica. Además, comprende el uso de mini plantas fotovoltaicas, 1252 luminarias y control basado en la medición indirecta de la claridad del cielo (fotómetros Sky Quality Meter). Con respecto a la parte técnica, la propuesta implica una sustitución de luminarias de sodio de alta presión (250 W) por LED (178 W); respectivamente, obteniendo una eficiencia de 145,6 lm/W. Por otro lado, la viabilidad económica se basa en un análisis costo - beneficio, el cual incluye la disminución de las emisiones contaminantes y consumo de energía del 37,8 %. Este estudio utiliza el software DIALux para evaluar distintas potencias y diseños de LED bajo condiciones de montaje reales.

Las lámparas con sistemas fotovoltaicos son una alternativa energética sostenible y eficiente para el AP como mencionan Cedillo y Chocho [18]. Además, el análisis del rendimiento del sistema de iluminación en la acera y ciclovía permitirán evaluar la viabilidad técnica y el impacto en la seguridad vial.

1.5. Sistema solar fotovoltaico autónomo SFA

Generalmente un SFA es un sistema que capta la radiación del Sol para generar energía eléctrica y alimentar a la carga ya sea una vivienda, sistema de riego, luminarias, entre otros. Existen cuatro tipos de radiación, una directa que es la fracción de radiación en línea recta, otra de tipo difusa que proviene del cielo salvo del Sol, una reflejada por la superficie terrestre y la global que es la cantidad total del Sol, es decir la suma de todas las radiaciones antes mencionadas. En la Figura 1.12 se visualizan un esquema de las radiaciones, directa, difusa y reflejada que van desde el sol hacia un panel fotovoltaico [19].

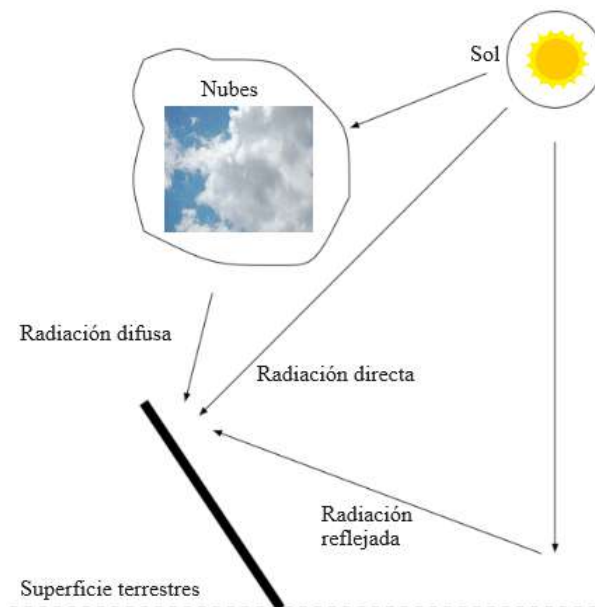


FIGURA 1.12: Radiación Solar [3]

La radiación que llega a la superficie está condicionada por factores astronómicos y climáticos. El primero se refiere al ángulo de incidencia de los rayos solares, el recorrido de la radiación por medio de la atmósfera y la dependencia geométrica de la Tierra. En cambio, los factores climáticos son las nubes, vapor de agua y otros que atenúan a esta. Para medir la radiación, se debe calcular la irradiancia, que es igual a la razón entre la potencia que incide sobre la superficie (W) y y el área

incidente (m²) [19].

En la Figura 1.13 se observa como el sistema autónomo o aislado se compone de un generador o panel fotovoltaico, regulador de carga, sistema de almacenamiento (baterías), inversor y el suministro (alumbrado público). Eso quiere decir que no depende de la red eléctrica para abastecer la carga [3].



FIGURA 1.13: Sistema fotovoltaico autónomo [4]

1.5.1. Paneles fotovoltaicos

El panel o módulo tiene la capacidad de dar energía eléctrica a partir de la irradiancia proveniente del sol. Además, se compone de varias celdas conectadas en serie/paralelo para que se adecúe al voltaje y corriente del sistema. La fabricación de estos módulos se basan en la cristalización (combinación de átomos) del silicio, por lo que se mencionan a continuación los más utilizados (ver Figura 1.14) [3], [5]:



FIGURA 1.14: Tipo de paneles fotovoltaicos [3]

- Mono-cristalinos: su estructura es ordenada y se obtiene a través del silicio puro fundido dopado con boro. Se le reconoce porque posee un color azulado oscuro y metálico. Además, presentan un alto costo con eficiencias de hasta el 22%. Sin embargo, este valor disminuye si se trabaja con temperaturas elevadas.
- Policristalinos: la estructura es ordenada por regiones, por lo que su rendimiento es menor al mono-cristalino. La obtención es similar al caso anterior, pero con menos fases de cristalización. El módulo posee distintas tonalidades del color azul y grises metálicos. Por último, la eficiencia de este módulo abarca aproximadamente el 16%, pero a temperaturas elevadas la pérdida es mayor que el mono-cristalino.
- Amorfos: este módulo posee un alto grado de desorden en su estructura molecular. A pesar de que la fabricación es menos costoso, comparados con los 2 tipos anteriores, la eficiencia no pasa del 10%. Se le reconoce como una lámina delgada de varios colores.
- También existen otros módulos fotovoltaicos hechos de arseniuro de galio, telurio de cadmio o seleniuro de cobre e indio, sin embargo, es de poca utilización.

A partir de los valores de irradiación en la curva I-V (ver Figura 1.15), se determinan la relación de voltaje y corriente del módulo; estos parámetros son los siguientes [3]:

- La intensidad de cortocircuito (I_{sc}), es el valor máximo de corriente que se obtiene del módulo fotovoltaico.
- El voltaje en circuito abierto (V_{oc}).
- El voltaje nominal (V_n), este presenta valores de 12, 24 o 48 V.
- La potencia máxima (P_M) cuyo valor es igual al producto del voltaje de salida y la corriente del panel. También se le conoce como potencia de pico.
- El voltaje máximo (V_{mp}) que es aproximadamente el 80% del V_{oc} .
- La corriente máxima (I_{mp}) cuyo valor sale del V_{mp} y P_M .

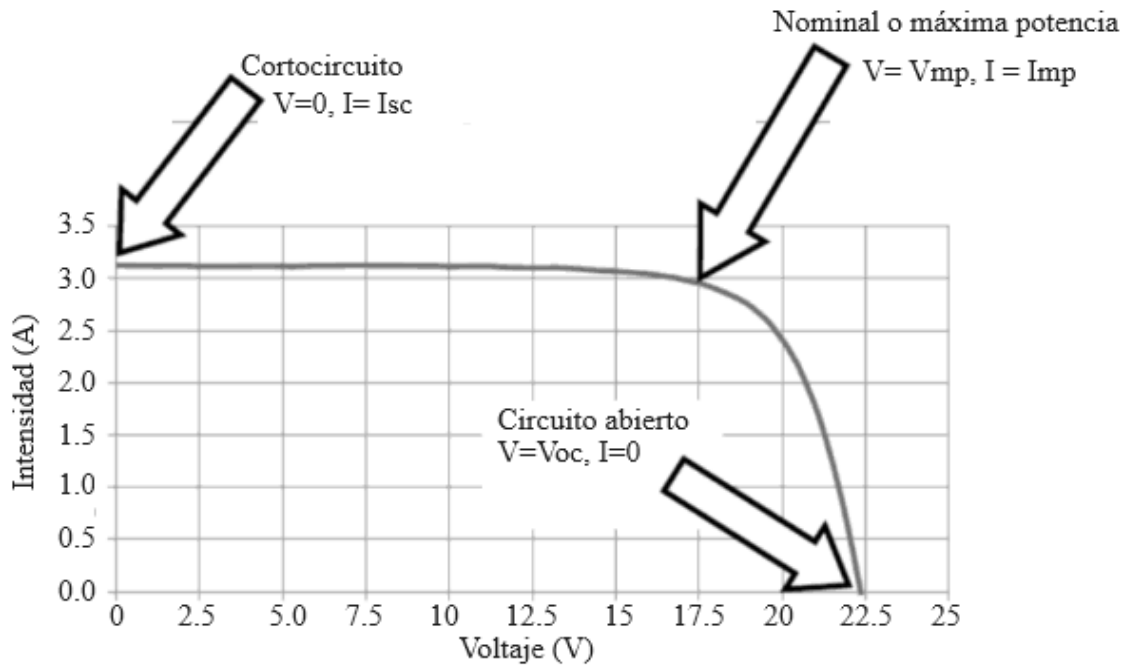


FIGURA 1.15: Curva I-V [3]

1.5.2. Almacenamiento de energía

El almacenamiento de energía no es más que un sistema compuesto por baterías conectadas en serie/paralelo. Tienen como función almacenar energía proveniente de los paneles solares, pero no lo hace directamente, sino que utiliza el regulador para llevar a cabo esta carga. A continuación, se detallan algunas características [3]:

- Admiten descargas profundas aproximadas entre el 60 al 90 %. Este valor indica cuán rápido se descarga la batería.
- Los ciclos de vida útil indica las veces que puede ser cargada/descargada.
- El voltaje es similar al del panel, es decir, 12, 24 o 48 V.
- La capacidad de la batería se determina en amperios-hora (Ah).
- La energía almacenada se expresa en vatios hora (Wh).

Existen distintos tipos de baterías ya sean de tipo plomo ácido abierto, esfera de vidrio absorbente (AGM), GEL y de litio, descritos a continuación [3], [5]:

- Plomo ácido abierto (ver Figura 1.16): son económicas y han sido utilizadas durante largos años en SFA. Debe estar bien ventilado y señalizado debido

al gran tamaño y al desprendimiento de los gases. El mantenimiento para este tipo de baterías suele ser entre 2 a 4 semanas con la reposición de agua destilada. Finalmente, la estructura es mono bloque por lo que presenta valores de 12, 24 o 48 V.



FIGURA 1.16: Batería de plomo ácido [3]

- AGM (ver Figura 1.17): este no necesita realizar un mantenimiento debido a que posee un reacción química (electrolito líquido) de combinación para mantener el nivel del líquido estable. Además, posee otra ventaja con respecto al de plomo ácido abierto y es su gran cantidad de ciclos de vida. Generalmente, vienen como mono bloques con valores de voltaje de 12 V, pero se pueden adaptarse con conexión en serie para obtener a 24 o 48 V.



FIGURA 1.17: Batería AGM [3]

- Gel u OPZV (ver Figura 1.18): como su nombre lo indica, el electrolito es un gel, no requiere mantenimiento y sus ciclos de vida son superiores a los 2 tipos antes mencionados; sin embargo, la auto descarga es inferior. La configuración de la batería puede ser mono bloque (12 V) y estacionarias con celdas independientes de 2 o 6 V, montadas en serie para obtener 12, 24 o 48 V.



FIGURA 1.18: Batería de Gel [5]

- Litio (ver Figura 1.19): la capacidad de descarga es superior a todas las anteriores, ya que puede llegar al 90%. Aparte los ciclos de vida son 1.5 veces superiores, pero eso equivale a ser más caros en el mercado. Este tipo de baterías admiten configuraciones serie/paralelo y pueden utilizarse en instalaciones aisladas o conectadas a la red eléctrica.



FIGURA 1.19: Batería de [5]

1.5.3. Regulador de carga

El regulador (ver Figura 1.20) se encarga de controlar la carga del sistema de almacenamiento de energía. Existen dos tipos, uno de control de ancho de pulso (PWM) y otro controlador del punto máximo de potencia (MPPT). El primero se utiliza cuando el voltaje generado por los módulos fotovoltaicos son ligeramente superiores a las baterías. Por lo que se recomienda emplear los de tipo MPPT, estos son más eficientes que los del PWM, y por ende, son más costosos [5].



FIGURA 1.20: Regulador de voltaje [5]

1.5.4. Inversor

Los inversores realizan la conversión de corriente continua en alterna, por lo que puede utilizarse en SFA como en sistemas conectados a la red eléctrica. Además,

existen 2 tipos [5]:

- De onda pura (ver Figura 1.21) cuya salida compagina con la corriente alterna convencional y se aplica para que se conecten cualquier tipo de aparatos.



FIGURA 1.21: Inversor de onda pura [5]

- Un inversor cargador (ver Figura 1.22), el cual gestiona la carga de las baterías y a su vez realiza la conversión continua/alterna.



FIGURA 1.22: Inversor - cargador [5]

1.5.5. Tecnología LED

El LED es un diodo emisor de luz formado por un material semiconductor de unión p-n. La simbología del led se observa en la Figura 1.23.a), formado por un ánodo y un cátodo, si se polariza correctamente emite luz en uno o más colores. Estos LED son de pequeño tamaño (ver Figura 1.23.b), por tanto se deben hacer arreglos para que el flujo luminoso sea similar o mejor al resto de lámparas como incandescentes, fluorescentes, entre otros [6].

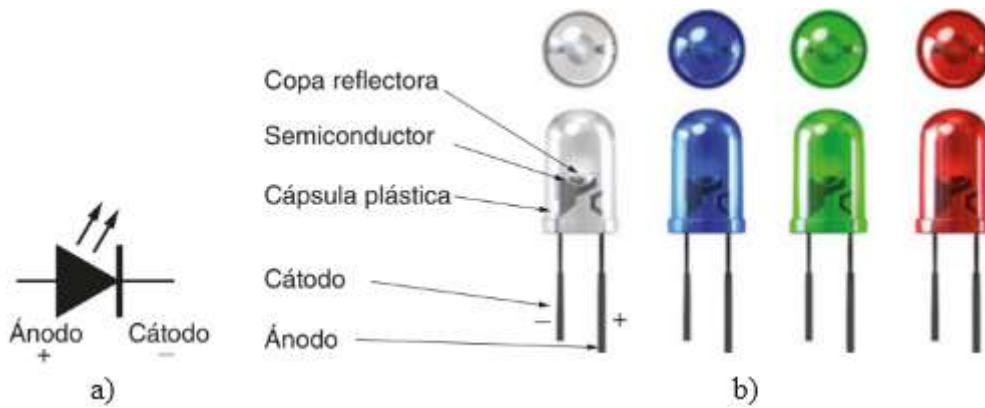


FIGURA 1.23: LED a) representación y b) elemento pequeño [6]

Cabe mencionar que actualmente presentan ventajas con respecto a las lámparas antes mencionadas, tales como [1]:

- Menor potencia que otras fuentes, entre el 30 al 75 %.
- No posee gases tóxicos, mercurio y arsénico, por lo que es amigable con el medio ambiente.
- No emite radiación ultravioleta ni infrarrojo.
- Posee una gran eficiencia.
- La temperatura es 20 a 50 % menor a las otras fuentes.
- Como los componentes son de estado sólido, es resistente a golpes y vibración.
- Debido al tamaño del LED se pueden diseñar luminarias de menor tamaño.
- Mantenimiento casi nulo
- Posee variedad de colores.
- A nivel comercial, representa ser una opción viable en función del costo, eficiencia energética y vida útil.

CAPÍTULO 2

NORMATIVAS

2.1. Comisión Internacional de Iluminación CIE

En el diseño, implementación y mantenimiento del **AP** se establece en base a la normativa CIE 140:2019. Esta tiene como propósito buscar un equilibrio entre el confort visual, la eficiencia energética y la seguridad. También establece ciertos criterios de calidad, tales como consideraciones ambientales, control de deslumbramiento, niveles de iluminación y uniformidad [20].

2.1.1. Iluminación en un carril de circulación

Se establece la ubicación de los puntos de cálculo **PC** con el propósito de verificar si se cumple o no con los requisitos mínimos de iluminancia y uniformidad. La posición de estos puntos deben tener un espacio uniforme en el campo de cálculo, tal como se visualiza en la Figura 2.1.

Estos **PC** aseguran una evaluación de la iluminancia en base a las direcciones longitudinales dir_l y transversales dir_t definidos mediante las Ecuaciones 2.1 y 2.2; respectivamente.

$$D = \frac{S}{N} \quad (2.1)$$

$$d = \frac{W_L}{3} \quad (2.2)$$

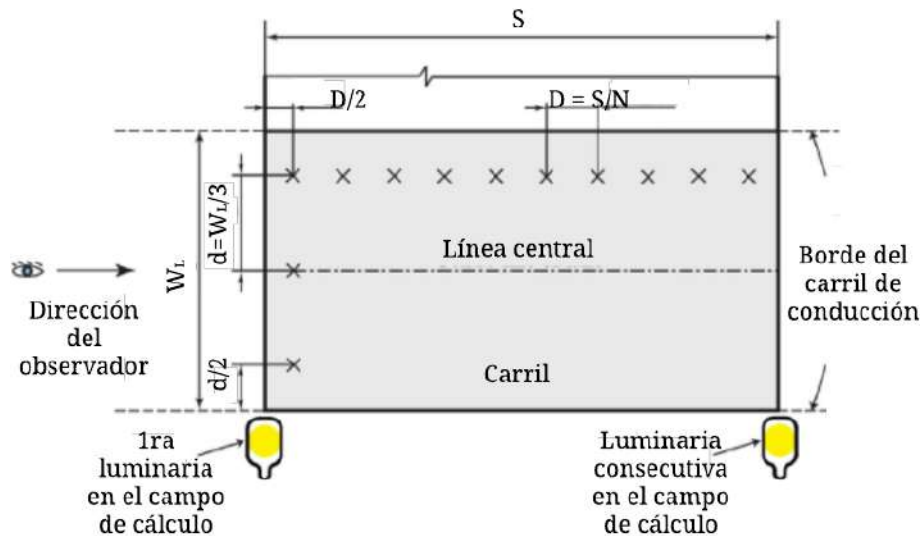


FIGURA 2.1: Puntos de cálculo - 1 carril vial - Luminarias consecutivas

Donde:

- D y d representan el espacio entre puntos en la dir_l y dir_t ; respectivamente. Además, su unidad de medida está dada en (m).
- S es la separación entre luminarias y al igual que el término anterior, expresado en (m).
- El número de PC bajo la dir_l depende de:
 - Si $S \leq 30$ m, entonces $N = 10$.
 - Caso contrario, N es el entero más pequeño, dando $D \leq 3$ m.
- W_L representa el ancho de carril, expresado en (m).
- La primera fila transversal está separada a una distancia $D/2$ de la primera luminaria, es decir, lejos del observador.
- Los PC más externos se encuentran espaciados $d/2$ desde los bordes del carril.
- Cuando se requiere la luminancia en una acera, N , D y d deben ser los mismos que para un carril de circulación.

2.1.2. Calzada

El campo de cálculo debe estar delimitado por las líneas transversales y los bordes de la calzada que pasen por 2 luminarias consecutivas, visto en la Figura 2.2.

Además, los puntos de cálculo se acogen a las Ecuaciones antes mencionadas y, la separación es $D/2$ y $d/2$ en dir_l y dir_t ; respectivamente.

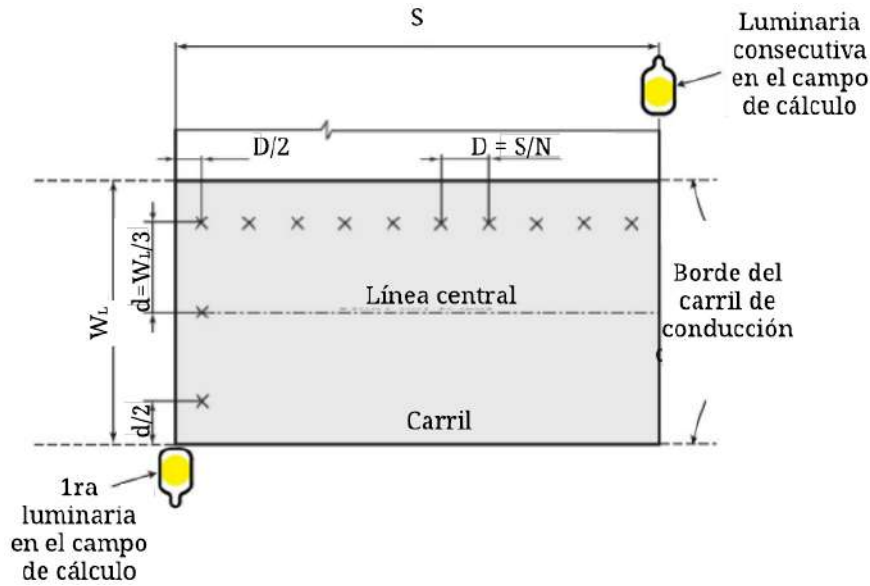


FIGURA 2.2: Puntos de cálculo - 1 carril vial - Luminarias escalonadas

2.1.3. Aceras y ciclovías

El campo de cálculo es similar a la calzada, pero específico para el interés de peatones o ciclistas. En cuanto se refiere a la calzada, esta se delimita por los bordes de la acera o ciclovía y por las líneas transversales que pasen por 2 luminarias consecutivas. Estos puntos deben situarse de forma uniforme, tal como se indica en la Figura 2.3 y su número se determina de la siguiente manera:

- Puede combinarse con la calle si poseen el mismo arreglo de iluminación en la dir_l . Caso contrario, se sigue lo indicado en la Sección 2.1.2.
- El espaciado d_F se determina mediante la Ecuación 2.3 para la dir_t , donde el número de puntos n depende de:

$$d_F = \frac{W_F}{n} \quad (2.3)$$

- Si $W_F \leq 1$ m, entonces $n = 1$. Si $n = 1$, los puntos se encuentran en la línea central de la acera o ciclovía.
- Caso contrario, n es el entero más pequeño, dando $d_F \leq 1$ m.

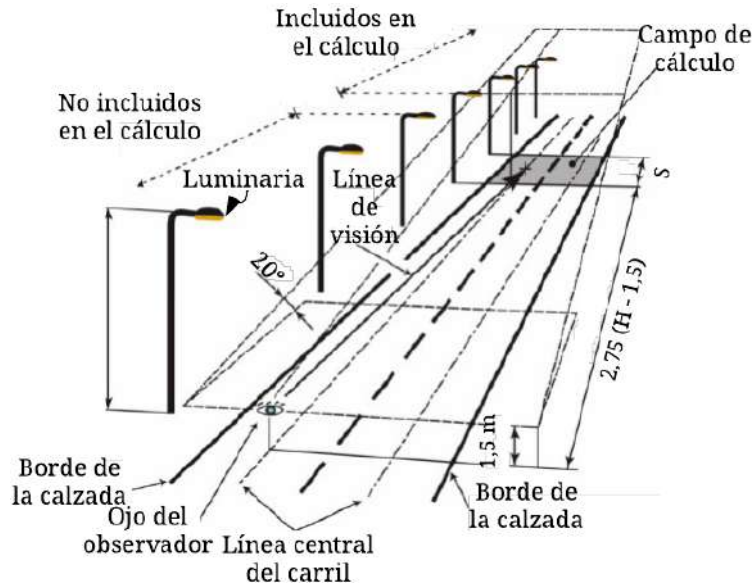


FIGURA 2.3: Posición de los puntos de cálculo - 1 carril vial

2.2. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP)

La iluminación en un sistema AP debe cumplir ciertos aspectos como la cantidad y calidad de la luz, confiabilidad de la percepción y la comodidad visual que redundan en la seguridad del tráfico vehicular. El primer aspecto tiene como propósito brindar iluminación segura y cómoda en horas de la noche a las personas. El segundo se refiere a la capacidad de percepción a los objetos cuando se alcanza un contraste mínimo requerido por el observador. Además, requiere brindar un nivel elevado de luminancia en el fondo para asegurar la visibilidad adecuado, manteniendo la uniformidad de la luminancia promedio L_{prom} y reduciendo el deslumbramiento [21].

2.2.1. Iluminación según las características de las vías

El criterio de iluminación en las vías se define en base a dos parámetros, la velocidad de circulación (V_c) y el tránsito vehicular (T_v), tal como se detalla en la Tabla 2.1. Además, cada clase se distribuye de la siguiente manera: 1) carreteras, 2) de acceso rápido, 3) principales, para un T_v elevado, 4) primarias que manejan un volumen significativo de T_v , siendo menor a M3 y fundamentales para la conexión en áreas urbanas y 5) secundarias.

TABLA 2.1: Iluminación - vías vehiculares

Clase M	Vc	km/h	Tv	Veh/h
1	Muy elevada	$V_c > 80$	Muy significativo	$T_v > 1000$
2	Alta	$60 < V_c < 80$	Importante	$500 < T_v < 1000$
3	Media	$30 < V_c < 60$	Media	$250 < T_v < 500$
4	Baja	$V_c < 30$	Reducida	$100 < T_v < 250$
5	Muy baja	Al paso	Muy reducida	$T_v < 100$

La Avenida Elia Liut, a pesar de ser una calle terciaria en una zona urbana, se considera de clase M3 debido a que la velocidad vehicular permitida es de 50 km/h, tal como se indica en la Figura 2.4.



FIGURA 2.4: Av. Elia Liut - Google Street Maps

Por cada clase, se definen ciertos requisitos fotométricos (R_f) mínimos para luminancia en piso seco, visto en la Tabla 2.2.

TABLA 2.2: Clases y vías de aplicación

Clase M	L_{prom} (cd/m ²) mínimo	U_o mínimo	TI %	U_l	SR mínimo
1	2				
2	1,5		10	0,5	0,5
3	1,2	0,4			
4	0,8		15	No	No
5	0,6		15	requerido	requerido

Para todas las vías, L_{prom} es la luminancia promedio, U_o es el factor de uniformi-

dad y TI se conoce como al incremento de umbral expresado en porcentaje. Luego, se tienen Rf como el U_l que es el U_o longitudinal de luminancia mínimo para vías con intersecciones pocas/nulas. Finalmente, SR representa una relación de alrededores en vías no iluminadas.

2.2.2. Vías para tráfico peatonal y ciclistas

Se refiere a que tanto el peatón como ciclista deben ser capaces de distinguir el diseño del pavimento como la textura, gracias a una buena iluminancia horizontal; detallado en la Tabla 2.3.

TABLA 2.3: Rf para tráfico peatonal y ciclistas

Clase	E_v (lx)	E_v (lx)
P	promedio	mínimo
1	20,0	7,5
2	10,0	3,0
3	7,5	1,5
4	5,0	1,0
5	3,0	0,6
6	1,5	0,2
7	No requiere	No requiere

Donde cada clase P representa la siguiente descripción de la calzada:

1. Sectores con vías de elevado prestigio.
2. Uso nocturno intenso.
3. Utilización nocturna moderada. Se establece esta clase para la Av. Elia Liut, ya que se considera más una zona comercial e industrial.
4. Baja (relacionada hacia propiedades adyacentes).
5. Similar a P4, salvo que en este se preserva el carácter arquitectónico del ambiente.
6. Muy baja y de características similares a P5.
7. Vías donde se requiere una guía visual suministrada por la luz directa de las luminarias.

2.3. ARCERNNR 007/23

La Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables ARCERNNR 007/23 establece ciertos criterios para los Rf por vías en AP [22].

2.3.1. Vías con tráfico motorizado

La clases M presentan hasta 6 etapas y se determinan mediante la Ecuación 2.4; donde $\sum V_{pM}$ representa una sumatoria de los valores ponderados, los cuales se determinan a través de la Tabla 2.4.

$$M = \left(6 - \sum V_{pM}\right) \quad (2.4)$$

TABLA 2.4: Criterios de selección M

Parámetros	Opciones	V_{pM}
Velocidad	Muy alta, $V_c \geq 100$ km/h	1,0
	Alta, $70 < V_c < 100$ km/h	0,5
	Moderada, $40 < V_c \leq 70$ km/h	0,0
Volumen del tráfico	Muy alto	1,0
	Alto	0,5
	Moderado	0,0
	Bajo	-0,5
Composición de tráfico	Muy bajo	-1,0
	Mixto (no motorizado - alto porcentaje)	2,0
	Mixto	1,0
Separación de vías	Solo motorizado	0
	No	1,0
Intersección (densidad)	Sí	0
	Alta	1,0
Estacionamiento para vehículos	Moderada	0
	Sí	0,5
	No	0
Iluminación ambiental	Alta	1,0
	Moderada	0
	Baja	-1,0
Guías visuales	Pobre	0,5
	Moderado o bueno	0

La Av. Elia Liut se considera una clase M4, debido a las siguientes ponderaciones:

- Vc de 50 km/h, por lo que el factor velocidad es igual a 0.
- El volumen de tráfico se considera moderado (= 0).
- La composición de tráfico es mixto (= 1).
- Existe separación de vías (= 0).
- Presenta una alta densidad de intersección (= 1), debido a que está influenciada por zonas comerciales e industriales.
- No existe estacionamiento para vehículos en la Avenida, entre la calle vieja y Av. Ramírez Dávalos (= 0).
- La iluminación ambiental es baja (= -1).
- Las guías visuales son pobres (= 0,5).

Cada clase M se acoge a las condiciones de la Tabla 2.4 y se determina en base a la Ecuación 2.4. De esta manera, se observa en la Tabla 2.5, sus parámetros fotométricos, tales como L_{prom} mínimo - máximo, U_o mínimo, TI % máximo inicial, U_l y SR mínimos.

TABLA 2.5: Fotometrías para vías con tráfico motorizado

Clase M	L_{prom} (cd/m ²)	U_o mínimo	T %	U_l	SR mínimo
1	2 - 2,4			0,7	
2	1,5 - 1,8	0,4	10		
3	1 - 1,2			0,6	0,5
4	0,75 - 1				
5	0,5 - 0,75	0,35	15	0,4	
6	0,3 - 0,5				

2.3.2. Vías con tráfico peatonal

De manera similar se determina la clase P (ver Ecuación 2.5), salvo que esta va orientado a transeúntes p , ciclistas c , carriles de estacionamiento st y otras zonas separadas o a lo largo de una calle vehicular. El término $\sum V_{pP}$ representa la sumatoria de valores ponderados, detallados en la Tabla 2.6. La velocidad es la máxima permitida por una autoridad competente. En caso de que no hayan señalizaciones en la vía, se establece como categoría baja. Y si tampoco se permite el ingreso vehicular, se define como velocidad muy baja. Además, los V_{pP} correspondientes a estacionamientos e iluminación ambiental son similares a la Tabla 2.4.

$$P = \left(6 - \sum V_{pP} \right) \quad (2.5)$$

TABLA 2.6: Criterios de selección P

Parámetros	Opciones	V_{pP}
Velocidad km/h	Baja, $6 < V_c \leq 40$	1,0
	Muy baja, $V_c \leq 6$	0,0
Tráfico p-c/hora T_{pc}	Muy alto, $T_{pc} > 480$	1,0
	Alto, $300 < T_{pc} \leq 480$	0,5
	Moderado, $121 < T_{pc} \leq 299$	0,0
	Bajo, $60 \leq T_{pc} \leq 120$	-0,5
	Muy bajo, $T_{pc} < 60$	-1,0
Composición: p, c y Tv	Mixto (p, c y Tv)	2,0
	Mixto (p y Tv)	1,0
	Mixto (p y c)	1,0
	Únicamente (p, c o moderada)	0,0

La Av. Elia Liut se define como una clase P4, debido a las siguientes ponderaciones: se considera una V_c baja (= 1), el tráfico p-c/hora es bajo (= -0.5). Además, presenta una composición p, c y TV (= 2), no existe estacionamiento para vehículos en la Avenida, entre la calle vieja y Av. Ramírez Dávalos (= 0). Por último, la iluminación ambiental es baja (= -1).

Luego, se definen las medidas fotométricas a nivel del suelo de la iluminancia promedio, mínima y máxima, valores verticales y semicilíndricos, detallados en la Tabla 2.7. Estos dos últimos se emplean cuando se requiera reconocimiento facial.

TABLA 2.7: Fotometrías para tráfico peatonal

Clase P	E_v (luxes) promedio	E_v (luxes) mínimo - máximo	Valor vertical	Valor semicilíndrica
1	15	3 - 18	5	3
2	10	2 - 12	3	2
3	7,5	1,5 - 9	2,5	1,5
4	5	1 - 7,5	1,5	1
5	3	0,6 - 5	1	0,6
6	2	0,4 - 3	0,6	0,4

CAPÍTULO 3

SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Elia Liut - Cuenca

La Avenida Elia Liut está situada en la ciudad de Cuenca, en el sur de Ecuador, que conecta zonas residenciales, comerciales e industriales; cuyas coordenadas en el sistema WGS84 (latitud, longitud) son (-2.888902, -78.987239) y (-2.887004, -78.989276) Además, contempla dos tramos, uno situado entre la calle vieja y Av. Gil Ramírez Dávalos; y un segundo tramo ubicado entre las Avenidas, España y Gil Ramírez Dávalos, por lo que posee tres intersecciones, tal como se muestra en la Figura 3.3. En la figura 3.1 se muestra la situación actual de los tramos de estudio sin el SFA.



FIGURA 3.1: Av. Elia Liut. a) Tramo 1 sin SFA b) Tramo 2 sin SFA

En la figura 3.2 se muestra la situación actual de los tramos de estudio con el SFA. Estas luminarias proporcionan una iluminación de acorde a lo solicitado en la normativa vigente a lo largo de toda la avenida, como se puede observar la diferencia que existe es considerable y en las mediciones realizadas se puede observar esto.



FIGURA 3.2: Av. Elia Liut. a) Tramo 1 con SFA b) Tramo 2 con SFA

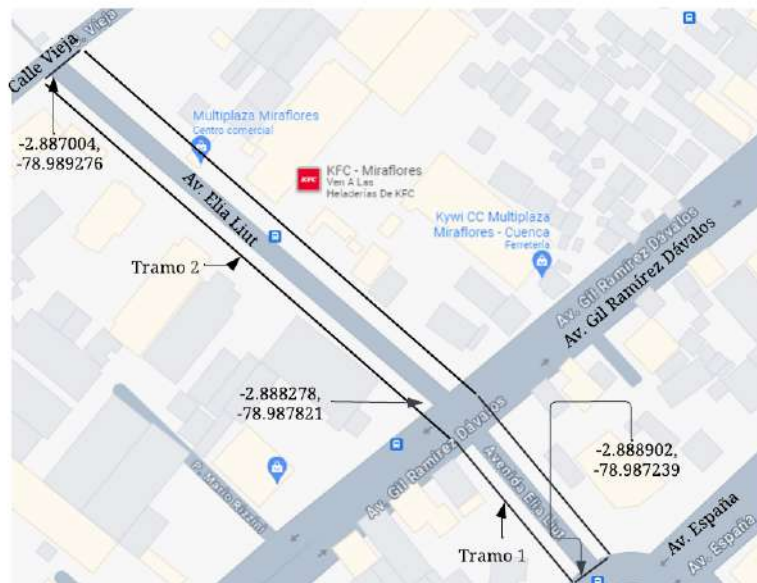


FIGURA 3.3: Ubicación de la Av. Elia Liut - Cuenca, Ecuador

La avenida se compone de aceras y una calle pavimentadas con materiales de hormigón y asfalto; respectivamente, tal como se visualiza en la Figura 3.4. Adicionalmente, no posee ruta de ciclovía.



FIGURA 3.4: Tipo de vía - Av. Elia Liut

3.2. Campo de cálculo en aceras y ciclovías

3.2.1. Tramo 1

En la Figura 3.5 se observa el T1 compuesto de 2 postes del lado derecho y 3 postes del lado izquierdo de la ciclovía, cada poste cuenta con luminarias de sodio de 150 W, alimentados por el transformador #25343 trifásico con potencia de 50kVA. Para efectuar el cálculo de iluminancia y luminancia, se realiza sobre postes proyectados.



FIGURA 3.5: Av. Elia Liut - Tramo 1 existente

El T1, contempla cuatro postes proyectados (ver Anexo 1) cuya separación oscila de 15 a 19 metros aproximadamente. Eso quiere decir que $N = 10$ PC sobre el eje longitudinal, tal como indica la CIE 140:2019. A través de la Figura 3.6, se observa un ejemplo del T1.1, el cual posee un W_F de 5 m, de modo que d_F es 1 m y se obtienen 5 PC en el eje transversal, con un total de 14 PC sobre la acera. De manera similar, se hace el análisis para la ciclovía, calculando 11 PC totales.

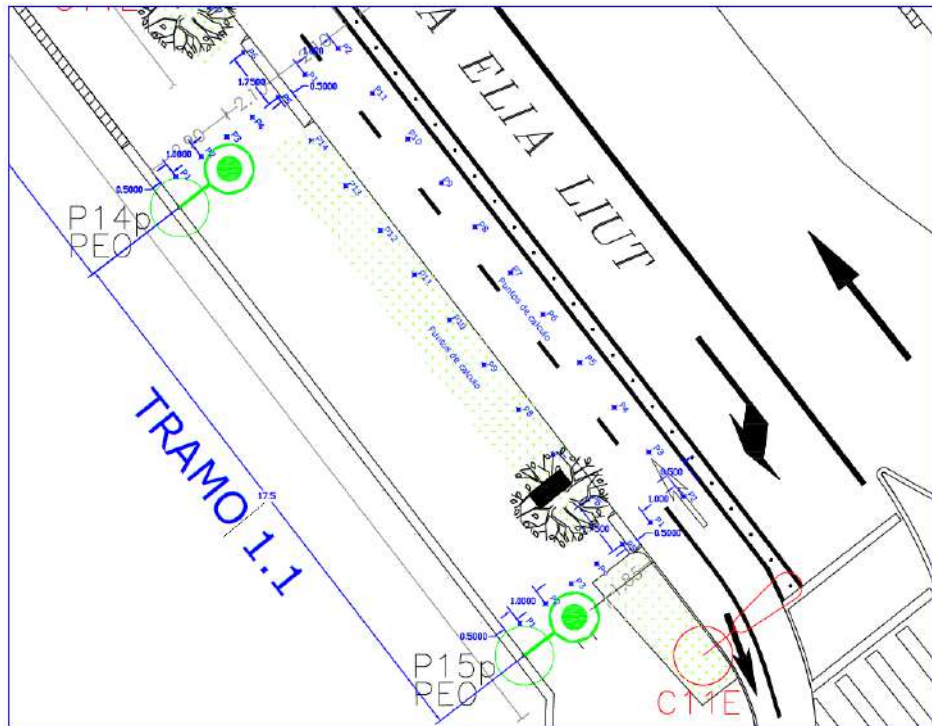


FIGURA 3.6: Av. Elia Liut - Tramo 1.1 proyectado

3.2.2. Tramo 2

En la Figura 3.7 se muestra una parte del T2, donde se visualiza 4 luminarias de sodio del lado derecho y 3 del lado izquierdo, las mismas que están alimentados por el transformador #21828 trifásico con potencia de 30kVA. De manera similar al caso anterior, se realiza mediciones en campo de iluminancia y luminancia sobre postes proyectados.



FIGURA 3.7: Av. Elia Liut - Tramo 2 existente

El T2 está formado por once postes proyectados (ver Anexo 1) sobre la acera, cuyo espaciamiento oscila entre 15 a 22m aproximadamente. En la Figura 3.8 se muestra un ejemplo con el T2.1; con un W_F de 4 m, por lo que existen 10 y 4 PC en las direcciones longitudinales y transversales, es decir, un total de 13 PC. De manera similar, se hace el análisis para la ciclovía, obteniendo un total de 11 PC.

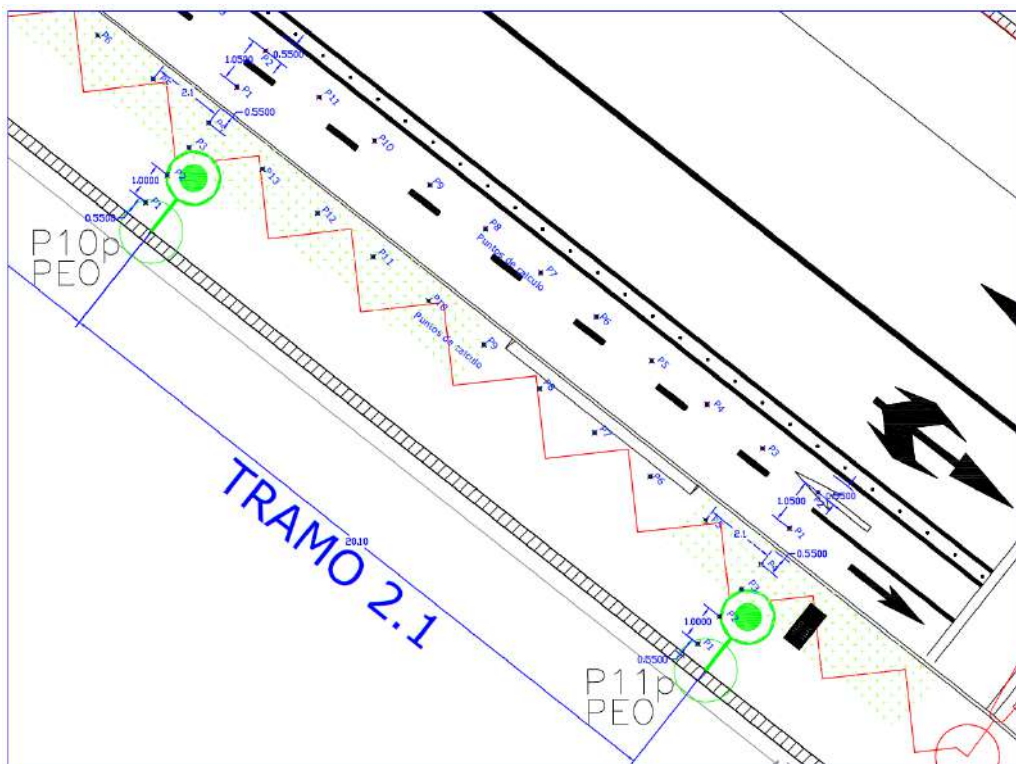


FIGURA 3.8: Av. Elia Liut - Tramo 2.1 proyectado

3.3. Iluminancia existente

Las luminarias presentes sobre la acera derecha de la Avenida Elia Liut son de sodio. Por lo que se realiza un análisis y en base a las normativas, RETILAP (NI) y ARCERNNR 007/23 (NN) evaluar si cumplen o no con los parámetros fotométricos de iluminancia. Cabe denotar que estos valores medidos también son influenciados por las luminarias situadas en la acera izquierda.

A través de la Tabla 3.1, se observa como la E_v cumple con los valores de iluminancia estándares en todos los PC sobre T1 situado entre Av. Gil Ramírez Dávalos y Av. España. Para el T1.1, se obtiene un rango entre 8,31 y 30,4 lx; mientras que para el T1.2 varía de 8,84 a 32,8 lx. Finalmente, en el T1.3 se presenta diversas cantidades de iluminancia, siendo éstas en el rango de 7,18 a 25,5 lx.

TABLA 3.1: E_v existente - acera - tramo 1

PC	T1.1	NI	NN	T1.2	NI	NN	T1.3	NI	NN
	E_v (lx)	P3 ¿Cumple?	P4	E_v (lx)	P3 ¿Cumple?	P4	E_v (lx)	P3 ¿Cumple?	P4
1	12,4	Sí	Sí	18,8	Sí	Sí	9,80	Sí	Sí
2	30,4	Sí	Sí	23,6	Sí	Sí	9,81	Sí	Sí
3	26,3	Sí	Sí	25,9	Sí	Sí	11,3	Sí	Sí
4	28,7	Sí	Sí	27,9	Sí	Sí	7,18	No	Sí
5	28,4	Sí	Sí	28,3	Sí	Sí	18,6	Sí	Sí
6	8,31	Sí	Sí	27,6	Sí	Sí	17,3	Sí	Sí
7	23,1	Sí	Sí	31,1	Sí	Sí	14,0	Sí	Sí
8	16,2	Sí	Sí	8,84	Sí	Sí	16,2	Sí	Sí
9	14,3	Sí	Sí	11,1	Sí	Sí	15,1	Sí	Sí
10	18,5	Sí	Sí	11,6	Sí	Sí	17,8	Sí	Sí
11	20,1	Sí	Sí	23,6	Sí	Sí	15,2	Sí	Sí
12	15,2	Sí	Sí	32,8	Sí	Sí	22,0	Sí	Sí
13	11,4	Sí	Sí	30,0	Sí	Sí	21,9	Sí	Sí
14	17,5	Sí	Sí	12,9	Sí	Sí	25,5	Sí	Sí

En base a la NI se visualiza como los valores de iluminancia no cumplen en la mayoría de PC para el T2.1. no obstante, eso no sucede con los T2.2 y T2.3. Por otro lado, si se aplica la NN, se muestra como mejora la aceptación de iluminancia, detallado en la Tabla 3.2.

TABLA 3.2: E_v existente - acera - tramo 2 (parte 1)

PC	T2.1			T2.2			T2.3			T2.4		
	lx	NI P3	NN P4	lx	NI P3	NN P4	lx	NI P3	NN P4	lx	NI P3	NN P4
1	3,14	No	No	8,6	Sí	Sí	19,7	Sí	Sí	5,6	No	Sí
2	4,65	No	No	10,2	Sí	Sí	25,6	Sí	Sí	11,4	Sí	Sí
3	4,33	No	No	11,9	Sí	Sí	26,3	Sí	Sí	12,1	Sí	Sí
4	4,14	No	No	14,0	Sí	Sí	31,6	Sí	Sí	16,3	Sí	Sí
5	5,31	No	Sí	11,8	Sí	Sí	27,5	Sí	Sí	12,5	Sí	Sí
6	7,32	No	Sí	15,3	Sí	Sí	22,2	Sí	Sí	13,7	Sí	Sí
7	7,79	Sí	Sí	17,1	Sí	Sí	21,2	Sí	Sí	11,8	Sí	Sí
8	6,84	No	Sí	18,4	Sí	Sí	16,8	Sí	Sí	11,6	Sí	Sí
9	9,87	Sí	Sí	25,9	Sí	Sí	16,1	Sí	Sí	11,8	Sí	Sí
10	6,97	No	Sí	29,0	Sí	Sí	15,3	Sí	Sí	11,4	Sí	Sí
11	7,24	No	Sí	29,0	Sí	Sí	7,1	No	Sí	11,9	Sí	Sí
12	8,77	Sí	Sí	32,5	Sí	Sí	14,3	Sí	Sí	12,8	Sí	Sí
13	10,3	Sí	Sí	32,9	Sí	Sí	13,1	Sí	Sí	13,2	Sí	Sí

Acorde a la NI se detalla como los valores de iluminancia cumple en casi todos los PC del T2.5, a excepción del PC1; mientras que para los T2.6 si cumple en su totalidad. Sin embargo, con el T2.7 solo cumple con la normativa en PC8 y PC10 - PC13. Por otro lado, si se aplica la NN, se muestra como mejora la aceptación de iluminancia para todos los tramos antes mencionados, tal como se observa en la Tabla 3.3.

TABLA 3.3: E_v existente - acera - tramo 2 (parte 2)

PC	T2.5			T2.6			T2.7		
	E_v (lx)	NI P3	NN P4	E_v (lx)	NI P3	NN P4	E_v (lx)	NI P3	NN P4
1	6,90	No	Sí	7,60	Sí	Sí	5,60	No	Sí
2	11,0	Sí	Sí	12,6	Sí	Sí	6,20	No	Sí
3	12,3	Sí	Sí	14,5	Sí	Sí	6,90	No	Sí
4	13,1	Sí	Sí	14,9	Sí	Sí	7,30	No	Sí
5	14,8	Sí	Sí	12,3	Sí	Sí	5,70	No	Sí
6	17,4	Sí	Sí	9,90	Sí	Sí	6,60	No	Sí
7	17,6	Sí	Sí	9,00	Sí	Sí	5,20	No	Sí
8	23,4	Sí	Sí	7,90	Sí	Sí	8,00	Sí	Sí
9	24,7	Sí	Sí	6,80	Sí	Sí	7,40	No	Sí
10	25,1	Sí	Sí	6,90	Sí	Sí	8,90	Sí	Sí
11	20,6	Sí	Sí	4,40	Sí	Sí	9,60	Sí	Sí
12	18,8	Sí	Sí	5,70	Sí	Sí	11,0	Sí	Sí
13	16,6	Sí	Sí	6,30	Sí	Sí	13,3	Sí	Sí

Conforme a lo establecido por las NI y NN se observan como cumplen los valores de iluminancia en los T2.8 - T2.10, a excepción del PC1 del T2.9; indicado en la Tabla 3.4.

TABLA 3.4: E_v existente - acera - tramo 2 (parte 3)

PC	T2.8	NI	NN	T2.9	NI	NN	T2.10	NI	NN
	E_v (lx)	P3	P4	E_v (lx)	P3	P4	E_v (lx)	P3	P4
1	8,10	Sí	Sí	4,70	No	No	13,3	Sí	Sí
2	10,5	Sí	Sí	7,50	Sí	Sí	26,7	Sí	Sí
3	14,4	Sí	Sí	8,60	Sí	Sí	26,4	Sí	Sí
4	15,6	Sí	Sí	9,10	Sí	Sí	24,7	Sí	Sí
5	19,5	Sí	Sí	9,80	Sí	Sí	29,6	Sí	Sí
6	22,2	Sí	Sí	10,0	Sí	Sí	33,7	Sí	Sí
7	23,0	Sí	Sí	9,60	Sí	Sí	32,9	Sí	Sí
8	22,1	Sí	Sí	8,50	Sí	Sí	29,7	Sí	Sí
9	21,4	Sí	Sí	12,3	Sí	Sí	17,7	Sí	Sí
10	18,5	Sí	Sí	10,8	Sí	Sí	21,5	Sí	Sí
11	13,7	Sí	Sí	10,4	Sí	Sí	17,5	Sí	Sí
12	11,2	Sí	Sí	10,9	Sí	Sí	16,6	Sí	Sí
13	9,80	Sí	Sí	15,4	Sí	Sí	13,4	Sí	Sí

Con respecto a la ciclovía del T1, se utilizan 11 PC para determinar los valores de iluminancia, tal como se indica en la Tabla 3.5. La E_v mínima en los T1.1, T1.2 y T1.3 son iguales a 18,8, 12,6 y 16 lx; respectivamente. Estas cantidades reflejan un sobre dimensionamiento a lo que indica las normativas NI (Retilap) y NN (ARCERNNR 007/23), es decir, son mayores a 7,5 y 5 lx; por tanto se cumple con los requerimientos de iluminancia.

TABLA 3.5: E_v existente - ciclovía - tramo 1

PC	T1.1	NI	NN	T1.2	NI	NN	T1.3	NI	NN
	E_v (lx)	P3 7,5 lx	P4 5 lx	E_v (lx)	P3 7,5 lx	P4 5 lx	E_v (lx)	P3 7,5 lx	P4 5 lx
1	29,5	Sí	Sí	27,9	Sí	Sí	16,0	Sí	Sí
2	18,8	Sí	Sí	28,5	Sí	Sí	16,6	Sí	Sí
3	29,0	Sí	Sí	32,8	Sí	Sí	16,5	Sí	Sí
4	19,5	Sí	Sí	35,1	Sí	Sí	16,6	Sí	Sí
5	20,1	Sí	Sí	20,3	Sí	Sí	17,1	Sí	Sí
6	19,8	Sí	Sí	22,1	Sí	Sí	17,7	Sí	Sí
7	19,4	Sí	Sí	24,5	Sí	Sí	18,8	Sí	Sí
8	20,7	Sí	Sí	12,6	Sí	Sí	20,4	Sí	Sí
9	24,5	Sí	Sí	29,7	Sí	Sí	23,9	Sí	Sí
10	24,7	Sí	Sí	40,1	Sí	Sí	28,5	Sí	Sí
11	27,9	Sí	Sí	35,7	Sí	Sí	38,0	Sí	Sí

En base a la NI se observa como los valores de iluminancia no cumplen en PC1, PC2, PC3 y PC5 del T2.1; mientras que para el resto de tramos no presenta ese

problema. Lo mismo ocurre aplicando la NN, en todos los PC se cumple con los valores promedio en cualquiera de los T2.1, T2.2, T2.3 y T2.4, tal como se muestran en la Tabla 3.6.

TABLA 3.6: E_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 1)

PC	T2.1	NI	NN	T2.2	NI	NN	T2.3	NI	NN	T2.4	NI	NN
	lx	P3	P4	lx	P3	P4	lx	P3	P4	lx	P3	P4
1	5,62	No	Sí	15,3	Sí	Sí	32,5	Sí	Sí	15,2	Sí	Sí
2	7,11	No	Sí	17,2	Sí	Sí	35,1	Sí	Sí	16,5	Sí	Sí
3	5,47	No	Sí	17,3	Sí	Sí	31,5	Sí	Sí	15,6	Sí	Sí
4	7,82	Sí	Sí	20,1	Sí	Sí	28,3	Sí	Sí	14,7	Sí	Sí
5	6,09	No	Sí	21,5	Sí	Sí	23,8	Sí	Sí	12,2	Sí	Sí
6	9,15	Sí	Sí	23,7	Sí	Sí	22,1	Sí	Sí	12,0	Sí	Sí
7	9,85	Sí	Sí	30,0	Sí	Sí	20,3	Sí	Sí	10,7	Sí	Sí
8	11,3	Sí	Sí	33,8	Sí	Sí	18,0	Sí	Sí	12,0	Sí	Sí
9	12,9	Sí	Sí	36,0	Sí	Sí	18,3	Sí	Sí	11,0	Sí	Sí
10	14,3	Sí	Sí	38,6	Sí	Sí	17,9	Sí	Sí	11,3	Sí	Sí
11	14,4	Sí	Sí	39,6	Sí	Sí	17,2	Sí	Sí	12,4	Sí	Sí

Acorde a la normativa internacional (RETILAP) se cumple con los valores de iluminancia promedio en casi todos los tramos de la Tabla 3.7, a excepción del PC1 del T2.7, debido a que presenta un valor inferior a 7,5 lx. Por otro lado, al aplicar la normativa nacional (ARCERNNR-007/23), se observa que ante una E_v promedio de 5 lx, cumple en su totalidad con el requisito de iluminancia de los tramos antes mencionados.

TABLA 3.7: E_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 2)

PC	T2.5	NI	NN	T2.6	NI	NN	T2.7	NI	NN
	lx	P3	P4	lx	P3	P4	lx	P3	P4
1	12,7	Sí	Sí	16,2	Sí	Sí	7,14	No	Sí
2	13,2	Sí	Sí	17,8	Sí	Sí	9,38	Sí	Sí
3	9,10	Sí	Sí	14,0	Sí	Sí	9,27	Sí	Sí
4	18,6	Sí	Sí	12,0	Sí	Sí	8,15	Sí	Sí
5	20,1	Sí	Sí	10,9	Sí	Sí	9,16	Sí	Sí
6	22,2	Sí	Sí	9,80	Sí	Sí	9,18	Sí	Sí
7	23,0	Sí	Sí	8,70	Sí	Sí	9,11	Sí	Sí
8	25,0	Sí	Sí	8,40	Sí	Sí	10,0	Sí	Sí
9	22,2	Sí	Sí	8,20	Sí	Sí	10,2	Sí	Sí
10	21,4	Sí	Sí	8,60	Sí	Sí	11,7	Sí	Sí
11	19,8	Sí	Sí	8,80	Sí	Sí	13,4	Sí	Sí

Conforme a lo establecido por las NI y NN se observa el cumplimiento de las normativas (ver Tabla 3.8) con respecto a los valores de E_v promedio en los T2.8 - T2.10.

TABLA 3.8: E_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 3)

PC	T2.8	NI	NN	T2.9	NI	NN	T2.10	NI	NN
	E_v (lx)	P3	P4	E_v (lx)	P3	P4	E_v (lx)	P3	P4
1	15,9	Sí	Sí	10,2	Sí	Sí	20,1	Sí	Sí
2	17,2	Sí	Sí	12,5	Sí	Sí	23,3	Sí	Sí
3	22,6	Sí	Sí	12,1	Sí	Sí	24,4	Sí	Sí
4	24,3	Sí	Sí	11,4	Sí	Sí	32,6	Sí	Sí
5	25,5	Sí	Sí	12,1	Sí	Sí	39,5	Sí	Sí
6	24,2	Sí	Sí	11,5	Sí	Sí	36,0	Sí	Sí
7	22,7	Sí	Sí	11,5	Sí	Sí	30,8	Sí	Sí
8	17,9	Sí	Sí	13,4	Sí	Sí	24,5	Sí	Sí
9	15,5	Sí	Sí	14,3	Sí	Sí	22,9	Sí	Sí
10	14,8	Sí	Sí	15,0	Sí	Sí	27,5	Sí	Sí
11	11,8	Sí	Sí	19,8	Sí	Sí	15,0	Sí	Sí

3.4. Luminancia existente

Se realizaron mediciones de luminancia en los T1.1 y T1.2 y T1.3 de la acera. En el caso T1.1, su rango oscila de 0,45 a 0,98 cd/m^2 ; por lo que no es aceptable en ningún PC del T1.1 con la NI. En cambio, si se utiliza la NN, solo cumple en PC1, PC4 - PC6, PC8, PC12 y PC13. A pesar de aumentar los valores L_v para el T1.2, no cumple con la NI, mientras que para la NN no cumple en PC6. Por último, en el T1.3 cumple en PC5 y PC11 bajo la NI, mientras que aplicando la NN, no cumple en PC6 y PC7.

TABLA 3.9: L_v existente - acera - tramo 1

PC	T1.1	NI	NN	T1.2	NI	NN	T1.3	NI	NN
	L_v cd/m^2	P3	P4	L_v cd/m^2	P3	P4	L_v cd/m^2	P3	P4
		¿Cumple?			¿Cumple?			¿Cumple?	
1	0,96	No	Sí	0,91	No	Sí	0,80	No	Sí
2	0,34	No	No	0,93	No	Sí	1,02	No	Sí
3	0,56	No	No	0,84	No	Sí	1,10	No	Sí
4	0,87	No	Sí	0,87	No	Sí	0,90	No	Sí
5	0,98	No	Sí	1,02	No	Sí	1,20	Sí	Sí
6	0,87	No	Sí	0,65	No	No	0,56	No	No
7	0,66	No	No	0,78	No	Sí	0,70	No	No
8	0,88	No	Sí	0,99	No	Sí	0,99	No	Sí
9	0,45	No	No	1,10	No	Sí	0,85	No	Sí
10	0,56	No	No	0,78	No	Sí	0,80	No	Sí
11	0,67	No	No	0,89	No	Sí	1,67	Sí	Sí
12	0,76	No	Sí	0,99	No	Sí	0,89	No	Sí
13	0,87	No	Sí	0,92	No	Sí	0,88	No	Sí
14	0,65	No	No	1,03	No	Sí	0,80	No	Sí

Con respecto a la acera del T2 y NI, se obtiene una baja luminancia en los T2.1 (PC3 - PC5 y PC7), T2.2 (PC3 - PC12), T2.3 (PC3 - PC13) y T2.4 (PC3 - PC9); eso implica que, más del 50% no posee una buena visibilidad. Sin embargo, si se acoge a las condiciones establecidas por la NN, se observa como si cumple el criterio de luminancia, tal como se muestra en la Tabla 3.10.

TABLA 3.10: L_v existente (cd/m^2) - acera - tramo 2 (parte 1)

PC	T2.1	NI	NN	T2.2	NI	NN	T2.3	NI	NN	T2.4	NI	NN
	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4
1	1,96	Sí	Sí	1,76	Sí	Sí	1,67	Sí	Sí	1,43	Sí	Sí
2	2,01	Sí	Sí	1,89	Sí	Sí	1,98	Sí	Sí	1,83	Sí	Sí
3	0,94	No	Sí	0,89	No	Sí	0,76	No	Sí	0,85	No	Sí
4	0,97	No	Sí	0,95	No	Sí	0,89	No	Sí	0,80	No	Sí
5	1,03	No	Sí	0,85	No	Sí	0,87	No	Sí	0,79	No	Sí
6	1,20	Sí	Sí	0,56	No	No	0,90	No	Sí	0,83	No	Sí
7	0,99	No	Sí	0,76	No	Sí	0,93	No	Sí	0,82	No	Sí
8	2,45	Sí	Sí	0,79	No	Sí	0,95	No	Sí	0,90	No	Sí
9	2,21	Sí	Sí	0,89	No	Sí	0,75	No	Sí	1,05	No	Sí
10	2,65	Sí	Sí	0,86	No	Sí	0,45	No	No	2,50	Sí	Sí
11	0,97	No	Sí	0,82	No	Sí	0,64	No	No	2,60	Sí	Sí
12	0,87	No	Sí	1,03	No	Sí	0,67	No	No	1,90	Sí	Sí
13	0,96	No	Sí	1,20	Sí	Sí	0,89	No	Sí	2,10	Sí	Sí

Acorde al criterio establecido en la NI se tiene que los valores de luminancia cumplen en los T2.5 (PC1 - PC10), T2.6 (PC1, PC2 y PC9) y T2.7 (PC1, PC2 y PC8). En cambio, si se aplica la NN se observa como es aceptable este criterio, tal como se refleja en la Tabla 3.11.

TABLA 3.11: L_v existente - acera - tramo 2 (parte 2)

PC	T2.5	NI	NN	T2.6	NI	NN	T2.7	NI	NN
	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4
	cd/m^2			cd/m^2			cd/m^2		
1	1,56	Sí	Sí	1,60	Sí	Sí	1,75	Sí	Sí
2	1,83	Sí	Sí	1,70	Sí	Sí	1,87	Sí	Sí
3	1,90	Sí	Sí	0,80	No	Sí	0,80	No	Sí
4	1,91	Sí	Sí	0,85	No	Sí	0,90	No	Sí
5	2,50	Sí	Sí	0,81	No	Sí	0,81	No	Sí
6	2,29	Sí	Sí	0,99	No	Sí	0,99	No	Sí
7	2,63	Sí	Sí	0,85	No	Sí	0,85	No	Sí
8	2,52	Sí	Sí	0,80	No	Sí	0,80	Sí	Sí
9	2,50	Sí	Sí	1,67	Sí	Sí	0,85	No	Sí
10	2,88	Sí	Sí	0,85	No	Sí	2,20	Sí	Sí
11	0,89	No	Sí	0,90	No	Sí	2,60	Sí	Sí
12	0,88	No	Sí	0,87	No	Sí	2,50	Sí	Sí
13	0,80	No	Sí	0,80	No	Sí	2,70	Sí	Sí

En la Tabla 3.12 se visualiza buenos valores de luminancia si se acoge la NN sobre los T2.8, T2.9 y T2.10. Lo mismo ocurre si se utiliza la NI, salvo en pocos PC, donde la luminancia oscila de 0,8 a 0,99, distribuidos en el T2.8 y T2.10.

TABLA 3.12: L_v existente - acera - tramo 2 (parte 3)

PC	T2.8	NI	NN	T2.9	NI	NN	T2.10	NI	NN
	L_v cd/m ²	P3	P4	L_v cd/m ²	P3	P4	L_v cd/m ²	P3	P4
1	0,80	No	Sí	1,54	Sí	Sí	0,99	No	Sí
2	0,90	No	Sí	1,70	Sí	Sí	1,70	Sí	Sí
3	1,87	Sí	Sí	1,87	Sí	Sí	2,01	Sí	Sí
4	1,99	Sí	Sí	1,99	Sí	Sí	2,50	Sí	Sí
5	1,78	Sí	Sí	1,78	Sí	Sí	2,45	Sí	Sí
6	1,97	Sí	Sí	1,97	Sí	Sí	2,33	Sí	Sí
7	2,03	Sí	Sí	2,03	Sí	Sí	2,67	Sí	Sí
8	2,50	Sí	Sí	2,50	Sí	Sí	2,89	Sí	Sí
9	2,70	Sí	Sí	2,70	Sí	Sí	2,90	Sí	Sí
10	2,40	Sí	Sí	2,40	Sí	Sí	2,76	Sí	Sí
11	2,66	Sí	Sí	2,66	Sí	Sí	2,50	Sí	Sí
12	2,54	Sí	Sí	2,54	Sí	Sí	2,45	Sí	Sí
13	2,70	Sí	Sí	2,70	Sí	Sí	2,78	Sí	Sí

En la Tabla 3.13 se muestra diferentes valores de luminancia existente para la ciclovía en el T1. Aplicando la normativa nacional NN (ARCERNNR-007/23), se cumple este criterio para todos los PC de T1.1 al T1.3; debido a que presentan cantidades mayores a 0,75 cd/m². En cambio, con la NI (RETILAP), se obtiene una buena visibilidad en el T1.1 y, en la mayoría de PC de T1.2 (PC1 - PC3, PC7 - PC11) y T1.3 (PC2 - PC11).

TABLA 3.13: L_v existente - ciclovía - tramo 1

PC	T1.1	NI	NN	T1.2	NI	NN	T1.3	NI	NN
	L_v cd/m ²	P3	P4	L_v cd/m ²	P3	P4	L_v cd/m ²	P3	P4
1	1,56	Sí	Sí	1,40	Sí	Sí	1,05	No	Sí
2	1,76	Sí	Sí	1,20	Sí	Sí	1,40	Sí	Sí
3	1,87	Sí	Sí	1,40	Sí	Sí	1,45	Sí	Sí
4	2,01	Sí	Sí	1,10	No	Sí	1,65	Sí	Sí
5	1,78	Sí	Sí	1,03	No	Sí	1,36	Sí	Sí
6	2,20	Sí	Sí	1,01	No	Sí	1,87	Sí	Sí
7	2,10	Sí	Sí	1,45	Sí	Sí	1,48	Sí	Sí
8	1,76	Sí	Sí	1,76	Sí	Sí	1,98	Sí	Sí
9	1,43	Sí	Sí	2,03	Sí	Sí	1,92	Sí	Sí
10	1,32	Sí	Sí	1,65	Sí	Sí	2,30	Sí	Sí
11	1,25	Sí	Sí	1,54	Sí	Sí	2,50	Sí	Sí

Con respecto a los T2.1 hasta T.2.4 de la Tabla 3.14, se observa que los valores de

luminancia existente son mayores a 1,20 cd/m²; por lo que cumplen con el requisito L_v mínimo, tal como menciona RETILAP y ARCERNNR-007/23 en todos los PC.

TABLA 3.14: L_v existente (cd/m²) - ciclovía - tramo 2 (parte 1)

PC	T2.1	NI	NN	T2.2	NI	NN	T2.3	NI	NN	T2.4	NI	NN
	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4
1	2,14	Sí	Sí	1,54	Sí	Sí	1,78	Sí	Sí	1,50	Sí	Sí
2	2,05	Sí	Sí	1,78	Sí	Sí	1,65	Sí	Sí	1,44	Sí	Sí
3	2,60	Sí	Sí	2,22	Sí	Sí	1,78	Sí	Sí	1,80	Sí	Sí
4	2,76	Sí	Sí	1,90	Sí	Sí	1,95	Sí	Sí	1,70	Sí	Sí
5	2,54	Sí	Sí	2,32	Sí	Sí	1,90	Sí	Sí	1,90	Sí	Sí
6	2,65	Sí	Sí	2,76	Sí	Sí	1,87	Sí	Sí	1,91	Sí	Sí
7	2,45	Sí	Sí	2,50	Sí	Sí	2,03	Sí	Sí	1,80	Sí	Sí
8	2,37	Sí	Sí	2,80	Sí	Sí	2,10	Sí	Sí	2,50	Sí	Sí
9	2,87	Sí	Sí	2,40	Sí	Sí	2,60	Sí	Sí	2,40	Sí	Sí
10	2,45	Sí	Sí	1,87	Sí	Sí	2,19	Sí	Sí	2,30	Sí	Sí
11	2,30	Sí	Sí	1,98	Sí	Sí	1,89	Sí	Sí	1,90	Sí	Sí

En la Tabla 3.15 se observa distintos valores de luminancia, entre los cuales se obtienen L_v mínimas de 1,42, 1,55 y 1,87 cd/m² para los T2.5 (PC3), T2.6 (PC2) y T2.7 (PC1); respectivamente. Eso quiere decir, que presentan una buena visibilidad ya sea aplicando los parámetros estándar con la NI (RETILAP) o NN (ARCERNNR-007/23).

TABLA 3.15: L_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 2)

PC	T2.5	NI	NN	T2.6	NI	NN	T2.7	NI	NN
	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4	L_v	P3	P4
	cd/m ²			cd/m ²			cd/m ²		
1	1,55	Sí	Sí	1,60	Sí	Sí	1,87	Sí	Sí
2	1,46	Sí	Sí	1,55	Sí	Sí	1,98	Sí	Sí
3	1,42	Sí	Sí	1,70	Sí	Sí	2,21	Sí	Sí
4	1,80	Sí	Sí	1,80	Sí	Sí	2,01	Sí	Sí
5	2,01	Sí	Sí	1,70	Sí	Sí	2,40	Sí	Sí
6	1,98	Sí	Sí	1,80	Sí	Sí	2,03	Sí	Sí
7	2,07	Sí	Sí	1,90	Sí	Sí	2,50	Sí	Sí
8	2,07	Sí	Sí	2,08	Sí	Sí	2,60	Sí	Sí
9	1,84	Sí	Sí	2,02	Sí	Sí	2,80	Sí	Sí
10	1,85	Sí	Sí	2,50	Sí	Sí	2,90	Sí	Sí
11	1,93	Sí	Sí	2,40	Sí	Sí	2,45	Sí	Sí

Finalmente, a través de la Tabla 3.16, en PC3 de T2.8 se dice que no cumple con el valor de luminancia establecido por la NI. En cambio, si se aplica la NN, todos los PC cumplen con la L_v mínima.

TABLA 3.16: L_v existente - ciclovía - tramo 2 (parte 3)

PC	T2.8	NI	NN	T2.9	NI	NN	T2.10	NI	NN
	L_v cd/m ²	P3	P4	L_v cd/m ²	P3	P4	L_v cd/m ²	P3	P4
1	1,75	Sí	Sí	2,20	Sí	Sí	2,45	Sí	Sí
2	1,67	Sí	Sí	2,15	Sí	Sí	2,32	Sí	Sí
3	1,14	No	Sí	2,40	Sí	Sí	2,43	Sí	Sí
4	1,50	Sí	Sí	2,45	Sí	Sí	2,60	Sí	Sí
5	2,01	Sí	Sí	2,35	Sí	Sí	2,67	Sí	Sí
6	2,40	Sí	Sí	2,80	Sí	Sí	2,87	Sí	Sí
7	1,98	Sí	Sí	2,78	Sí	Sí	2,91	Sí	Sí
8	2,02	Sí	Sí	2,13	Sí	Sí	2,93	Sí	Sí
9	2,45	Sí	Sí	2,67	Sí	Sí	2,96	Sí	Sí
10	2,50	Sí	Sí	2,01	Sí	Sí	2,92	Sí	Sí
11	2,80	Sí	Sí	2,40	Sí	Sí	2,99	Sí	Sí

3.5. Flujo luminoso existente

Para determinar los valores del F de la luminaria de sodio, se debe conocer primero ciertos parámetros, tales como:

- Luminarias situadas a una altura de 10 m.
- Según Chindón [10], los C_u y C_m oscilan entre (0,25 - 0,35) y (0,6 - 0,8) unidades; respectivamente. Por lo que se escoge sus valores máximos, es decir, $C_u = 0,35$ y $C_m = 0,8$.
- Los valores de E_v promedio, se obtienen de la Sección 3.3.
- De las características técnicas de la luminaria, se consigue un diámetro y área (A) igual a 8,245 m y 53,39 m²; respectivamente. Estos valores se obtienen de una equivalencia existente que hay entre las luminarias LED y de sodio, tal como se detalla en el Anexo 2.
- Finalmente, se utiliza la Ecuación 1.1, para calcular F.

En la Tabla 3.17 se observa que el flujo luminoso para una luminaria de 150 W varía entre 1272 a 4455 lm en los tramos de la acera.

TABLA 3.17: Flujo luminoso de la luminaria de sodio - acera

Acera	E_v (lx)	A (m ²)	C_u	C_m	F (lm)
1.1	19,3	53,39	0,35	0,8	3688
1.2	22,4	53,39	0,35	0,8	4275
1.3	15,8	53,39	0,35	0,8	3017
2.1	6,7	53,39	0,35	0,8	1272
2.2	19,7	53,39	0,35	0,8	3764
2.3	19,8	53,39	0,35	0,8	3767
2.4	12,0	53,39	0,35	0,8	2290
2.5	17,1	53,39	0,35	0,8	3261
2.6	8,7	53,39	0,35	0,8	1657
2.7	7,8	53,39	0,35	0,8	1492
2.8	16,2	53,39	0,35	0,8	3080
2.9	9,8	53,39	0,35	0,8	1872
2.10	23,4	53,39	0,35	0,8	4455

En la Tabla 3.18 se observa que el flujo luminoso para una luminaria de 150 W varía entre 1802 a 5142 lm en los tramos de la ciclovia.

TABLA 3.18: Flujo luminoso de la luminaria de sodio - ciclovia

ciclovia	E_v (lx)	A (m ²)	C_u	C_m	F (lm)
1.1	23,1	53,39	0,35	0,8	4400
1.2	28,1	53,39	0,35	0,8	5362
1.3	20,9	53,39	0,35	0,8	3988
2.1	9,5	53,39	0,35	0,8	1802
2.2	26,6	53,39	0,35	0,8	5080
2.3	24,1	53,39	0,35	0,8	4595
2.4	13,1	53,39	0,35	0,8	2491
2.5	18,8	53,39	0,35	0,8	3593
2.6	11,2	53,39	0,35	0,8	2140
2.7	9,7	53,39	0,35	0,8	1850
2.8	19,3	53,39	0,35	0,8	3682
2.9	13,1	53,39	0,35	0,8	2493
2.10	27,0	53,39	0,35	0,8	5142

CAPÍTULO 4

PROPUESTA

4.1. Luminaria LED

Se propone reemplazar la infraestructura existente del AP en la AV. Elia Liut con luminarias LED y postes ornamentales de 6 m. Para evaluar el desempeño de las nuevas luminarias, se realizarán simulaciones en el software DIALux. Estas simulaciones permitirán analizar los niveles de iluminación de la nueva infraestructura de AP. Con esto se busca mejorar la iluminación de la avenida y mejorar la seguridad peatonal y vial.

4.1.1. Diseño DIALux

Para llevar a cabo el diseño en DIALux, se define desde la superficie que va a ser iluminada hasta la selección y distribución óptima de las luminarias. En primer lugar, se dibuja el área objetivo, ajustando sus dimensiones en base a las especificaciones que se tienen en la Avenida. Posteriormente, se seleccionan entre dos tipos de luminarias, una conectada a la red eléctrica y otra empleando un SFA. Aplicando, estas herramientas, se posicionan las LED a fin de garantizar una iluminación eficiente y uniforme, tal como se indica en la Figura 4.1.

El software empleado ayuda con las simulaciones del proyecto y luego genera un informe detallado con los valores de iluminancia, uniformidad y eficiencia, el cual brinda una guía previa a la implementación del AP con LED.

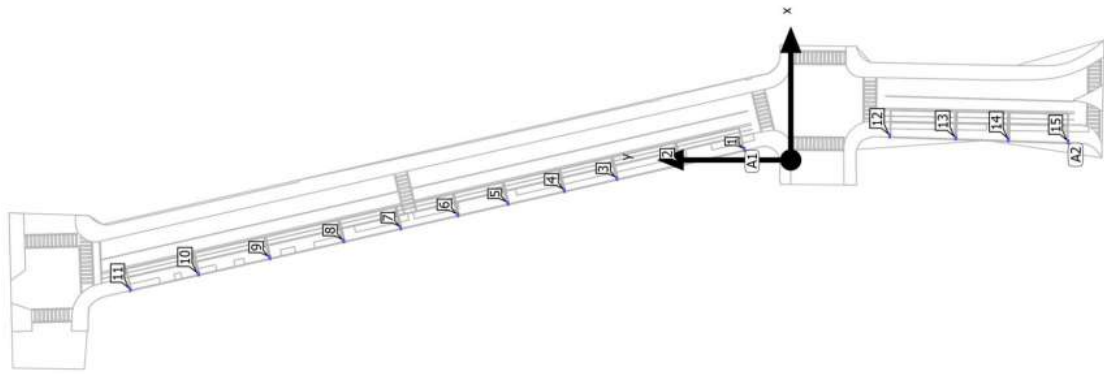


FIGURA 4.1: Ubicación de luminarias LED en Dialux

4.1.2. Sistema AP - red eléctrica

Un primer tipo de luminaria LED se utiliza, el cual posee una potencia eléctrica, flujo y rendimiento lumínico de 65,6 W, 8406 lm y 128,1 lm/W; respectivamente. Esta proviene del fabricante EAE y presenta ciertos valores de iluminancia que son evaluados a través de Retilap y ARCERNNR 007/23, vistos en la Tabla 4.1. Cabe destacar que los valores mínimos E_v son 15,8 lx (acera) y 13,6 lx (ciclovía) son aceptables por las normativas antes mencionadas.

TABLA 4.1: Iluminancia con LED a la red eléctrica (ver Anexo 3)

Acera	E_v lx	NI ¿Cumple?	NN	ciclovía	E_v lx	NI ¿Cumple?	NN
1.1	36,0	Sí	Sí	1.1	18,5	Sí	Sí
1.2	40,8	Sí	Sí	1.2	22,5	Sí	Sí
1.3	31,3	Sí	Sí	1.3	14,6	Sí	Sí
2.1	32,4	Sí	Sí	2.1	27,6	Sí	Sí
2.2	33,5	Sí	Sí	2.2	28,9	Sí	Sí
2.3	33,5	Sí	Sí	2.3	33,1	Sí	Sí
2.4	37,7	Sí	Sí	2.4	32,7	Sí	Sí
2.5	41,8	Sí	Sí	2.5	36,8	Sí	Sí
2.6	34,7	Sí	Sí	2.6	33,1	Sí	Sí
2.7	36,5	Sí	Sí	2.7	32,4	Sí	Sí
2.8	28,4	Sí	Sí	2.8	25,5	Sí	Sí
2.9	16,2	Sí	Sí	2.9	16,8	Sí	Sí
2.10	15,8	Sí	Sí	2.10	13,6	Sí	Sí

4.1.3. Sistema AP - SFA

Se define un segundo tipo de luminaria LED del fabricante Ledvance, salvo que este utiliza un SFA integrado cuyos parámetros lumínicos nominales son los siguientes:

tes: una potencia de 60 W, flujo de 11587 lm, rendimiento de 193,1 lm/W y con valores de iluminancia simulada tal como se detalla en la Tabla 4.2, el cual se realiza un criterio en base a las normativas Retilap (N.I) y ARCERNNR 007/23 (N.N).

TABLA 4.2: Iluminancia con LED fotovoltaica (ver Anexo 4)

Acera	E_v lx	NI ¿Cumple?	NN	ciclovía	E_v lx	NI ¿Cumple?	NN
1.1	41,5	Sí	Sí	1.1	9,39	Sí	Sí
1.2	48,3	Sí	Sí	1.2	12,3	Sí	Sí
1.3	39,4	Sí	Sí	1.3	8,80	Sí	Sí
2.1	36,3	Sí	Sí	2.1	25,3	Sí	Sí
2.2	37,5	Sí	Sí	2.2	26,5	Sí	Sí
2.3	36,8	Sí	Sí	2.3	29,3	Sí	Sí
2.4	42,2	Sí	Sí	2.4	29,2	Sí	Sí
2.5	47,5	Sí	Sí	2.5	33,8	Sí	Sí
2.6	39,5	Sí	Sí	2.6	29,9	Sí	Sí
2.7	40,8	Sí	Sí	2.7	29,2	Sí	Sí
2.8	32,3	Sí	Sí	2.8	23,4	Sí	Sí
2.9	17,4	Sí	Sí	2.9	14,4	Sí	Sí
2.10	17,3	Sí	Sí	2.10	12,1	Sí	Sí

4.1.4. Selección de Luminarias LED

La selección de LED para AP se lleva a cabo analizando ciertas características detalladas en la Tabla 4.3. Ambos E_v reflejan un rango similar en la acera entre las 2 luminarias; no obstante, el LED fotovoltaico utiliza 5,6 W menor. Además, que presenta un mayor flujo y rendimiento lumínico con respecto a la LED conectado a la red eléctrica.

TABLA 4.3: Comparativa de LED para AP

Parámetros	LED - SFA	LED - Red eléctrica
Acera E_v	17,3 - 48,3 lx	15,8 - 41,8 lx
ciclovía E_v	8,80 - 29,9 lx	13,6 - 36,8 lx
Potencia P	60 W	65,6 W
Flujo luminoso Φ	11587 lm	8406 lm
Rendimiento lumínico η	193,1 lm/W	128,1 lm/W
Temperatura de color	3000 K	4351 K
Índice de reproducción de color	100	73

Por lo que se escoge el LED con SFA previo a la implementación en la Av. Elia Liut, el cual presenta las siguientes características (ver Anexo 5):

- Potencia nominal de 60 W.

- Flujo luminoso (Φ) de 11.100, 5.550 y 2.220 lm, correspondientes al 100, 50 y 20 % de funcionamiento; respectivamente.
- Eficiencia (η) igual a 185 lm/W.
- Temperatura de color de 4000 / 5000 K.
- Cuando opera con una carga de trabajo por:
 - 12h: se distribuye 3h (100 %), 2h (50 %), 5h (20 %) y 2h (50 %).
 - 6h: se distribuye 3h (100 %), 2h (50 %) y 1h (20 %).
- Protección integral IP66 y contra impactos mecánicos IK08.
- Vida útil de 60.000 h.
- Panel mono-cristalino fotovoltaico de 80 W y 18 V.
- Batería de Li (litio) y Fe (hierro): 42 V, 18 Ah, 2000 ciclos y autonomía de 12h.
- Controlador multifunción para el panel solar, batería y módulos LED de 12 V.

4.2. Modelamiento del sistema

Para realizar el modelamiento del sistema se utilizó los datos que se obtuvieron de la ficha técnica, conociendo los valores que se detallan en el Anexo 5 se procedió a utilizar bloques de Simulink para proceder con la simulación. En la Figura 4.2 o Anexo 6 se observa un esquema general del SFA que alimenta a la luminaria LED.

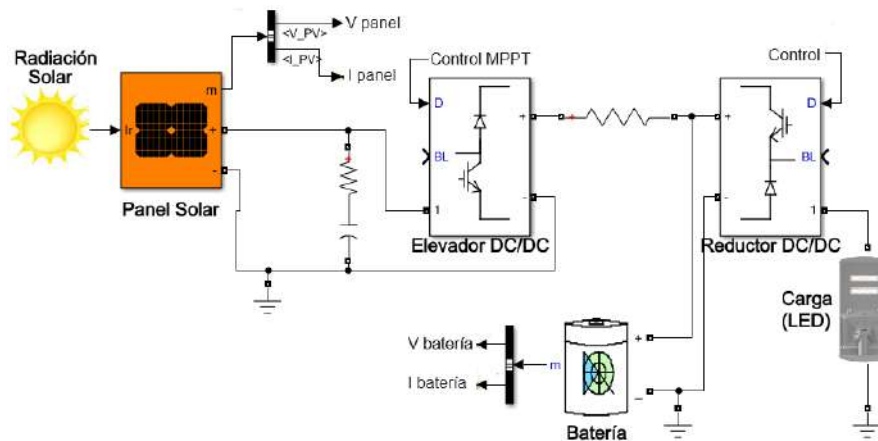


FIGURA 4.2: Modelamiento SFA

Este sistema fotovoltaico autónomo consta de un panel solar que convierte la radiación solar en energía eléctrica. La salida del panel se conecta a un convertidor DC/DC elevador, cuya función es aumentar el voltaje desde el nivel del panel hasta el nivel de la batería, que es de 42V. El modelamiento también incluye un sistema de control MPPT (Maximum Power Point Tracking). Este control permite optimizar continuamente la extracción de potencia máxima del panel solar, independientemente de las condiciones ambientales. Posteriormente, la energía almacenada en la batería se conecta a otro convertidor DC/DC, pero esta vez reductor. Este segundo convertidor ajusta el voltaje a los requerimientos de los 2 módulos de 24 LEDs de 18V cada uno, que son los dispositivos de iluminación del sistema.

4.2.1. Radiación en sitio

En la Figura 4.3 y Anexo 7 se describen los valores de radiación promedio de cada mes, los cuales oscilan entre 23 a 555 W/m² de 6:00 a 18:00 durante el día. El resto de horas posee una cantidad nula, es decir, 0 W/m².

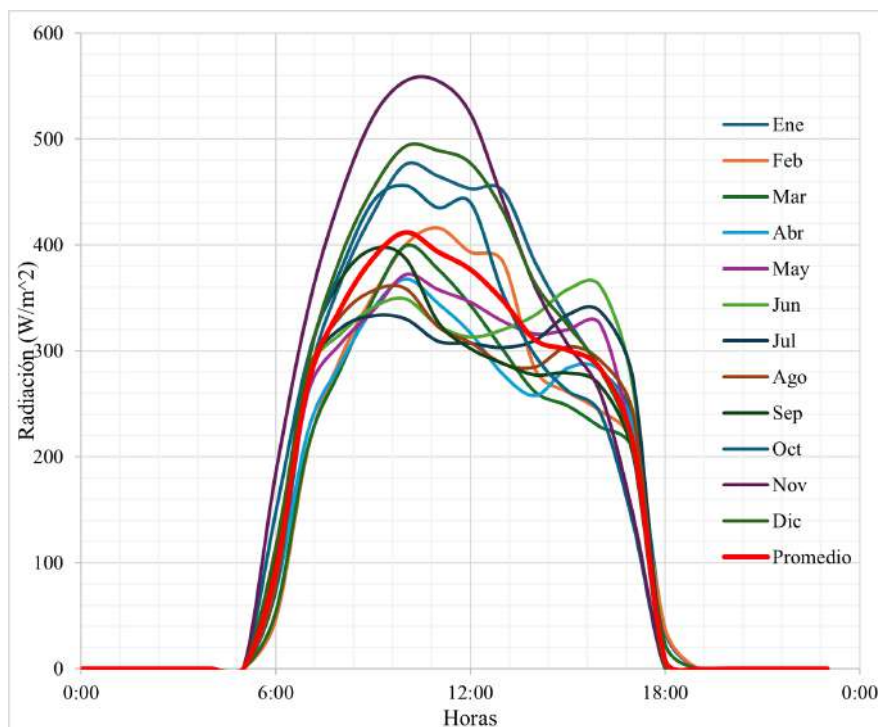


FIGURA 4.3: Radiación sobre la Av. Elia Liut - Global Solar Atlas

4.2.2. Panel solar

La luminaria LED posee un panel mono-cristalino de $V_{mp} = 18 \text{ V}$ y $P = 80 \text{ W}$, por ende $I_{mp} = 4,44 \text{ A}$. A través de la Figura 4.4 se observa la representación del módulo panel en Simulink Matlab, el cual contiene parámetros como V_{oc} , I_{sc} , V_{mp} , I_{mp} , número de celdas Ncell, configuraciones en serie/paralelo del panel y coeficiente de temperaturas en función de V_{oc} y I_{sc} . Del PV array se establece una relación de V_{mp}/V_{oc} y I_{mp}/I_{sc} iguales a 0,799 y 0,938; respectivamente. Eso implica que para el presente modelo V_{oc} y I_{sc} son 22,531 V, 4,741 A y Ncell es igual a 60 celdas.

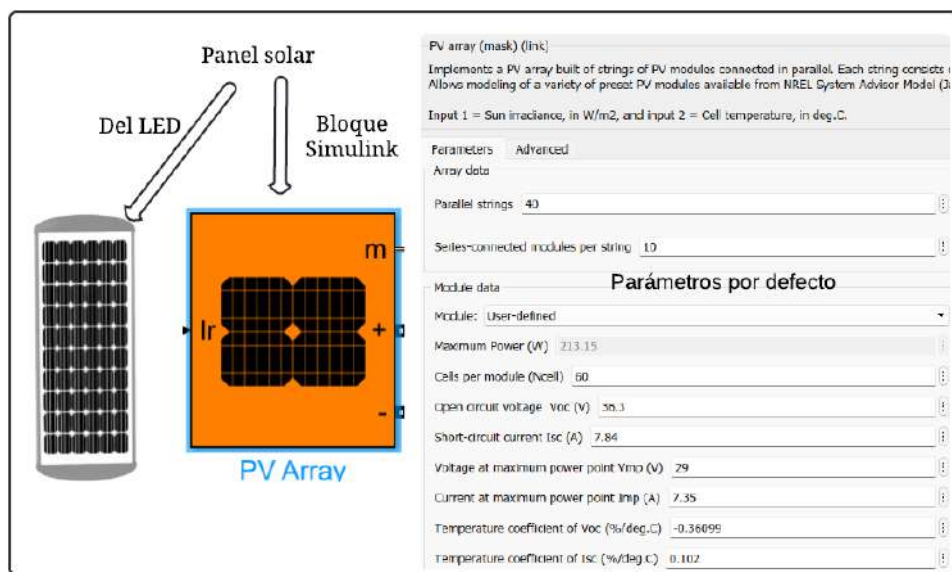


FIGURA 4.4: Modelo del panel solar por defecto

4.2.3. Regulador del sistema

Esta fase comprende el uso de 2 convertidores DC/DC, uno que eleve el voltaje (panel - batería) y otro que disminuya la tensión (batería - carga). Todos los convertidores controladores de voltaje y corriente utilizan 2 circuitos, uno de potencia y otro de control. El primero utiliza elementos semiconductores que actúan como interruptores electrónicos a alta frecuencia. Estos pueden ser controlados a través de técnicas PWM y/o MPPT, es decir emplea un circuito de control para alcanzar los niveles de voltaje y/o corriente esperados [23],[7].

En la Figura 4.5 se ilustra un elevador DC/DC, el cual se compone de un bloque

convertidor, un filtro RC (resistencia - capacitor) a la entrada de la señal, cuya función es la eliminación de cualquier ruido o fluctuación de la fuente (panel solar), a fin de obtener una señal lo más estable posible. Además, posee una entrada para la señal de control, el cual se representa a través de un bloque MPPT.

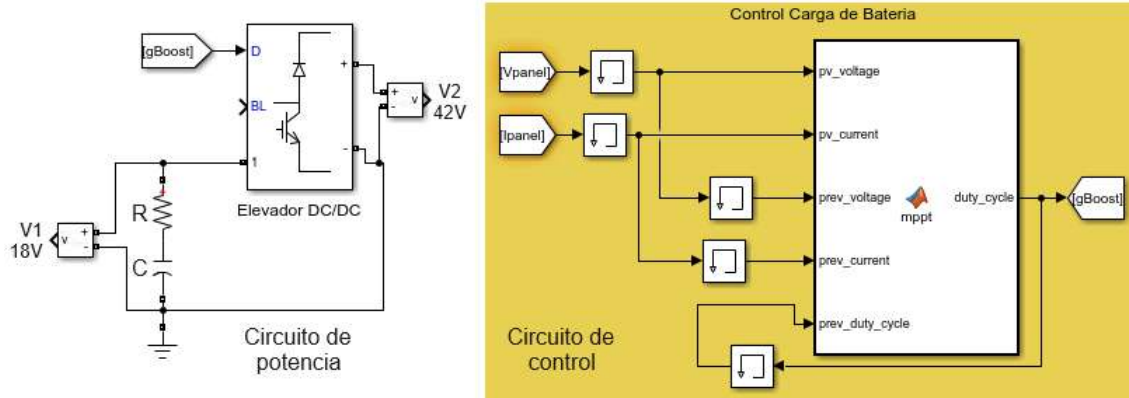


FIGURA 4.5: Elevador DC-DC

El circuito de control aplica un algoritmo denominado perturbación y observación para el MPPT. Estos normalmente se aplican para encontrar el punto máximo de potencia en el panel solar. Además, se encarga de ajustar el voltaje de funcionamiento V_{ref} y observar el cambio de la potencia $P(k) - P(k-1)$, con el propósito de alcanzar su máxima eficiencia, tal como se muestra en la Figura 4.6.

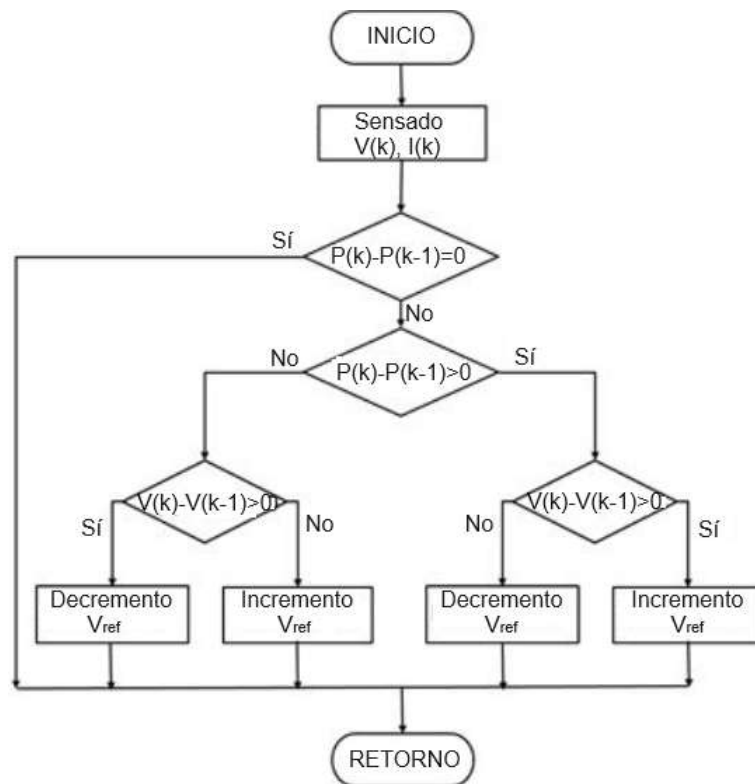


FIGURA 4.6: Algoritmo de control MPPT [7]

El segundo convertidor opera como un reductor de voltaje 42/18 V. Además, se coloca un resistencia de bajo valor para que ayude a estabilizar el sistema, asegurando un funcionamiento más suave y eficiente ante el uso de convertidores en cascada. En este caso el circuito de control se basa en función del porcentaje de operación de la luminaria LED, tal como se muestra en la Figura 4.7.

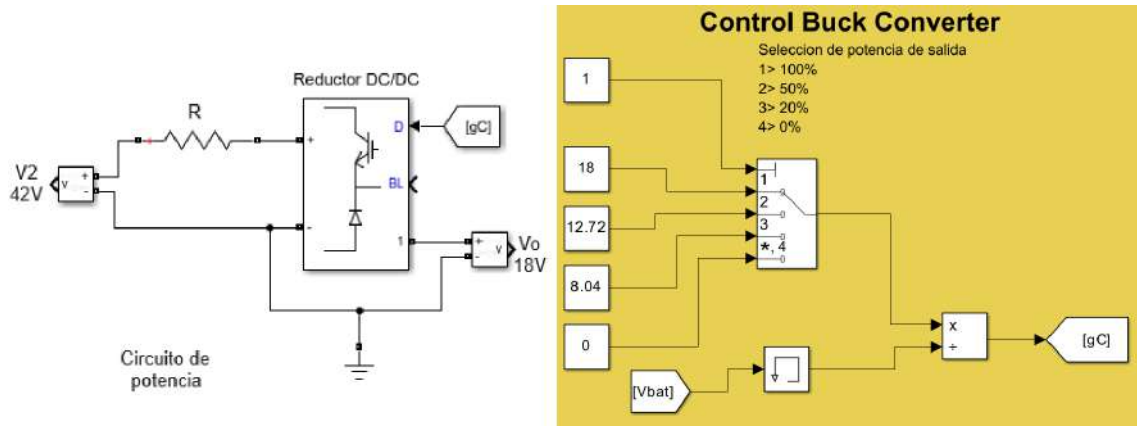


FIGURA 4.7: Reductor DC-DC

4.2.4. Carga

La lampara LED internamente posee circuitos de control y potencia que operan a 12V o 18V; respectivamente. Para efectos de simulaciones se considera a la luminaria como una carga resistiva, tal como se visualiza en la Figura 4.8. Para el calculo de la resistencia se utilizó el voltaje y la potencia de la ficha técnica, de esta manera utilizando la fórmula de potencia obtuvimos una resistencia de 5.4Ω que se utilizó para simular.

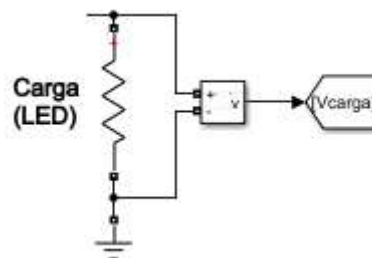


FIGURA 4.8: Representación de la carga

4.3. Guía de Encuesta

La integración de las luminarias LED fotovoltaicas en la Av. Elia Liut es un gran paso hacia la mejora de la comodidad y seguridad vial. Este estudio tiene como propósito medir el nivel de confort y seguridad percibida por los transeúntes que atraviesan esta avenida durante las noches. Se elabora una guía de encuesta estructurada (ver Anexo 8), la cual contempla los siguientes aspectos:

1. Calidad de iluminación.
2. Visibilidad nocturna.
3. Eficiencia en el consumo eléctrico.
4. Seguridad vial en la ciclovía.
5. Integración de luminarias LED fotovoltaicas.
6. Mejora en la estética de la nueva luminaria.
7. Mejora en la seguridad vial con la luminaria LED fotovoltaica.
8. Reducción de accidentes viales.
9. Apoyo hacia la instalación de las LED fotovoltaicas.
10. Beneficio ambiental con el uso de las nuevas luminarias.

Por último, se utiliza la escala Likert para medir cuantitativamente los resultados de las encuestas.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

5.1. Análisis del LED fotovoltaico

En esta sección se analizan las mediciones promedio por cada PC de luminancia e iluminancia, que fueron realizados los días, 24 al 26 de junio, 15 al 19 de julio y 26 al 28 de julio 2024 a las 20h00, 21h00 y 22h00, donde sus valores por semana se encuentran en el Anexo 10. Además, se realiza los cálculos para determinar el flujo luminoso de las LED fotovoltaicas.

5.1.1. Resultados de iluminancia en la acera

Todas las mediciones cumplen con la NI y NN para el tramo T1.1. Además, se observa en la Figura 5.1 como E_v disminuye a las 22h00, esto se debe a que el LED posee un control con el cual opera al 20, 50 y 100 %.

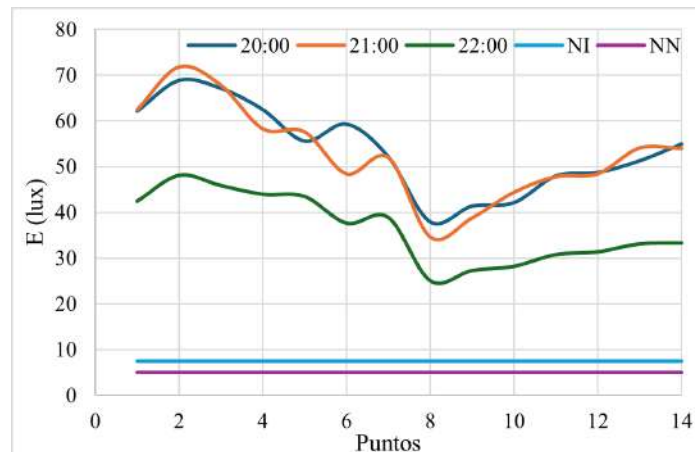


FIGURA 5.1: E_v nuevo - acera - T1.1

Para el tramo T1.2 (ver Figura 5.2), se visualiza como los valores E_v cumplen con los establecidos en normativas tanto nacional como internacional, aún así, se nota como desde el PC8 al PC10 se da una baja de iluminancia con respecto a los demás puntos, esto provocado por la presencia de vegetación.

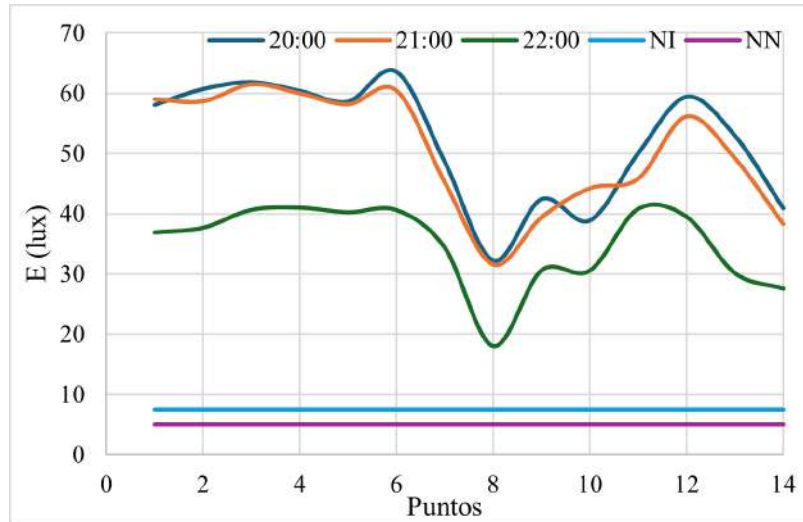


FIGURA 5.2: E_v nuevo - acera - T1.2

Se realizaron mediciones de E_v , los cuales oscilan de 18,3 a 57,8 lx, tal como se ilustra en la Figura 5.3 donde se presencia una tendencia similar tanto a los valores medidos a las 20h00 como los medidos a las 22h00. Estos valores se evalúan con las NI (RETILAP) y NN (ARCERNR-007/23), dando como resultado un cumplimiento de las normativas.

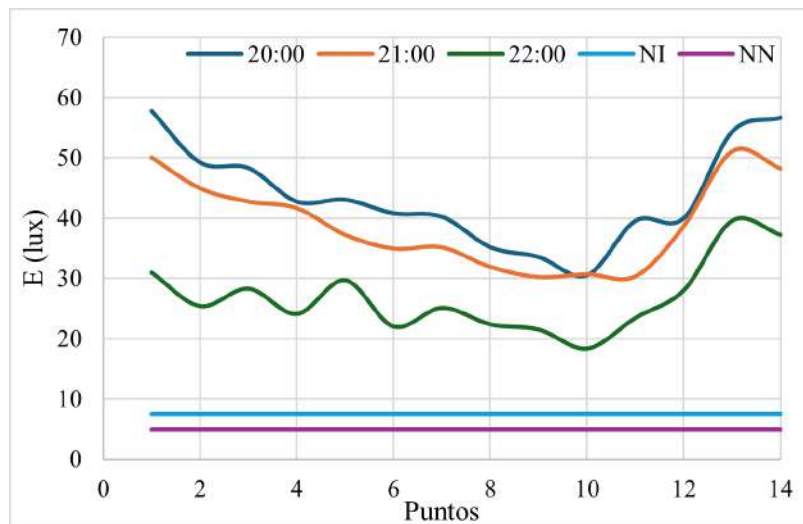


FIGURA 5.3: E_v nuevo - acera - T1.3

En la Figura 5.4 se observa el comportamiento de los valores E_v para el tramo T2.1, a lo largo de que se avanza en los PC los valores medidos de iluminancia

disminuyen hasta el PC10, luego sube su nivel de iluminancia, debido a la presencia de la luminaria siguiente.

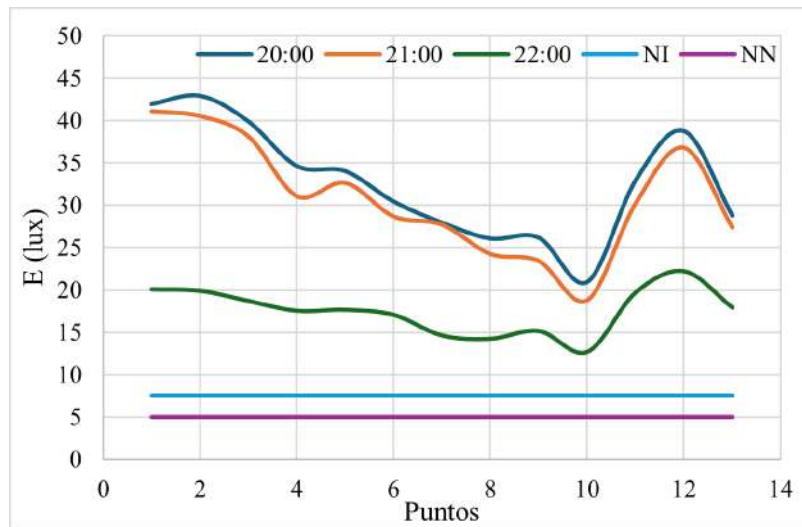


FIGURA 5.4: E_v nuevo - acera - T2.1

En la Figura 5.5 se visualiza como la iluminancia medida en todo el T2.2 varía, mostrando una tendencia descendente hasta el PC9 para luego en los PC restantes subir sus niveles de iluminancia, esto debido a la presencia de una lámpara de sodio existente.

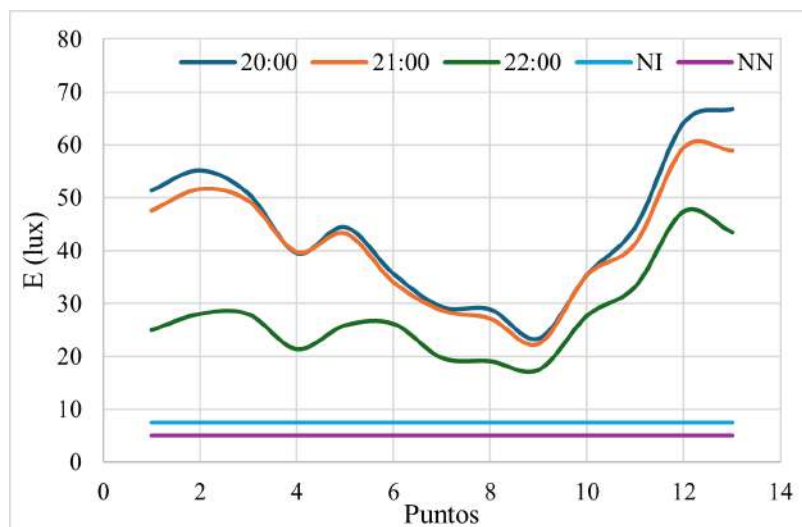


FIGURA 5.5: E_v nuevo - acera - T2.2

En la Figura 5.6 se presencia una reducción de los valores medidos de iluminancia hasta el PC9 debido a la presencia de sobra generada por vegetación, y luego van aumentando el valor en los PC siguientes gradualmente mientras más se aproximan a la siguiente luminaria.

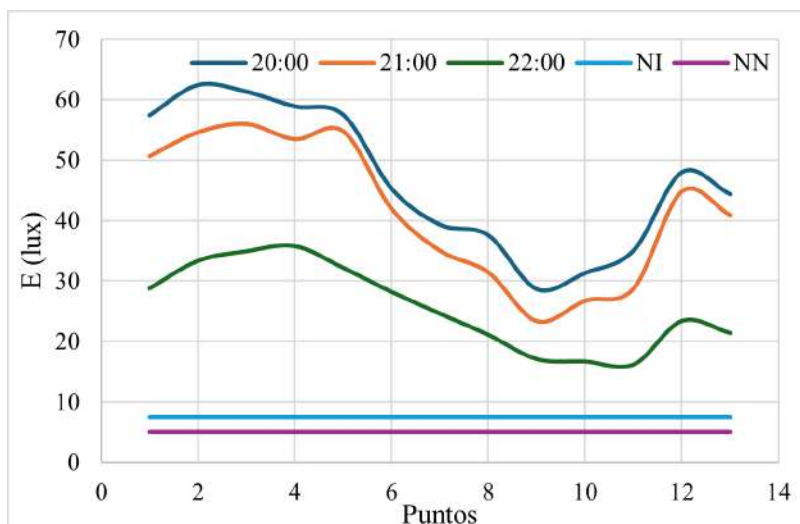


FIGURA 5.6: E_v nuevo - acera - T2.3

En la Figura 5.7 se ilustra como la iluminancia reduce su valor en el PC8 en comparación con los demás PC del T2.4, no obstante este valor no afecta debido a que sigue siendo superior a los parámetros requeridos por la NI y NN.

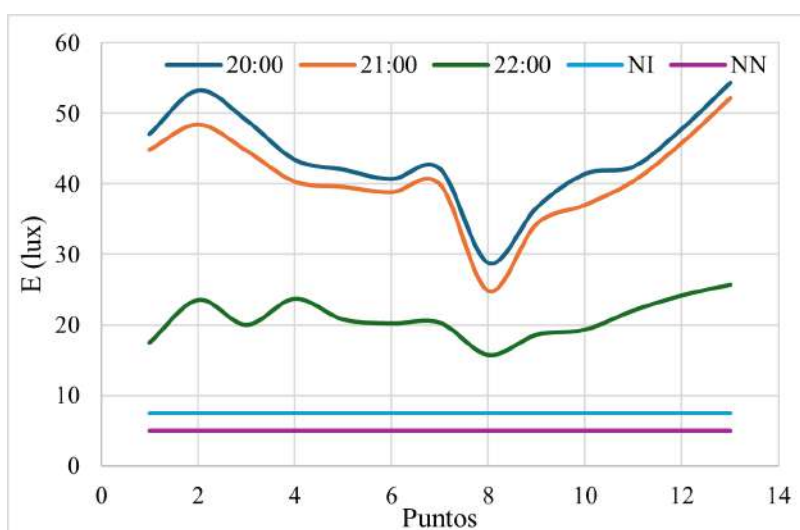


FIGURA 5.7: E_v nuevo - acera - T2.4

En la Figura 5.8 se observa como la iluminancia mantiene su tendencia tanto en los valores medidos a las 20h00 como a las 22h00 y, además, sus valores se encuentran por encima de los límites que son 7,5 y 5 lx, para NI y NN, respectivamente. Por tanto, se da cumplimiento de ambas normas en el T2.5.

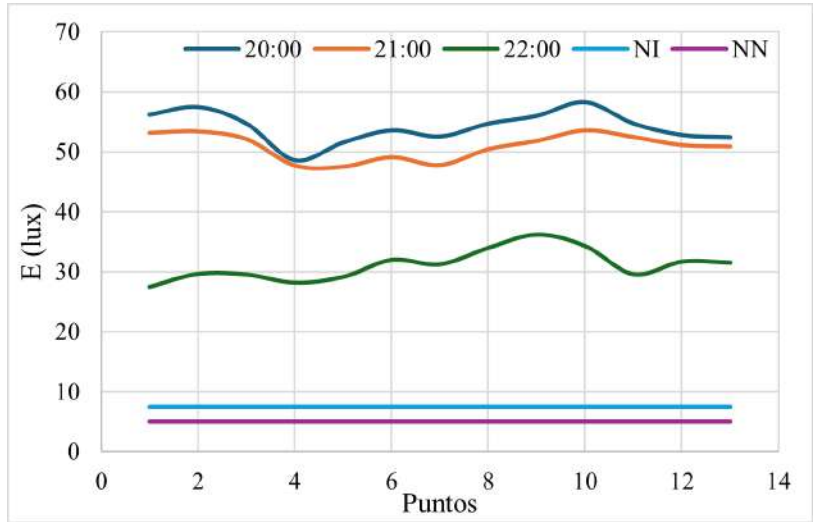


FIGURA 5.8: E_v nuevo - acera - T2.5

En la Figura 5.9 se expone como desde el PC1 al PC4 en el T2.6 va disminuyendo el valor de iluminancia, esto provocado por la presencia de sombra, luego existen fluctuaciones de los valores de E_v a lo largo de los PC siguientes, aún así mantiene la misma tendencia tanto a las 20h00 como a las 22h00.

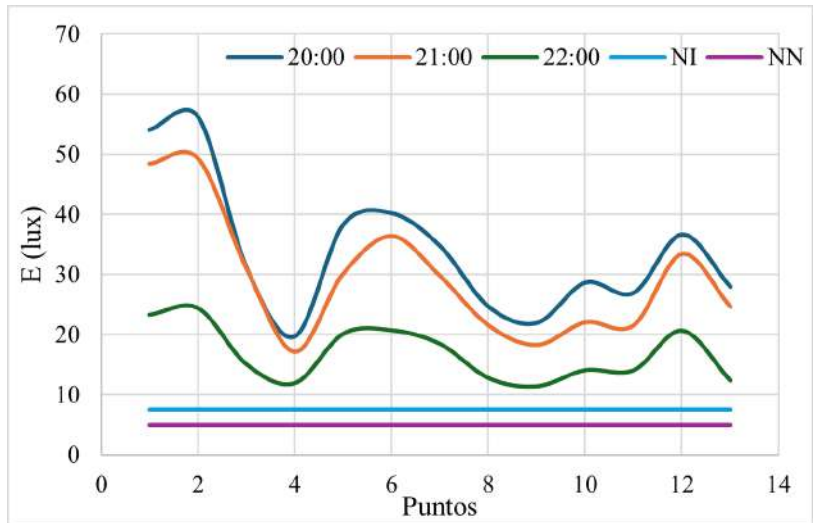


FIGURA 5.9: E_v nuevo - acera - T2.6

En la Figura 5.10 se muestra como la iluminancia varía con una tendencia descendente hasta el PC9 por la presencia de sombras por vegetación y luego cambia a una ascendente hasta el PC13 por el cambio de zona de jardín a acera. Además, los valores de E_v se encuentran superiores a los mínimos establecidos por NI y NN.

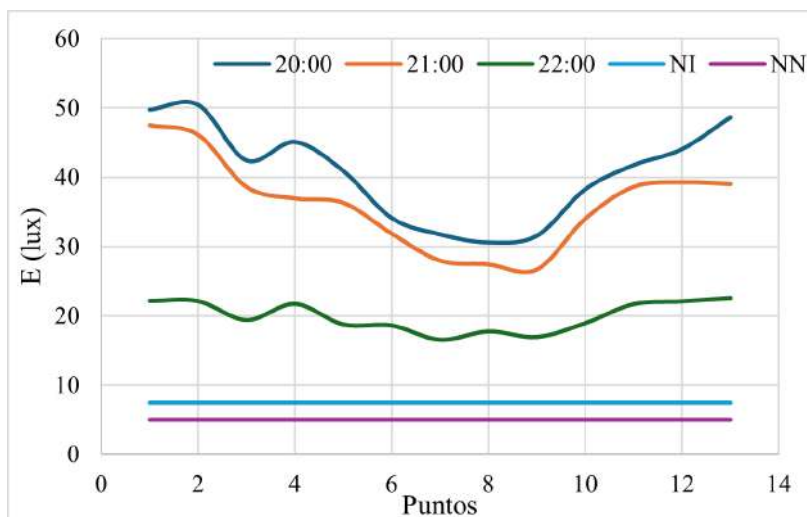


FIGURA 5.10: E_v nuevo - acera - T2.7

En la Figura 5.11 se ilustra el comportamiento de E_v en el T2.8, al inicio mantiene unos valores altos de iluminancia debido a la presencia de una luminaria de sodio, cubriendo hasta el PC9, luego se ve una caída de E_v en el PC11, y luego incrementa debido a la existencia de iluminación de fachada.

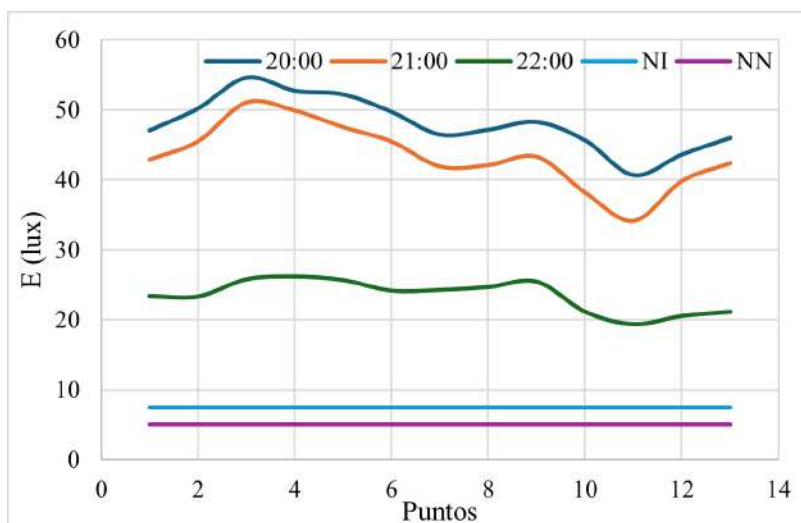


FIGURA 5.11: E_v nuevo - acera - T2.8

En la Figura 5.12 se observa como el valor de E_v en el T2.9 va disminuyendo hasta tomar valores de iluminancia al límite de lo permitido por la normativa RETILAP (NI), esto debido a la presencia de árboles que generan sombra sobre PC9, PC10 y PC11, luego en PC12 y PC13 se nota un incremento porque se encuentran fuera del área que abarca la vegetación.

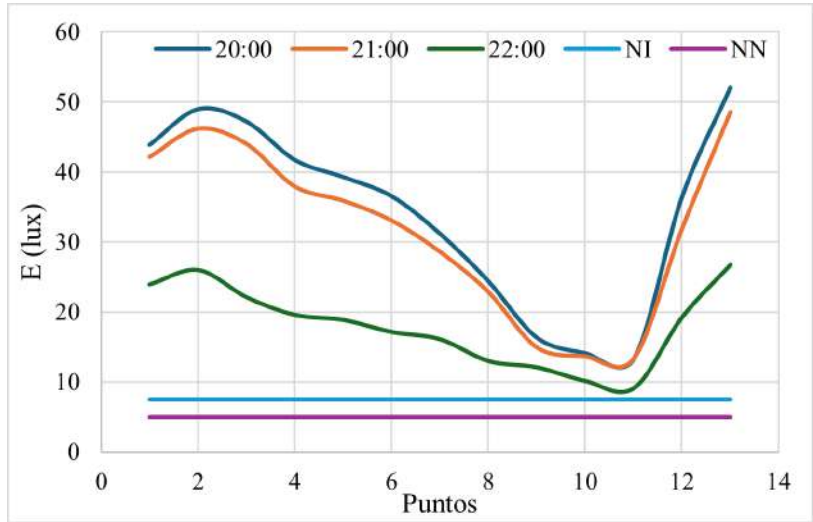


FIGURA 5.12: E_v nuevo - acera - T2.9

En la Figura 5.13 se visualiza el comportamiento de E_v , los PC iniciales tienen valores altos debido a la presencia de una luminaria de sodio, luego toma una tendencia descendente debido a la presencia de vegetación que abarca el PC11. Además, en PC12 y PC13 sube el valor de E_v con relación a PC11 debido al aporte de la pantalla de la parada de bus al frente del T2.10.

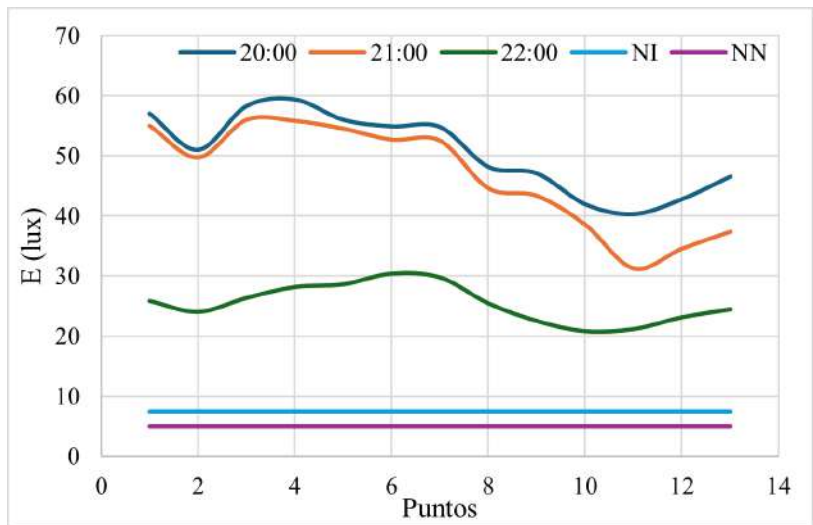


FIGURA 5.13: E_v nuevo - acera - T2.10

5.1.2. Resultados de iluminancia en la ciclovía

En el T1.1, correspondiente a la Figura 5.14, se puede observar como mantiene su tendencia la gráfica con los valores medidos a las 21h00 y a las 22h00, demostrando el segundo modo de operación de la luminaria LED al 50%. En el PC5 y PC7 se

verifica valores bajos de E_v con respecto a los demás PC por la presencia de un árbol que provoca sombra en el área de medición.

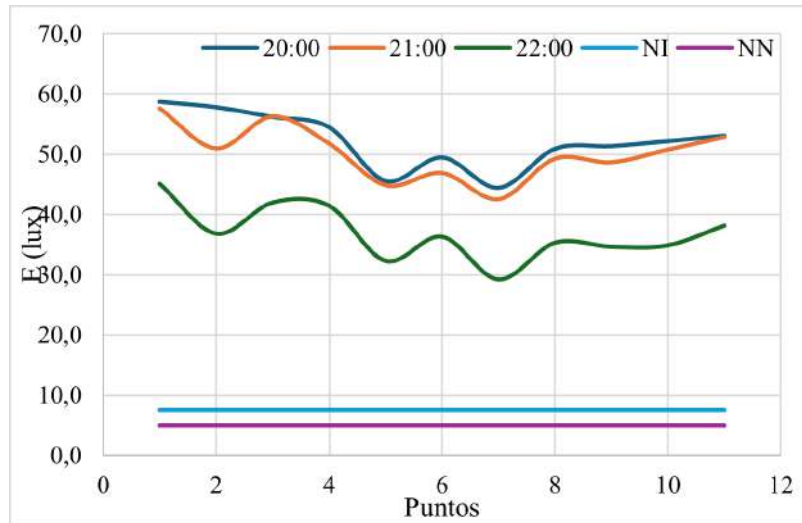


FIGURA 5.14: E_v nuevo - ciclovía - T1.1

En el tramo T1.2 de la Figura 5.15 se visualiza como desde el PC1 al PC4 se tiene valores altos de iluminancia, mientras que desde el PC5 al PC7 disminuyen su valor de E_v debido a la sombra provocada por vegetación que abarca esa zona, luego por la presencia de una luminaria de sodio, el resto de valores suben.

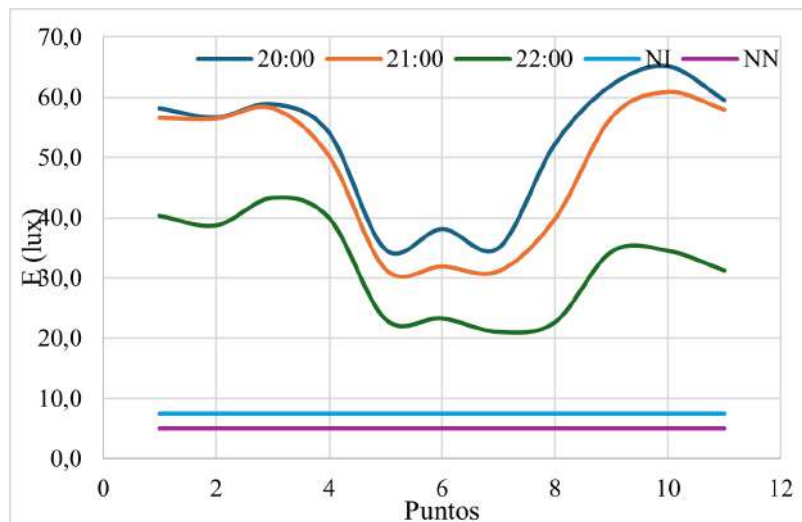


FIGURA 5.15: E_v nuevo - ciclovía - T1.2

Los valores E_v (ver Figura 5.16) cumplen con la NI y NN, pero se percibe como en PC3 el valor de iluminancia decae con respecto a los demás PC, esto se debe a que en la zona de medición de PC3 existe sombra por vegetación, a medida que nos alejamos de dicha sombra en las siguientes mediciones va aumentando E_v .

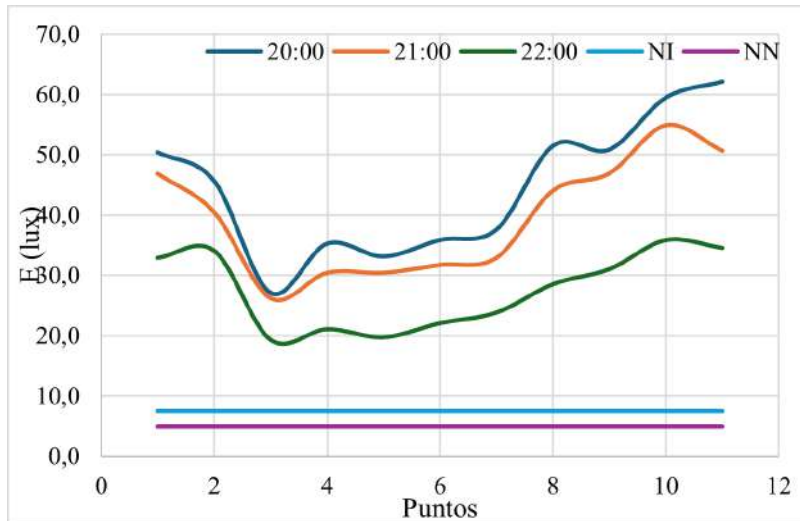


FIGURA 5.16: E_v nuevo - ciclovía - T1.3

En la Figura 5.17 se observa los valores E_v para el tramo T2.1 donde el PC4 es el valor más bajo de los medidos en la ciclovía, esto debido a la sombra generada por las líneas de telecomunicaciones.

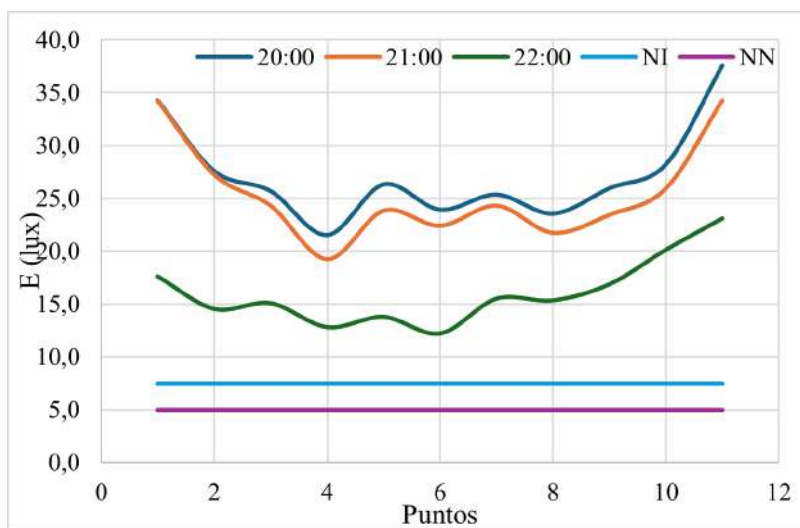


FIGURA 5.17: E_v nuevo - ciclovía - T2.1

En la Figura 5.18 se visualiza como la iluminancia varía con una tendencia descendente desde PC1 hasta PC9, luego incrementan los valores de E_v desde PC10 hasta PC13 debido al aporte de una luminaria de sodio presente en el T2.2.

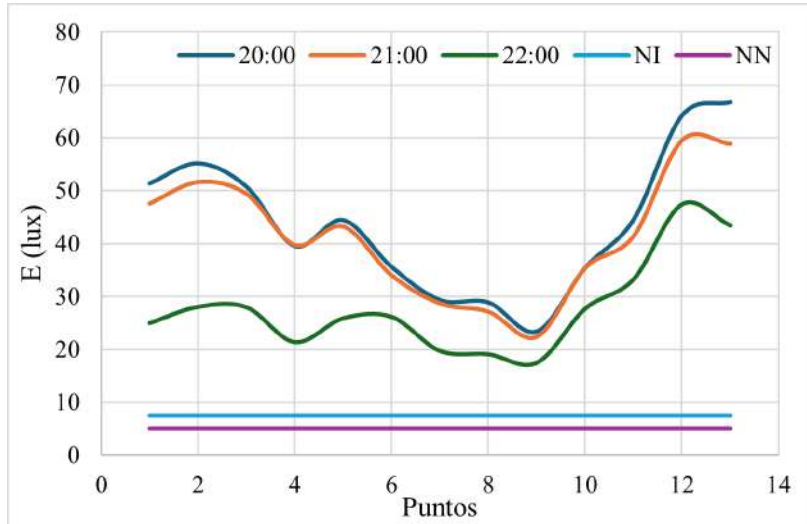


FIGURA 5.18: E_v nuevo - ciclovía - T2.2

En la Figura 5.19 se muestra como la iluminancia toma una tendencia descendente desde el PC1 al PC13, esto debido a la presencia de sombras provocadas por vegetación. Los valores medidos en el T2.3 a las 20h00, 21h00 y 22h00 cumplen con los valores establecidos por las normativas vigentes RETILAP (NI) y ARCERNNR-007/23 (NN).

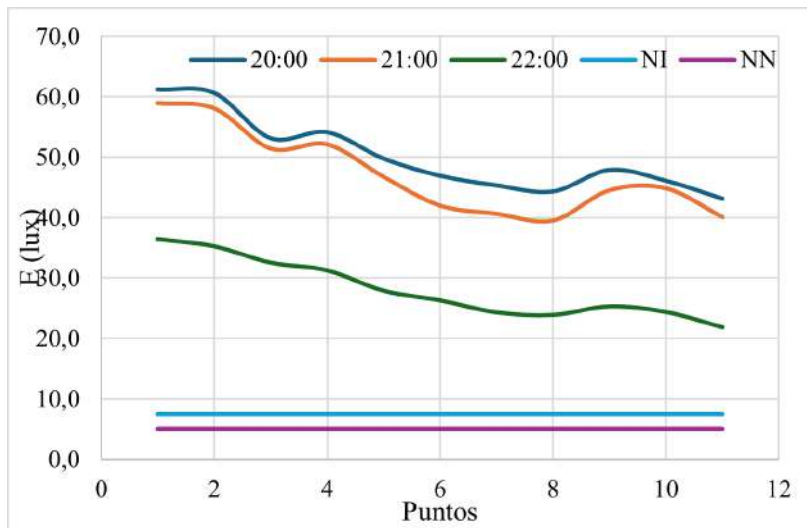


FIGURA 5.19: E_v nuevo - ciclovía - T2.3

En la Figura 5.20 se ilustra como la iluminancia va minorando su valor con respecto al PC1 hasta el PC8 debido a sobras provocadas por plantas y líneas de telecomunicaciones, no obstante, desde PC9 hasta PC11 el valor sube debido al aporte de iluminación de carteles publicitarios.

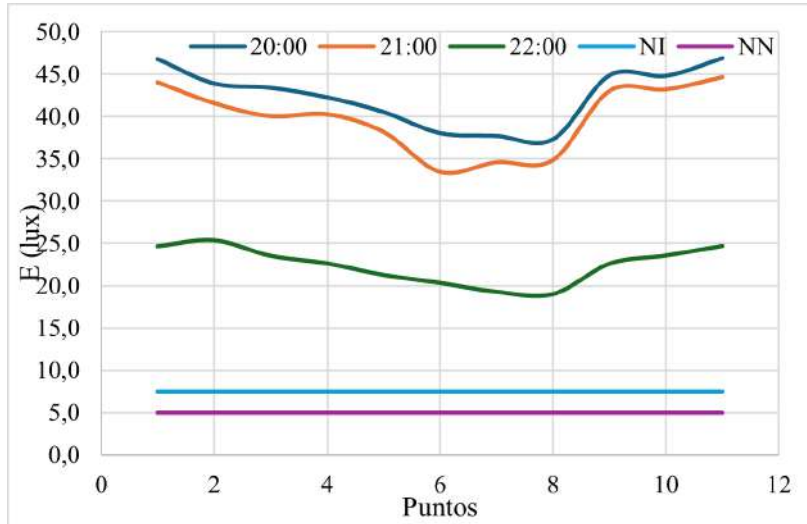


FIGURA 5.20: E_v nuevo - ciclovía - T2.4

Con respecto al T3.5, en la Figura 5.21 se visualiza el comportamiento de E_v en los diferentes PC. Debido a la presencia de una luminaria de sodio en el área de medición se obtiene un pico de iluminancia en PC8. Además, se mantiene la misma tendencia entre los valores medidos a las 20h00 y a las 22h00.

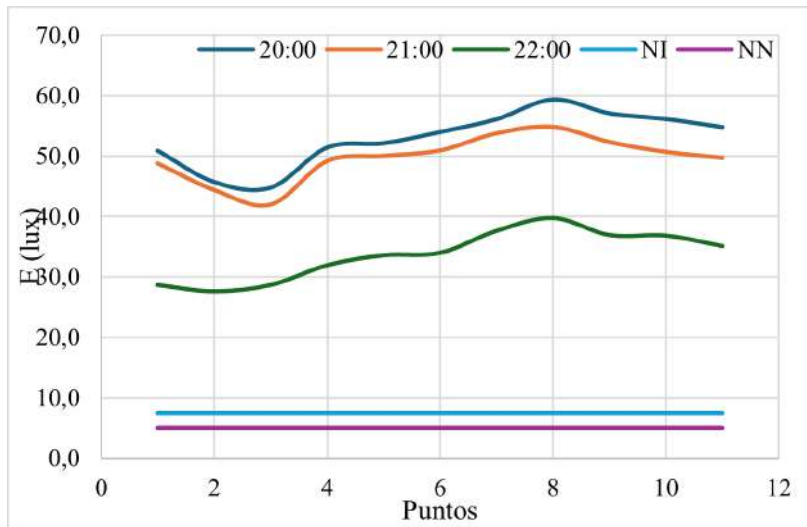


FIGURA 5.21: E_v nuevo - ciclovía - T2.5

En la Figura 5.22 se observa como se tiene valores altos de E_v al inicio debido al aporte lumínico del establecimiento Supermaxi, que a su vez van disminuyendo a medida que vamos avanzando hasta PC7 a causa de que nos vamos alejando de los aportes previamente mencionados.

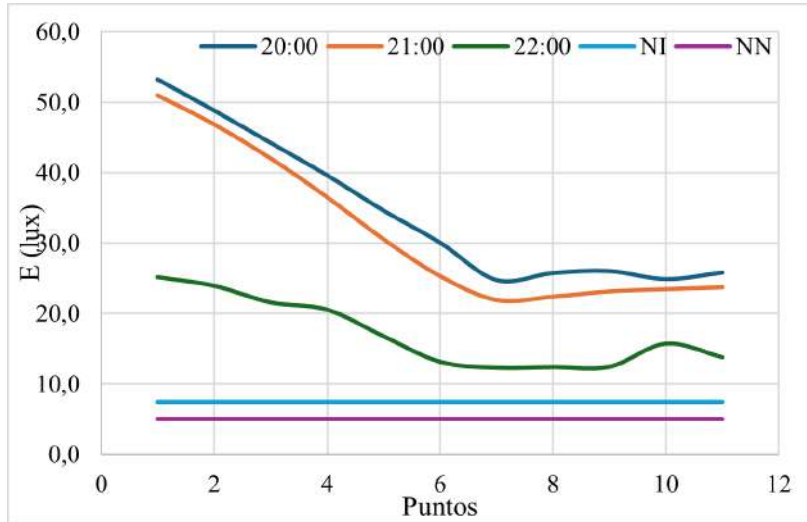


FIGURA 5.22: E_v nuevo - ciclovía - T2.6

Los valores de E_v presentados en la Figura 5.23 demuestran como afecta las sombras generadas por presencia de plantas a la medición (PC2 a PC8) y como se comporta la iluminancia cuando no cuenta con sombras (PC9 a PC11) en el T2.7.

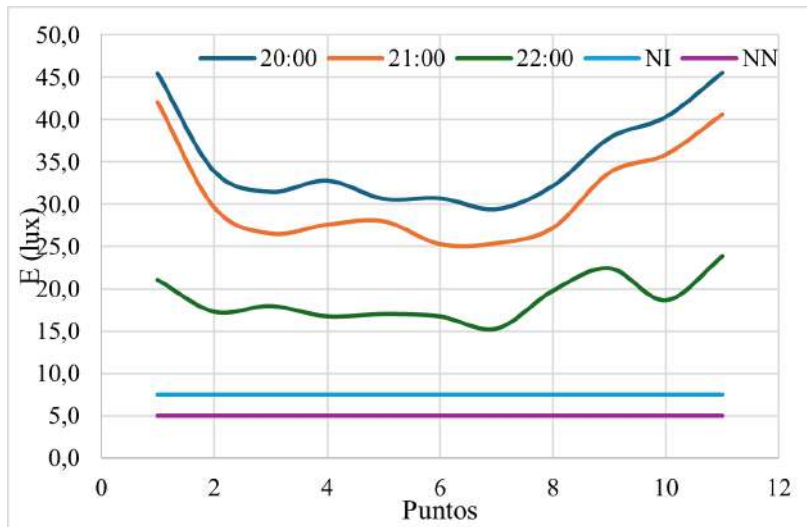


FIGURA 5.23: E_v nuevo - ciclovía - T2.7

En la Figura 5.24 se observa como en PC3 se obtiene un valor alto de E_v debido a la presencia de una luminaria de sodio, para el resto de PC va disminuyendo sus valores por la presencia de sombra provocada por el cableado de telecomunicaciones.

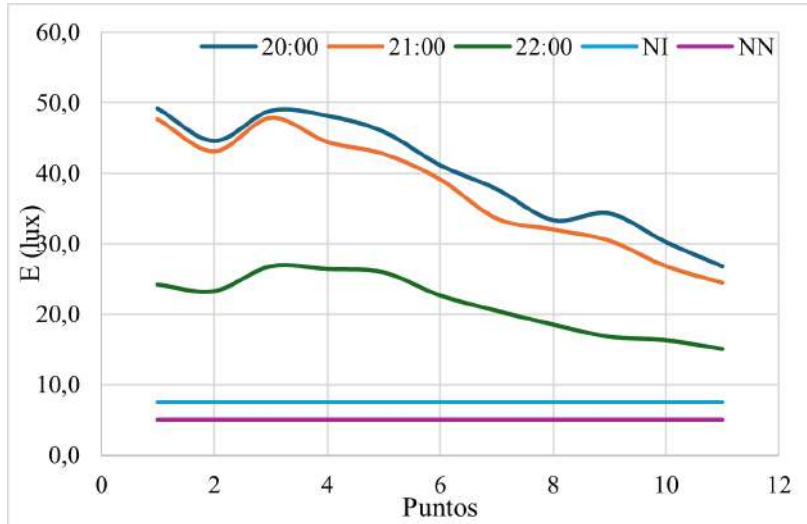


FIGURA 5.24: E_v nuevo - ciclovía - T2.8

En la Figura 5.25 se observa como la iluminancia alcanza un punto bajo en el PC8 y PC9 debido a la sombra originada por vegetación que aborda solo ambos puntos; por ello, los PC siguientes como PC10 y PC11 son valores elevados de E_v .

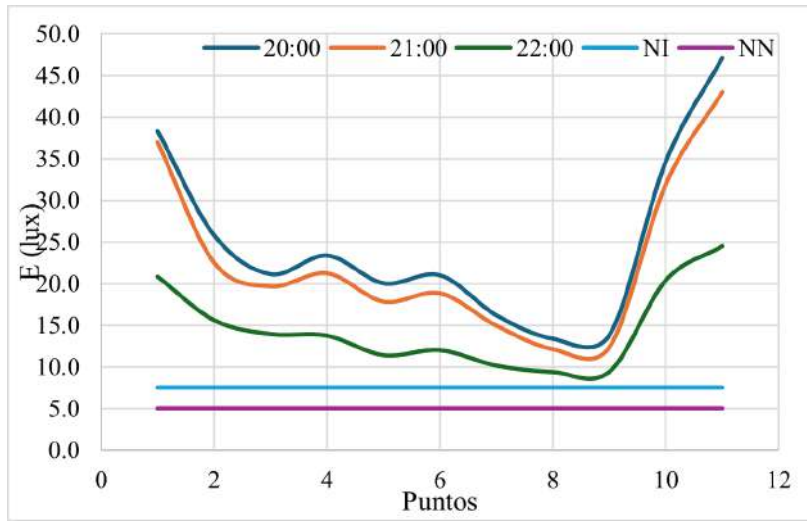


FIGURA 5.25: E_v nuevo - ciclovía - T2.9

En la Figura 5.26 se visualiza un pico de E_v en PC5 generado por el aporte lumínico de una luminaria de sodio. Además, al comparar las mediciones realizadas a las 20h00, 21h00 y 22h00 en el T2.10 podemos concluir que sus gráficas siguen la misma tendencia.

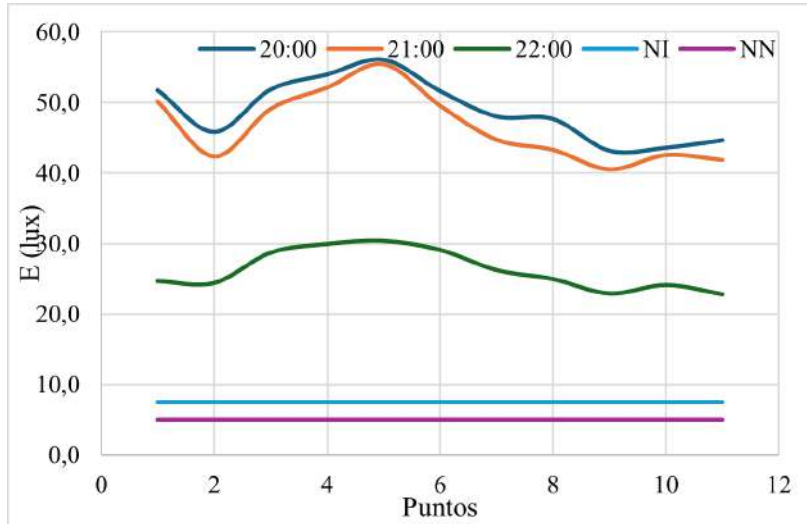


FIGURA 5.26: E_v nuevo - ciclovía - T2.10

5.1.3. Resultados de luminancia en la acera

Para el T1.1 si se toma como requerimiento la NI, los valores de L_V no cumplen cuando la luminaria opera a las 22h00 en el PC11 y PC14. En cambio, si se opera bajo la NN, todas las mediciones son aceptadas, tal como se visualiza en la Figura 5.27, donde presenta valores entre 1,1 a 3,9 cd/m^2 .

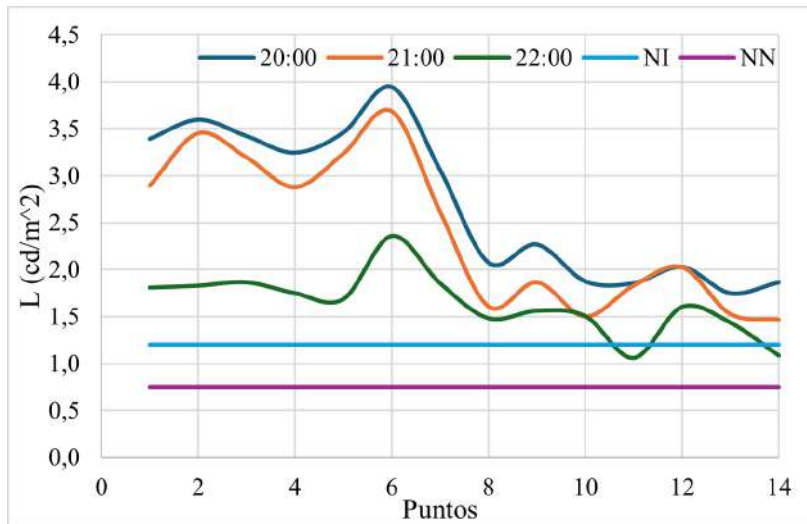


FIGURA 5.27: L_v nuevo - acera - T1.1

En el tramo T1.2 (ver Figura 5.28), se observa valores menores a 1,2 cd/m^2 cuando la luminaria opera a las 22h00 en PC10 y PC11, demostrando que no cumple la NI. Sin embargo, si se cumple cuando se aplica la NN.

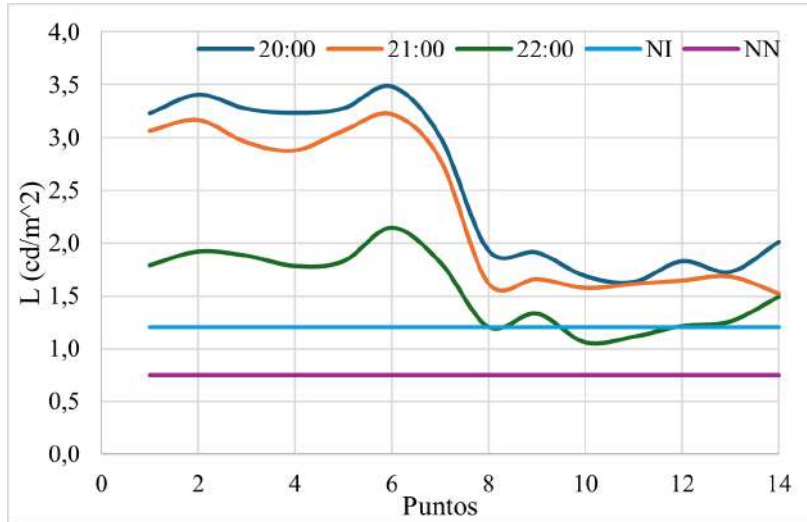


FIGURA 5.28: L_v nuevo - acera - T1.2

Los valores L_v (ver Figura 5.29) cumplen con NI y NN, a excepción de PC4, PC7 y PC11 que contienen valores menores a los requeridos con la normativa RETILAP (NI), debido a que los PC antes mencionados se encuentran en una superficie poco reflectante.

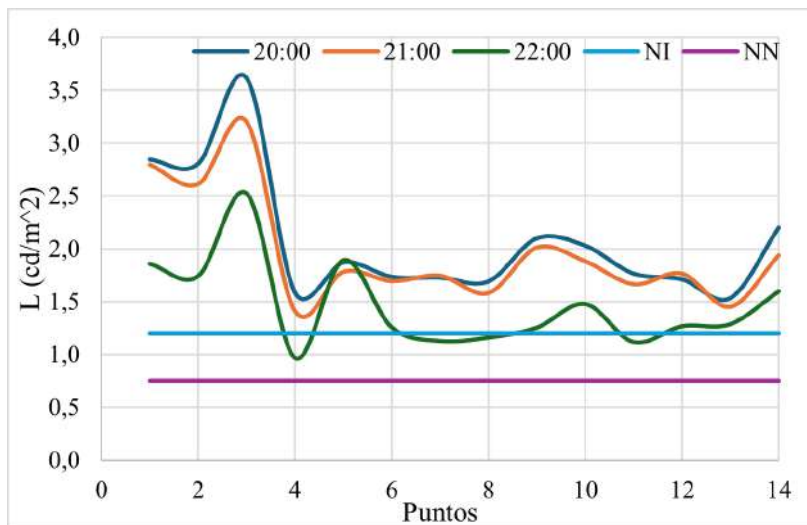


FIGURA 5.29: L_v nuevo - acera - T1.3

En la Figura 5.30 se observa los valores L_v para el tramo T2.1, donde PC4, PC5 y PC10 no cumplen con NI en los valores medidos a las 22h00, pero si se toma como referencia la NN, todos los valores de luminancia cumplen con los requerimientos.

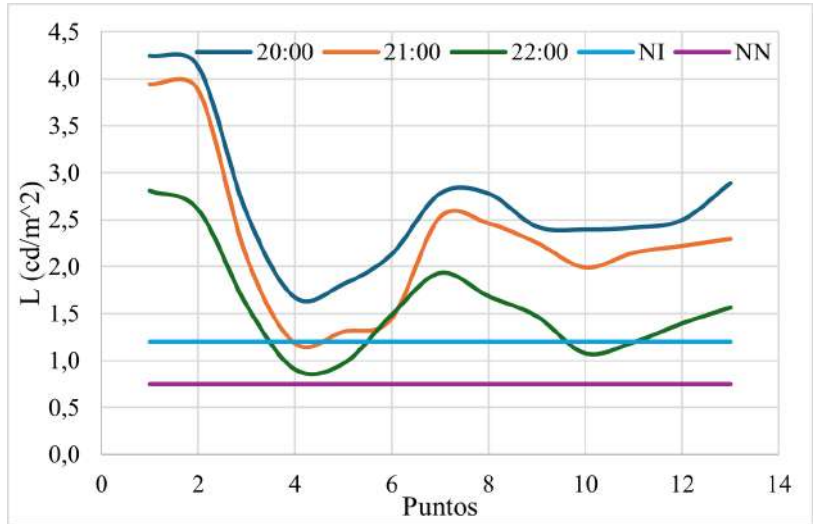


FIGURA 5.30: L_v nuevo - acera - T2.1

En la Figura 5.31 se visualiza como la luminancia varía entre 0,7 a 3,3 cd/m^2 para el tramo T2.2. Aplicando la normativa ARCERNNR-007/23 (NN), se cumple este criterio. En cambio, si se aplica la normativa RETILAP (NI), los valores de L_v de PC4 y PC6 no cumple cuando la luminaria LED opera a las 22h00.

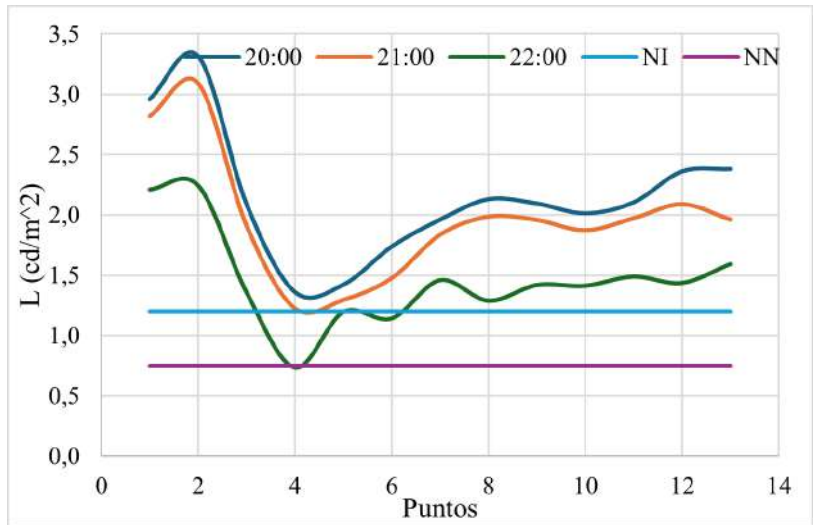


FIGURA 5.31: L_v nuevo - acera - T2.2

En la Figura 5.32 se muestra como la luminancia varía entre 1,0 y 3,5 cd/m^2 para el tramo T2.3. El valor mínimo indica un cumplimiento con la NN; sin embargo, si se aplica la NI, no cumple en el PC4 cuando la luminaria opera a las 22:00.

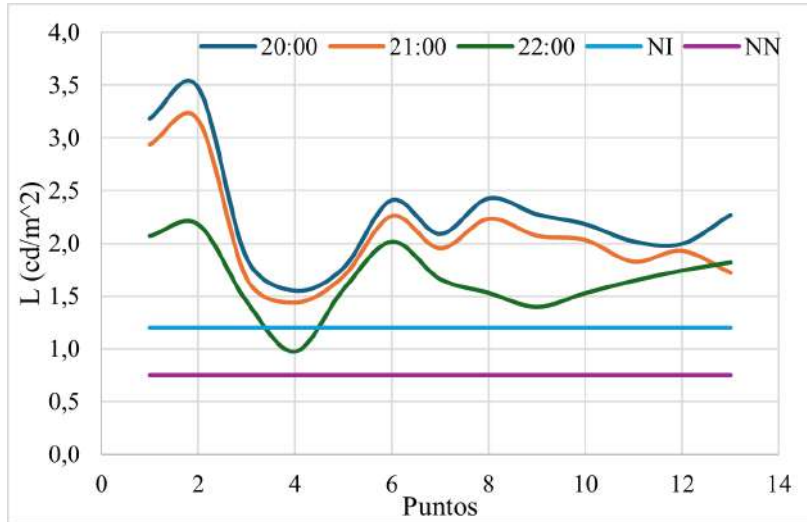


FIGURA 5.32: L_v nuevo - acera - T2.3

En la Figura 5.33 se ilustra como el PC4 y PC5 no cumplen con la normativa RETILAP en los valores medidos a las 22h00. Además, comparando los valores de L_v medidos en las diferentes horas de la noche se observa que del PC4 al PC8 mantiene valores similares en varias horas, esto debido a que el área de medición es una área verde.

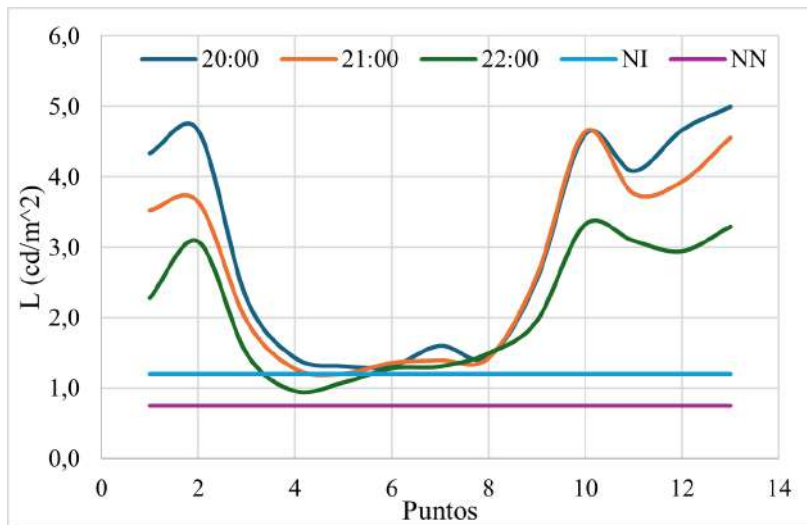


FIGURA 5.33: L_v nuevo - acera - T2.4

En la Figura 5.34 se observa como la luminancia varía de 1,0 a 5,5 cd/m^2 para el tramo T2.5. Esto implica un cumplimiento de la NN. Sin embargo, no sucede si se aplica la NI, debido a que en el PC12 presenta un valor menor al permitido (1,2 cd/m^2).

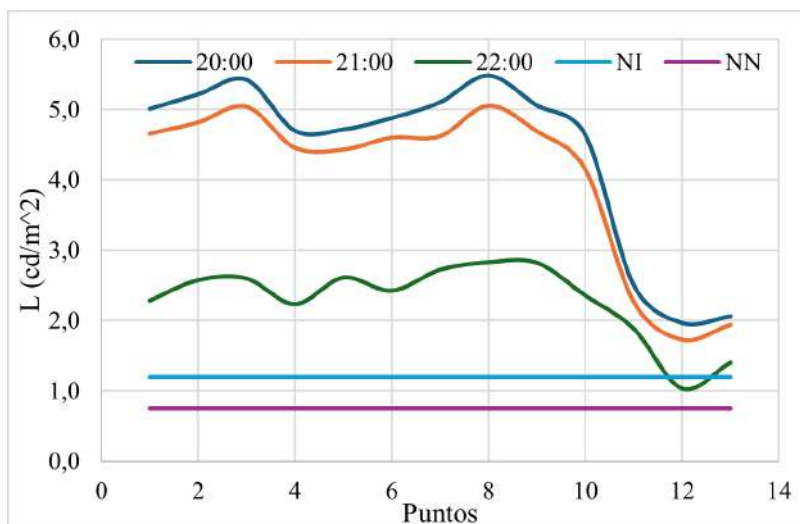


FIGURA 5.34: L_v nuevo - acera - T2.5

En la Figura 5.35 se visualiza como en las mediciones realizadas de L_v de los PC4, PC5, PC6 y PC8 a las 22h00 no cumplen con la normativa internacional debido a que los PC se encuentran en áreas verdes, lo cual influye bastante a la hora de medir.

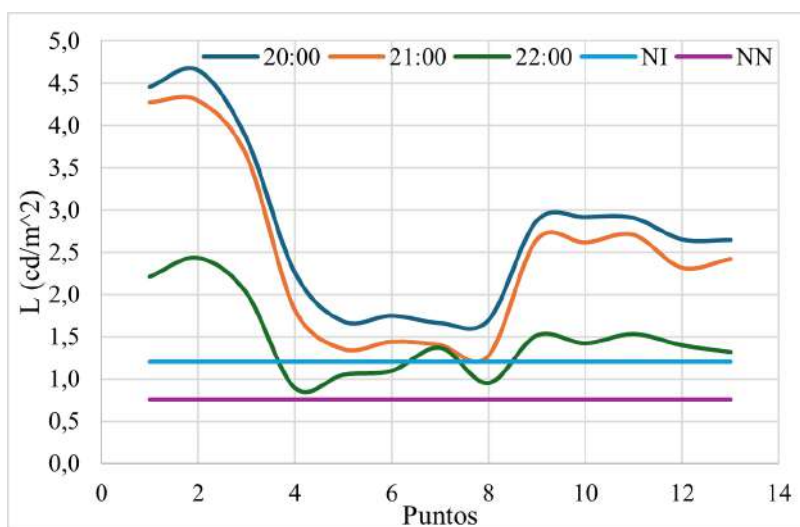


FIGURA 5.35: L_v nuevo - acera - T2.6

En la Figura 5.36 se muestra como la luminancia varía de 0,9 a 4,6 cd/m^2 para el tramo T2.7. De modo que estos valores cumplen con la ARCERNR-007/23 (NN). Sin embargo, no se cumple cuando se aplica la RETILAP (NI), debido a que presentan valores bajos en PC4 y PC9 de la luminaria LED cuando opera a las 22h00.

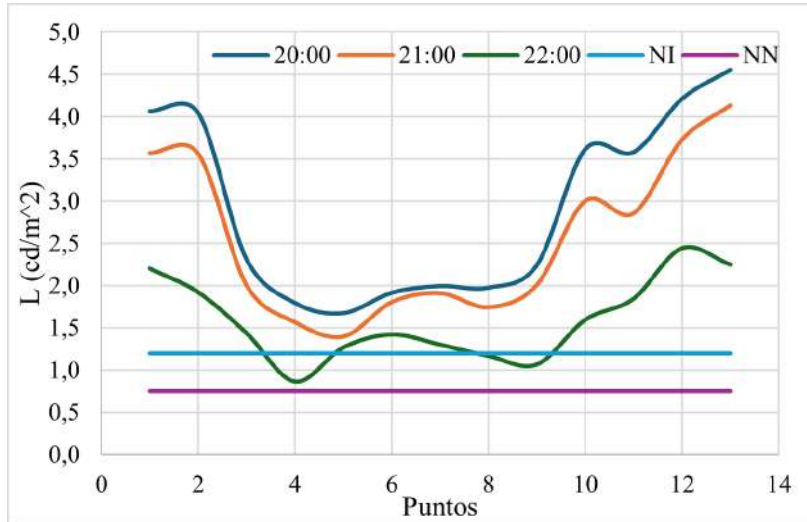


FIGURA 5.36: L_v nuevo - acera - T2.7

En la Figura 5.37 se observa como en PC1 y PC2, ubicados en una área verde, no cumplen con la NI cuando la luminaria LED opera al 50 %.

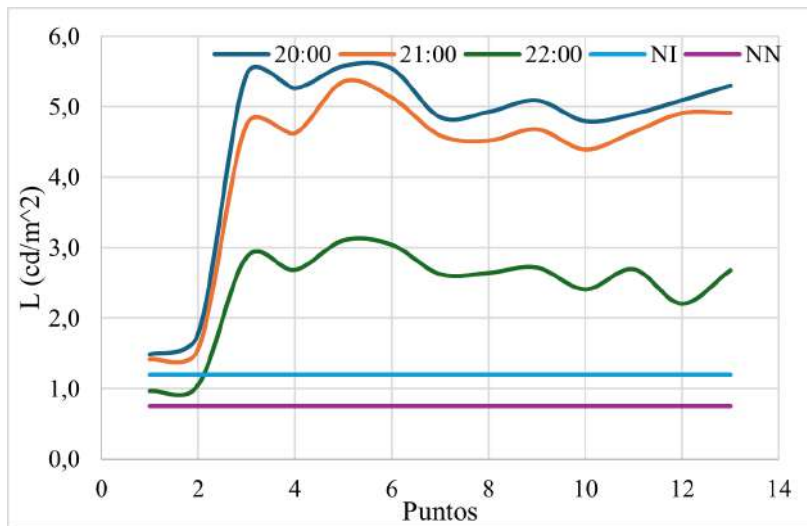


FIGURA 5.37: L_v nuevo - acera - T2.8

En la Figura 5.38 se observa como la luminancia varía entre 1,6 y 4,5 cd/m^2 para el tramo T2.9. Esto implica un cumplimiento de las normativas vigentes RETILAP (NI) y ARCERNNR-007/23 (NN). Además, se puede ver la disminución de L_v en PC8, PC9 y PC10, debido a la presencia de sombra por vegetación.

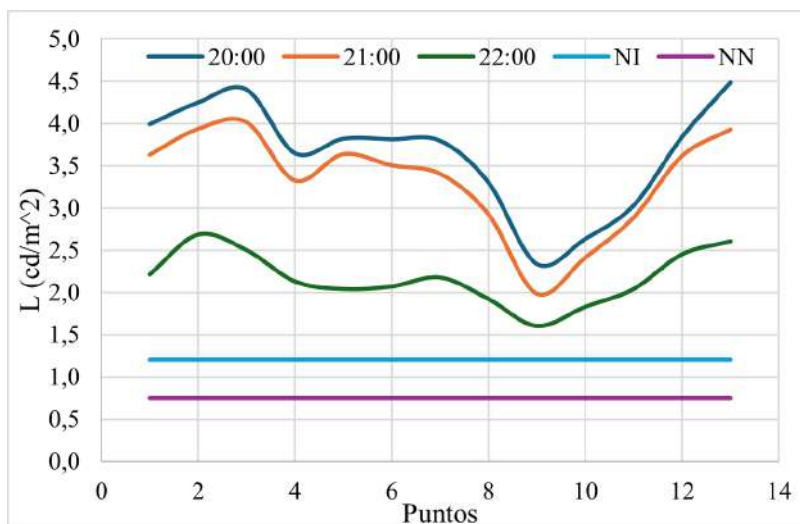


FIGURA 5.38: L_v nuevo - acera - T2.9

En el T2.10, la Figura 5.39 muestra como la luminancia va aumentando conforme va aumentando la medición de los PC. En este caso, PC1 y PC2 son valores menores a los demás PC debido a que se encuentran en una jardinera, también, en PC7 se analiza un pico debido a la presencia de iluminación indirecta.

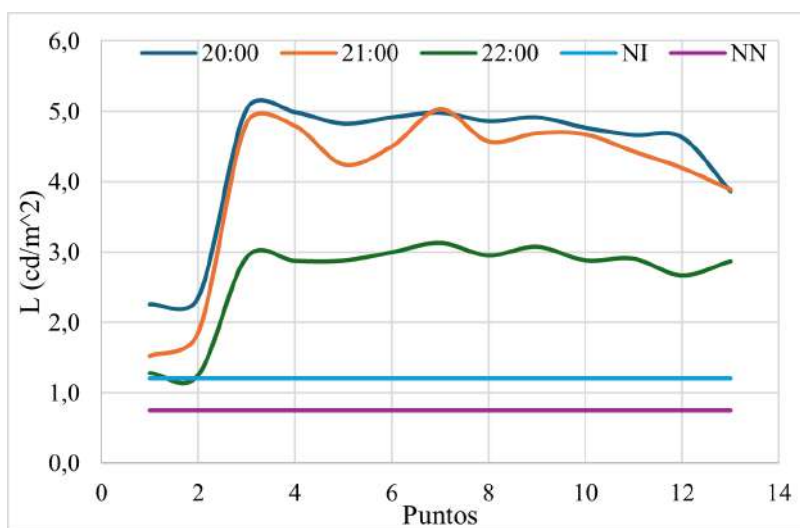


FIGURA 5.39: L_v nuevo - acera - T2.10

5.1.4. Resultados de luminancia en la ciclovía

Todas las mediciones cumplen con las normativas vigentes RETILAP (NI) y ARCERNNR-007/23 (NN) para el tramo T1.1. visto en la Figura 5.40, cabe recalcar que desde el PC5 al PC7 existe una variación de luminancia debido a la sombra provocada por un árbol.

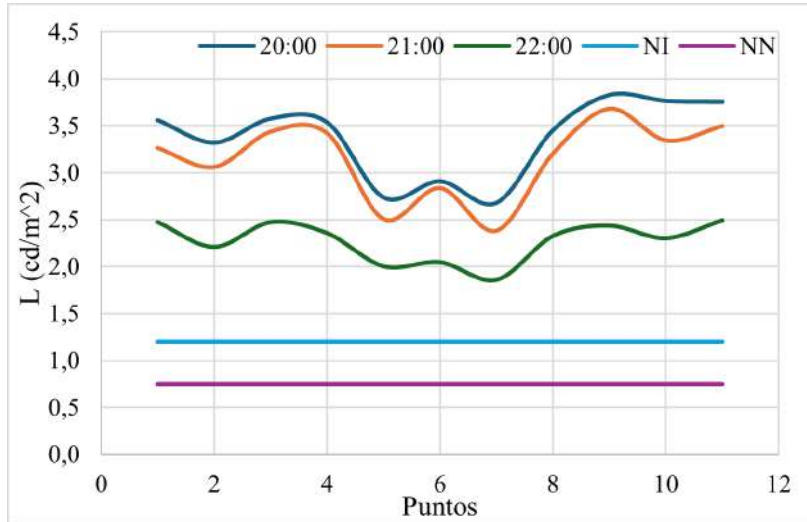


FIGURA 5.40: L_v nuevo - ciclovía - T1.1

Los valores de L_v de PC5, PC6 y PC7 en la Figura 5.41 son afectados por la sombra de dos árboles, provocando una variación con respecto a los demás PC. Sin embargo, todos los PC cumplen tanto con NN como con NI.

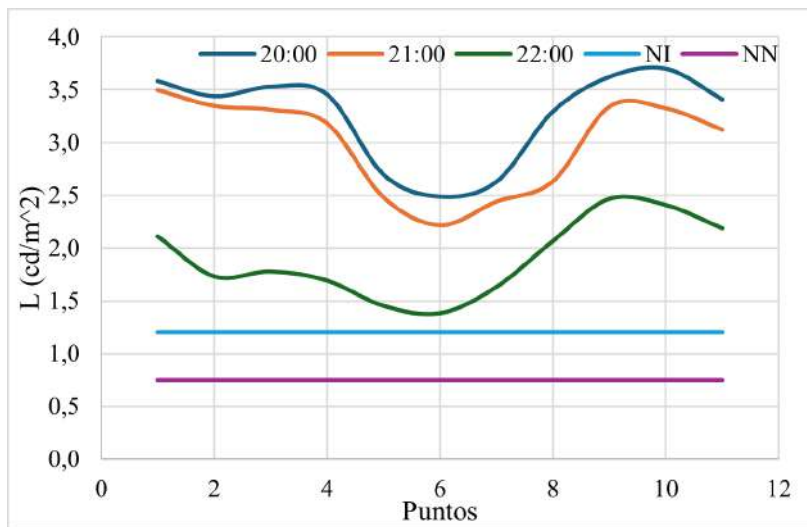


FIGURA 5.41: L_v nuevo - ciclovía - T1.2

Los valores L_v (ver Figura 5.42) mínimos y máximos oscilan entre 1,2 y 3,9 cd/m^2 ; respectivamente, para el tramo T1.3. Lo que indica un cumplimiento de los valores estándares por la NN (ARCERNNR-007/23) y la NI (RETILAP).

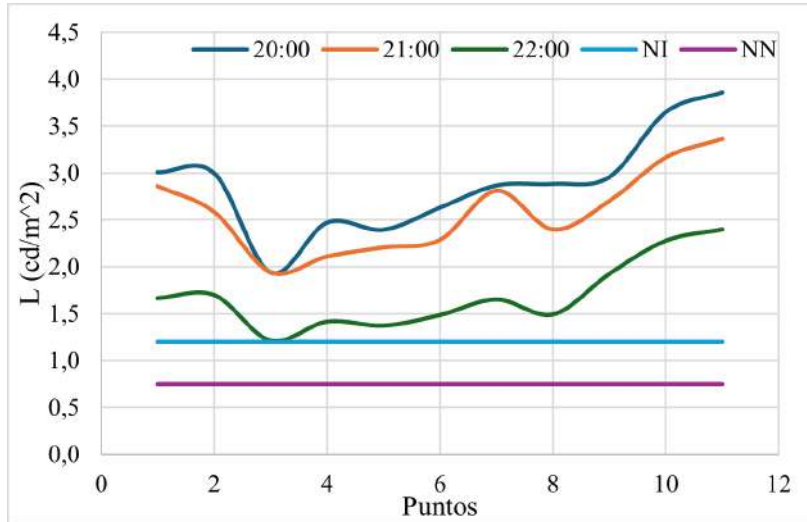


FIGURA 5.42: E_v nuevo - ciclovía - T1.3

En la Figura 5.43 se observa los valores L_v para el tramo T2.1. Estos presentan cantidades mínimas y máximas que oscilan entre 1,2 y 4,9 cd/m^2 ; respectivamente, demostrando una tendencia ascendente desde el PC1 al PC11, esto debido a la superficie de asfalto y, en el caso de PC1, PC2 y PC3 son valores bajos debido a la presencia de sombra por el cableado de telecomunicaciones.

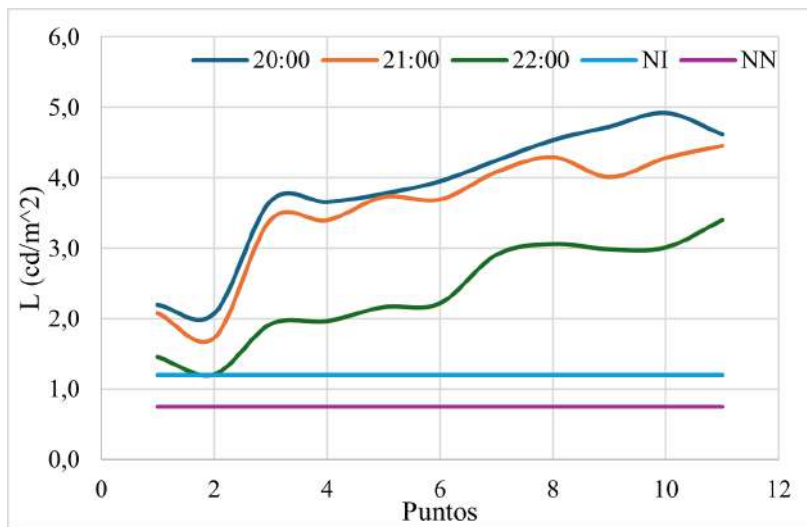


FIGURA 5.43: L_v nuevo - ciclovía - T2.1

En la Figura 5.44 se visualiza como el valor de L_v de PC4 medido a las 21h00 presenta una fluctuación y no mantiene la misma tendencia que las gráficas de las otras horas de medición, esto a causa de la presencia de sombra por vegetación.

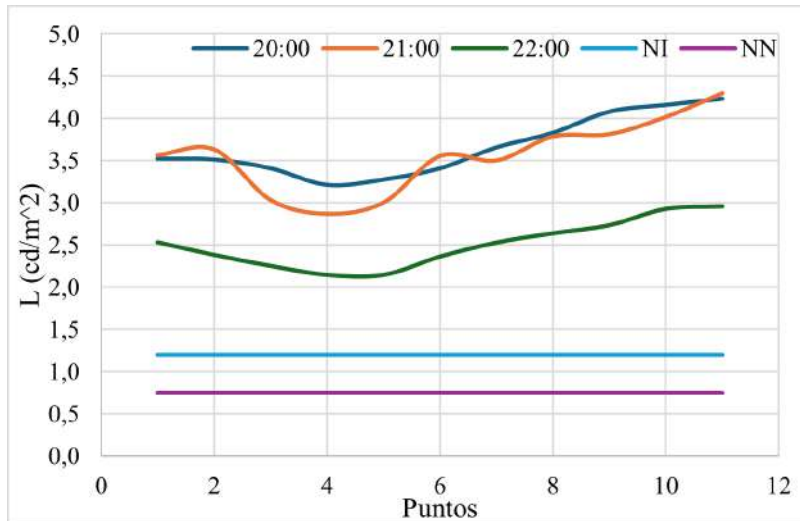


FIGURA 5.44: L_v nuevo - ciclovía - T2.2

Todas las mediciones cumplen con las normativas vigentes RETILAP (NI) y ARCERNNR-007/23 (NN) para el tramo T2.3. Además, presenta una tendencia descendente desde PC1 a PC11 producto de varias sombras provocadas por vegetación a lo largo del área de medición del T2.3.

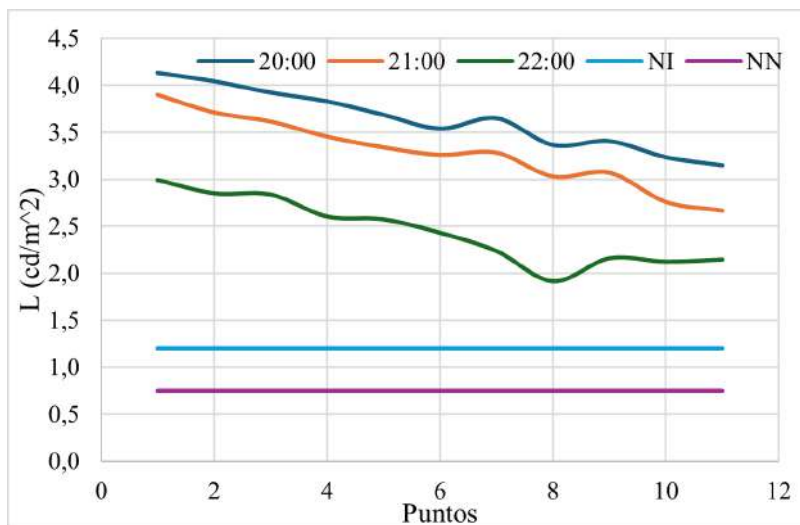


FIGURA 5.45: L_v nuevo - ciclovía - T2.3

Para todos los puntos de medición existe una variación, esto se debe a que en los puntos de calculo existe sombras por parte de las redes de telefonía, sin embargo las mediciones cumplen con las normativas vigentes RETILAP (NI) y ARCERNNR-007/23 (NN) para el tramo T2.4. indicado en la Figura 5.46, debido a que presentan luminancias entre 2,0 a 3,3 cd/m^2 .

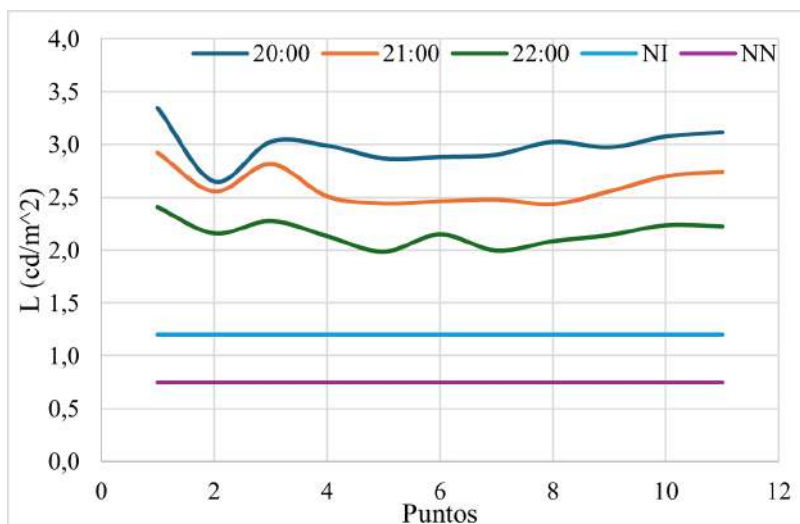


FIGURA 5.46: L_v nuevo - ciclovía - T2.4

Para el tramo 2,5 podemos observar que desde PC6 a PC8 de la medición de las 20h00 se tiene una variación alcanzando el punto máximo de 4 cd/m^2 , esto se debe a que en los puntos mencionados se tiene influencia de parte del Supermaxi, sin embargo en la Figura 5.47 se observa que las mediciones de las 22h00 varía de $1,6$ a $2,5 \text{ cd/m}^2$ esto implica un cumplimiento de las normativas vigentes RETILAP (NI) y ARCERNNR-007/23 (NN) esto pesar de estar trabajando al 50 %.

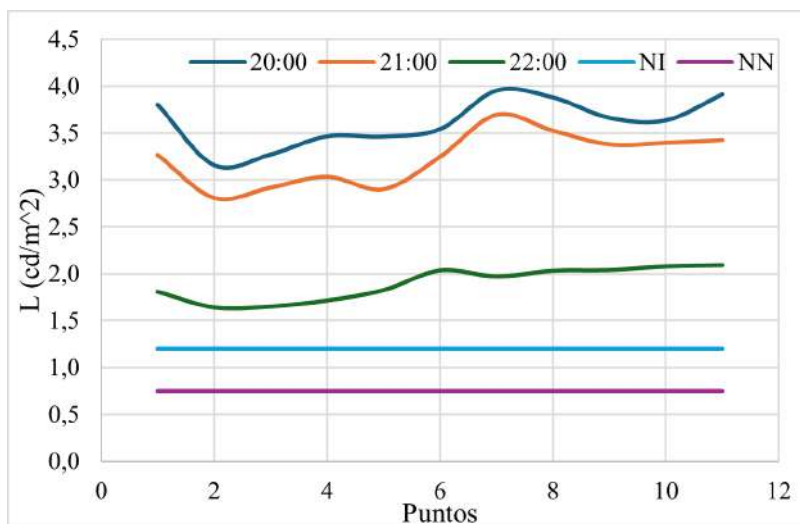


FIGURA 5.47: L_v nuevo - ciclovía - T2.5

En la Figura 5.48 se visualiza como la luminancia de las 20h00 varía teniendo un mínimo de $2,5 \text{ cd/m}^2$ para el punto 2 del tramo T2.6, esto se debe a que se encuentran bajo sombra de los cables de telecomunicaciones, sin embargo para los puntos donde se tiene un pico de hasta 5 cd/m^2 se debe al aporte lumínico de letreros de manera indirecta. El resultado implica un cumplimiento de las las normativas vigentes RETILAP (NI) y ARCERNNR-007/23 (NN).

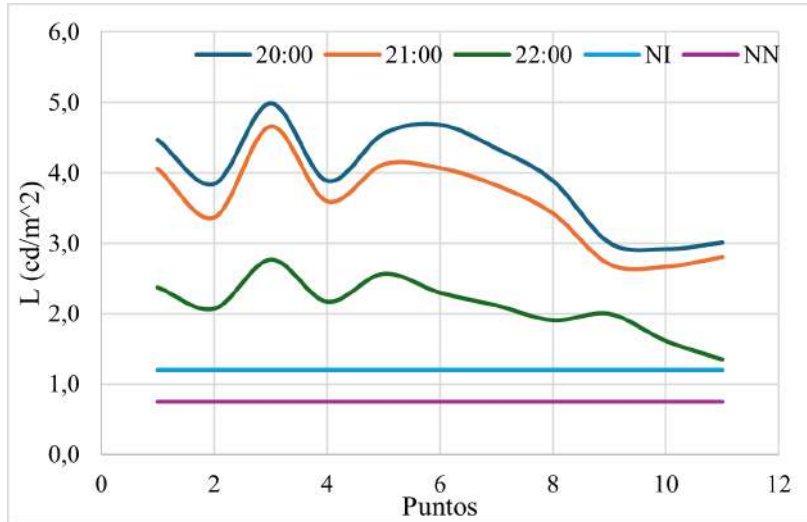


FIGURA 5.48: L_v nuevo - ciclovía - T2.6

En los primeros puntos se tiene una decadencia mínima entre 2,5 y 2,8 cd/m^2 para las mediciones de las 20 y 21 horas, esto se debe a que en aquellos puntos se tiene presencia de sombras producidas por las líneas telefónicas, sin embargo se muestra como varía teniendo picos máximos entre 2,7 y 3,9 cd/m^2 producidos por los aportes lumínicos de la siguiente luminaria. En la Figura 5.49 se muestra como la luminancia varía de 1,6-4,2 cd/m^2 para el tramo T2.7. Con lo cual se cumple las normativas vigentes RETILAP (NI) y ARCERNNR-007/23 (NN).

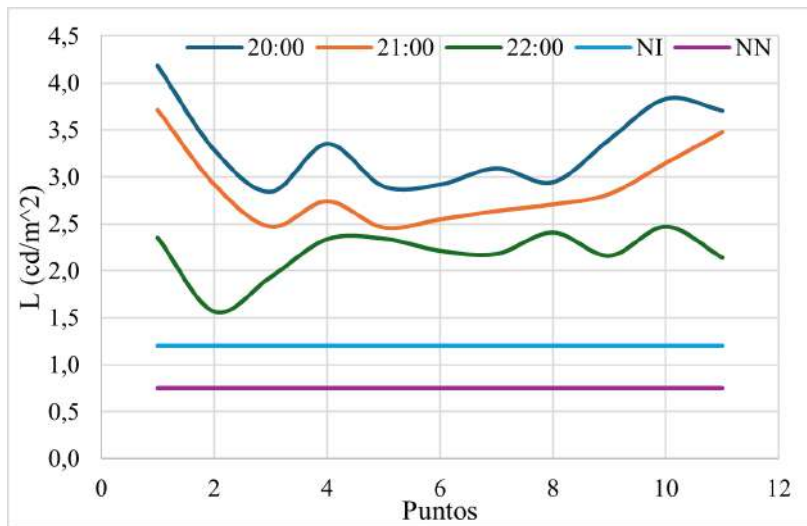


FIGURA 5.49: L_v nuevo - ciclovía - T2.7

En este tramo se toma en cuenta el aporte de los pequeños reflectores que existen en la parte de afuera del edificio torre Azul, en consecuencia se tiene que los PC2 a PC5 se tiene un incremento de luminancia provocando los picos que se puede observar en la Figura 5.50 donde se ilustra como la luminancia varía de 1,9 a 4,1 cd/m^2 . De esta manera se cumple las normativas vigentes RETILAP (NI) y ARCERNNR-

007/23 (NN).

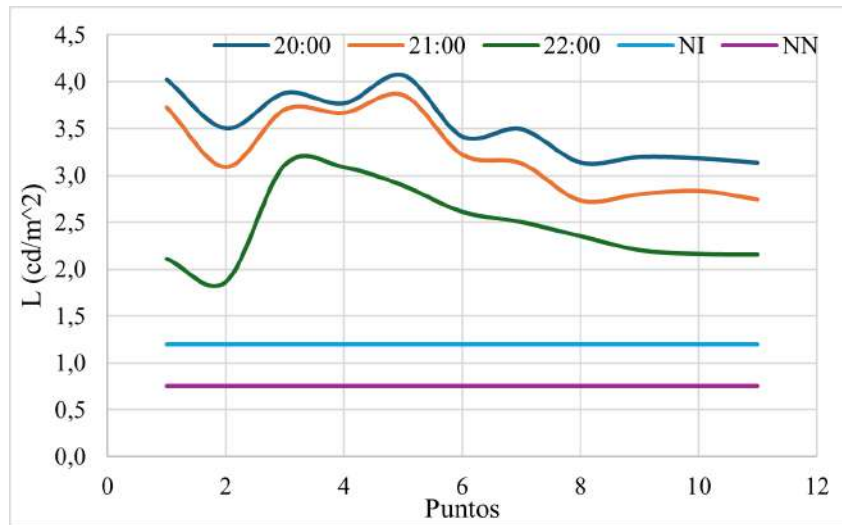


FIGURA 5.50: L_v nuevo - ciclovía - T2.8

En la Figura 5.51 se analiza que en PC2, PC7 y PC8 se disminuye el valor de L_v producto de sombras generadas por presencia de árboles, aún así, todos los valores medidos a distintas horas cumplen con la normativa RETILAP (NI) y la normativa ARCERNNR-007/23 (NN).

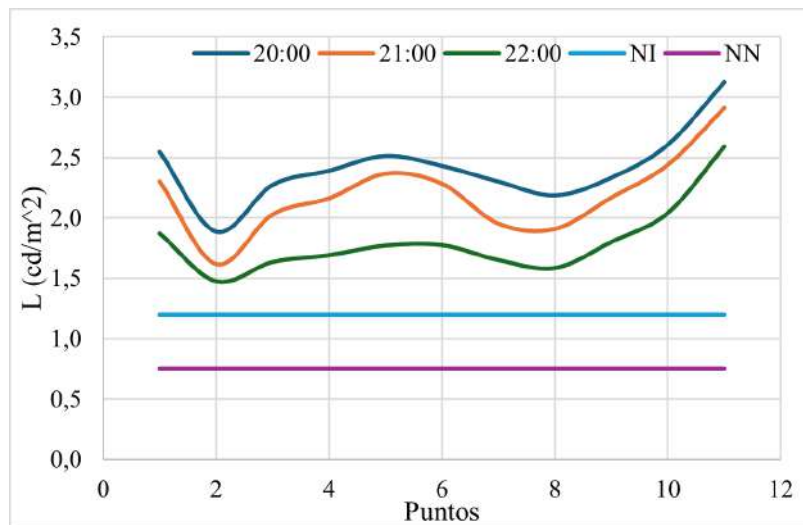


FIGURA 5.51: L_v nuevo - ciclovía - T2.9

En la Figura 5.52 se observa como la luminancia alcanza un pico en PC5, esto a causa de la presencia de una luminaria de sodio dentro del espacio de medición, además, en PC10 y PC11 se percibe un incremento provocado por una pantalla en la parada de autobuses, también, se verifica que los PC medidos a las 20h00, 21h00 y 22h00 están dentro de los requerimientos solicitados por NN y NI.

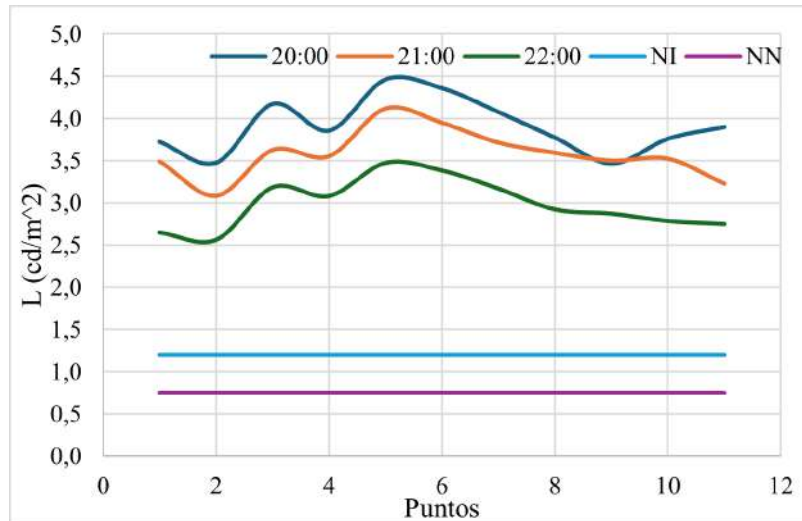


FIGURA 5.52: E_v nuevo - ciclovía - T2.10

5.1.5. Resultados del flujo luminoso calculado

Para determinar los valores del flujo luminoso de la luminaria LED fotovoltaica, se debe conocer primero ciertos parámetros, descritos a continuación:

- Las luminarias están situadas a una altura de 6 metros.
- De las características técnicas del LED, se tiene un diámetro igual 11,95 m y equivalente a 112,32 m².
- Como las luminarias LED son nuevas, el coeficiente de mantenimiento C_m es igual a la unidad [1].
- Según Chindón [10] el coeficiente de utilización C_u oscila entre 0,25 a 0,35 unidades, por lo que se escoge su valor máximo.
- Por último, se utilizan los valores de E_v promedio, obtenidos de las secciones 5.1.1 y 5.1.2; para obtener el flujo luminoso por cada tramo.

En la Tabla 5.1 se observa que el flujo luminoso en los tramos de la Av. Elia Liut están en el rango de 9840 a 17559 lm a las 20:00. Esto significa que presenta una media o promedio, desviación estándar y percentil 25 iguales a 14391, 2524 y 12981 lm; respectivamente. Por tanto, se destaca lo siguiente:

TABLA 5.1: Flujo luminoso del LED fotovoltaico - acera

Acera	E_v (lx)	E_v (lx)	E_v (lx)	A (m ²)	C_u	C_m	F (lm)		
	20:00	21:00	22:00				20:00	21:00	22:00
1.1	53,7	52,9	36,4	112,32	0,35	1	17246	16971	11682
1.2	52,1	50,6	34,9	112,32	0,35	1	16716	16227	11192
1.3	43,7	39,1	26,8	112,32	0,35	1	14039	12554	8612
2.1	32,8	30,8	17,5	112,32	0,35	1	10514	9889	5617
2.2	43,8	41,5	27,8	112,32	0,35	1	14052	13313	8936
2.3	46,7	41,8	25,7	112,32	0,35	1	14985	13399	8248
2.4	43,8	40,8	20,9	112,32	0,35	1	14053	13109	6708
2.5	54,1	50,8	31,1	112,32	0,35	1	17365	16317	9991
2.6	33,9	29,5	16,9	112,32	0,35	1	10889	9455	5415
2.7	40,7	36,2	19,9	112,32	0,35	1	13051	11608	6399
2.8	48,1	43,4	23,5	112,32	0,35	1	15423	13917	7533
2.9	34,3	31,8	18,0	112,32	0,35	1	11003	10199	5771
2.10	50,7	46,6	25,4	112,32	0,35	1	16262	14969	8163

- En base a los datos medidos en campo E_v y el análisis estadístico realizado, se observa que el promedio del flujo luminoso es de 14276 lm con una desviación estándar de 2382 lm. Esto indica una variabilidad significativa en las mediciones. Aunque el valor de 11100 lm es menor que la media observada, se encuentra dentro del rango de variabilidad natural de las luminarias LED, considerando la desviación estándar y los factores ambientales que pueden influir en las mediciones de campo.
- El percentil 25 establece que el 25 % de las mediciones están por debajo de los 13051 lm, y por tanto, 11100 lm se encuentra dentro de un rango razonable de operación. Además, las condiciones de prueba en laboratorio, bajo las cuales se obtuvo el valor de 11100 lm (datos del fabricante), pueden diferir significativamente de las condiciones de campo, donde factores como la humedad y radiación pueden influir en el rendimiento de la luminaria LED.
- El valor de 11100 lm especificado en la hoja técnica del fabricante es un valor representativo y justificable para las luminarias LED bajo ciertas condiciones específicas y dentro del contexto de variabilidad normal observada en las mediciones de campo.

De manera similar, ocurre en la ciclovía, tal como se indica en la Tabla 5.2, cuyos rango del flujo luminoso oscila entre 8454 a 17139 lm. Además, dispone de una media, desviación estándar y percentil 25 iguales a 14012, 3000,2 y 12145 lm; respectivamente.

TABLA 5.2: Flujo luminoso del LED fotovoltaico - ciclovía

Ciclo vía	E_v (lx)	E_v (lx)	E_v (lx)	A (m ²)	C_u	C_m	F (lm)		
	20:00	21:00	22:00				20:00	21:00	22:00
1.1	52,2	50,2	36,9	112,32	0,35	1	16753	16117	11854
1.2	52,2	48,3	32,1	112,32	0,35	1	16753	15489	10289
1.3	44,4	39,6	27,5	112,32	0,35	1	14263	12721	8837
2.1	27,3	25,6	16,1	112,32	0,35	1	8757	8206	5161
2.2	49,4	44,9	36,3	112,32	0,35	1	15853	14399	11637
2.3	50,2	47,2	28,1	112,32	0,35	1	16111	15133	9028
2.4	42,4	39,8	22,5	112,32	0,35	1	13610	12773	7215
2.5	53,0	49,7	33,7	112,32	0,35	1	16995	15953	10810
2.6	34,4	31,5	17,1	112,32	0,35	1	11031	10114	5482
2.7	35,5	31,1	18,8	112,32	0,35	1	11386	9977	6026
2.8	40,0	37,5	21,5	112,32	0,35	1	12838	12033	6903
2.9	25,0	22,9	14,7	112,32	0,35	1	8018	7344	4718
2.10	49,0	46,5	26,2	112,32	0,35	1	15713	14919	8424

En la Tabla 5.3 se observa el flujo luminoso real de las luminarias LED fotovoltaicas producto de la diferencia entre los flujos luminosos obtenidos a diferentes horas, para la acera Tabla 5.1 y los flujos luminosos calculados con los datos previos de las luminarias de sodio en la acera Tabla 3.17.

TABLA 5.3: Flujo luminoso real del LED SFA - Acera

Acera	Flujo (lm)		
Tramos	20:00:00	21:00:00	22:00:00
1.1	13558	13283	7994
1.2	12442	11953	6917
1.3	11022	9537	5595
2.1	9242	8618	4345
2.2	10288	9549	5172
2.3	11218	9632	4481
2.4	11764	10819	4418
2.5	14105	13056	6730
2.6	9232	7798	3758
2.7	11559	10116	4907
2.8	12343	10837	4453
2.9	9131	8327	3899
2.10	11807	10514	3708

De la misma manera, se tomó los datos del flujo luminoso de la ciclovía Tabla 5.2 y con los datos obtenidos de las luminarias de sodio en la ciclovía Tabla 3.18 se obtuvo el flujo luminoso real de las luminarias LED SFA como se puede observar en la Tabla 5.4.

TABLA 5.4: Flujo luminoso real del LED SFA - Ciclovía

Ciclovía Tramos	Flujo (lm) 20:00:00	Flujo (lm) 21:00:00	Flujo (lm) 22:00:00
1.1	12353	11718	7454
1.2	11391	10127	4927
1.3	10275	8734	4850
2.1	6954	6404	3359
2.2	10772	9319	6557
2.3	11517	10538	4433
2.4	11119	10281	4724
2.5	13403	12360	7218
2.6	8891	7974	3342
2.7	9536	8127	4176
2.8	9156	8351	3221
2.9	5525	4851	2225
2.10	10572	9778	3282

5.2. Análisis del modelamiento del sistema

Para llevar a cabo las simulaciones del sistema, se prevé lo siguiente:

- Como la radiación promedio varía de 0 a 422 W/m² (ver Apartado 4.2.1), se escogen tres modos de operación, cuyos valores son de 0, 269 y 412 W/m²; respectivamente.
- Panel solar: 18 V, 80 W y dimensiones 1,081x0,407 m (largo x ancho).
- Batería: 42 V y 18 Ah por lo que posee una capacidad de 756 Wh.
- La luminaria LED de 60 W presenta diversos modos de funcionamiento, es decir, opera al 25, 50 y 100 % (ver Apartado 4.1.4) de carga total.

En la Tabla 5.5 se dispone de los valores de radiación promedio, junto a la capacidad que puede adquirir la batería en su proceso de carga.

TABLA 5.5: Radiación solar promedio y capacidad de la batería

Horas	Radiación W/m ²	Área Panel m ²	Carga Batt. Wh
0:00 - 6:00	0	0,44	0,00
6:00 - 7:00	94	0,44	41,17
7:00 - 8:00	269	0,44	118,24
8:00 - 9:00	340	0,44	149,70
9:00 - 10:00	388	0,44	170,52
10:00 - 11:00	412	0,44	181,27
11:00 - 12:00	394	0,44	173,16
12:00 - 13:00	377	0,44	165,83
13:00 - 14:00	347	0,44	152,85
14:00 - 15:00	310	0,44	136,54
15:00 - 16:00	301	0,44	132,32
16:00 - 17:00	283	0,44	124,66
17:00 - 18:00	214	0,44	94,23
18:00 - 19:00	8	0,44	3,48
19:00 - 00:00	0	0,44	0,00

5.2.1. Caso 1

Si el panel entra en funcionamiento a las 6am, se procede con la carga de la batería, por tanto la potencia de la carga es 0 W. De 7 a 8am, se tiene una radiación de 269 W/m² (ver Figura 5.53); en este punto se determina que la potencia del panel es 20,9 W; mientras que la batería posee un valor igual a -20,7 W. El signo negativo refleja un retorno de corriente hacia la batería, por lo que significa la carga de este. Durante este lapso de tiempo la capacidad de la batería es de 159,41 Wh. Por último, se obtiene los siguientes parámetros eléctricos:

- Panel: 18,4 V, 20,9 W.
- Batería: 45,5 V, -20,7 W.
- LED: 0 V, 0 W y 0 lm.

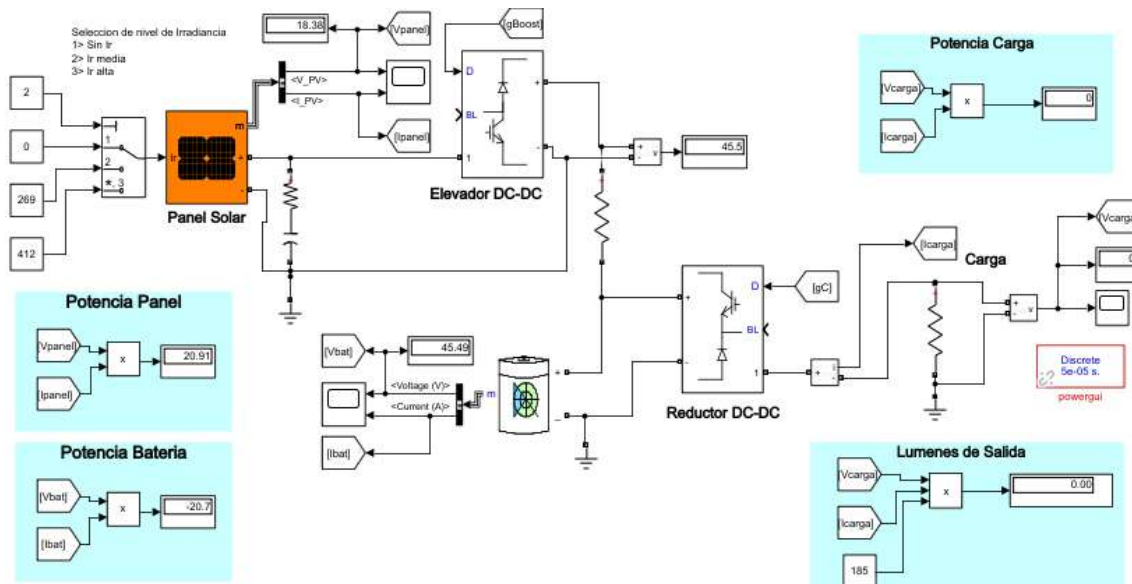


FIGURA 5.53: Modo de operación SFA 1

5.2.2. Caso 2

A partir de las 10:00 en un lapso de una hora, existe una radiación de 412 W/m², tal como se ilustra en la Figura 5.54. Hasta ese punto, la capacidad acumulada en la batería es 660,90 Wh, por lo que se necesita 1 hora más para la carga completa siempre y cuando sea desde 0 Wh.

Como sigue apagada la luminaria, su potencia es 0 W; mientras que la potencia del panel es 32,7 W y de la batería es igual a -32,9 W. El signo negativo refleja un retorno de corriente hacia la batería, por lo que significa la carga de este.

Finalmente, se obtiene los siguientes parámetros eléctricos:

- Panel: 18,2 V, 32,7 W.
- Batería: 45,5 V, -32,9 W.
- LED: 0 V, 0 W y 0 lm.

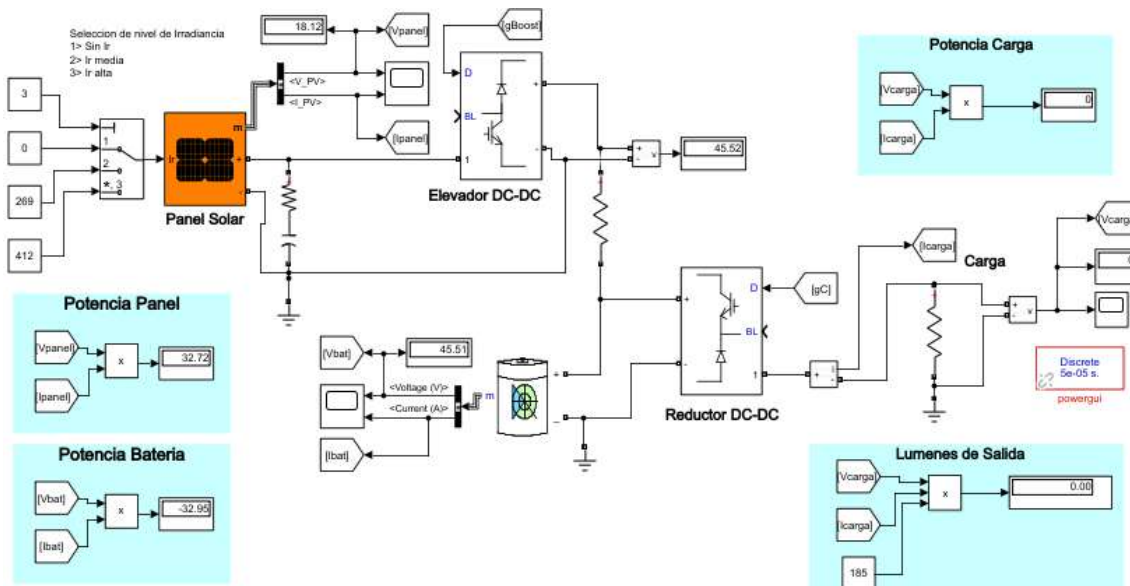


FIGURA 5.54: Modo de operación SFA 2

5.2.3. Caso 3

Cuando cae la noche, el regulador cambia la posición del panel hacia la batería como fuente de entrada. Por lo que se muestra 3 escenarios, acorde al porcentaje de uso del LED.

A través de la Figura 5.55 se muestra el panel y batería, ambos en modo 1. Esto implica que la potencia del panel es 0 W; y que los valores de potencia de la batería y LED son iguales a 60 W.

Finalmente, se obtiene los siguientes parámetros eléctricos:

- Panel: 0 V, 0 W.
- Batería: 45,4 V, 60 W.
- LED: 18 V, 60 W (equivalente a 11095 lm).
- Se tiene que los valores, real y teórico son 11095 y 11100; respectivamente. Por lo que posee un error porcentual de -0,045 %.

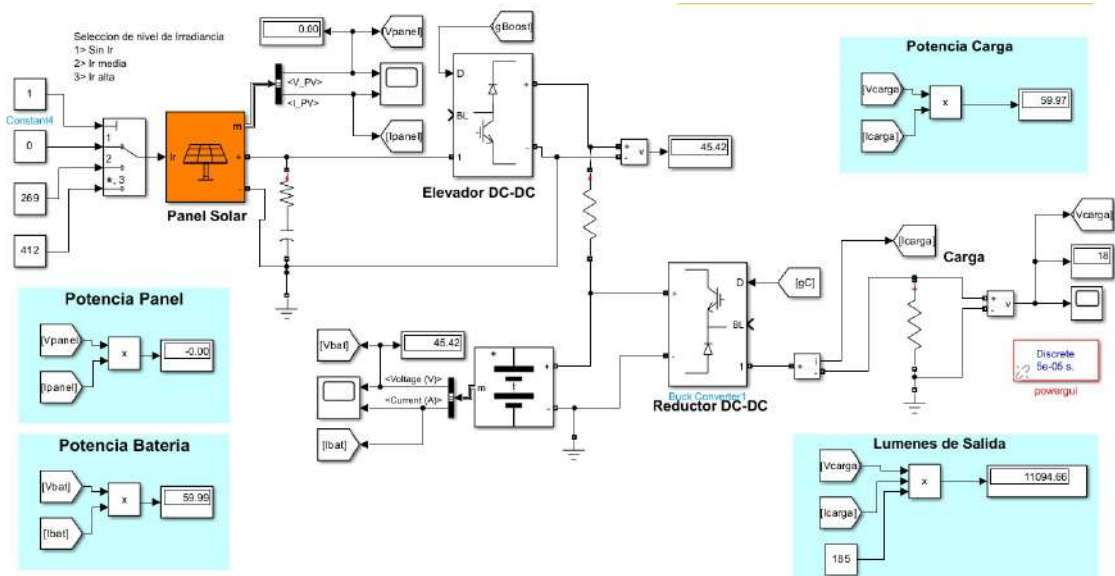


FIGURA 5.55: Modo de operación SFA 3

En la Figura 5.56 se muestra el panel y batería, en los modos 1 y 2; respectivamente. Esto implica que la potencia del panel es 0 W; y que los valores de potencia de la batería y LED son iguales a 30 W (equivalente a 5540 lm). Por consiguiente, se tiene que los valores, real y teórico son 5540 y 5550; respectivamente, por lo que posee un error porcentual de -0,18%. Por último, se obtiene los siguientes parámetros eléctricos de voltaje: panel (0 V), batería (45,4 V), LED (12,7 V).

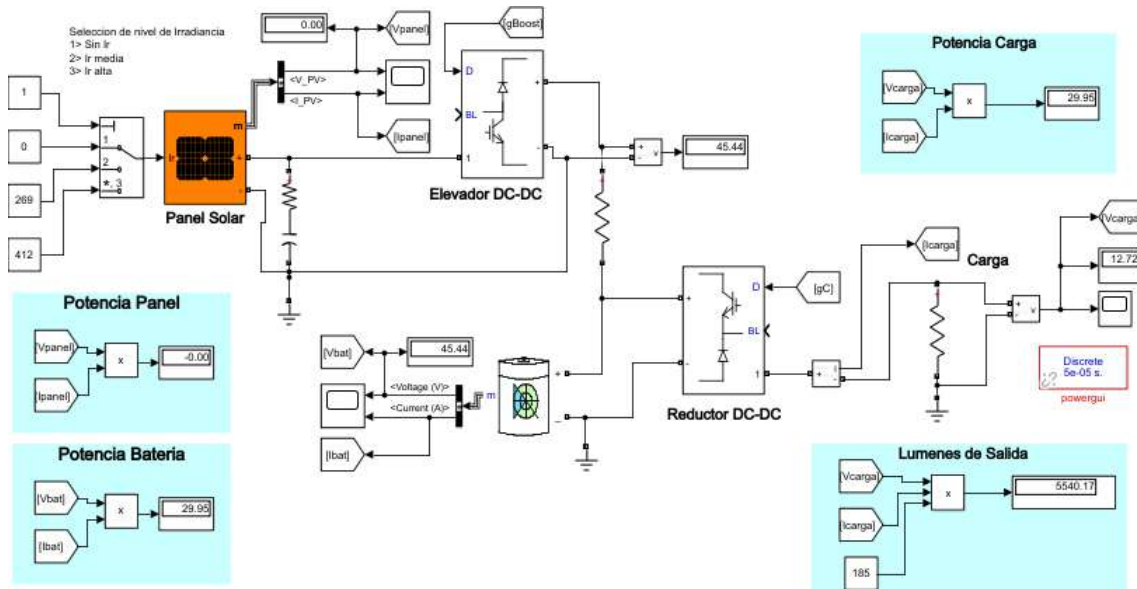


FIGURA 5.56: Modo de operación SFA 4

En la Figura 5.57 se muestra el panel y batería, en los modos 1 y 3; respectivamente. Esto implica que la potencia del panel es 0 W; y que los valores de potencia de la batería y LED son iguales a 12 W.

Finalmente, se obtiene los siguientes parámetros eléctricos:

- Panel: 0 V, 0 W.
- Batería: 45,4 V, 12 W.
- LED: 8.04 V, 12 W (equivalente a 2213 lm).
- Se tiene que los valores, real y teórico son 2213 y 2220; respectivamente. Por lo que posee un error porcentual de -0,31 %.

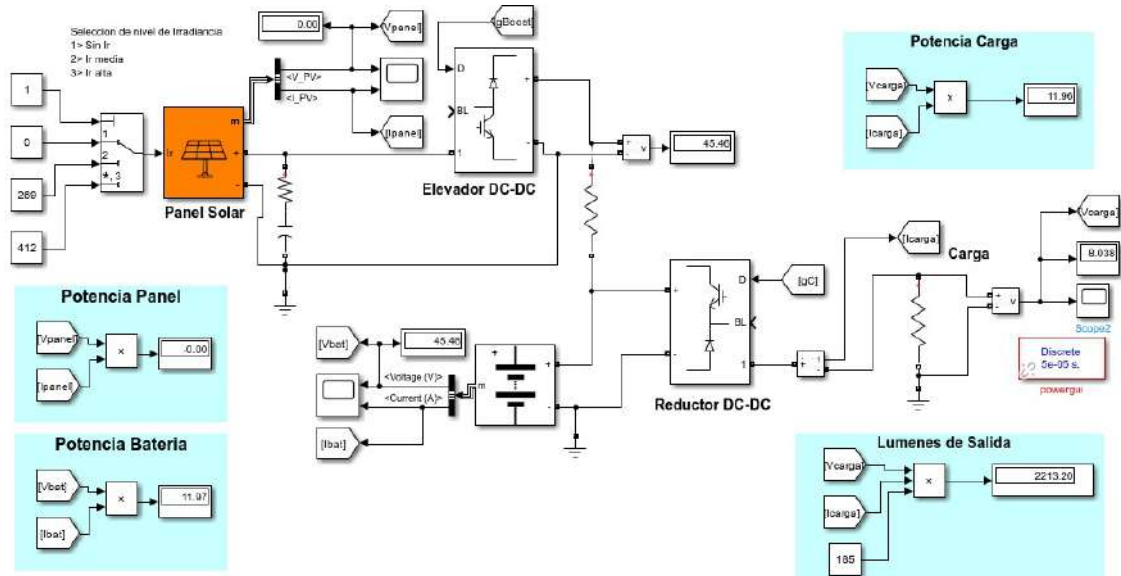


FIGURA 5.57: Modo de operación SFA 5

5.3. Viabilidad económica

Por medio de la Tabla 5.6 se detalla el presupuesto utilizado en las luminarias LED conectadas a la red. Este desglose contempla los materiales y mano de obra que se implementarían al considerar este tipo de luminaria en el proyecto, resultando en un costo presupuestado de \$ 20172,21. Por otra parte, la Tabla 5.7 se describe el presupuesto correspondiente a las luminarias LED de tipo fotovoltaica (SFA) este sistema contempla el LED SFA sobre la Av. Elia Liut, este posee un costo total de \$ 15806,52 (incluido el IVA) de todo el equipo (ver Anexo 11). Este último, a pesar de que es \$4,365.69 menor en comparación al alumbrado público conectado a la red, es importante considerar factores adicionales, entre ellos los años de garantía, costos de mantenimiento y la independencia que posee cada LED con SFA (panel con 25

años de vida útil). Concluyendo así que el uso a largo plazo de las luminarias LED con SFA resulta ser la alternativa más viable para el proyecto de alumbrado público.

TABLA 5.6: Presupuesto de instalación de lamparas conectadas a la red

Nro	Descripción	Unidad	CANT.	Precio U.	TOTAL
1	Poste ornamental galv. 6 m gris/verde/neg	c/u	15	292,5	4387,5
2	Luminaria con lámpara led de 65w, con brazo para montaje en poste, 240/120v	c/u	15	330	4950
3	Tubería EMT 21/2" X3M	c/u	4	25	100
4	Codo EMT 21/2"	c/u	2	12	24
5	Unión EMT 21/2"	c/u	2	10	20
6	Reversible 21/2"	c/u	2	25	50
7	Fleje de acero inoxidable, 0,76 mm (0,030") de esp. x 19,05 mm (3/4") de ancho	m	4	1,5	6
8	Cable TTU, 2x6 o 3x6 AWG, red de alumbrado público	m	260	2,38	618,8
9	Cable multiconductor CU 1000V con aislado XLPE 3x12 AWG	m	225	1,5	337,5
10	Tubo Corrugado Gi-Magnum SN8 en Polietileno HDPE Ø 160 mm	c/u	87	52	4524
11	Conector dentado simple, principal 10 a 95 mm ² (6 - 3/0 AWG), derivado a 1,5 - 10 mm ² (16-6AWG)	c/u	30	2,73	81,9
12	Base de cemento para postes ornamentales	c/u	15	30	450
13	Instalación de tubo EMT 21/2" + reversible	c/u	2	80	160
14	Instalación de luminarias hasta 150W	c/u	15	22,47	337,05
15	Pozo hasta de 0.4x0.4x1 m (B.T Y A.P) con tapa	c/u	15	41,34	620,1
16	Tendido cable TTU, 2x6 o 3x6 AWG, red de alumbrado público	m	260	1,92	499,2
17	Rotura de acera, instalación de manguera y/o codo, reposición hormigón y desalojo	c/u	15	25	375
subtotal					17541,05
iva 15 %					2631,16
Total					20172,21

TABLA 5.7: Presupuesto de instalación de lamparas LED SFA

Nro	Descripción	Unidad	CANT.	Precio U.	TOTAL
1	Poste ornamental galv. 6 m gris/verde/neg	u	15	292,5	4387,5
2	Solar streetlight 60W - 11100 lm	u	15	593,82	8907,3
3	Base de cemento para postes ornamentales	u	15	30	450
subtotal					13744,8
iva 15 %					2061,72
Total					15806,52

Sin embargo, en base a la ficha técnica de la luminaria led conectada a la red se tiene una vida útil de mas de 100000 h, en comparación a la luminaria led SFA que se tiene una vida útil de 60000 h, por consiguiente estas requieren un mantenimiento a las baterías a lo largo de la vida útil del panel, lo que implica un cambio de las mismas a los 14 años, al ser una luminaria que tiene todo en un solo cuerpo se requiere reemplazar por una nueva, teniendo así un costo a lo largo de los 25 años de \$ 26349,22 (incluye iva), lo que incluye desmontaje y montaje de la nueva luminaria. Al hacer una relación en kW/h a lo largo de los 25 años tenemos que se consumen 98550 kW/h por parte de la luminaria LED conectada a la red lo que implica \$ 9855 dolares en consumo energético. Teniendo así un costo total de instalación y proyección en gasto energético de \$ 30.027,21.

En conclusión, a lo largo del período de 25 años, las luminarias LED SFA se presentan como la opción más viable desde una perspectiva económica. Según los cálculos proyectados, esta alternativa resulta \$3,677.29 más asequible en comparación con la lampara LED conectada a la red.

5.4. Resultados de las encuestas

Las encuestas se realizaron a 31 personas que transitan por la Av. Elia Liut (ver Anexo 9). Estas comprenden preguntas relacionadas a la calidad de iluminación, visibilidad nocturna, eficiencia en el consumo eléctrico, seguridad vial. También está la integración de luminarias LED fotovoltaicas, mejora en la estética, accidentes, apoyo y beneficios ante el uso de estas luminarias.

La primera pregunta corresponde a la calidad de iluminación proporcionada por la LED fotovoltaica. En base a la escala Likert, se tiene un rango de 1 (muy buena) a 5 (muy mala), visto en la Figura 5.58. El 52 % (16) de los encuestados mencionan que es muy buena la calidad con este tipo de luminarias, 23 % (7) indican que es buena, 19 % (6) consideran que ni es buena ni mala y los restantes (6 %) opinan que es mala la calidad del SFA LED. Esto implica un impacto positivo del uso de las luminarias LED fotovoltaicas.

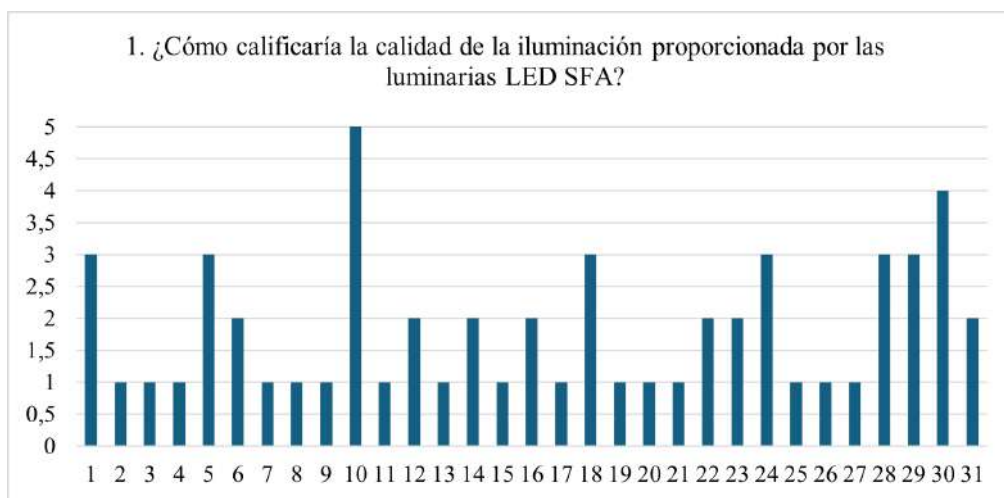


FIGURA 5.58: Resultados de encuesta - Pregunta 1

La segunda pregunta (ver Figura 5.59) concierne a la visibilidad adecuada de las luminarias LED fotovoltaicas para la seguridad vial en las noches. El 55 % (17) de los encuestados mencionan que están totalmente de acuerdo y un 16 % (5) solo están de acuerdo con la pregunta. El 26 % (8) están en una zona neutral y el (3 %) opinan que no están totalmente de acuerdo. Esto implica un impacto positivo del uso de las luminarias LED fotovoltaicas.

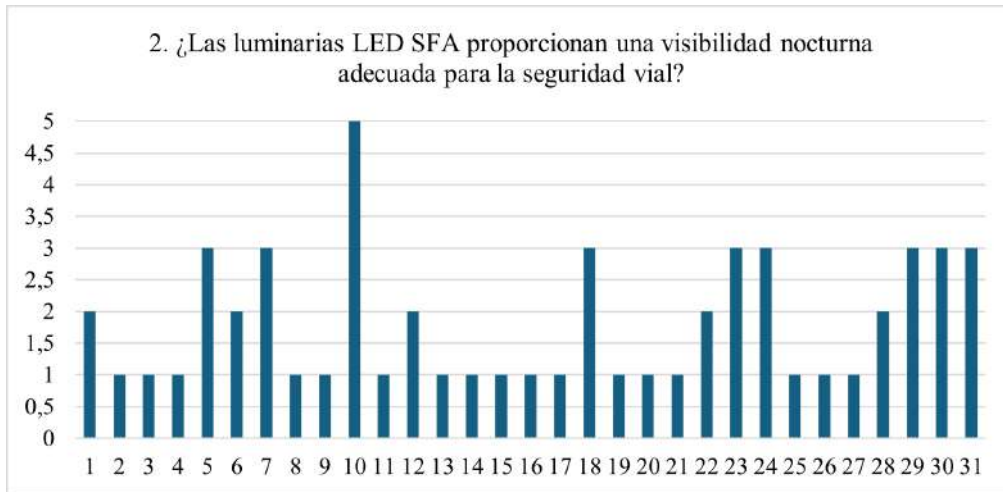


FIGURA 5.59: Resultados de encuesta - Pregunta 2

La tercera pregunta se basa en la eficiencia del consumo eléctrico de las luminarias LED fotovoltaicas, tal como se ilustra en la Figura 5.60. El 61 % (19) están totalmente de acuerdo que son eficientes, mientras que un 6 % no lo consideran así. Esto refleja un impacto positivo ante el uso de estas luminarias.

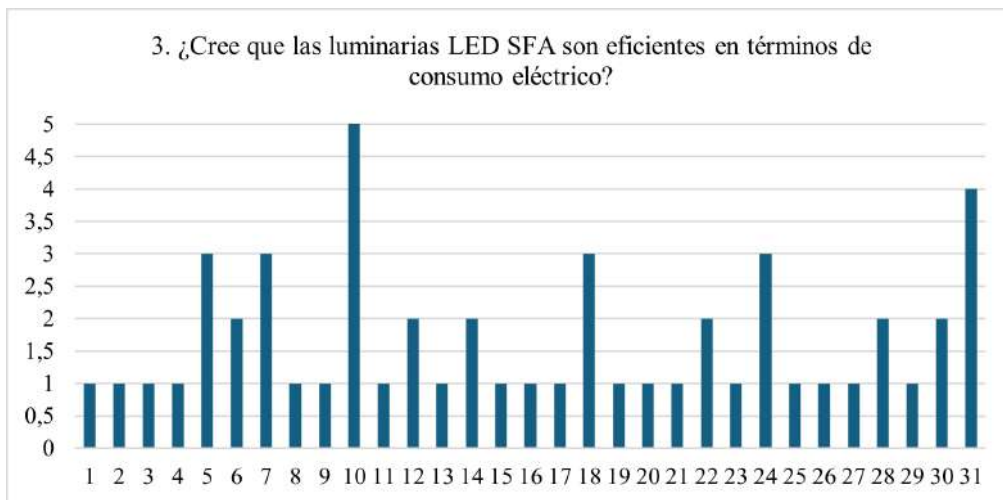


FIGURA 5.60: Resultados de encuesta - Pregunta 3

La cuarta pregunta menciona si están de acuerdo o no que las luminarias LED fotovoltaicas contribuyen a la seguridad vial en la ciclovía. De los resultados (ver Figura 5.61), el 61 % (19) están totalmente de acuerdo, mientras que un 6 % no lo consideran así. Esto refleja un impacto positivo ante el uso de estas luminarias.

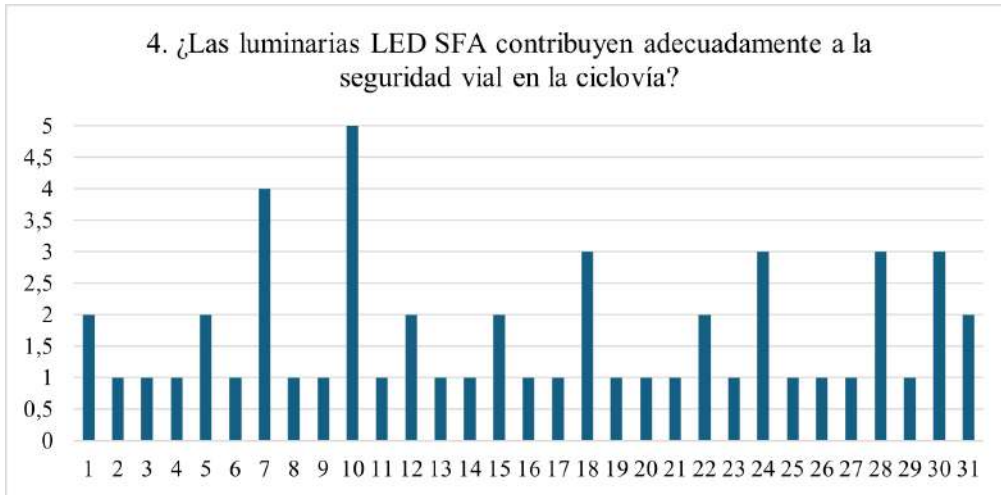


FIGURA 5.61: Resultados de encuesta - Pregunta 4

La quinta pregunta (ver Figura 5.62) corresponde a si están de acuerdo o no a la implementación de la luminaria LED fotovoltaica en otras veredas de la ciudad de Cuenca - Ecuador. Del total de 31 encuestados, un 74 % (23) mencionan que están totalmente de acuerdo y el 13 % (4) están de acuerdo con la pregunta. Un 10 % (4) están en una zona neutral y el (3 %) opinan que no están totalmente de acuerdo con ello. Esto implica un impacto positivo de estas luminarias.



FIGURA 5.62: Resultados de encuesta - Pregunta 5

La sexta pregunta (ver Figura 5.63) concierne que las luminarias LED fotovoltaicas mejoran la estética de la Av. Elia Liut. El 65 % (20) están totalmente de acuerdo, mientras que un 3% no lo consideran así. Esto refleja un impacto positivo ante el uso de estas luminarias.

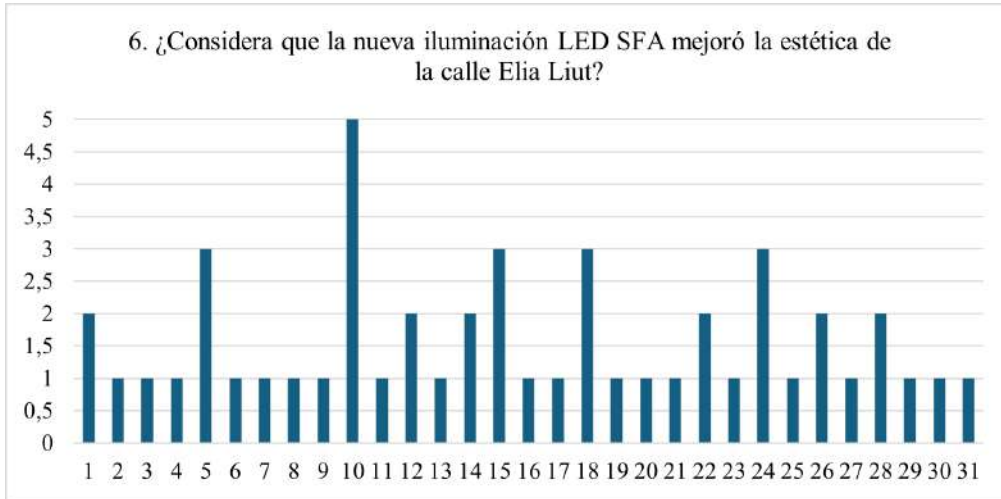


FIGURA 5.63: Resultados de encuesta - Pregunta 6

La séptima pregunta (ver Figura 5.64) considera que existe o no una mejora de la seguridad vial ante el uso de las luminarias LED fotovoltaicas que las luminarias LED fotovoltaicas. El 61 % (19) están totalmente de acuerdo, mientras que un 3% (1) no. Esto refleja un impacto positivo de las LED fotovoltaicas.



FIGURA 5.64: Resultados de encuesta - Pregunta 7

La octava pregunta (ver Figura 5.65) corresponde a la reducción de accidentes viales en la ciclovía si se utilizan luminarias LED fotovoltaicas. El 58 % (18) están totalmente de acuerdo, mientras que un 3 % (1) no. Esto refleja un impacto positivo de estas luminarias.

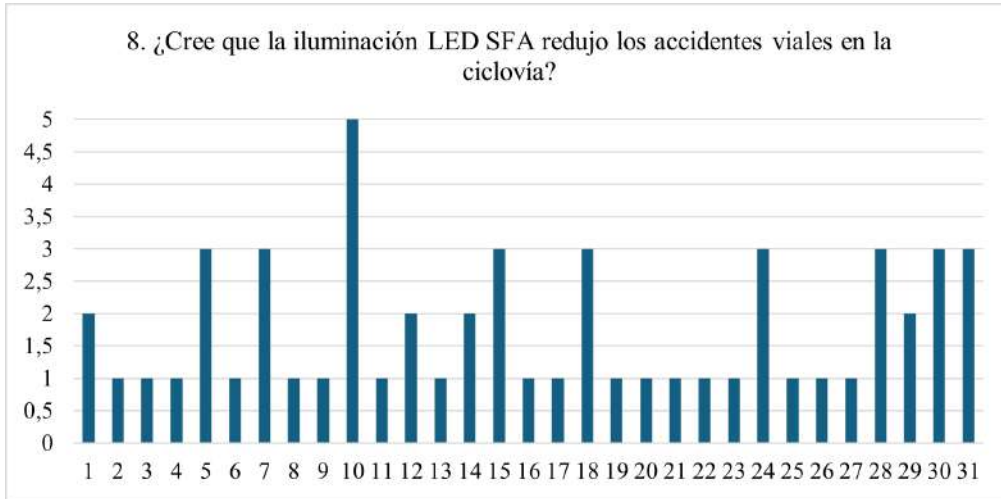


FIGURA 5.65: Resultados de encuesta - Pregunta 8

La novena pregunta (ver Figura 5.66) se refiere al apoyo de la instalación de luminarias LED solares a fin de reducir el consumo energético. Se tiene como resultado que el 74 % (23) están totalmente de acuerdo, mientras que un 3 % (1) no; esto refleja un gran apoyo de uso.

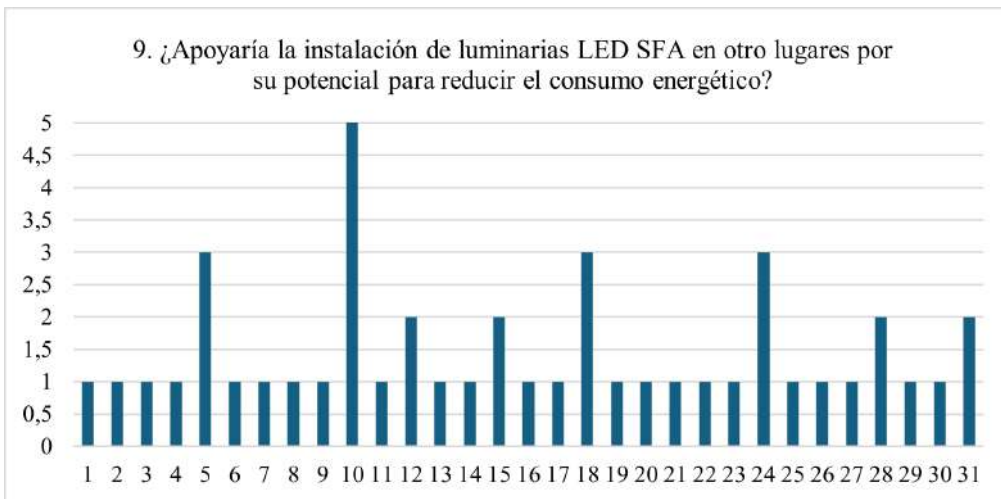


FIGURA 5.66: Resultados de encuesta - Pregunta 9

La décima pregunta (ver Figura 5.67) corresponde a la reducción de accidentes viales ante el uso de las luminarias LED fotovoltaicas. El 61 % (19) están totalmente de acuerdo, mientras que un 3 % (1) no. Esto refleja un impacto positivo de las LED fotovoltaicas.

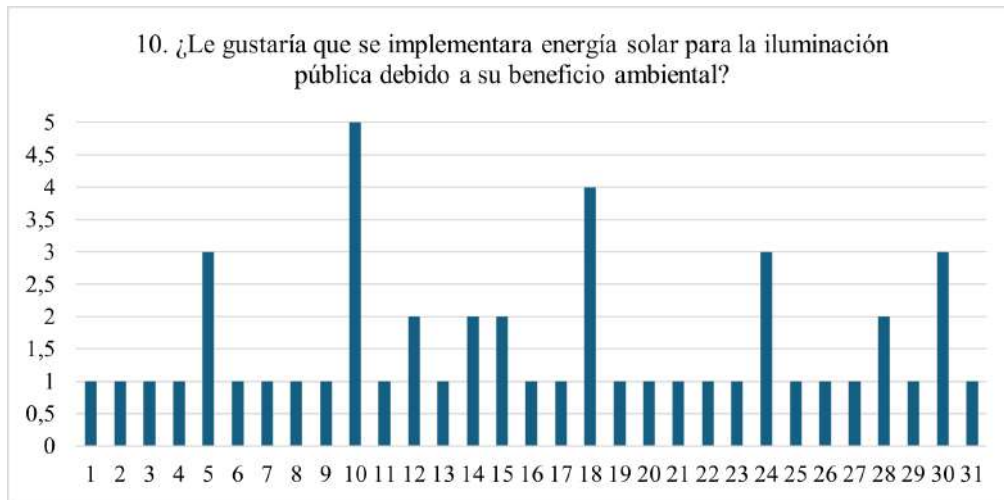


FIGURA 5.67: Resultados de encuesta - Pregunta 10

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Los niveles de iluminancia medidos en las fechas 24 al 26 junio, del 15 al 19 de julio y del 26 al 28 de julio han presentado un comportamiento variable en los diferentes tramos evaluados. En el Tramo 1.1 se observa una mejora progresiva, pasando de 56,1 lx a 66,4 lx, gracias a la poda de vegetación que ha aumentado la cantidad de luz disponible. Por el contrario, el Tramo 2.1 muestra fluctuaciones, disminuyendo de 43,1 lx a 38,1 lx, pero se mantiene el cumplimiento de la normativa. En el Punto 10 del Tramo 2.10, las mediciones varían de 47,3 lx a 41,6 lx, debido a que son afectadas por la pantalla en la parada de autobús, a pesar de esto se cumplen los estándares requeridos. Estos resultados diversos sugieren la necesidad de un monitoreo continuo y de implementar acciones correctivas para lograr una iluminación constante.
- En base a la información recopilada de iluminación y normativas que ayuden con los criterios utilizados en el proyecto se obtuvo que la Comisión Internacional de Iluminación CIE tiene el propósito de lograr un equilibrio entre el confort visual, eficiencia energética y la seguridad. Lo cual ayuda en los criterios de iluminación para la acera y ciclovía, logrando un buen diseño en el alumbrado público. Además, mediante las normas RETILAP (internacional) y ARCERNNR 007/23 (nacional) se logró tener una base técnica para las mediciones a realizarse de E_v y L_v en luxes y candelas sobre metro cuadrado; respectivamente.
- Se logra realizar la medición de todos los puntos de cálculo obtenidos aplicando

la norma CIE:140(2019) en la Av. Elia Liut, ubicada en el sector el Vecino, Cuenca - Ecuador. Sobre la avenida se realizaron las mediciones fotométricas de iluminancia y luminancia para los 13 tramos, tanto para el sistema de iluminación con luminaria de sodio como para la luminaria LED fotovoltaica. Cada tramo de la acera y ciclovía contemplan 13-14 y 11 puntos de cálculo; respectivamente.

- Mediante el software Simulink - Matlab se modela el sistema para una luminaria LED SFA de alumbrado público en tiempo discreto. Los resultados obtenidos de la simulación, presentan valores de flujo luminoso (Φ), que se comparan con los calculados en base a las mediciones de iluminancia realizadas en campo. Asimismo, se pudo comparar que en algunos casos los flujos calculados se presentan mayor a la simulada, esto a causa de la presencia en campo de iluminación exterior.
- En base a las mediciones de iluminancia, se concluye que están dentro de los parámetros mínimos permitidos de las normas utilizadas, es decir, 7,5 lx (RETILAP) y 5 lx (ARCERNNR 007/23) en la acera y ciclovía. Sin embargo, con respecto a la luminancia medida a las 22h00, algunos parámetros son inferiores a los permitidos si se emplea la normativa RETILAP. No obstante, al aplicar la normativa nacional, estos datos se encuentran por encima de los requerimientos solicitados por ARCERNNR 007/23.
- Puesto que la luminaria LED opera al 100 % y bajo pruebas de laboratorio se obtiene un flujo luminoso es 11100 lm. No obstante, haciendo pruebas en campo, se obtiene una variabilidad aceptable ya que sus cantidades, medias y desviación estándar en los tramos para la acera son (14276 lm, 2382 lm) y ciclovía (13698 lm, 3086 lm).

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda seguir las pautas paso a paso de la Comisión Internacional de Iluminación CIE para el diseño de iluminación en alumbrado público.
- Cada normativa posee sus propios criterios ante la evaluación de los parámetros fotométricos, tal como se menciona en RETILAP y ARCERNNR 007/23. Dependiendo del sitio de estudio, se sugiere emplear la normativa correspondiente. En caso de no existir alguna vigente, se recurre a las de tipo internacional.

- La principal limitación de esta investigación radica en que las mediciones de luminancia e iluminancia realizadas pueden verse afectadas por las sombras generadas por la vegetación presente en la avenida Elia Liut en algunos tramos, por ello se recomienda tener en cuenta los PC que se encuentran en zonas con sombra producida por la vegetación.
- Dado que la modelización en Simulink-Matlab del sistema de iluminación LED SFA se realizó en base a los datos de la ficha técnica de la luminaria, se recomienda: validar exhaustivamente el modelo de simulación comparando sus resultados de flujo luminoso (Φ) con mediciones de campo, a fin de identificar posibles discrepancias y oportunidades de mejora en la representación de las características reales de la luminaria; incorporar en el modelo variables que consideren la influencia de factores ambientales, como la iluminación exterior, que puedan afectar el desempeño real de la misma.
- Al momento de utilizar los equipos para realizar las mediciones correspondientes de luminancia e iluminancia, se recomienda verificar que se encuentren debidamente calibrados para evitar mediciones erróneas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sylvania, “Guía técnica de iluminación,” tech. rep., Sylvania, 2021.
- [2] A. Sabé, “Diferencias entre flujo luminoso e intensidad luminosa | Faro Barcelona,” 2024.
- [3] M. Pareja, *Energía solar fotovoltaica: 3a edición*. Marcombo, Apr. 2020. Google-Books-ID: XkxOEAAAQBAJ.
- [4] G. A. Flores Fueres, *Factibilidad del sistema de alumbrado público empleando luminarias LED y alimentación solar fotovoltaica*. bachelorThesis, Universidad Politécnica Salesiana, Apr. 2016. Accepted: 2016-06-01T21:55:38Z.
- [5] P. Garcia, *Energía solar fotovoltaica para todos 2ed*. Marcombo, Jan. 2022. Google-Books-ID: EvNZEAAAQBAJ.
- [6] M. Caballero, *Instalaciones eléctricas interiores 2022*. Editex, 2022. Google-Books-ID: cZFzEAAAQBAJ.
- [7] Mathworks, “Algoritmo MPPT,” 2024.
- [8] F. Bernal, *Control de la iluminación*. Ediciones Paraninfo, S.A., May 2019. Google-Books-ID: sEOXDwAAQBAJ.
- [9] I. Verboven and W. Deferme, “Printing of flexible light emitting devices: A review on different technologies and devices, printing technologies and state-of-the-art applications and future prospects,” *Progress in Materials Science*, vol. 118, p. 100760, May 2021.
- [10] K. Chindón, *Estudio de la factibilidad del uso de energía fotovoltaica para la iluminación exterior de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca*. bachelorThesis, Universidad Politécnica Salesiana, June 2018. Accepted: 2021-06-03T15:38:03Z.
- [11] P. Chiradeja and S. Yoomak, “Development of public lighting system with smart lighting control systems and internet of thing (IoT) technologies for smart city,” *Energy Reports*, vol. 10, pp. 3355–3372, Nov. 2023.

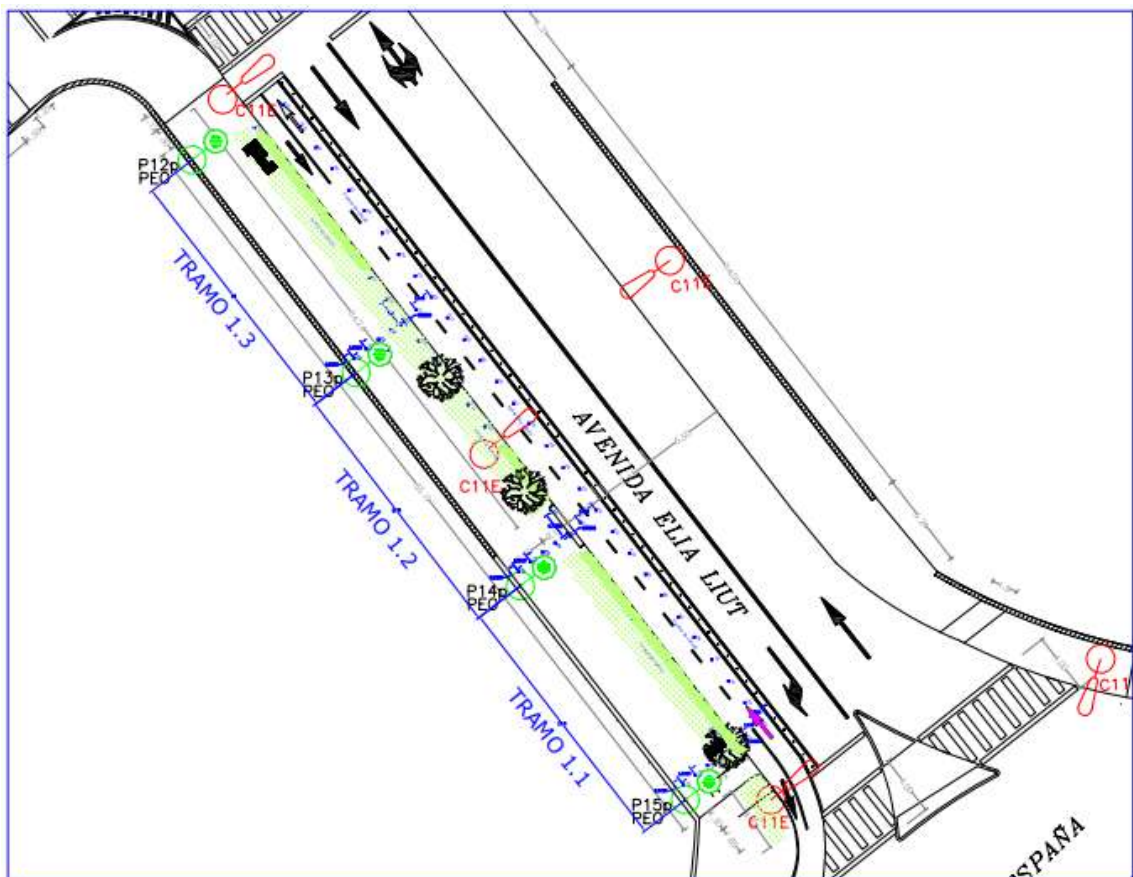
- [12] S. Danyali, M. Shirkhani, S. Yousefi, J. Tavoosi, L. Moteiri, M. Salah, and A. Shaker, “Design PV-fed LED streetlight using Soft-Switching bidirectional DC-DC converter with optimal flux control,” *Ain Shams Engineering Journal*, p. 102844, May 2024.
- [13] D. Tukymbekov, A. Saymbetov, M. Nurgaliyev, N. Kuttybay, G. Dosymbetova, and Y. Svanbayev, “Intelligent autonomous street lighting system based on weather forecast using LSTM,” *Energy*, vol. 231, p. 120902, Sept. 2021.
- [14] L. Santos, I. Torres, and E. Barboza, “Monitoring the power flow of a low voltage distribution network using public lighting infrastructure,” *Electric Power Systems Research*, vol. 234, p. 110559, Sept. 2024.
- [15] O. Sadeghian, B. Mohammadi-Ivatloo, A. Oshnoei, and J. Aghaei, “Unveiling the potential of renewable energy and battery utilization in real-world public lighting systems: A review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 192, p. 114241, Mar. 2024.
- [16] D. Akindipe, O. W. Olawale, and R. Bujko, “Techno-Economic and Social Aspects of Smart Street Lighting for Small Cities – A Case Study,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 84, p. 103989, Sept. 2022.
- [17] S. P. Galindo, D. Borge-Diez, and D. Icaza, “Novel control system applied in the modernization of public lighting systems in heritage cities: Case study of the City of Cuenca,” *Energy Reports*, vol. 8, pp. 10478–10491, Nov. 2022.
- [18] D. Cedillo and G. Chocho, *Análisis de los sistemas de iluminación utilizados en los sitios recreativos, en zonas de presencia delictiva de la ciudad de Cuenca*. bachelorThesis, Universidad Politécnica Salesiana, Apr. 2022. Accepted: 2022-04-26T21:03:55Z.
- [19] F. R. Mas, A. R. Gómez, and D. V. García, *Apuntes sobre la energía fotovoltaica*. Universidad Miguel Hernández, July 2022. Google-Books-ID: 9HR6EAAAQBAJ.
- [20] CIE, “Technical report. Road Lighting Calculations,” normativa, Commission Internationale de l’Éclairage, 2019.
- [21] RETILAP, “RETILAP Actualizado 2024,” May 2023.
- [22] ARCERNNR, “Regulación Nro. ARCERNNR-007/23,” normativa, Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, Quito, 2023.

- [23] D. W. Hart, *Electrónica de potencia*. Pearson Educación, 2001. Google-Books-ID: dIzMAAAACAAJ.

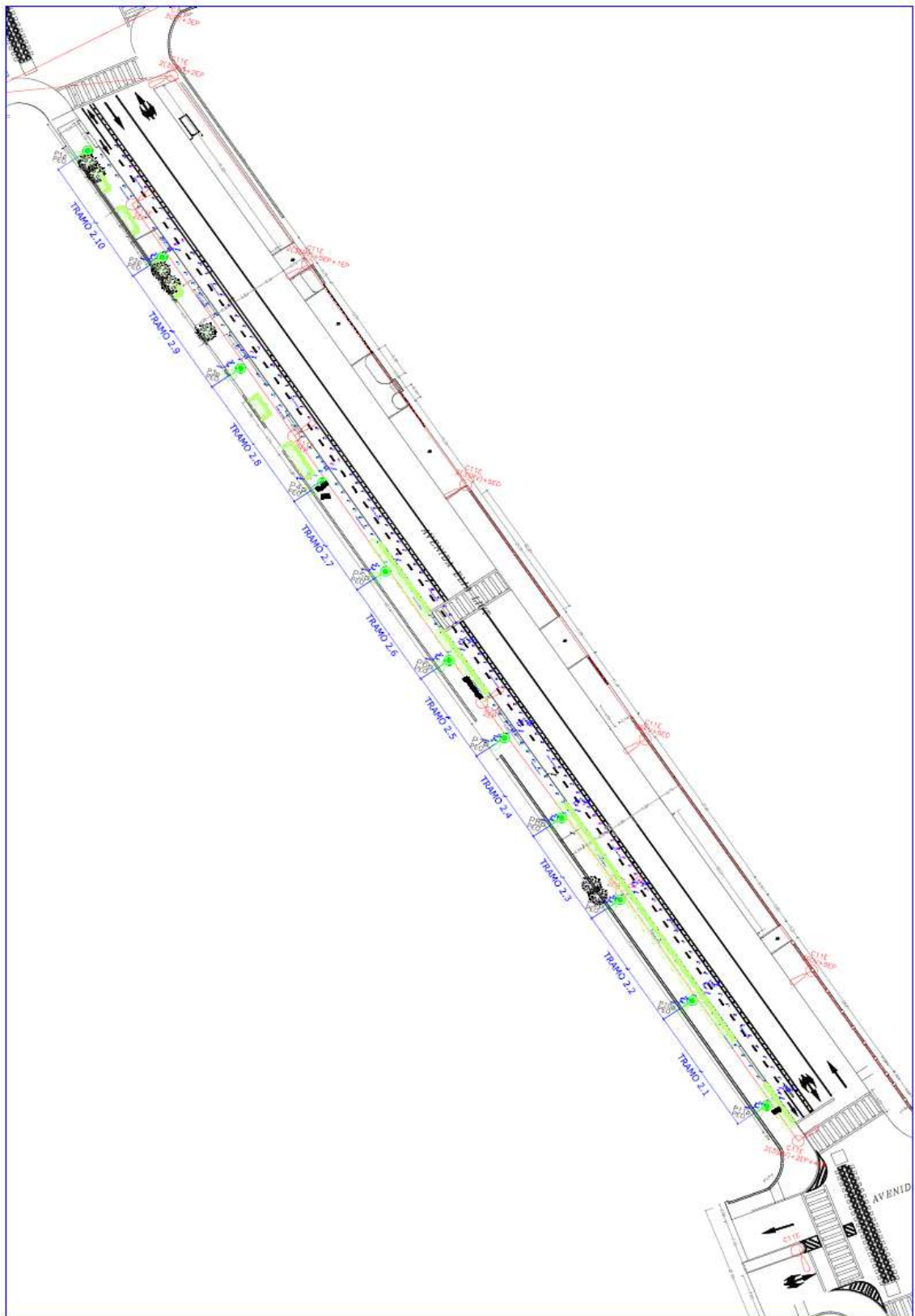
ANEXOS

Anexo 1. Plano eléctrico - Av. Elia Liut

Tramo 1



Tramo 2



Anexo 2. Luminaria de sodio 150 W



Características del producto

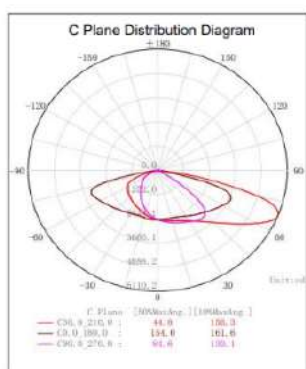
Potencia Nominal	60W / 90W / 120W / 150W / 210W
Equivalencia	(60W)1 X vapor de sodio 100W (90W)1 X vapor de sodio 150W (120W)1 X vapor de sodio 250W (150W)2 X vapor de sodio 150W (210W) 1 X vapor de sodio 400W
Tensión Nominal	90 - 305 V~
Flujo Luminoso	(60W) 6 600 lm / (90W) 9 900 lm / (120W) 13 200 lm / (150W) 16 500 lm / (210W) 23 100 lm
Eficiencia en lm/W	110 lm/W

Se tiene que la equivalencia de 1 lámpara de sodio de 150 W es igual a 1 LED de 90 W. Además, se tiene que por cada metro de altura se tiene una diferencia de 0,824 - 0,825 m en diámetro (ver curva Iluminación - Distancia). Por tanto, a una altura de 10 metros, se obtiene un diámetro de 8,245 m.

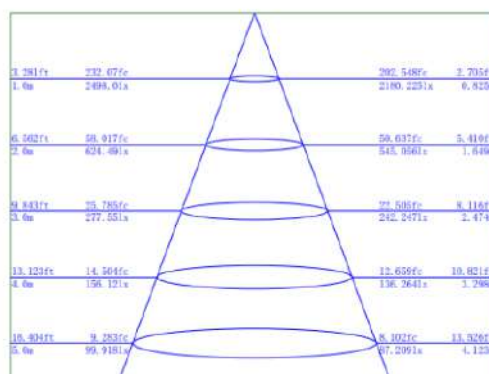


Diagrama Fotométrico

| Curva Iluminación-Distancia



90W



m	Diámetro (m)
1	0,825
2	1,649 0,824
3	2,474 0,825
4	3,298 0,824
5	4,123 0,825
6	4,947 0,824
7	5,772 0,825
8	6,596 0,824
9	7,421 0,825
10	8,245 0,824

Anexo 3. DIALux LED conectado a red eléctrica

Iluminacion Calle Elia Llut

DIALux

Lista de luminarias

Φ_{total} 126090 lm	P_{total} 984.0 W	Rendimiento lumínico 128.1 lm/W
-----------------------------	------------------------	------------------------------------

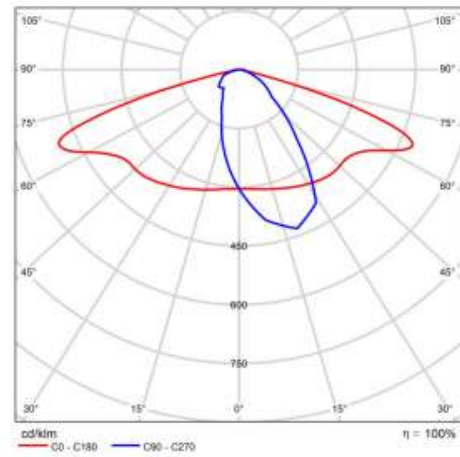
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
15	EAE	3192916	RA2 065D 40SC00 100 8K40	65.6 W	8406 lm	128.1 lm/W

Ficha de producto

EAE - RA2 065D 40SC00 100 8K40



N° de artículo	3192916
P	65.6 W
Φ Lámpara	8406 lm
Φ Luminaria	8406 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	128.1 lm/W
CCT	4351 K
CRI	73

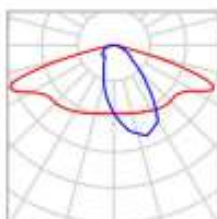


CDL polar

Terreno 1

Plano de situación de luminarias





Fabricante	EAE	P	65.6 W
Nº de artículo	3192916	Φ Luminaria	8406 lm
Nombre del artículo	RA2 065D 40SC00 100 8K40		
Lámpara	1x LED		

11 x EAE AYDINLATMA A.Ş. RA2 065D 40SC00 100 8K40

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	3.465 m / 13.601 m / 6.000 m	3.465 m	13.601 m	6.000 m	1
Dirección X	11 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	-0.813 m	32.329 m	6.000 m	2
		-5.055 m	50.901 m	6.000 m	3
Organización	A1	-8.571 m	66.294 m	6.000 m	4
		-12.327 m	82.741 m	6.000 m	5
		-15.663 m	97.348 m	6.000 m	6
		-19.488 m	114.093 m	6.000 m	7
		-23.283 m	130.706 m	6.000 m	8
		-28.219 m	152.319 m	6.000 m	9
		-32.973 m	173.133 m	6.000 m	10
		-37.529 m	193.079 m	6.000 m	11

4 x EAE AYDINLATMA A.Ş. RA2 065D 40SC00 100 8K40

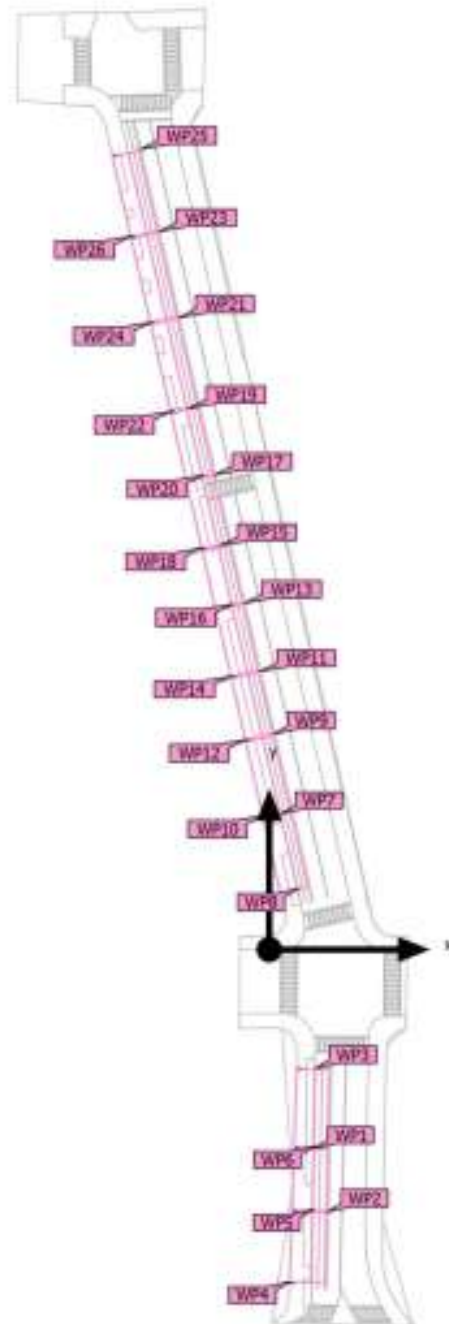
Terreno 1

Plano de situación de luminarias

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	7.387 m / -28.875 m / 6.000 m	7.387 m	-28.875 m	6.000 m	12
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	6.740 m	-48.181 m	6.000 m	13
		6.225 m	-63.573 m	6.000 m	14
Organización	A2	5.640 m	-81.052 m	6.000 m	15

Terreno 1 (Escena de luz 2 (Área externa 1))

Objetos de cálculo



Terreno 1 (Escena de luz 2 (Área externa 1))

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	U_0 (g_1) (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (ACERA 1.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	40.8 lx (≥ 5.00 lx) ✓	18.7 lx	65.4 lx	0.46 (≥ 0.25) ✓	0.29	WP1
Plano útil (CICLOVIA 1.1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	18.5 lx (≥ 9.00 lx) ✓	0.00 lx	39.8 lx	0.00 (≥ 0.00) ✓	0.00	WP2
Plano útil (ACERA 1.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	31.3 lx (≥ 5.00 lx) ✓	2.73 lx	64.0 lx	0.087 (≥ 0.056) ✓	0.043	WP3
Plano útil (ACERA 1.1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	36.0 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.16 lx	65.2 lx	0.032 (≥ 0.024) ✓	0.018	WP4
Plano útil (CICLOVIA 1.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	22.5 lx (≥ 10.0 lx) ✓	2.13 lx	39.8 lx	0.095 (≥ 0.095) ✓	0.054	WP5
Plano útil (CICLOVIA 1.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	14.6 lx (≥ 8.00 lx) ✓	1.33 lx	45.2 lx	0.091 (≥ 0.091) ✓	0.029	WP6
Plano útil (ACERA 2.1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	32.4 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.69 lx	61.6 lx	0.052 (≥ 0.052) ✓	0.027	WP7
Plano útil (CICLOVIA 2.1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	27.6 lx (≥ 10.0 lx) ✓	11.9 lx	48.5 lx	0.43 (≥ 0.40) ✓	0.25	WP8
Plano útil (CICLOVIA 2.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	28.9 lx (≥ 10.0 lx) ✓	12.3 lx	50.9 lx	0.43 (≥ 0.40) ✓	0.24	WP9
Plano útil (ACERA 2.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	33.5 lx (≥ 5.00 lx) ✓	14.1 lx	62.2 lx	0.42 (≥ 0.25) ✓	0.23	WP10
Plano útil (CICLOVIA 2.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	33.1 lx (≥ 10.0 lx) ✓	11.9 lx	52.1 lx	0.36 (≥ 0.36) ✓	0.23	WP11

Objetos de cálculo

Plano útil (ACERA 2.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	33.5 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.20 lx	63.8 lx	0.036 (≥ 0.030) ✓	0.019	WP12
Plano útil (CICLOVIA 2.4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	32.7 lx (≥ 10.0 lx) ✓	0.059 lx	55.5 lx	0.002 (≥ 0.002) ✓	0.001	WP13
Plano útil (ACERA 2.4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	37.7 lx (≥ 5.00 lx) ✓	16.4 lx	66.0 lx	0.44 (≥ 0.25) ✓	0.25	WP14
Plano útil (ACERA 2.5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	41.8 lx (≥ 5.00 lx) ✓	19.1 lx	65.9 lx	0.46 (≥ 0.25) ✓	0.29	WP15
Plano útil (CICLOVIA 2.5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	36.8 lx (≥ 10.0 lx) ✓	22.9 lx	55.4 lx	0.62 (≥ 0.40) ✓	0.41	WP16
Plano útil (CICLOVIA 2.6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	33.1 lx (≥ 10.0 lx) ✓	0.11 lx	55.7 lx	0.003 (≥ 0.003) ✓	0.002	WP17
Plano útil (ACERA 2.6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	34.7 lx (≥ 5.00 lx) ✓	2.04 lx	64.2 lx	0.059 (≥ 0.059) ✓	0.032	WP18
Plano útil (ACERA 2.7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	36.5 lx (≥ 5.00 lx) ✓	3.31 lx	64.1 lx	0.091 (≥ 0.091) ✓	0.052	WP19
Plano útil (CICLOVIA 2.7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	32.4 lx (≥ 10.0 lx) ✓	14.1 lx	54.0 lx	0.44 (≥ 0.40) ✓	0.26	WP20
Plano útil (CICLOVIA 2.8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	25.5 lx (≥ 10.0 lx) ✓	9.72 lx	51.1 lx	0.38 (≥ 0.38) ✓	0.19	WP21
Plano útil (ACERA 2.8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	28.4 lx (≥ 5.00 lx) ✓	6.38 lx	61.5 lx	0.22 (≥ 0.20) ✓	0.10	WP22
Plano útil (CICLOVIA 2.9) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	16.8 lx (≥ 10.0 lx) ✓	0.023 lx	48.5 lx	0.001 (≥ 0.001) ✓	0.000	WP23

Terreno 1 (Escena de luz 2 (Área externa 1))

Objetos de cálculo

Plano útil (ACERA 2.9) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	16.2 lx (≥ 5.00 lx) ✓	0.009 lx	58.7 lx	0.001 (≥ 0.001) ✓	0.000	WP24
Plano útil (CICLOVIA 2.10) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	13.6 lx (≥ 10.0 lx) ✓	1.39 lx	47.9 lx	0.10 (≥ 0.10) ✓	0.029	WP25
Plano útil (ACERA 2.10) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	15.8 lx (≥ 5.00 lx) ✓	0.58 lx	58.1 lx	0.037 (≥ 0.030) ✓	0.010	WP26

Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Anexo 4. DIALux LED fotovoltaica

Iluminacion Calle Elia Liut

DIALux

Lista de luminarias

Φ_{total} 173805 lm	P_{total} 900.0 W	Rendimiento lumínico 193.1 lm/W
-----------------------------	------------------------	------------------------------------

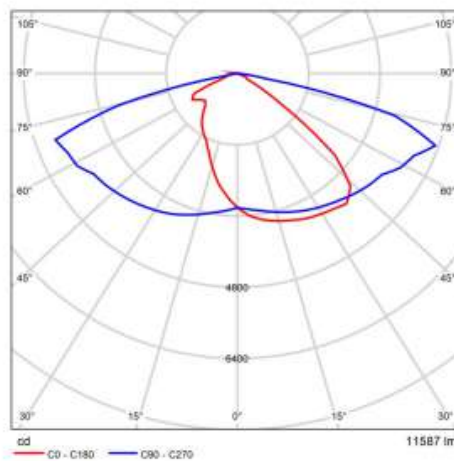
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
15	LEDVANCE		LEDVANCE SOLAR STREETLIGHT 60W 750 G2	60.0 W	11587 lm	193.1 lm/W

Ficha de producto

LEDVANCE - LEDVANCE SOLAR STREETLIGHT 60W 750 G2



P	60.0 W
$\Phi_{Luminaria}$	11587 lm
Rendimiento lumínico	193.1 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polar

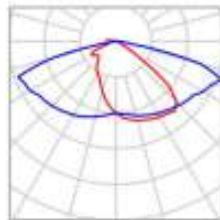
Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante	LEDVANCE	P	60.0 W
Nombre del artículo	LEDVANCE SOLAR STREETLIGHT 60W 750 G2	$\Phi_{Luminaria}$	11587 lm
Lámpara	1x		

11 x LEDVANCE LEDVANCE SOLAR STREETLIGHT 60W 750 G2

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	3.077 m / 13.513 m / 6.206 m	3.077 m	13.513 m	6.206 m	1
Dirección X	11 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	-1.201 m	32.241 m	6.206 m	2
		-5.442 m	50.812 m	6.206 m	3
Organización	A1	-8.958 m	66.206 m	6.206 m	4
		-12.715 m	82.652 m	6.206 m	5
		-16.051 m	97.259 m	6.206 m	6
		-19.876 m	114.004 m	6.206 m	7
		-23.670 m	130.617 m	6.206 m	8
		-28.607 m	152.230 m	6.206 m	9
		-33.361 m	173.044 m	6.206 m	10
		-37.917 m	192.991 m	6.206 m	11

4 x LEDVANCE LEDVANCE SOLAR STREETLIGHT 60W 750 G2

Terreno 1

Plano de situación de luminarias

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	6.987 m / -28.875 m / 6.206 m	6.987 m	-28.875 m	6.206 m	12
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	6.341 m	-48.181 m	6.206 m	13
		5.825 m	-63.573 m	6.206 m	14
Organización	A2	5.240 m	-81.052 m	6.206 m	15

Terreno 1 (Escena de luz 2 (Área externa 1))

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	U_0 (g_1) (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (ACERA 1.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	48.3 lx (≥ 5.00 lx) ✓	19.7 lx	86.7 lx	0.41 (≥ 0.25) ✓	0.23	WP1
Plano útil (CICLOVIA 1.1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	9.39 lx (≥ 9.00 lx) ✓	0.00 lx	17.3 lx	0.00 (≥ 0.00) ✓	0.00	WP2
Plano útil (ACERA 1.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	39.4 lx (≥ 5.00 lx) ✓	5.26 lx	83.8 lx	0.13 (≥ 0.10) ✓	0.063	WP3
Plano útil (ACERA 1.1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	41.5 lx (≥ 5.00 lx) ✓	2.98 lx	84.0 lx	0.072 (≥ 0.072) ✓	0.035	WP4
Plano útil (CICLOVIA 1.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	12.3 lx (≥ 10.0 lx) ✓	1.52 lx	19.2 lx	0.12 (≥ 0.12) ✓	0.079	WP5
Plano útil (CICLOVIA 1.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	8.80 lx (≥ 8.00 lx) ✓	1.42 lx	22.9 lx	0.16 (≥ 0.16) ✓	0.062	WP6
Plano útil (ACERA 2.1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	36.3 lx (≥ 5.00 lx) ✓	9.77 lx	59.4 lx	0.27 (≥ 0.25) ✓	0.16	WP7
Plano útil (CICLOVIA 2.1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	25.3 lx (≥ 10.0 lx) ✓	15.6 lx	39.0 lx	0.62 (≥ 0.40) ✓	0.40	WP8
Plano útil (CICLOVIA 2.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	26.5 lx (≥ 10.0 lx) ✓	16.5 lx	41.6 lx	0.62 (≥ 0.40) ✓	0.40	WP9
Plano útil (ACERA 2.2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	37.5 lx (≥ 5.00 lx) ✓	20.3 lx	58.5 lx	0.54 (≥ 0.25) ✓	0.35	WP10
Plano útil (CICLOVIA 2.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	29.3 lx (≥ 10.0 lx) ✓	14.6 lx	42.5 lx	0.50 (≥ 0.40) ✓	0.34	WP11

Terreno 1 (Escena de luz 2 (Área externa 1))

Objetos de cálculo

Plano útil (ACERA 2.3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	36.8 lx (≥ 5.00 lx) ✓	3.90 lx	58.5 lx	0.11 (≥ 0.080) ✓	0.067	WP12
Plano útil (CICLOVIA 2.4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	29.2 lx (≥ 10.0 lx) ✓	0.17 lx	44.8 lx	0.006 (≥ 0.004) ✓	0.004	WP13
Plano útil (ACERA 2.4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	42.2 lx (≥ 5.00 lx) ✓	25.7 lx	62.4 lx	0.61 (≥ 0.25) ✓	0.41	WP14
Plano útil (ACERA 2.5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	47.5 lx (≥ 5.00 lx) ✓	31.2 lx	62.8 lx	0.66 (≥ 0.25) ✓	0.50	WP15
Plano útil (CICLOVIA 2.5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	33.8 lx (≥ 10.0 lx) ✓	23.4 lx	44.7 lx	0.69 (≥ 0.40) ✓	0.52	WP16
Plano útil (CICLOVIA 2.6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	29.9 lx (≥ 10.0 lx) ✓	0.27 lx	44.5 lx	0.009 (≥ 0.009) ✓	0.006	WP17
Plano útil (ACERA 2.6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	39.5 lx (≥ 5.00 lx) ✓	5.44 lx	62.8 lx	0.14 (≥ 0.13) ✓	0.087	WP18
Plano útil (ACERA 2.7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	40.8 lx (≥ 5.00 lx) ✓	6.89 lx	61.0 lx	0.17 (≥ 0.17) ✓	0.11	WP19
Plano útil (CICLOVIA 2.7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	29.2 lx (≥ 10.0 lx) ✓	16.2 lx	42.1 lx	0.55 (≥ 0.40) ✓	0.38	WP20
Plano útil (CICLOVIA 2.8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	23.4 lx (≥ 10.0 lx) ✓	12.7 lx	40.1 lx	0.54 (≥ 0.40) ✓	0.32	WP21
Plano útil (ACERA 2.8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	32.3 lx (≥ 5.00 lx) ✓	15.2 lx	57.8 lx	0.47 (≥ 0.25) ✓	0.26	WP22
Plano útil (CICLOVIA 2.9) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	14.4 lx (≥ 10.0 lx) ✓	0.14 lx	37.2 lx	0.010 (≥ 0.010) ✓	0.004	WP23

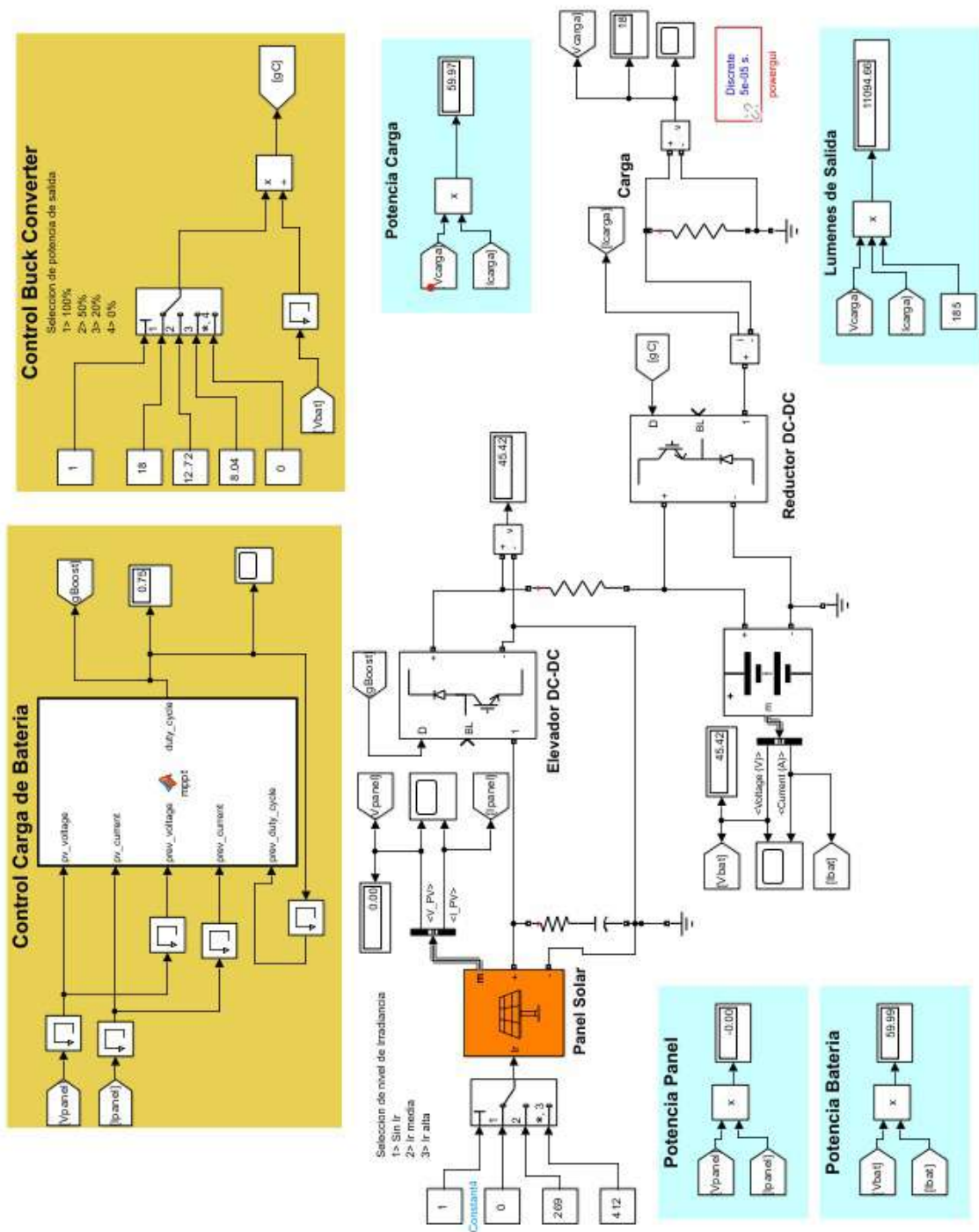
Terreno 1 (Escena de luz 2 (Área externa 1))

Objetos de cálculo

Plano útil (ACERA 2.9) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	17.4 lx (≥ 5.00 lx) ✓	0.039 lx	54.8 lx	0.002 (≥ 0.002) ✓	0.001	WP24
Plano útil (CICLOVIA 2.10) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	12.1 lx (≥ 10.0 lx) ✓	1.71 lx	36.1 lx	0.14 (≥ 0.14) ✓	0.047	WP25
Plano útil (ACERA 2.10) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	17.3 lx (≥ 5.00 lx) ✓	1.08 lx	53.6 lx	0.062 (≥ 0.060) ✓	0.020	WP26

Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Anexo 6. Modelamiento del sistema completo en MATLAB



Anexo 7. Radiación solar en la Av. Elia Liut

Irradiación normal directa DNI (Wh/m ²) - Perfiles promedio													
https://globalsolaratlas.info/detail?s=-2.888855,-78.987262&m=site&c=-2.888866,-78.987579.11													Wh/m ²
Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	74	46	53	73	88	85	75	78	106	147	184	114	94
7:00	269	208	210	225	261	279	280	278	293	294	340	288	269
8:00	365	293	283	288	307	316	321	333	367	376	446	388	340
9:00	430	352	349	340	338	341	333	357	396	441	521	453	388
10:00	476	400	399	368	372	349	330	359	387	456	555	493	412
11:00	465	416	377	345	358	324	309	323	327	435	555	489	394
12:00	453	393	343	317	346	313	307	308	302	440	524	477	377
13:00	451	384	301	278	328	320	303	288	288	354	442	432	347
14:00	383	282	261	258	316	334	310	285	277	295	360	363	310
15:00	329	261	248	284	320	358	334	304	279	262	306	324	301
16:00	283	243	228	282	325	361	337	291	267	241	260	282	283
17:00	237	213	207	228	208	267	274	242	203	138	146	207	214
18:00	35	37	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM	4250	3528	3282	3286	3567	3647	3513	3446	3492	3879	4639	4310	3737

Anexo 8. Guía de Encuesta - LED fotovoltaica

31/7/24, 17:27

Análisis de confort ciudadano con la instalación de las nuevas lámparas led fotovoltaicas

Análisis de confort ciudadano con la instalación de las nuevas lámparas led fotovoltaicas

La siguiente encuesta tiene como objetivo medir el confort de los ciudadanos que transitan por la calle Elia Liut en la noche al haber implementado un nuevo sistema de iluminación con lámparas led fotovoltaicas y como ha impactado esto en el índice delincencial.

1. 1. ¿Cómo calificaría la calidad de la iluminación proporcionada por las luminarias existentes?

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Muy buena
- 2. Buena
- 3. Neutral
- 4. Mala
- 5. Muy mala

2. 2. ¿Las luminarias existentes proporcionan una visibilidad nocturna adecuada para la seguridad vial?

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

3. **3. ¿Cree que las luminarias existentes son eficientes en términos de consumo eléctrico?**

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

4. **4. ¿Las luminarias existentes contribuyen adecuadamente a la seguridad vial en la ciclo vía?**

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

5. **5. ¿Le gustaría que se implementara una nueva iluminación led solar en otras veredas de la ciudad?**

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

6. 6. ¿Considera que la nueva iluminación LED solar mejoró la estética de la calle Elia Liut?

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

7. 7. ¿Cree usted que la nueva iluminación LED solar mejoró la sensación de seguridad al transitar por la ciclovía?

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

8. 8. ¿Cree que la iluminación LED solar redujo los accidentes viales en la ciclovía?

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

9. 9. ¿Apoyaría la instalación de luminarias LED solares en otro lugares por su potencial para reducir el consumo energético?

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

s://docs.google.com/forms/d/149vXNIXZmWqzr_HGS1yRlw8le82EcfwWYhY8cPNefWg/edit?edit_requested=true

3/4

7/24, 17:27

Análisis de confort ciudadano con la instalación de las nuevas lámparas led fotovoltaicas

10. 10. ¿Le gustaría que se implementara energía solar para la iluminación pública debido a su beneficio ambiental?

Selecciona todos los que correspondan.

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

Anexo 9. Cuadro de respuestas de la Encuesta

Marca temporal	1. ¿Cómo calificaría la calidad de la iluminación proporcionada por las luminarias LED SFA?	2. ¿Las luminarias LED SFA proporcionan una visibilidad nocturna adecuada para la seguridad vial?	3. ¿Cree que las luminarias LED SFA son eficientes en términos de consumo eléctrico?	4. ¿Las luminarias LED SFA contribuyen adecuadamente a la seguridad vial en la ciclovía?	5. ¿Le gustaría que se implementara una nueva iluminación LED SFA en otras veredas de la ciudad?
2024/07/04 11:04:59 p.m. G	3	2	1	2	1
2024/07/05 9:03:37 a.m. GN	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:08:48 a.m. GN	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:11:24 a.m. GN	1	1	1	1	1
2024/07/05 10:04:58 a.m. G	3	3	3	2	3
2024/07/05 10:33:20 a.m. G	2	2	2	1	1
2024/07/05 10:49:38 a.m. G	1	3	3	4	1
2024/07/05 11:06:40 a.m. G	1	1	1	1	1
2024/07/05 11:17:37 a.m. G	1	1	1	1	1
2024/07/05 11:21:30 a.m. G	5	5	5	5	5
2024/07/05 11:26:50 a.m. G	1	1	1	1	1
2024/07/05 11:49:39 a.m. G	2	2	2	2	1
2024/07/05 12:48:49 p.m. G	1	1	1	1	1
2024/07/05 2:27:46 p.m. GN	2	1	2	1	1
2024/07/05 3:37:00 p.m. GN	1	1	1	2	2
2024/07/05 7:00:59 p.m. GN	2	1	1	1	1
2024/07/05 9:40:09 p.m. GN	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:42:01 p.m. GN	3	3	3	3	3
2024/07/05 9:44:29 p.m. GN	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:50:52 p.m. GN	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:55:39 p.m. GN	1	1	1	1	1
2024/07/05 10:00:20 p.m. G	2	2	2	2	2
2024/07/05 10:27:56 p.m. G	2	3	1	1	1
2024/07/05 11:02:35 p.m. G	3	3	3	3	3
2024/07/05 11:05:26 p.m. G	1	1	1	1	1
2024/07/05 11:08:14 p.m. G	1	1	1	1	2
2024/07/06 12:11:38 a.m. G	1	1	1	1	1
2024/07/06 12:34:39 a.m. G	3	2	2	3	2
2024/07/07 12:03:13 p.m. G	3	3	1	1	1
2024/07/07 12:34:22 p.m. G	4	3	2	3	1
2024/07/07 4:36:04 p.m. GN	2	3	4	2	1
	1	16	17	19	23
	2	7	5	6	4
	3	6	8	4	3
	4	1	0	1	0
	5	1	1	1	1
	1	52%	55%	61%	74%
	2	23%	16%	19%	13%
	3	19%	26%	13%	10%
	4	3%	0%	3%	0%
	5	3%	3%	3%	3%

Marca temporal	5. ¿Le gustaría que se implementara una nueva iluminación LED SFA en otras veredas de la ciudad?	6. ¿Considera que la nueva iluminación LED SFA mejoró la estética de la calle Elia Liut?	7. ¿Cree usted que la nueva iluminación LED SFA mejoró la sensación de seguridad al transitar por la ciclovía?	8. ¿Cree que la iluminación LED SFA redujo los accidentes viales en la ciclovía?	9. ¿Apoyaría la instalación de luminarias LED SFA en otro lugares por su potencial para reducir el consumo energético?	10. ¿Le gustaría que se implementara energía solar para la iluminación pública debido a su beneficio ambiental?
2024/07/04 11:04:59 p.m. G	1	2	3	2	1	1
2024/07/05 9:03:37 a.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:08:48 a.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:11:24 a.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 10:04:58 a.m. G	3	3	3	3	3	3
2024/07/05 10:33:20 a.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 10:49:38 a.m. G	1	1	2	3	1	1
2024/07/05 11:06:40 a.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 11:17:37 a.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 11:21:30 a.m. G	5	5	5	5	5	5
2024/07/05 11:26:50 a.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 11:49:39 a.m. G	1	2	1	2	2	2
2024/07/05 12:48:49 p.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 2:27:46 p.m. G	1	2	3	2	1	2
2024/07/05 3:37:00 p.m. G	2	3	4	3	2	2
2024/07/05 7:00:59 p.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:40:09 p.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:42:01 p.m. G	3	3	3	3	3	4
2024/07/05 9:44:29 p.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:50:52 p.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 9:55:39 p.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 10:00:20 p.m. G	2	2	2	1	1	1
2024/07/05 10:27:56 p.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 11:02:35 p.m. G	3	3	3	3	3	3
2024/07/05 11:05:26 p.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/05 11:08:14 p.m. G	2	2	1	1	1	1
2024/07/06 12:11:38 a.m. G	1	1	1	1	1	1
2024/07/06 12:34:39 a.m. G	2	2	3	3	2	2
2024/07/07 12:03:13 p.m. G	1	1	1	2	1	1
2024/07/07 12:34:22 p.m. G	1	1	3	3	1	3
2024/07/07 4:36:04 p.m. G	1	1	2	3	2	1
1	23	20	19	18	23	22
2	4	6	3	4	4	4
3	3	4	7	8	3	3
4	0	0	1	0	0	1
5	1	1	1	1	1	1
1	74%	65%	61%	58%	74%	71%
2	13%	19%	10%	13%	13%	13%
3	10%	13%	23%	26%	10%	10%
4	0%	0%	3%	0%	0%	3%
5	3%	3%	3%	3%	3%	3%

Anexo 10. Mediciones luminotécnicas de LED fotovoltaicas

Mediciones del 24 al 26 de Junio 2024

ACERA TRAMO 1.1							CICLO VÍA TRAMO 1.1						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	56,1	58,9	39,2	3,47	3,22	1,65	P1	63,2	62,1	47,1	3,82	3,64	2,46
P2	67,2	70	51,2	3,56	3,65	1,74	P2	56,7	45,5	30,5	3,56	3,43	2,12
P3	70,7	67,5	46,3	3,34	3,02	1,35	P3	56,8	56,5	42,5	3,65	3,47	2,22
P4	69,2	60,3	45,6	3,4	3,18	1,47	P4	55,3	55,7	41,2	3,69	3,73	2,08
P5	50,6	58,4	44,1	3,54	3,29	1,66	P5	44,4	43,2	31,6	2,56	2,42	1,78
P6	62,5	41,5	32,8	3,85	3,63	2,89	P6	49,5	49,7	38,1	2,86	2,93	1,95
P7	54,8	63	38,7	3,05	2,86	2,23	P7	42,9	41,6	30,5	2,51	2,63	1,34
P8	19,3	13,4	16,8	1,87	1,74	0,98	P8	49,4	48,6	36,5	3,54	3,13	1,97
P9	38,6	42,7	25,7	2	1,95	1,12	P9	51,3	50,3	36,6	3,69	3,62	2,19
P10	44,2	42,1	29,7	1,7	1,56	0,88	P10	50,8	49,3	36,1	3,77	3,24	2,56
P11	46,9	44,8	29,9	1,71	1,78	0,91	P11	55,1	54,1	39,3	3,63	3,33	2,47
P12	47,3	48,7	30,6	1,92	2,01	1,2							
P13	51,6	53,9	33,7	1,63	1,52	1,05							
P14	57,9	55,8	36,5	1,8	1,67	1							
PROM	52,64	51,50	35,77	2,63	2,51	1,44	PROM	52,31	50,60	37,27	3,39	3,23	2,10
	min	30,5	max	63,2	min	1,34	max						
ACERA TRAMO 1.2							CICLO VÍA TRAMO 1.2						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	64	60,1	42,3	3,59	3,24	1,78	P1	59,1	58,3	41,1	3,91	3,72	1,98
P2	63,8	58,7	41	3,73	3,39	2,1	P2	57,2	56,8	30,5	3,76	3,55	1,46
P3	61,6	59,6	39,8	3,48	3,12	1,89	P3	59,1	57,5	39,7	3,77	3,45	1,56
P4	60,8	62,4	40,4	3,46	3,21	1,77	P4	59,5	58,3	37,1	3,71	3,21	1,49
P5	60	61,4	39,9	3,65	3,09	1,98	P5	40	38,7	28,8	2,82	2,2	1,21
P6	66,6	61,7	31,6	3,91	3,56	2,13	P6	23,4	19,2	15,6	2,76	2,11	1,32
P7	56,7	53,5	37,9	3,19	3,01	1,52	P7	30,3	25,4	17,3	2,84	2,49	1,11
P8	39,4	40,1	17,1	1,99	1,43	1,1	P8	23,8	22	16,5	3,61	2,34	2,23
P9	42,2	39	24,2	2,09	1,78	1,39	P9	49,3	48,8	25,9	3,85	3,9	2,48
P10	25,4	27,3	28,6	1,69	1,75	0,86	P10	64,9	59,1	31,5	3,89	3,33	2,04
P11	22,6	20,5	27,5	1,73	1,66	0,93	P11	62	60	28,4	3,77	3,27	1,98
P12	62,5	58,7	31,4	1,93	1,32	1,14							
P13	57,2	53,9	34,1	1,72	1,54	0,96							
P14	43,6	43,2	33,9	1,83	1,21	0,99							
PROM	51,89	50,01	33,55	2,71	2,38	1,47	PROM	48,05	45,83	28,40	3,52	3,05	1,71
	min	15,6	max	64,9	min	1,11	max						

ACERA TRAMO 1.3							CICLO VÍA TRAMO 1.3						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	62,3	58,4	39,2	3,23	3,31	2,24	P1	44,8	45	30,3	3,47	3,22	1,62
P2	50,1	45,9	30,6	3,16	3,05	2,01	P2	44,8	40,5	28,4	3,1	2,45	1,43
P3	48,8	42,2	29,4	4,11	3,49	2,57	P3	26,9	27	17,4	2,06	2,1	1,04
P4	43,7	46,1	27,9	1,63	1,21	0,83	P4	38,1	31,3	19,3	2,64	2,3	1,34
P5	44,3	43,6	28,3	1,98	1,76	0,95	P5	35,4	30,6	18,6	2,67	2,41	1,42
P6	40,6	38,2	25,7	1,76	1,8	1,21	P6	35,8	29,8	18,4	2,88	2,17	1,39
P7	38,6	37,3	23,5	1,72	1,68	1,04	P7	38,9	31,5	20,4	3,29	3,4	1,73
P8	35,7	36	21,9	1,64	1,7	0,98	P8	53,8	45,2	23,1	3,23	2,05	1,23
P9	34,8	35,4	24,4	2,09	2,21	1,23	P9	50,1	43,1	21,8	3,26	2,65	1,29
P10	24	23,7	18,5	2,06	1,96	1,22	P10	56,2	48,5	25,3	4,22	2,92	2,04
P11	38,4	36,2	28,1	2,1	2,02	1,09	P11	60,6	46,4	28,6	4,25	2,98	1,98
P12	23,3	22,2	17,9	1,85	1,72	1,37							
P13	51,8	38,9	32,7	1,51	1,6	1,32							
P14	58,2	43,2	34,8	2,4	2,19	1,78							
PROM	42,47	39,09	27,35	2,23	2,12	1,42	PROM	44,13	38,08	22,87	3,19	2,60	1,50
							min	17,4	max	60,6	min	1,04	max
ACERA TRAMO 2.1							CICLO VÍA TRAMO 2.1						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	43,1	42,4	24,6	4,3	4	3,56	P1	37,1	36,3	20,5	2,14	2,05	1,34
P2	44,8	43,8	25,1	4,2	3,98	3,24	P2	28,7	26,4	17,4	2,05	1,67	1,12
P3	41,6	39,2	22,8	2,25	2,07	1,98	P3	26,5	25,2	16,3	3,78	3,45	2,23
P4	33,7	28,5	20,05	1,5	1,2	1,09	P4	20,7	18,5	14,2	3,71	3,39	2,14
P5	33,2	32,7	21,5	1,5	1,3	1,24	P5	26,01	25,4	17	3,85	3,9	2,35
P6	30,7	28,5	19,5	1,67	1,52	1,03	P6	24	21,9	12,5	4,01	3,97	2,41
P7	28,1	27,3	17,5	2,37	2,28	1,24	P7	26,6	27	17,4	4,34	4,2	3,34
P8	26,1	24,1	17,1	2,53	2,39	1,14	P8	25,1	24,7	16,8	4,76	4,35	3,51
P9	26,9	24,1	17,3	2,45	2,4	1,06	P9	27,7	26,2	17,9	4,72	4,29	3,12
P10	21,2	19,4	15,4	2,73	2,68	1,35	P10	30	28,9	20,4	4,91	4,23	3,01
P11	35,1	32,8	25,8	2,7	2,65	1,39	P11	39,2	37,3	23,5	5,23	5,01	3,98
P12	40,4	38,7	28,3	2,48	2,34	1,13							
P13	24,9	25	14,6	3	2,89	1,67							
PROM	33,06	31,27	20,73	2,59	2,44	1,62	PROM	28,33	27,07	17,63	3,95	3,68	2,60

ACERA TRAMO 2.2							CICLO VÍA TRAMO 2.2						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	49,3	47,6	29,4	4,2	3,9	3,2	P1	35,8	33,2	24,3	4,35	4,12	2,56
P2	53,1	52,6	32,8	4,08	3,72	2,98	P2	43,5	40,1	30,5	4,25	4,03	2,49
P3	50,3	51,2	31,6	2,17	2,1	1,67	P3	42,8	38,4	28,5	3,78	3,26	1,87
P4	43,7	42,9	27,1	1,3	1,05	0,98	P4	40,8	35,8	26,2	3,71	3,14	1,76
P5	49,4	46,3	29,7	1,26	1,12	0,98	P5	41,6	36,4	26,8	3,85	3,17	1,56
P6	43,3	40,2	30,1	1,55	1,34	1,11	P6	44,3	40,1	29,3	4,01	3,97	1,98
P7	30,2	28,6	18,2	2,17	2,05	1,98	P7	49	42,5	29,7	4,34	4,04	2,04
P8	32,4	29,8	19,8	2,35	2,2	1,23	P8	56,7	49,4	31,5	4,76	4,12	2,1
P9	31,7	30,1	20,1	2,52	2,31	1,34	P9	61,9	52,1	34,7	4,72	4,09	2
P10	48,4	47,5	30,5	2,62	2,25	1,27	P10	68,5	54,5	35	4,91	4,24	2,34
P11	53,7	52,1	31,6	2,68	2,31	1,34	P11	69,1	54,9	36,1	5,23	4,67	2,49
P12	68,5	64,9	34,7	2,59	2,12	1,07							
P13	66,1	61,7	32,8	2,77	2,09	1,47							
PROM	47,70	45,81	28,34	2,48	2,20	1,59	PROM	50,36	43,40	30,24	4,36	3,90	2,11
min	18,2	max	68,5	min	0,98	max	min	24,3	max	69,1	min	1,56	max
ACERA TRAMO 2.3							CICLO VÍA TRAMO 2.3						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	60,8	55,6	29,5	4,66	4,32	2,43	P1	63,4	61,2	31,2	5,12	4,78	2,9
P2	66,9	57,3	32,5	4,6	4	2,13	P2	62,3	60	28,4	4,69	4,1	2,3
P3	68,2	58,1	31,8	2,55	2,03	1,27	P3	53,1	50,1	27,1	4,8	4,3	2,68
P4	67	56,5	33	2,21	1,95	1,22	P4	57,8	55,7	28,4	4,7	4,1	2,57
P5	62,1	59,3	30,5	2,33	2,24	1,86	P5	51,6	48,3	26	4,5	3,97	2,36
P6	51,4	48,1	28,4	2,55	2,57	2,05	P6	46,3	42,5	24,7	4,25	3,85	2,24
P7	44,3	35,6	22,3	2,43	2,31	1,97	P7	45,2	41,1	24,3	4,06	3,56	2,05
P8	43,3	34,9	23,1	2,56	2,43	2	P8	45,8	40,9	24,6	4,09	3,45	2,2
P9	41,9	31,5	20,3	2,35	2,23	1,82	P9	49,9	47	26,1	4,04	3,88	2,01
P10	43,1	32,4	21,6	2,2	2	1,73	P10	48,2	46,8	25,8	3,82	3,2	1,98
P11	37,4	26,3	19,4	2,01	1,87	1,56	P11	43,8	39,1	22,1	3,81	3,21	1,98
P12	46	39,2	25,1	2,33	2,12	1,84							
P13	43,3	34,1	22,2	2,44	1,2	1,99							
PROM	51,98	43,76	26,13	2,71	2,41	1,84	PROM	51,58	48,43	26,25	4,35	3,85	2,30

ACERA TRAMO 2.4							CICLO VÍA TRAMO 2.4						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	47,8	46,1	21,1	4,54	4,36	3,8	P1	47,9	44,3	27,2	3,37	3,19	2,96
P2	53,3	50	26,7	4,7	4,35	4,11	P2	44,2	41,7	27,5	2,82	2,68	2,34
P3	49,3	45,6	20,7	2,08	2	1,83	P3	43,4	40,1	26	3,15	3,04	2,76
P4	40,1	37,4	27,1	1,59	1,45	1,1	P4	42,9	39,6	25	2,82	2,54	2,28
P5	42,2	40,1	23,8	1,33	1,21	0,8	P5	40,3	37,5	24	2,87	2,6	2
P6	43,1	41,2	24,3	1,33	1,21	0,8	P6	38,5	34,12	22,9	2,78	2,53	2,41
P7	42,2	40,2	23,1	1,82	1,44	1,23	P7	37,4	33,98	22,4	2,77	2,53	1,87
P8	27,3	22,3	18,9	1,43	1,26	0,97	P8	37,3	33,78	23	2,68	2,44	2,08
P9	38,2	34,9	21,5	3,02	2,98	2,54	P9	45,4	42,56	25,4	2,88	2,69	2,11
P10	41,8	39,2	22,2	5,53	5	4,13	P10	45,5	42,34	26,4	3,02	2,99	2,22
P11	42,4	40	23,5	4,9	4,68	3,12	P11	46,6	43,81	27,8	3,1	3	2,34
P12	47,2	44,25	26,4	4,48	4,07	3,05							
P13	54,9	51,7	28	5,11	4,93	4,07							
PROM	43,83	41,00	23,64	3,22	3,00	2,43	PROM	42,67	39,44	25,24	2,93	2,75	2,31
min	18,9	max	54,9	min	0,8	max	min	22,4	max	47,9	min	1,87	max
ACERA TRAMO 2.5							CICLO VÍA TRAMO 2.5						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	56,4	52,4	29,1	5,19	4,89	2,57	P1	51,8	48,4	29,2	3,74	3,21	1,88
P2	57,7	53,2	31,6	5,74	5,21	2,69	P2	45,1	43,3	28,1	3,18	2,89	1,63
P3	55,7	51	31,1	5,64	5,13	2,51	P3	42	40,2	29,1	3,3	3	1,69
P4	50,4	48,7	28,9	5,05	4,74	2,06	P4	50,8	48,3	32,9	3,53	3,2	1,78
P5	51,1	47,8	30,1	4,65	4,22	2,16	P5	50,1	48,04	34,1	3,56	3,21	1,76
P6	53,7	48,2	32,1	5,19	4,95	2,32	P6	53,3	49,24	36,9	3,56	3,22	1,77
P7	52,5	48,4	31,3	5,06	4,87	2,3	P7	55,6	51,45	38	3,6	3,08	1,88
P8	54,3	50,3	34,8	5,86	5,64	2,87	P8	57,5	52,41	40,1	3,66	3,1	1,9
P9	55,5	49,9	36,4	5,13	4,85	2,78	P9	55,8	50,3	37,1	3,65	3,12	2
P10	57,3	51,23	37,4	4,76	4,18	2,11	P10	54,4	49,34	35,9	3,67	3,12	2,07
P11	54,5	50,1	34,1	3,52	3,28	2,45	P11	52,4	47,98	34,1	4,08	3,65	2,31
P12	50,4	48,93	30,9	2,08	1,97	1,09							
P13	50	49,21	32,1	2,21	2	1,31							
PROM	53,81	49,95	32,30	4,62	4,30	2,25	PROM	51,71	48,09	34,14	3,59	3,16	1,88

ACERA TRAMO 2.6							CICLO VÍA TRAMO 2.6						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	50,5	47,5	25,7	5,04	4,89	2,63	P1	51,4	49,3	25,63	4,8	4,2	2,55
P2	52,6	49	26,15	5,23	4,93	2,74	P2	49,34	47,2	24,13	4,13	3,87	2,06
P3	43,4	40,06	22,1	4	3,89	2,16	P3	42,6	41	22,97	5,31	4,93	2,59
P4	13,8	12,6	7,8	1,54	1,45	0,96	P4	37,3	35,2	19,67	4,12	3,78	2,24
P5	41,6	39,6	23,5	1,56	1,32	1,12	P5	34,5	30,57	17,45	5,2	4,63	2,47
P6	41,6	39,7	23,45	1,65	1,38	1,06	P6	28,3	24,12	14,06	5,16	4,52	2,5
P7	34,7	31,2	21,48	1,54	1,27	1,15	P7	24,7	21,43	13,52	4,8	4,3	2,41
P8	30,4	28,6	19,56	1,66	1,29	1	P8	26,5	22,14	14,1	4,63	4,28	2,24
P9	28,1	24,9	17,32	2,33	2,15	1,67	P9	28,7	21,78	14,93	3,43	3,01	1,89
P10	24,4	20,6	16,83	2,6	2,34	1,7	P10	29,6	22,63	21,6	3,3	2,98	1,56
P11	28,3	25,1	20,51	2,67	2,41	1,72	P11	27	21,93	13,69	3,1	2,94	1,5
P12	32,6	30,07	24,17	2,65	2,39	1,68							
P13	23,1	20,45	13,79	2,76	2,48	1,63							
							PROM	34,54	30,66	18,34	4,36	3,95	2,18
PROM	34,24	31,49	20,18	2,71	2,48	1,63	min	13,52	max	51,4	min	1,5	max

ACERA TRAMO 2.7							CICLO VÍA TRAMO 2.7						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	49,4	47,8	24,78	4,5	4,01	2,67	P1	43,2	41,9	23,7	4,6	4,07	2,76
P2	48	45,2	24,3	4,4	3,98	2,14	P2	30,7	28,1	20,5	3,8	3,1	1,84
P3	42,13	39,4	21,67	2,3	2,05	1,45	P3	30,1	27,2	21,82	3,1	2,7	2,3
P4	52,1	38,8	27,1	1,93	1,79	1,12	P4	32,78	28,1	19,67	3,85	3,1	2,9
P5	39,6	37,7	19,36	1,97	1,56	1,23	P5	29,6	26,4	20,08	3,3	2,8	2,69
P6	36,4	35,32	18,23	2,21	2,14	1,78	P6	31,5	25,5	21,54	3,3	2,8	2,7
P7	33,4	30,1	16,8	2,09	1,99	1,55	P7	29,98	27,8	18,4	3,56	2,93	2,61
P8	25,1	21,45	20,31	2,01	1,78	1,21	P8	34,24	29,6	24	3,2	3,01	2,94
P9	31,4	29,34	17,41	2,22	1,97	1,11	P9	38,49	33,5	29,35	3,9	3,36	2,52
P10	35	32,56	18	3,82	3,2	1,64	P10	40,5	37,5	20,05	4,56	3,58	2,9
P11	41,8	39,83	23,4	3,58	2,87	1,73	P11	45,13	41,1	24,13	4,3	3,9	2,6
P12	44,2	41,25	21,5	4,46	4,23	2,45							
P13	48,2	45	20,05	4,76	4,41	2,33							
							PROM	35,11	31,52	22,11	3,77	3,21	2,62
PROM	40,52	37,21	20,99	3,10	2,77	1,72	min	18,4	max	45,13	min	1,84	max

ACERA TRAMO 2.8							CICLO VÍA TRAMO 2.8						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	48,2	46	25,3	1,54	1,43	1,14	P1	49,3	48,2	25,3	4,52	4,23	2,32
P2	50,7	49,3	24,8	1,97	1,74	1,22	P2	46,1	44,9	23,94	3,96	3,46	2,07
P3	54,8	53,3	27,2	6,16	5,28	3,06	P3	48,05	48,2	25,05	4,31	4,16	3,74
P4	53,9	52,5	26,7	6,01	5,1	2,88	P4	47,3	46,7	24,31	4,13	3,95	3,68
P5	51,3	50,5	24,85	6,23	6,05	3,31	P5	46,8	44,1	23,4	4,64	4,21	3,4
P6	50,53	49,7	22,48	6,16	5,93	3,22	P6	41,4	40,2	19,8	3,87	3,72	3,12
P7	44,9	44,3	23,6	5,22	5,02	2,64	P7	38,6	36,4	18,42	3,76	3,53	2,99
P8	42,4	41,7	22,62	5,34	5,12	2,71	P8	34	33,3	17,34	3,52	3,06	2,82
P9	52,28	49,1	27,39	5,69	5,28	2,94	P9	33,5	31,7	17	3,59	3,15	2,61
P10	43,2	39	22,61	5,29	5,08	2,59	P10	30	28,1	16,84	3,61	3,28	2,64
P11	40,21	37,1	21,4	5,29	5,09	3	P11	29,4	26,4	16,32	3,62	3,19	2,64
P12	42,97	39,1	22,83	5,46	5,2	2,33							
P13	44,4	42,2	23,4	5,92	5,74	2,97							
							PROM	40,40	38,93	20,70	3,96	3,63	2,91
PROM	47,68	45,68	24,24	5,10	4,77	2,62	min	16,32	max	49,3	min	2,07	max
ACERA TRAMO 2.9							CICLO VÍA TRAMO 2.9						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	47,34	45,8	24,73	5,1	4,83	2,67	P1	41	40,5	21,06	3,34	3,16	2,94
P2	52	49,5	27,31	6,34	5,94	3,31	P2	28,3	23,6	15,3	2,53	2,16	2,03
P3	50,21	48,6	23,3	6,12	5,81	3,14	P3	25,4	23,9	13,2	3,34	2,98	2,3
P4	46,05	43,1	20,19	5,07	4,8	2,7	P4	26,3	24,9	14,52	3,41	3,11	2,3
P5	39,9	38,2	20,34	5,14	4,97	2,07	P5	22,2	20,8	11,7	3,53	3,26	2,49
P6	37,5	36,12	19,58	5,23	5,07	2,17	P6	22,5	20,8	11,32	3,1	2,89	2,27
P7	33,3	31,3	17,26	4,77	4,26	2,32	P7	18,06	17,33	10,34	3,06	2,74	2
P8	26,5	25,93	14,7	4,19	3,96	2,14	P8	16,23	14,97	9,94	3,03	2,75	2
P9	16,9	15,93	10,41	2,93	2,44	1,62	P9	15,39	14,72	9,57	3,59	3,07	2,22
P10	17	16,63	8,18	3,36	3,14	1,92	P10	37,16	34,4	19,73	3,61	3,25	2,62
P11	14,81	14,9	7,57	3,44	3,2	1,97	P11	47,92	46,3	26,82	4,04	3,93	3,71
P12	32,8	30	17,24	5,1	4,85	2,53							
P13	51,2	50,06	24,9	5,61	4,62	2,44							
							PROM	27,31	25,66	14,86	3,33	3,03	2,44
PROM	35,81	34,31	18,13	4,80	4,45	2,38	min	9,57	max	47,92	min	2	max

ACERA TRAMO 2.10							CICLO VÍA TRAMO 2.10						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	52,06	49,9	26,41	2,21	1,59	1,23	P1	54,5	52,3	26,3	4,21	3,93	3,09
P2	53,1	52,4	25,94	2,17	1,51	1,19	P2	50,3	45,4	24,7	4,07	3,62	2,94
P3	61,4	59,5	28,12	6,4	6,48	3,12	P3	52,43	49,1	27,63	4,84	4,23	3,83
P4	61,23	59,5	28,86	6,31	6,08	3,06	P4	53,1	51	25,3	4,32	4,14	3,94
P5	55,5	53,6	28,4	5,9	5,3	2,95	P5	55,45	56	25,9	5,43	5,01	4,28
P6	54,2	51,8	27,6	5,88	5,32	3,03	P6	52,4	50,5	24,9	5,26	4,76	4,08
P7	52,4	50,07	25,8	6,41	6,33	3,32	P7	48,3	45,4	24,15	4,71	4,38	3,82
P8	44,1	42,17	21,93	6	5,79	2,99	P8	47,8	45,9	24,84	4,92	4,33	3,56
P9	44,3	42,2	21,78	6,15	5,82	3,23	P9	42,34	40,5	23,1	4,21	4	3,47
P10	39,7	38,2	19,3	6,06	5,57	3,18	P10	49,12	47,7	26,32	4,48	4,17	3,41
P11	42,6	21,5	22,87	6,12	5,61	3,2	P11	46,9	44,1	22,78	4,9	3,91	3,4
P12	44,2	23,41	21,8	6,03	5,52	3,12							
P13	47,3	25,13	28,1	5,14	4,85	3,53							
							PROM	50,24	47,99	25,08	4,67	4,23	3,62
PROM	50,16	43,80	25,15	5,44	5,06	2,86	min	22,78	max	56	min	2,94	max

Mediciones del 15 al 19 de Julio 2024

ACERA TRAMO 1.1							CICLO VÍA TRAMO 1.1						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	64	61,9	49,1	3,5	3,12	1,57	P1	54,65	51,9	40,4	3,74	3,48	2,64
P2	73,35	72,3	57,4	3,5	3,1	1,71	P2	61,1	58,9	46,3	3,53	3,4	2,56
P3	64,05	66,1	45	3,42	3,08	1,45	P3	58,75	56,7	43,8	3,59	3,53	2,82
P4	65,55	60	54,1	3,47	3,11	1,49	P4	53,8	46,3	44,3	3,7	3,62	2,84
P5	58,45	56,6	43,3	3,61	3,3	1,41	P5	50,9	52,4	32,4	2,66	2,48	1,84
P6	58	51,5	47,5	3,87	3,45	1,78	P6	49,1	44,3	36,9	2,52	2,48	1,89
P7	44,4	34,1	37,7	3,16	2,83	1,23	P7	50,25	50,2	33,3	2,31	2,25	1,17
P8	48,4	47,2	32,6	2,01	1,64	1,04	P8	54,4	53,3	38,5	3,55	3,43	1,76
P9	43,7	37	33,4	2,15	1,79	1,18	P9	53,45	51,7	38,2	3,71	3,66	1,89
P10	48,15	52,1	27,2	1,74	1,67	1,15	P10	57,05	57,8	39,3	3,42	3,37	1,66
P11	54,95	56,8	36,1	1,7	1,65	1,11	P11	56,1	54,1	39,3	3,69	3,71	2,11
P12	56,25	54,3	41,2	2,06	1,98	1,78							
P13	58	58,7	40,3	1,82	1,74	1,64							
P14	57,9	55,8	36,5	1,8	1,32	1	PROM	54,50	52,51	39,34	3,31	3,22	2,11
PROM	56,80	54,60	41,53	2,70	2,41	1,40							
ACERA TRAMO 1.2							CICLO VÍA TRAMO 1.2						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	60,05	64,5	38,6	3,6	3,52	1,7	P1	60,7	59,1	45,3	4,04	3,86	2
P2	61,4	65,2	40,6	3,75	3,67	1,78	P2	62,15	61,6	45,7	3,79	3,61	1,43
P3	64,6	67,4	44,8	3,41	3,29	1,64	P3	65	63,2	49,8	3,83	3,74	1,5
P4	62,1	62,7	44,5	3,38	3,12	1,58	P4	45,9	34,5	40,3	3,7	3,69	1,47
P5	62,25	61,3	46,2	3,7	3,58	1,69	P5	35,45	28,3	25,6	2,85	2,71	1,34
P6	65,55	63,8	50,3	3,83	3,63	2,05	P6	45,95	41,6	33,3	2,69	2,62	1,22
P7	34,45	28,3	23,6	3,27	3	1,81	P7	38,8	37,8	22,8	2,89	2,77	2,07
P8	31,7	24,7	21,7	2,1	1,97	1,43	P8	67,9	67,5	26,5	3,6	3,1	2,22
P9	48,9	42,5	38,3	1,98	1,74	1,38	P9	69,1	65,3	32,5	3,9	3,73	2,58
P10	45,25	48,7	24,8	1,79	1,53	1,13	P10	65,9	64,5	23,1	3,84	3,72	2,54
P11	67,5	66,7	51,3	1,71	1,48	0,98	P11	62	58,1	22,1	3,62	3,21	1,94
P12	62,05	60,1	47	2,14	1,97	1,38							
P13	49,5	46,3	35,7	1,65	1,63	1,16							
P14	43,6	42,1	33,9	1,93	1,94	1,52	PROM	56,26	52,86	33,36	3,52	3,34	1,85
PROM	54,21	53,16	38,66	2,73	2,58	1,52							

ACERA TRAMO 1.3							CICLO VÍA TRAMO 1.3						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	54,75	56,9	35,6	3,33	3,28	2,15	P1	65,1	63,8	49,4	3,43	3,21	1,73
P2	49	49,5	31,5	3,2	3,05	2,06	P2	37	27,7	29,3	3,21	2,86	1,41
P3	52,5	51,6	36,4	4,17	3,85	3,56	P3	28,9	21,3	19,5	2	1,97	1,06
P4	43,8	41,3	29,3	1,74	1,34	0,83	P4	40,75	37,4	27,1	2,69	2,43	1,43
P5	46,25	37,8	37,7	2,05	1,87	3,25	P5	38,25	35,9	23,6	2,63	2,4	1,38
P6	42,3	40,4	27,2	1,83	1,59	1,17	P6	41,95	38,6	28,3	3,03	2,74	1,53
P7	44,65	38,6	33,7	1,7	1,63	1	P7	41,15	36,2	29,1	3,27	2,83	1,62
P8	36,5	34	27,3	1,53	1,22	0,95	P8	51,8	50,2	36,4	3,18	2,8	1,59
P9	33,1	26,7	22	2,1	1,91	1,18	P9	55,1	53,9	39,3	3,29	3,18	2,53
P10	40,25	39,3	22,5	2,21	2	1,87	P10	62,75	62,4	46,1	4,21	3,98	2,85
P11	42,95	31,1	24,2	2,14	1,96	1,32	P11	60,6	46,4	28,6	4,33	3,89	2,77
P12	58,35	53,7	34,2	1,94	1,64	1,23							
P13	61,85	60,7	46	1,5	1,48	1,14							
P14	58,2	43,2	34,8	2,46	2,31	1,8							
PROM	47,46	43,20	31,60	2,28	2,08	1,68	PROM	47,58	43,07	32,43	3,21	2,94	1,81
ACERA TRAMO 2.1							CICLO VÍA TRAMO 2.1						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	44,1	42,4	23,4	4,26	4,05	3,51	P1	35,3	33,5	20,3	2,21	2,09	1,32
P2	48,3	43,8	25,1	4,21	4	3,34	P2	28,7	26,4	18,2	2,1	1,87	1,18
P3	42,3	40,7	22,8	2,29	2,12	1,95	P3	26,9	23,8	17,4	3,64	3,38	2,12
P4	34,6	28,7	20,4	1,53	1,13	1,03	P4	21,5	18,3	12,4	3,7	3,4	2,19
P5	35,2	32,7	21,3	1,48	1,32	1,15	P5	26	22,2	15,8	3,75	3,64	2,41
P6	31,8	28,5	21,4	1,63	1,43	1,23	P6	24,1	20,4	13,6	3,94	3,79	2,45
P7	28	26,9	17,1	2,4	2,19	1,97	P7	25,7	23,9	17,9	4,21	4,18	3,58
P8	26,5	24,1	17,9	2,69	2,22	1,68	P8	24,6	21,6	16,7	4,64	4,53	3,85
P9	26,9	24,1	18,3	2,41	2,03	1,34	P9	27,7	20,7	18,2	4,78	4,61	3,87
P10	22	19,4	15,2	2,25	1,96	1,23	P10	29,6	28,9	21,4	5	4,98	4,04
P11	34,9	32,8	23,1	2,65	2,39	1,36	P11	38,2	36,2	23,2	5,17	5,03	3,99
P12	40,1	39,3	24,1	2,5	2,14	1,29							
P13	25,2	24,1	22,7	3,1	2,79	2,23							
PROM	33,84	31,35	20,98	2,57	2,29	1,79	PROM	28,03	25,08	17,74	3,92	3,77	2,82

ACERA TRAMO 2.2							CICLO VÍA TRAMO 2.2						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	52,2	47,6	27,8	2,16	2,06	1,89	P1	50,8	43,4	32,4	3,72	4,12	2,92
P2	57,2	52,6	32	3,38	3,18	1,93	P2	45,6	40,1	31,5	3,36	4,03	2,56
P3	55	51,4	31,6	2,36	2,12	1,11	P3	46,7	38,4	30	3,78	3,26	2,85
P4	42,3	40,5	22,7	1,26	1,14	0,66	P4	42,1	35,6	29,7	3,3	3,14	2,52
P5	49,8	46,3	26,6	2,27	1,87	1,52	P5	40	36,4	33,6	3,28	3,17	2,59
P6	31,3	28,2	25,3	2,4	1,95	1,7	P6	44,7	40,1	37,1	3,3	3,97	2,72
P7	30,6	28,6	20,4	2,6	2,43	1,67	P7	48,7	44	42,8	3,68	4,04	2,89
P8	22	20,1	12,9	2,34	2,2	1,68	P8	54,4	53,1	52,8	3,4	4,12	3,07
P9	7,5	6,8	5,6	2,33	2,34	1,76	P9	59,6	59,2	58,1	4,01	4,09	3,17
P10	12,1	13,4	15	2,21	2,18	1,85	P10	65,8	62,4	63,9	3,97	4,24	3,17
P11	32,5	32,3	30,6	2,47	2,41	1,84	P11	70	68,6	67,3	3,84	4,67	3,42
P12	64	63,3	61,8	2,53	2,05	1,93							
P13	70,7	59,4	47,3	2,74	2,19	2,04							
PROM	40,55	37,73	27,66	2,39	2,16	1,66	PROM	51,67	47,39	43,56	3,60	3,90	2,90

ACERA TRAMO 2.3							CICLO VÍA TRAMO 2.3						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	54,3	47,7	26,3	2,68	2,49	2,04	P1	60,1	56,7	30,2	3,83	3,67	3,11
P2	58,1	53,2	29,8	2,84	2,75	2	P2	59,3	54,3	29,1	3,95	3,84	3,22
P3	54,3	51,4	31,8	1,54	1,45	1,9	P3	53,1	50,1	27,1	3,68	3,43	2,91
P4	44,6	40,5	32,5	1,22	1,12	0,83	P4	57,6	54,8	27,8	3,55	3,21	2,57
P5	50,1	46,3	27,1	1,73	1,65	1,91	P5	52,3	48,3	26,1	3,4	3,11	2,82
P6	33,3	28,2	24,4	2,33	2,15	1,98	P6	47,8	42,5	24,7	3,22	3,04	2,61
P7	30	28,6	22,3	2,24	2,11	2,01	P7	45,2	41,1	23,3	3,23	3,08	2,44
P8	25,1	20,1	18,4	2,8	2,44	1,57	P8	45	40,9	23,7	3,11	2,95	1,41
P9	13,5	10,7	11,6	2,6	2,2	1,54	P9	50,1	48,5	26,1	3,08	2,79	2,36
P10	13,2	12,2	10,4	2,4	2	1,52	P10	48,2	46,8	25,8	3,02	2,74	2,33
P11	31,2	30,5	19,4	2,3	1,98	1,82	P11	44,4	40,1	22,1	3,07	2,68	2,46
P12	54	51,7	28,3	2,27	2,24	1,79							
P13	45,6	44,6	22,2	2,32	1,99	1,81							
PROM	39,02	35,82	23,42	2,25	2,04	1,75	PROM	51,19	47,65	26,00	3,38	3,14	2,57

ACERA TRAMO 2.4							CICLO VÍA TRAMO 2.4						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	48,4	46	21,3	4,6	4,33	1,6	P1	48,1	44,3	27	3,44	3,05	2,39
P2	52,3	50,1	25,4	4,68	3,29	2,86	P2	44,8	41,7	26,7	2,8	2,64	2,26
P3	50,1	45,6	21	2,16	2,1	1,46	P3	43,5	40,1	25,3	3,3	2,87	2,25
P4	43,3	37,6	26,4	1,6	1,47	1,16	P4	43,1	39,6	25	2,89	2,72	2,23
P5	45,2	41,9	23,2	1,45	1,34	1,59	P5	40,7	37,5	24,4	2,93	2,6	2,19
P6	44,1	41,2	23,6	1,38	1,32	1,76	P6	40,4	34,12	22,9	2,84	2,63	2,26
P7	43,3	40,6	22,8	1,82	1,24	1,5	P7	38,2	33,98	21,5	2,82	2,64	2,25
P8	28,3	22,3	19,3	1,42	1,28	1,76	P8	38,9	33,78	20	2,74	2,47	2,28
P9	36,3	35	21,5	3	3,05	1,92	P9	45,3	42,56	26,4	2,91	2,59	2,35
P10	42,8	39,8	22,3	5,21	4,98	3,33	P10	44,2	42,34	27	3	2,74	2,56
P11	43,1	41,1	27,7	4,84	4,69	3,67	P11	46,6	43,81	27,8	3,1	2,78	2,43
P12	47,2	44,3	28,4	4,48	4,1	3,18							
P13	54,9	51,7	29,4	5,16	5	3,22							
PROM	44,56	41,32	24,02	3,22	2,94	2,23	PROM	43,07	39,44	24,91	2,98	2,70	2,31

ACERA TRAMO 2.5							CICLO VÍA TRAMO 2.5						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	56,7	52,4	29,2	4,7	4,64	2,5	P1	52	48,3	29	3,79	3,24	1,84
P2	58,3	53,2	31,4	4,57	4,31	2,46	P2	46,1	43,4	28,2	3,15	2,9	1,63
P3	55,4	51,3	30,8	5,5	5,22	2,67	P3	43,4	40,2	29,1	3,14	2,97	1,6
P4	50,4	48,7	28,9	4,55	4,41	2,23	P4	51	48,6	32,1	3,39	3,21	1,45
P5	53,5	46,9	29,8	5,11	4,93	2,21	P5	50,1	48,3	33,8	3,43	2,26	1,71
P6	53,7	49,3	32,1	4,6	4,31	2,3	P6	53,4	49,4	35,5	3,6	3,12	1,86
P7	52,8	48,4	30,7	5,6	4,79	3	P7	55	52,3	38,1	3,58	3,47	1,93
P8	54,3	50,3	33,5	5,18	4,87	2,76	P8	56,8	52,4	40,1	3,8	3,65	2,04
P9	55,6	51,2	36,3	5	4,66	2,86	P9	55,8	51,1	38,1	3,77	3,58	2
P10	56,8	50,5	35,4	5,07	4,53	2,54	P10	55,6	50,9	36,9	3,64	3,47	1,97
P11	49,3	48,3	33,2	2	1,96	2,4	P11	56,2	48,7	34,6	3,9	3,41	1,9
P12	48,1	47,7	31,7	2,12	1,99	1,14							
P13	48,4	48	32	2,15	2,01	1,28							
PROM	53,33	49,71	31,92	4,32	4,05	2,33	PROM	52,31	48,49	34,14	3,56	3,21	1,81

ACERA TRAMO 2.6							CICLO VÍA TRAMO 2.6						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	55,1	47,5	25,7	5	4,83	2,73	P1	54,9	49,3	25,5	4,76	4,31	2,58
P2	60,9	49	26,15	5,26	4,74	2,83	P2	49,2	46,5	24,2	4,11	3,88	2,39
P3	9,7	13,4	12,4	4,12	3,85	2,13	P3	46,8	42,3	23	5,19	4,92	3,47
P4	10,3	12,7	9,4	2	1,44	1,04	P4	43,2	38,5	26,5	4,08	3,82	2,46
P5	21,4	20,8	16,7	2,13	1,53	1,1	P5	37,5	31,2	20,3	4,94	4,53	2,98
P6	38,4	38,7	22,5	1,74	1,41	1,21	P6	32,1	27,3	15,3	4,99	4,58	3,03
P7	33,8	32,3	21,7	1,83	1,32	1,15	P7	28,1	25,4	14,7	4,83	4,29	2,42
P8	11,4	12,5	8,6	1,73	1,3	1,03	P8	28,2	25,3	14,6	4,67	4,24	2,2
P9	10,2	10,8	8,9	2,23	2,12	1,64	P9	26,3	23,1	14,1	3,45	3,09	2,94
P10	30,3	23,4	16,8	2,71	2,31	1,68	P10	25	24,3	15,6	3,32	3	1,73
P11	15,2	16	11,2	2,53	2,4	1,7	P11	30,3	29,3	16,3	3,12	2,83	1,31
P12	34	33,5	25,3	2,82	2,41	1,53							
P13	21,4	20,45	14	2,62	2,34	1,47							
							PROM	36,51	32,95	19,10	4,31	3,95	2,50
PROM	27,08	25,47	16,87	2,82	2,46	1,63							
ACERA TRAMO 2.7							CICLO VÍA TRAMO 2.7						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	48,9	45,3	25,7	4,43	4	2,65	P1	48,5	42,1	23,5	4,58	4,09	2,74
P2	53,4	49,2	26,1	4,45	3,97	2,12	P2	45,3	35,4	20,5	3,75	3,51	1,8
P3	39,3	33,2	23,3	2,45	2,13	1,47	P3	39,1	32,2	21,6	3,24	2,74	2,31
P4	38,7	34	22	2,21	1,8	1,03	P4	37,9	30,2	19,8	3,97	3,29	2,89
P5	37,4	34,2	21,4	1,94	1,56	1,32	P5	39	37,6	22,3	3,21	2,82	2,7
P6	34,5	30,1	22,4	2,2	2,14	1,78	P6	36,4	31,8	20,1	3,3	2,8	2,65
P7	27,4	23,7	21,7	2,19	1,92	1,55	P7	34,2	28	17,9	3,5	3,2	2,63
P8	32,2	28,6	22,3	2,01	1,72	1,21	P8	35	28,7	25,3	3,33	3,01	2,91
P9	35,4	29,6	22,9	2,22	1,97	1,11	P9	40,4	37,5	24,4	4	3,41	2,54
P10	42,3	39,4	27,1	3,85	3,27	1,64	P10	42,5	38,1	20,4	4,48	3,56	2,95
P11	44,6	40,3	27,9	3,49	2,88	1,68	P11	48,1	41,1	28,9	4,2	4	2,3
P12	43,5	38	28,1	4,43	4,23	2,53							
P13	47,4	32,1	27,4	4,63	4,38	2,24							
							PROM	40,58	34,79	22,25	3,78	3,31	2,58
PROM	40,38	35,21	24,48	3,12	2,77	1,72							

ACERA TRAMO 2.8							CICLO VÍA TRAMO 2.8						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	50,2	47,2	27,5	1,53	1,43	1,14	P1	49,5	48,1	26,1	4,52	4,22	2,32
P2	51,4	47,3	24,8	1,87	1,73	1,22	P2	45,3	43,2	24,3	3,96	3,43	2,07
P3	57,4	54,2	27,1	5,67	5,01	3	P3	48	46,5	27,1	4,31	4,01	3,74
P4	54,3	51,8	28,4	5,23	4,89	2,58	P4	47,6	44,1	25	4,13	3,96	3,68
P5	54,2	48,9	25,4	6	5,81	3,31	P5	46,8	43	24,8	4,64	4,23	3,4
P6	48,5	45	22,1	5,97	5,28	3,22	P6	42,3	40,6	22,2	3,87	3,74	3,12
P7	47,7	42,6	23,5	5,22	4,94	2,73	P7	39,9	35,4	21,3	3,76	3,37	2,99
P8	55,3	50	29,4	5,12	4,75	2,71	P8	35,4	33,2	20,1	3,52	3,06	2,82
P9	53,4	50,2	30,4	5,31	4,97	2,94	P9	34,8	32,9	20	3,59	3,14	2,61
P10	56,3	49,8	25,5	5,3	4,94	2,59	P10	31,1	28,4	20,6	3,61	3,25	2,64
P11	49,4	45,1	24,9	5,27	4,83	3,04	P11	30,6	27,1	19,5	3,62	3,25	2,64
P12	51,1	48,2	26,7	5,45	5,12	2,34							
P13	53,2	48,4	26,6	5,83	5,3	3,13							
							PROM	41,03	38,41	22,82	3,96	3,61	2,91
PROM	52,49	48,36	26,33	4,91	4,54	2,61							
ACERA TRAMO 2.9							CICLO VÍA TRAMO 2.9						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	47,1	45,3	23,8	3,3	3,19	2,69	P1	41,2	40,5	22,3	2,13	1,96	1,59
P2	51,5	49,2	27,2	3,31	3,22	3,14	P2	20,4	19,5	17,3	1,61	1,34	1,33
P3	50	48,1	27,4	3,54	3,42	2,57	P3	19,9	18,5	16,3	1,83	1,65	1,47
P4	41,7	38,4	25	2,85	2,52	2,15	P4	25,6	23,3	16,3	1,89	1,85	1,6
P5	42,3	39,1	24,2	2,97	3,01	2,27	P5	20,9	18,5	13,2	2,1	1,94	1,52
P6	39,3	33,2	21,3	2,78	2,34	2,17	P6	21,5	20,8	15,3	2,13	2,03	1,66
P7	34,1	30	19,3	3,14	2,97	2,18	P7	17,1	15,4	11,4	2,06	1,79	1,6
P8	28,2	25,9	15,6	2,74	2,49	2,02	P8	13,6	12,1	9,8	1,7	1,69	1,43
P9	22,2	19,4	17,8	2,17	1,89	1,66	P9	14,7	13,2	10,4	1,83	1,84	1,85
P10	16,4	15,8	14,7	2,47	2,34	1,94	P10	36,6	32,1	21,5	2,17	2,2	2
P11	15	14,5	12,2	2,9	2,87	2,08	P11	47,6	43,1	23,1	2,9	2,67	2,31
P12	36,3	30	23,8	3,23	3,24	2,51							
P13	54,8	50,1	34,4	3,9	3,74	2,98							
							PROM	25,37	23,36	16,08	2,03	1,91	1,67
PROM	36,84	33,77	22,05	3,02	2,86	2,34							
ACERA TRAMO 2.10							CICLO VÍA TRAMO 2.10						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	62,7	57,3	26,1	2,94	1,56	1,34	P1	54,1	52,5	26	4,12	3,92	3,04
P2	54,2	52,3	23,4	3,04	1,74	1,33	P2	49,5	45,3	24,7	3,86	3,42	3,1
P3	58,2	56,3	24,5	4,7	4,01	3,04	P3	55,3	49,3	27,1	4,78	4,25	3,63
P4	57,4	54,2	27,4	4,4	4,5	2,99	P4	60	54,2	28,2	4,31	4,13	3,21
P5	56,3	54,2	28,4	4,36	3,97	2,93	P5	53,1	50	25,9	5,03	4,97	4,02
P6	58,5	52,3	27,8	4,64	4,14	3	P6	49,4	45,8	25,3	4,99	4,76	3,98
P7	59,9	54	24,7	4,4	4,46	3,21	P7	45,5	42,1	24,3	4,67	4,38	3,74
P8	54,9	49,3	23,6	4,67	4,31	2,97	P8	48,6	43,9	24,5	3,87	4,33	3,38
P9	56,8	50,2	24,4	4,42	4,13	3,2	P9	44,2	40,5	23,4	3,74	4,1	3,5
P10	47,2	41,2	21,6	4,35	4,26	3,15	P10	45,1	41,4	26,2	4,37	4,05	3,42
P11	36,3	32,1	23,8	4,07	3,89	3,19	P11	49,4	42,5	24,9	4,6	3,91	3,31
P12	44	39,8	28,7	3,89	3,54	3,04							
P13	50,9	45,3	27,3	3,5	3,6	3,21							
							PROM	50,38	46,14	25,50	4,39	4,20	3,48
PROM	53,64	49,12	25,52	4,11	3,70	2,82							

Mediciones del 26 al 28 de Julio 2024

ACERA TRAMO 1.1							CICLO VÍA TRAMO 1.1						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	66,4	66,5	39,1	3,21	2,34	2,2	P1	58,4	58,7	47,7	3,12	2,67	2,31
P2	66,1	73	35,8	3,73	3,6	2,03	P2	55,7	48,5	33,7	2,87	2,35	1,94
P3	66,7	69,7	46,4	3,51	3,48	2,79	P3	53,1	55,6	39,6	3,49	3,31	2,37
P4	52,8	54,5	32,3	2,87	2,34	2,28	P4	54,4	53,3	38,8	3,22	2,91	2,14
P5	57,8	57,7	43,1	3,23	3,11	1,98	P5	41,3	39	33	2,98	2,62	2,38
P6	57,5	52,3	32,7	4,12	3,97	2,4	P6	49,8	46,7	34	3,34	3,1	2,29
P7	57,3	58,9	40,3	2,98	2,16	2,1	P7	40	35,9	24	3,21	2,27	3,06
P8	46,1	43,3	25,7	2,34	1,45	2,42	P8	48,9	45,9	31	3,27	3,05	3,24
P9	41,9	36,7	22,7	2,65	1,86	2,38	P9	49,3	44	29,2	4,09	3,76	3,22
P10	34,1	39	27,7	2,18	1,28	2,48	P10	48,7	45,2	29,3	4,11	3,42	2,68
P11	42,1	41,8	26,3	2,15	2,06	1,15	P11	48,1	50,3	35,9	3,95	3,45	2,89
P12	42,7	42,3	22,3	2,1	2,09	1,82							
P13	44,3	49,6	25,3	1,79	1,33	1,61							
P14	49,1	50,3	26,9	1,99	1,42	1,25	PROM	49,79	47,55	34,20	3,42	2,99	2,59
PROM	51,78	52,54	31,90	2,78	2,32	2,06							
ACERA TRAMO 1.2							CICLO VÍA TRAMO 1.2						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	50,3	52,5	29,7	2,5	2,44	1,89	P1	54,6	52,2	34,6	2,79	2,92	2,35
P2	57	52,2	31,3	2,74	2,45	1,88	P2	50,6	50,9	40	2,76	2,89	2,3
P3	59,4	57,5	37,2	2,93	2,46	2,11	P3	52,4	53,7	40,5	2,98	2,75	2,27
P4	58,4	54,9	38	2,86	2,31	2	P4	56,8	57,8	42,5	2,95	2,65	2,11
P5	53,7	51,9	34,5	2,48	2,53	1,81	P5	28,5	27,3	15	2,42	2,53	1,8
P6	58,7	55,9	39,8	2,71	2,48	2,26	P6	44,9	34,9	21	2,02	1,92	1,6
P7	54,8	53,9	41,5	2,57	2,38	2,13	P7	35,7	30,2	23	2,16	2,06	1,71
P8	25,8	30	15,3	1,7	1,46	1,08	P8	65	29,9	25	2,67	2,46	1,75
P9	36,3	36,7	29,2	1,66	1,46	1,22	P9	67,6	55,7	44,7	3,11	2,4	2,34
P10	46,1	56,7	38,2	1,58	1,45	1,18	P10	64,6	58,9	49	3,36	2,93	2,64
P11	60,1	50,3	43,5	1,45	1,7	1,42	P11	54,5	55,6	43,3	2,83	2,89	2,64
P12	53,8	49,7	40	1,41	1,65	1,12							
P13	52,3	47,5	20,6	1,81	1,88	1,65							
P14	35,7	29,6	14,9	2,27	1,42	1,96	PROM	52,29	46,10	34,42	2,73	2,58	2,14
PROM	50,17	48,52	32,41	2,19	2,01	1,69							

ACERA TRAMO 1.3							CICLO VÍA TRAMO 1.3						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	56,4	34,8	18	1,97	1,8	1,18	P1	41,3	31,9	19	2,12	2,14	1,64
P2	48,7	39,4	14	2,05	1,74	1,15	P2	55,1	53,3	44,5	2,68	2,44	2,25
P3	43,7	34,4	19	2,56	2,27	1,44	P3	25,4	30,5	21	1,75	1,76	1,53
P4	40,8	37,5	15	1,4	1,69	1,24	P4	26,9	22,7	16,8	2,08	1,6	1,47
P5	38,7	30,2	23	1,59	1,72	1,47	P5	25,7	24,9	17	1,88	1,81	1,31
P6	39,6	26,2	13	1,62	1,7	1,39	P6	29,8	26,9	19,5	1,98	1,95	1,53
P7	37,5	29,5	18	1,77	1,93	1,34	P7	32,7	31,2	22	2,04	2,2	1,6
P8	33,4	25,6	17,8	1,91	1,83	1,55	P8	48,9	36,9	26,1	2,24	2,34	1,65
P9	32,8	28,5	18	2,11	1,92	1,35	P9	47,4	43,9	32	2,32	2,27	1,95
P10	27,4	29	14	1,82	1,69	1,34	P10	59,5	53,9	36,11	2,52	2,59	1,94
P11	37,4	23,7	18	1,06	1,02	0,94	P11	65,2	59,3	46,4	3	3,21	2,44
P12	38,5	40,2	32	1,35	1,94	1,2							
P13	49,6	53,7	40	1,6	1,28	1,4							
P14	53,7	58,2	42	1,74	1,32	1,21	PROM	41,63	37,76	27,31	2,24	2,21	1,76
PROM	41,30	35,06	21,56	1,75	1,70	1,30							
ACERA TRAMO 2.1							CICLO VÍA TRAMO 2.1						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	38,8	38,5	12,2	4,17	3,78	1,35	P1	30,5	33	12	2,23	2,1	1,7
P2	35,8	34	9,5	3,98	3,67	1,24	P2	25,4	29	8	2,06	1,65	1,32
P3	35,9	34,5	10,5	3,17	2,13	0,85	P3	23,7	24	11,5	3,59	3,38	1,41
P4	35,7	36	12,2	1,98	1,23	0,61	P4	22,4	21	11,8	3,56	3,4	1,56
P5	33,8	32,5	10,2	2,45	1,31	0,52	P5	27	24	8,5	3,72	3,64	1,73
P6	28,9	29	10,3	3,09	1,4	2,21	P6	23,7	25	10,5	3,9	3,31	1,79
P7	27,8	28,9	9,3	3,56	3,12	2,59	P7	23,8	22,1	11,2	4,19	3,86	1,8
P8	25,7	24,5	7,7	3,11	2,78	2,24	P8	21	19	12,5	4,21	3,99	1,81
P9	24,8	22	9,9	2,41	2,34	2,02	P9	22,5	23,5	14,5	4,68	3,12	1,96
P10	19,7	17,5	7,5	2,2	1,34	0,66	P10	25,1	20,1	18,6	4,86	3,63	1,98
P11	28,9	25	10,2	1,89	1,41	0,84	P11	35,4	29,4	22,6	3,45	3,31	2,23
P12	35,9	32,4	14,2	2,5	2,19	1,77							
P13	36,3	33	16,5	2,56	1,21	0,8							
PROM	31,38	29,83	10,78	2,85	2,15	1,36	PROM	25,50	24,55	12,88	3,68	3,22	1,75

ACERA TRAMO 2.2							CICLO VÍA TRAMO 2.2						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	52,6	47,6	17,6	2,52	2,5	1,54	P1	39,2	35,7	22,1	2,5	2,46	2,13
P2	55,2	49,8	19,2	2,49	2,38	1,82	P2	35,2	32,6	22,6	2,93	2,84	2,11
P3	47	45,7	20,6	1,74	1,52	1,3	P3	41,1	38,5	23,2	2,67	2,59	2,05
P4	32,5	35,8	14,2	1,52	1,49	0,57	P4	33,4	34	24	2,63	2,34	2,17
P5	34,1	37,2	21,2	0,73	0,9	1,09	P5	35,6	37,8	27,5	2,7	2,68	2,3
P6	32,1	33,7	22,9	1,26	1,14	0,62	P6	39,8	37,6	31,3	2,92	2,73	2,4
P7	27,1	28,9	20,4	1,11	1,03	0,73	P7	46,8	44,5	37,9	2,95	2,43	2,67
P8	32,1	31,5	24,4	1,7	1,56	0,96	P8	52,7	50,8	44,3	3,33	3,12	2,76
P9	30,8	30,3	26,6	1,43	1,23	1,16	P9	57,2	55,4	47,7	3,51	3,26	3,05
P10	45,7	45,3	37,5	1,21	1,19	1,12	P10	60,6	56	50,1	3,6	3,57	3,29
P11	47,4	39,9	37,5	1,16	1,2	1,29	P11	66,1	59	54,1	3,63	3,55	2,98
P12	60,2	50,5	45,7	1,96	2,1	1,31							
P13	63,5	55,6	50,1	1,63	1,61	1,27							
PROM	43,10	40,91	27,53	1,57	1,53	1,14	PROM	46,15	43,81	34,98	3,03	2,87	2,54
ACERA TRAMO 2.3							CICLO VÍA TRAMO 2.3						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	57,2	48,8	30,7	2,21	2	1,74	P1	60	58,9	48	3,45	3,24	2,96
P2	62,3	53,4	37,8	2,99	2,76	2,41	P2	60,2	59,9	48,3	3,49	3,19	3,03
P3	61,5	58,5	41,2	1,5	1,53	1,19	P3	53,1	54	43,5	3,29	3,11	2,92
P4	65,1	63,5	41,9	1,23	1,25	0,88	P4	46,9	45,8	37,6	3,24	3,05	2,67
P5	60,3	58,8	39	1,24	1,17	0,92	P5	45,3	43,6	31,6	3,16	2,94	2,54
P6	51,1	49,6	31,9	2,35	2,06	2,02	P6	46,6	40,9	29,5	3,15	2,89	2,44
P7	43,6	40,9	29,3	1,6	1,44	1,01	P7	45,5	39,6	25,3	3,66	3,21	2,22
P8	44,2	39,3	21,9	1,92	1,83	1,03	P8	42,1	36,7	23,3	2,9	2,69	2,14
P9	30,5	27,9	19,5	1,88	1,79	0,84	P9	43,6	38	23,7	3,1	2,54	2,11
P10	37,6	35,7	18,2	1,95	2,1	1,34	P10	41,8	40,9	21,5	2,87	2,34	2,06
P11	36,5	29,6	9,9	1,75	1,63	1,56	P11	41,1	41	21,3	2,57	2,11	2
P12	44	43,7	16,9	1,39	1,43	1,6							
P13	44,1	44	19,9	2,05	1,98	1,66							
PROM	49,08	45,67	27,55	1,85	1,77	1,40	PROM	47,84	45,39	32,15	3,17	2,85	2,46

ACERA TRAMO 2.4							CICLO VÍA TRAMO 2.4						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	45,1	42,4	10,1	3,86	1,89	1,44	P1	44,4	43,5	19,9	3,23	2,53	1,87
P2	54,2	45,1	18,6	4,59	3,29	2,28	P2	42,7	41,3	22	2,33	2,35	1,88
P3	47,7	42,9	18,3	2,58	1,78	1,19	P3	43,3	39,9	19,4	2,63	2,54	1,82
P4	46,9	45,9	17,7	1,11	0,91	0,61	P4	40,8	41,6	18	3,26	2,27	1,89
P5	38,7	36,7	15,3	1,16	1,07	0,84	P5	40,6	39,5	15,5	2,81	2,13	1,77
P6	34,9	34	12,7	1,23	1,55	1,28	P6	35,2	32,1	15,3	3,03	2,23	1,78
P7	40,9	38,9	15	1,17	1,51	1,19	P7	37,5	35,8	14	3,12	2,27	1,87
P8	30,8	29,8	9	1,47	1,74	1,75	P8	35,7	37	14,1	3,66	2,4	1,9
P9	35,5	33,1	12,8	1,61	1,75	1,4	P9	43,9	43,9	16,1	3,13	2,39	1,97
P10	39,7	32	13,5	3,07	3,94	2,52	P10	44,7	44,9	17,4	3,21	2,37	1,93
P11	41,9	40,1	15	2,5	1,92	2,49	P11	47,5	46,3	18,6	3,15	2,45	1,91
P12	49,1	48,9	17,8	5,02	3,62	2,61							
P13	53,3	53,1	19,8	4,7	3,74	2,59							
PROM	42,98	40,22	15,05	2,62	2,21	1,71	PROM	41,48	40,53	17,30	3,05	2,36	1,87

ACERA TRAMO 2.5							CICLO VÍA TRAMO 2.5						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	55,5	54,6	24,2	5,13	4,43	1,78	P1	48,9	49,7	27,7	3,87	3,35	1,7
P2	56,4	53,7	26	5,33	4,92	2,57	P2	45,9	46,5	26,4	3,14	2,63	1,66
P3	53	54	26,8	5,12	4,76	2,61	P3	48,9	45,6	27,7	3,37	2,78	1,66
P4	44,9	45,8	26,8	4,49	4,21	2,41	P4	52,5	50,7	30,7	3,47	2,69	1,91
P5	50	47,9	27,6	4,38	4,13	3,46	P5	56,2	53,8	32,8	3,39	3,23	2
P6	53,3	49,8	31,8	4,84	4,53	2,65	P6	55,3	54,2	29,5	3,46	3,4	2,47
P7	52,3	46,6	31,8	4,64	4,19	2,86	P7	57,8	57,6	36,8	4,67	4,54	2,1
P8	55,5	50,7	33,7	5,4	4,64	2,85	P8	63,9	59,7	39,1	4,17	3,83	2,15
P9	56,9	54,3	35,9	5,04	4,55	2,82	P9	59,7	55,6	35,6	3,56	3,44	2,11
P10	60,7	58,9	30,1	4,09	3,73	2,42	P10	58,5	51,9	37,7	3,59	3,6	2,19
P11	60,3	58,9	21,5	2	1,56	0,81	P11	55,8	52,5	36,6	3,75	3,22	2,06
P12	59,9	56,7	32,5	1,7	1,22	0,88							
P13	58,8	55,4	30,5	1,82	1,8	1,62							
PROM	55,19	52,87	29,17	4,15	3,74	2,29	PROM	54,85	52,53	32,78	3,68	3,34	2,00

ACERA TRAMO 2.6							CICLO VÍA TRAMO 2.6						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	56,6	50,1	18,5	3,33	3,1	1,27	P1	53,3	54,2	24,4	3,84	3,66	1,98
P2	55,1	49,7	20,9	3,47	3,21	1,73	P2	47,9	46,8	23,5	3,28	2,34	1,75
P3	40,5	39,5	10,7	3,42	3,18	1,76	P3	43,3	42,7	18,8	4,45	4,13	2,23
P4	35	26	18,6	3,24	2,55	0,67	P4	38,4	35,8	15,5	3,45	3,18	1,8
P5	51,8	29,9	20,2	1,36	1,2	0,92	P5	31,9	29,8	12,6	3,52	3,2	2,24
P6	40,6	30,6	16,2	1,86	1,52	1,01	P6	29,9	24,5	10,1	3,89	3,1	1,35
P7	35,7	25,6	12,2	1,62	1,6	1,8	P7	21,6	18,9	8,7	3,4	2,87	1,51
P8	32,2	23,4	10,2	1,7	1,22	0,81	P8	22,7	19,7	8,5	2,35	1,74	1,27
P9	27,5	19	8	4,06	3,67	1,23	P9	23,2	24,5	8,3	2,13	1,99	1,15
P10	31,2	22	8,6	3,44	3,19	0,88	P10	20,2	23,4	10	2,12	2	1,54
P11	37,3	23,4	10,5	3,52	3,3	1,17	P11	20,3	19,9	11,4	2,8	2,63	1,23
P12	43,3	36,5	12,5	2,49	2,14	0,98							
P13	39,3	32,9	9,3	2,56	2,43	0,85							
							PROM	32,06	30,93	13,80	3,20	2,80	1,64
PROM	40,47	31,43	13,57	2,77	2,49	1,16							
ACERA TRAMO 2.7							CICLO VÍA TRAMO 2.7						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	50,8	49,5	15,9	3,25	2,69	1,29	P1	44,7	42,1	15,9	3,36	2,98	1,56
P2	49,8	44	15,9	3,27	2,73	1,51	P2	25,7	25,4	10,8	2,31	2,16	1,06
P3	45,7	43,2	13,2	2,18	1,84	1,4	P3	25,2	20,3	10,4	2,18	1,98	1,19
P4	44,3	38	16	1,24	1,12	0,45	P4	27,7	24,5	10,7	2,23	1,84	1,22
P5	45,6	37	15,5	1,11	1,08	1,26	P5	23,3	20	8,6	2,18	1,77	1,64
P6	31,3	30,1	15,2	1,33	1,14	0,71	P6	24,2	18,6	8,5	2,15	2,05	1,29
P7	34,3	30	11,2	1,7	1,83	0,81	P7	24,1	20,4	9,5	2,21	1,79	1,3
P8	34,3	32,1	10,7	1,9	1,74	1,09	P8	27,3	23,4	10	2,3	2,11	1,37
P9	27,7	21	10,6	2,28	2,09	0,99	P9	34,6	30,2	13,5	2,29	1,69	1,42
P10	37,3	30	11,7	3,16	2,53	1,51	P10	38	32	15,4	2,45	2,31	1,51
P11	38,7	35,7	13,7	3,66	2,82	2,13	P11	43,4	39,6	18,4	2,61	2,53	1,49
P12	44,3	38,6	16,6	3,73	2,71	2,35							
P13	50,2	40	20,2	4,26	3,6	2,18							
							PROM	30,75	26,95	11,97	2,39	2,11	1,37
PROM	41,10	36,09	14,34	2,54	2,15	1,36							

ACERA TRAMO 2.8							CICLO VÍA TRAMO 2.8						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	42,9	35,4	17,4	1,38	1,4	0,62	P1	48,7	46,7	21,2	3,03	2,73	1,69
P2	48,6	39,8	20,4	1,48	1,21	0,71	P2	42,3	41,3	21,6	2,59	2,38	1,46
P3	51,7	45,6	23	4,53	3,94	2,53	P3	50,5	48,9	28,2	3,02	2,95	1,87
P4	50,1	45,3	23,4	4,54	3,88	2,59	P4	49,5	42,6	29,9	3,05	3,1	1,91
P5	51,2	43,1	26,7	4,49	4,2	2,68	P5	44	41,2	29,6	2,93	3,14	1,88
P6	50,2	41,6	27,9	4,49	4,18	2,68	P6	39,7	36,7	26	2,51	2,21	1,6
P7	46,9	38,7	25,7	4,11	3,82	2,5	P7	34,7	29	21,8	2,96	2,49	1,53
P8	43,9	34,5	22	4,31	3,68	2,5	P8	30,6	29,6	18,2	2,38	2,08	1,42
P9	39,2	30,5	18,5	4,26	3,79	2,27	P9	34,5	26,7	13,5	2,41	2,11	1,39
P10	37,5	25,6	15,4	3,79	3,16	2,04	P10	29,5	24	11,6	2,33	1,98	1,21
P11	32,5	20,1	11,9	4,12	4	2,04	P11	20,3	19,9	9,5	2,17	1,79	1,19
P12	36,9	32,1	12,2	4,36	4,4	1,94							
P13	40,5	36,5	13,5	4,14	3,69	1,93							
							PROM	38,57	35,15	21,01	2,67	2,45	1,56
PROM	44,01	36,06	19,85	3,85	3,49	2,08							

ACERA TRAMO 2.9							CICLO VÍA TRAMO 2.9						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	37,3	35,4	23,2	3,57	2,87	1,29	P1	32,7	29,9	19,2	2,17	1,79	1,08
P2	43,5	39,9	23,4	3,09	2,64	1,61	P2	28,7	24,5	14,3	1,52	1,36	1,06
P3	41,5	35,4	15,6	3,54	2,81	1,8	P3	18,1	16,7	12,4	1,65	1,46	1,13
P4	37,5	32,3	13,5	3,02	2,65	1,55	P4	18,2	15,6	10,5	1,87	1,53	1,17
P5	35,7	30,4	12	3,34	2,93	1,79	P5	17	14,3	9,4	1,91	1,9	1,3
P6	32,9	29,9	10,5	3,42	3,1	1,88	P6	19	15	9,5	2,06	1,93	1,39
P7	26,2	24,5	11,7	3,47	2,98	2,04	P7	13,4	12,2	8,8	1,78	1,33	1,35
P8	18,5	16,7	8,6	2,97	2,33	1,62	P8	10,3	9,4	8,5	1,83	1,29	1,32
P9	10	9,5	8	1,9	1,63	1,54	P9	11,4	9,3	8,4	1,58	1,6	1,33
P10	9	8,5	7,5	2,06	1,76	1,64	P10	30,3	29,4	20,1	2,04	1,87	1,5
P11	10	10,5	7,46	2,74	2,59	2,08	P11	45,8	39,6	23,6	2,43	2,13	1,75
P12	40,3	35,7	16,6	3,18	2,75	2,32							
P13	50,3	45,6	20,8	3,94	3,42	2,4							
							PROM	22,26	19,63	13,15	1,89	1,65	1,31
PROM	30,21	27,25	13,76	3,10	2,65	1,81							

ACERA TRAMO 2.10							CICLO VÍA TRAMO 2.10						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	56,4	57,9	25	1,63	1,43	1,27	P1	46,7	45,5	21,9	2,84	2,63	1,81
P2	45,8	44,6	22,8	1,84	2,31	1,23	P2	37,8	36,3	24	2,5	2,22	1,64
P3	55,3	52,3	26,4	3,99	4,01	2,6	P3	47,9	48,8	31,5	2,9	2,41	2,09
P4	59,6	53,9	28,2	4,26	3,81	2,57	P4	48,9	51,1	36,4	2,94	2,4	2,09
P5	56,3	55,9	29	4,22	3,48	2,75	P5	59,7	60,2	39,4	2,93	2,38	2,12
P6	52,1	54,1	35,7	4,23	4,05	2,95	P6	53,2	52,3	37,2	2,83	2,33	2,09
P7	52,2	53,6	38,7	4,14	4,31	2,85	P7	50,4	46,6	30,4	2,85	2,39	1,94
P8	45,6	42,4	30,8	3,92	3,63	2,89	P8	46,7	40	25,7	2,53	2,13	1,82
P9	40,3	37,7	21,4	4,18	4,13	2,79	P9	43,1	40,5	22,4	2,45	2,41	1,64
P10	39,1	36,3	21,6	3,9	4,2	2,31	P10	36,7	38,5	20	2,43	2,36	1,52
P11	42,2	40,2	16,9	3,81	3,8	2,32	P11	37,8	38,9	20,9	2,2	1,87	1,53
P12	40,3	40,5	18,9	3,98	3,54	1,84							
P13	41,6	41,8	18	2,96	3,22	1,86							
							PROM	46,26	45,34	28,16	2,67	2,32	1,84
PROM	48,22	47,02	25,65	3,62	3,53	2,33							

Valores promedio entre Junio y Julio 2024


ACERA TRAMO 1.1							CICLO VÍA TRAMO 1.1						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	62,2	62,4	42,5	3,4	2,9	1,8	P1	58,8	57,6	45,1	3,6	3,3	2,5
P2	68,9	71,8	48,1	3,6	3,5	1,8	P2	57,8	51,0	36,8	3,3	3,1	2,2
P3	67,2	67,8	45,9	3,4	3,2	1,9	P3	56,2	56,3	42,0	3,6	3,4	2,5
P4	62,5	58,3	44,0	3,2	2,9	1,7	P4	54,5	51,8	41,4	3,5	3,4	2,4
P5	55,6	57,6	43,5	3,5	3,2	1,7	P5	45,5	44,9	32,3	2,7	2,5	2,0
P6	59,3	48,4	37,7	3,9	3,7	2,4	P6	49,5	46,9	36,3	2,9	2,8	2,0
P7	52,2	52,0	38,9	3,1	2,6	1,9	P7	44,4	42,6	29,3	2,7	2,4	1,9
P8	37,9	34,6	25,0	2,1	1,6	1,5	P8	50,9	49,3	35,3	3,5	3,2	2,3
P9	41,4	38,8	27,3	2,3	1,9	1,6	P9	51,4	48,7	34,7	3,8	3,7	2,4
P10	42,2	44,4	28,2	1,9	1,5	1,5	P10	52,2	50,8	34,9	3,8	3,3	2,3
P11	48,0	47,8	30,8	1,9	1,8	1,1	P11	53,1	52,8	38,2	3,8	3,5	2,5
P12	48,8	48,4	31,4	2,0	2,0	1,6							
P13	51,3	54,1	33,1	1,7	1,5	1,4							
P14	55,0	54,0	33,3	1,9	1,5	1,1							
PROM	53,74	52,88	36,40	2,70	2,41	1,63	PROM	52,20	50,22	36,94	3,37	3,15	2,27
ACERA TRAMO 1.2							CICLO VÍA TRAMO 1.2						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	58,1	59,0	36,9	3,2	3,1	1,8	P1	58,1	56,5	40,3	3,6	3,5	2,1
P2	60,7	58,7	37,6	3,4	3,2	1,9	P2	56,7	56,4	38,7	3,4	3,4	1,7
P3	61,9	61,5	40,6	3,3	3,0	1,9	P3	58,8	58,1	43,3	3,5	3,3	1,8
P4	60,4	60,0	41,0	3,2	2,9	1,8	P4	54,1	50,2	40,0	3,5	3,2	1,7
P5	58,7	58,2	40,2	3,3	3,1	1,8	P5	34,7	31,4	23,1	2,7	2,5	1,5
P6	63,6	60,5	40,6	3,5	3,2	2,1	P6	38,1	31,9	23,3	2,5	2,2	1,4
P7	48,7	45,2	34,3	3,0	2,8	1,8	P7	34,9	31,1	21,0	2,6	2,4	1,6
P8	32,3	31,6	18,0	1,9	1,6	1,2	P8	52,2	39,8	22,7	3,3	2,6	2,1
P9	42,5	39,4	30,6	1,9	1,7	1,3	P9	62,0	56,6	34,4	3,6	3,3	2,5
P10	38,9	44,2	30,5	1,7	1,6	1,1	P10	65,1	60,8	34,5	3,7	3,3	2,4
P11	50,1	45,8	40,8	1,6	1,6	1,1	P11	59,5	57,9	31,3	3,4	3,1	2,2
P12	59,5	56,2	39,5	1,8	1,6	1,2							
P13	53,0	49,2	30,1	1,7	1,7	1,3							
P14	41,0	38,3	27,6	2,0	1,5	1,5							
PROM	52,09	50,56	34,87	2,55	2,32	1,56	PROM	52,20	48,26	32,06	3,26	2,99	1,90
ACERA TRAMO 1.3							CICLO VÍA TRAMO 1.3						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	57,8	50,0	30,9	2,8	2,8	1,9	P1	50,4	46,9	32,9	3,0	2,9	1,7
P2	49,3	44,9	25,4	2,8	2,6	1,7	P2	45,6	40,5	34,1	3,0	2,6	1,7
P3	48,3	42,7	28,3	3,6	3,2	2,5	P3	27,1	26,3	19,3	1,9	1,9	1,2
P4	42,8	41,6	24,1	1,6	1,4	1,0	P4	35,3	30,5	21,1	2,5	2,1	1,4
P5	43,1	37,2	29,7	1,9	1,8	1,9	P5	33,1	30,5	19,7	2,4	2,2	1,4
P6	40,8	34,9	22,0	1,7	1,7	1,3	P6	35,9	31,8	22,1	2,6	2,3	1,5
P7	40,3	35,1	25,1	1,7	1,7	1,1	P7	37,6	33,0	23,8	2,9	2,8	1,7
P8	35,2	31,9	22,3	1,7	1,6	1,2	P8	51,5	44,1	28,5	2,9	2,4	1,5
P9	33,6	30,2	21,5	2,1	2,0	1,3	P9	50,9	47,0	31,0	3,0	2,7	1,9
P10	30,6	30,7	18,3	2,0	1,9	1,5	P10	59,5	54,9	35,8	3,7	3,2	2,3
P11	39,6	30,3	23,4	1,8	1,7	1,1	P11	62,1	50,7	34,5	3,9	3,4	2,4
P12	40,1	38,7	28,0	1,7	1,8	1,3							
P13	54,4	51,1	39,6	1,5	1,5	1,3							
P14	56,7	48,2	37,2	2,2	1,9	1,6							
PROM	43,74	39,12	26,84	2,09	1,97	1,47	PROM	44,44	39,64	27,54	2,88	2,58	1,69
ACERA TRAMO 2.1							CICLO VÍA TRAMO 2.1						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	42,0	41,1	20,1	4,2	3,9	2,8	P1	34,3	34,3	17,6	2,2	2,1	1,5
P2	43,0	40,5	19,9	4,1	3,9	2,6	P2	27,6	27,3	14,5	2,1	1,7	1,2
P3	39,9	38,1	18,7	2,6	2,1	1,6	P3	25,7	24,3	15,1	3,7	3,4	1,9
P4	34,7	31,1	17,6	1,7	1,2	0,9	P4	21,5	19,3	12,8	3,7	3,4	2,0
P5	34,1	32,6	17,7	1,8	1,3	1,0	P5	26,3	23,9	13,8	3,8	3,7	2,2
P6	30,5	28,7	17,1	2,1	1,5	1,5	P6	23,9	22,4	12,2	4,0	3,7	2,2
P7	28,0	27,7	14,6	2,8	2,5	1,9	P7	25,4	24,3	15,5	4,2	4,1	2,9
P8	26,1	24,2	14,2	2,8	2,5	1,7	P8	23,6	21,8	15,3	4,5	4,3	3,1
P9	26,2	23,4	15,2	2,4	2,3	1,5	P9	26,0	23,5	16,9	4,7	4,0	3,0
P10	21,0	18,8	12,7	2,4	2,0	1,1	P10	28,2	26,0	20,1	4,9	4,3	3,0
P11	33,0	30,2	19,7	2,4	2,2	1,2	P11	37,6	34,3	23,1	4,6	4,5	3,4
P12	38,8	36,8	22,2	2,5	2,2	1,4							
P13	28,8	27,4	17,9	2,9	2,3	1,6							
PROM	32,76	30,82	17,50	2,67	2,29	1,59	PROM	27,29	25,57	16,08	3,85	3,56	2,39


ACERA TRAMO 2.2							CICLO VÍA TRAMO 2.2						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)	E (lux)	E (lux)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	Puntos	E (lux)	E (lux)	E (lux)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)
P1	51,4	47,6	24,9	3,0	2,8	2,2	P1	41,9	37,4	26,3	3,5	3,6	2,5
P2	55,2	51,7	28,0	3,3	3,1	2,2	P2	41,4	37,6	28,2	3,5	3,6	2,4
P3	50,8	49,4	27,9	2,1	1,9	1,4	P3	43,5	38,4	27,2	3,4	3,0	2,3
P4	39,5	39,7	21,3	1,4	1,2	0,7	P4	38,8	35,1	26,6	3,2	2,9	2,2
P5	44,4	43,3	25,8	1,4	1,3	1,2	P5	39,1	36,9	29,3	3,3	3,0	2,2
P6	35,6	34,0	26,1	1,7	1,5	1,1	P6	42,9	39,3	32,6	3,4	3,6	2,4
P7	29,3	28,7	19,7	2,0	1,8	1,5	P7	48,2	43,7	36,8	3,7	3,5	2,5
P8	28,8	27,1	19,0	2,1	2,0	1,3	P8	54,6	51,1	42,9	3,8	3,8	2,6
P9	23,3	22,4	17,4	2,1	2,0	1,4	P9	59,6	55,6	46,8	4,1	3,8	2,7
P10	35,4	35,4	27,7	2,0	1,9	1,4	P10	65,0	57,6	49,7	4,2	4,0	2,9
P11	44,5	41,4	33,2	2,1	2,0	1,5	P11	68,4	60,8	52,5	4,2	4,3	3,0
P12	64,2	59,6	47,4	2,4	2,1	1,4							
P13	66,8	58,9	43,4	2,4	2,0	1,6							
PROM	43,78	41,48	27,84	2,15	1,96	1,46	PROM	49,40	44,87	36,26	3,66	3,55	2,51
ACERA TRAMO 2.3							CICLO VÍA TRAMO 2.3						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)	E (lux)	E (lux)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	Puntos	E (lux)	E (lux)	E (lux)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)
P1	57,4	50,7	28,8	3,2	2,9	2,1	P1	61,2	58,9	36,5	4,1	3,9	3,0
P2	62,4	54,6	33,4	3,5	3,2	2,2	P2	60,6	58,1	35,3	4,0	3,7	2,9
P3	61,3	56,0	34,9	1,9	1,7	1,5	P3	53,1	51,4	32,6	3,9	3,6	2,8
P4	58,9	53,5	35,8	1,6	1,4	1,0	P4	54,1	52,1	31,3	3,8	3,5	2,6
P5	57,5	54,8	32,2	1,8	1,7	1,6	P5	49,7	46,7	27,9	3,7	3,3	2,6
P6	45,3	42,0	28,2	2,4	2,3	2,0	P6	46,9	42,0	26,3	3,5	3,3	2,4
P7	39,3	35,0	24,6	2,1	2,0	1,7	P7	45,3	40,6	24,3	3,7	3,3	2,2
P8	37,5	31,4	21,1	2,4	2,2	1,5	P8	44,3	39,5	23,9	3,4	3,0	1,9
P9	28,6	23,4	17,1	2,3	2,1	1,4	P9	47,9	44,5	25,3	3,4	3,1	2,2
P10	31,3	26,8	16,7	2,2	2,0	1,5	P10	46,1	44,8	24,4	3,2	2,8	2,1
P11	35,0	28,8	16,2	2,0	1,8	1,6	P11	43,1	40,1	21,8	3,2	2,7	2,1
P12	48,0	44,9	23,4	2,0	1,9	1,7							
P13	44,3	40,9	21,4	2,3	1,7	1,8							
PROM	46,69	41,75	25,70	2,27	2,07	1,66	PROM	50,20	47,15	28,13	3,63	3,28	2,44
ACERA TRAMO 2.4							CICLO VÍA TRAMO 2.4						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)	E (lux)	E (lux)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	Puntos	E (lux)	E (lux)	E (lux)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)
P1	47,1	44,8	17,5	4,3	3,5	2,3	P1	46,8	44,0	24,7	3,3	2,9	2,4
P2	53,3	48,4	23,6	4,7	3,6	3,1	P2	43,9	41,6	25,4	2,7	2,6	2,2
P3	49,0	44,7	20,0	2,3	2,0	1,5	P3	43,4	40,0	23,6	3,0	2,8	2,3
P4	43,4	40,3	23,7	1,4	1,3	1,0	P4	42,3	40,3	22,7	3,0	2,5	2,1
P5	42,0	39,6	20,8	1,3	1,2	1,1	P5	40,5	38,2	21,3	2,9	2,4	2,0
P6	40,7	38,8	20,2	1,3	1,4	1,3	P6	38,0	33,4	20,4	2,9	2,5	2,2
P7	42,1	39,9	20,3	1,6	1,4	1,3	P7	37,7	34,6	19,3	2,9	2,5	2,0
P8	28,8	24,8	15,7	1,4	1,4	1,5	P8	37,3	34,9	19,0	3,0	2,4	2,1
P9	36,7	34,3	18,6	2,5	2,6	2,0	P9	44,9	43,0	22,6	3,0	2,6	2,1
P10	41,4	37,0	19,3	4,6	4,6	3,3	P10	44,8	43,2	23,6	3,1	2,7	2,2
P11	42,5	40,4	22,1	4,1	3,8	3,1	P11	46,9	44,6	24,7	3,1	2,7	2,2
P12	47,8	45,8	24,2	4,7	3,9	2,9							
P13	54,4	52,2	25,7	5,0	4,6	3,3							
PROM	43,79	40,85	20,90	3,02	2,71	2,12	PROM	42,41	39,80	22,48	2,99	2,60	2,16
ACERA TRAMO 2.5							CICLO VÍA TRAMO 2.5						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)	E (lux)	E (lux)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	Puntos	E (lux)	E (lux)	E (lux)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)	L(cd/m ²)
P1	56,2	53,1	27,5	5,0	4,7	2,3	P1	50,9	48,8	28,6	3,8	3,3	1,8
P2	57,5	53,4	29,7	5,2	4,8	2,6	P2	45,7	44,4	27,6	3,2	2,8	1,6
P3	54,7	52,1	29,6	5,4	5,0	2,6	P3	44,8	42,0	28,6	3,3	2,9	1,7
P4	48,6	47,7	28,2	4,7	4,5	2,2	P4	51,4	49,2	31,9	3,5	3,0	1,7
P5	51,5	47,5	29,2	4,7	4,4	2,6	P5	52,1	50,0	33,6	3,5	2,9	1,8
P6	53,6	49,1	32,0	4,9	4,6	2,4	P6	54,0	50,9	34,0	3,5	3,2	2,0
P7	52,5	47,8	31,3	5,1	4,6	2,7	P7	56,1	53,8	37,6	4,0	3,7	2,0
P8	54,7	50,4	34,0	5,5	5,1	2,8	P8	59,4	54,8	39,8	3,9	3,5	2,0
P9	56,0	51,8	36,2	5,1	4,7	2,8	P9	57,1	52,3	36,9	3,7	3,4	2,0
P10	58,3	53,5	34,3	4,6	4,1	2,4	P10	56,2	50,7	36,8	3,6	3,4	2,1
P11	54,7	52,4	29,6	2,5	2,3	1,9	P11	54,8	49,7	35,1	3,9	3,4	2,1
P12	52,8	51,1	31,7	2,0	1,7	1,0							
P13	52,4	50,9	31,5	2,1	1,9	1,4							
PROM	54,11	50,84	31,13	4,36	4,03	2,29	PROM	52,96	49,71	33,68	3,61	3,24	1,90

ACERA TRAMO 2.6							CICLO VÍA TRAMO 2.6						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L (cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L (cd/m ²)		
P1	54,1	48,4	23,3	4,5	4,3	2,2	P1	53,2	50,9	25,2	4,5	4,1	2,4
P2	56,2	49,2	24,4	4,7	4,3	2,4	P2	48,8	46,8	23,9	3,8	3,4	2,1
P3	31,2	31,0	15,1	3,8	3,6	2,0	P3	44,2	42,0	21,6	5,0	4,7	2,8
P4	19,7	17,1	11,9	2,3	1,8	0,9	P4	39,6	36,5	20,6	3,9	3,6	2,2
P5	38,3	30,1	20,1	1,7	1,4	1,0	P5	34,6	30,5	16,8	4,6	4,1	2,6
P6	40,2	36,3	20,7	1,8	1,4	1,1	P6	30,1	25,3	13,2	4,7	4,1	2,3
P7	34,7	29,7	18,5	1,7	1,4	1,4	P7	24,8	21,9	12,3	4,3	3,8	2,1
P8	24,7	21,5	12,8	1,7	1,3	0,9	P8	25,8	22,4	12,4	3,9	3,4	1,9
P9	21,9	18,2	11,4	2,9	2,6	1,5	P9	26,1	23,1	12,4	3,0	2,7	2,0
P10	28,6	22,0	14,1	2,9	2,6	1,4	P10	24,9	23,4	15,7	2,9	2,7	1,6
P11	26,9	21,5	14,1	2,9	2,7	1,5	P11	25,9	23,7	13,8	3,0	2,8	1,3
P12	36,6	33,4	20,7	2,7	2,3	1,4							
P13	27,9	24,6	12,4	2,6	2,4	1,3							
PROM	33,93	29,46	16,87	2,77	2,47	1,48	PROM	34,37	31,52	17,08	3,96	3,57	2,11
ACERA TRAMO 2.7							CICLO VÍA TRAMO 2.7						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L (cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L (cd/m ²)		
P1	49,7	47,5	22,1	4,1	3,6	2,2	P1	45,5	42,0	21,0	4,2	3,7	2,4
P2	50,4	46,1	22,1	4,0	3,6	1,9	P2	33,9	29,6	17,3	3,3	2,9	1,6
P3	42,4	38,6	19,4	2,3	2,0	1,4	P3	31,5	26,6	17,9	2,8	2,5	1,9
P4	45,0	36,9	21,7	1,8	1,6	0,9	P4	32,8	27,6	16,7	3,4	2,7	2,3
P5	40,9	36,3	18,8	1,7	1,4	1,3	P5	30,6	28,0	17,0	2,9	2,5	2,3
P6	34,1	31,8	18,6	1,9	1,8	1,4	P6	30,7	25,3	16,7	2,9	2,6	2,2
P7	31,7	27,9	16,6	2,0	1,9	1,3	P7	29,4	25,4	15,3	3,1	2,6	2,2
P8	30,5	27,4	17,8	2,0	1,7	1,2	P8	32,2	27,2	19,8	2,9	2,7	2,4
P9	31,5	26,6	17,0	2,2	2,0	1,1	P9	37,8	33,7	22,4	3,4	2,8	2,2
P10	38,2	34,0	18,9	3,6	3,0	1,6	P10	40,3	35,9	18,6	3,8	3,2	2,5
P11	41,7	38,6	21,7	3,6	2,9	1,8	P11	45,5	40,6	23,8	3,7	3,5	2,1
P12	44,0	39,3	22,1	4,2	3,7	2,4							
P13	48,6	39,0	22,6	4,6	4,1	2,3							
PROM	40,67	36,17	19,94	2,92	2,56	1,60	PROM	35,48	31,09	18,78	3,31	2,88	2,19
ACERA TRAMO 2.8							CICLO VÍA TRAMO 2.8						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L (cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L (cd/m ²)		
P1	47,1	42,9	23,4	1,5	1,4	1,0	P1	49,2	47,7	24,2	4,0	3,7	2,1
P2	50,2	45,5	23,3	1,8	1,6	1,1	P2	44,6	43,1	23,3	3,5	3,1	1,9
P3	54,6	51,0	25,8	5,5	4,7	2,9	P3	48,9	47,9	26,8	3,9	3,7	3,1
P4	52,8	49,9	26,2	5,3	4,6	2,7	P4	48,1	44,5	26,4	3,8	3,7	3,1
P5	52,2	47,5	25,7	5,6	5,4	3,1	P5	45,9	42,8	25,9	4,1	3,9	2,9
P6	49,7	45,4	24,2	5,5	5,1	3,0	P6	41,1	39,2	22,7	3,4	3,2	2,6
P7	46,5	41,9	24,3	4,9	4,6	2,6	P7	37,7	33,6	20,5	3,5	3,1	2,5
P8	47,2	42,1	24,7	4,9	4,5	2,6	P8	33,3	32,0	18,5	3,1	2,7	2,4
P9	48,3	43,3	25,4	5,1	4,7	2,7	P9	34,3	30,4	16,8	3,2	2,8	2,2
P10	45,7	38,1	21,2	4,8	4,4	2,4	P10	30,2	26,8	16,3	3,2	2,8	2,2
P11	40,7	34,1	19,4	4,9	4,6	2,7	P11	26,8	24,5	15,1	3,1	2,7	2,2
P12	43,7	39,8	20,6	5,1	4,9	2,2							
P13	46,0	42,4	21,2	5,3	4,9	2,7							
PROM	48,06	43,37	23,47	4,62	4,27	2,44	PROM	40,00	37,49	21,51	3,53	3,23	2,46
ACERA TRAMO 2.9							CICLO VÍA TRAMO 2.9						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L (cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L (cd/m ²)		
P1	43,9	42,2	23,9	4,0	3,6	2,2	P1	38,3	37,0	20,9	2,5	2,3	1,9
P2	49,0	46,2	26,0	4,2	3,9	2,7	P2	25,8	22,5	15,6	1,9	1,6	1,5
P3	47,2	44,0	22,1	4,4	4,0	2,5	P3	21,1	19,7	14,0	2,3	2,0	1,6
P4	41,8	37,9	19,6	3,6	3,3	2,1	P4	23,4	21,3	13,8	2,4	2,2	1,7
P5	39,3	35,9	18,8	3,8	3,6	2,0	P5	20,0	17,9	11,4	2,5	2,4	1,8
P6	36,6	33,1	17,1	3,8	3,5	2,1	P6	21,0	18,9	12,0	2,4	2,3	1,8
P7	31,2	28,6	16,1	3,8	3,4	2,2	P7	16,2	15,0	10,2	2,3	2,0	1,7
P8	24,4	22,8	13,0	3,3	2,9	1,9	P8	13,4	12,2	9,4	2,2	1,9	1,6
P9	16,4	14,9	12,1	2,3	2,0	1,6	P9	13,8	12,4	9,5	2,3	2,2	1,8
P10	14,1	13,6	10,1	2,6	2,4	1,8	P10	34,7	32,0	20,4	2,6	2,4	2,0
P11	13,3	13,3	9,1	3,0	2,9	2,0	P11	47,1	43,0	24,5	3,1	2,9	2,6
P12	36,5	31,9	19,2	3,8	3,6	2,5							
P13	52,1	48,6	26,7	4,5	3,9	2,6							
PROM	34,28	31,78	17,98	3,64	3,32	2,18	PROM	24,98	22,88	14,70	2,42	2,20	1,81


ACERA TRAMO 2.10							CICLO VÍA TRAMO 2.10						
Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00	Hora:	20:00	21:00	22:00	20:00	21:00	22:00
Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)			Puntos	E (lux)			L(cd/m ²)		
P1	57,1	55,0	25,8	2,3	1,5	1,3	P1	51,8	50,1	24,7	3,7	3,5	2,6
P2	51,0	49,8	24,0	2,4	1,9	1,3	P2	45,9	42,3	24,5	3,5	3,1	2,6
P3	58,3	56,0	26,3	5,0	4,8	2,9	P3	51,9	49,1	28,7	4,2	3,6	3,2
P4	59,4	55,9	28,2	5,0	4,8	2,9	P4	54,0	52,1	30,0	3,9	3,6	3,1
P5	56,0	54,6	28,6	4,8	4,3	2,9	P5	56,1	55,4	30,4	4,5	4,1	3,5
P6	54,9	52,7	30,4	4,9	4,5	3,0	P6	51,7	49,5	29,1	4,4	4,0	3,4
P7	54,8	52,6	29,7	5,0	5,0	3,1	P7	48,1	44,7	26,3	4,1	3,7	3,2
P8	48,2	44,6	25,4	4,9	4,6	3,0	P8	47,7	43,3	25,0	3,8	3,6	2,9
P9	47,1	43,4	22,5	4,9	4,7	3,1	P9	43,2	40,5	23,0	3,5	3,5	2,9
P10	42,0	38,6	20,8	4,8	4,7	2,9	P10	43,6	42,5	24,2	3,8	3,5	2,8
P11	40,4	31,3	21,2	4,7	4,4	2,9	P11	44,7	41,8	22,9	3,9	3,2	2,7
P12	42,8	34,6	23,1	4,6	4,2	2,7							
P13	46,6	37,4	24,5	3,9	3,9	2,9							
PROM	50,67	46,64	25,44	4,39	4,10	2,67	PROM	48,96	46,49	26,25	3,91	3,58	2,98

Anexo 11. Materiales para LED fotovoltaica





Para los espacios / vías peatonales de la Avenida: Elia Liut, se presenta nuestra Oferta Económica por 15 x Luminarias LED Solares AIO (All-in One) STREETLIGHT 60[W] – 5000[°K].

CANT.	UNL.	MARCA	DESCRIPCIÓN	ID DE PRODUCTO	OBSERVACIONES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO DE ENTREGA	IMAGEN DE REFERENCIA
15	[4]	LEDVANCE	SOLAR STREETLIGHT 60[W] – 11100[lm] – 5000[K]	-	- POTENCIA NOMINAL: 60[W]. - FLUJO LUMINOSO: 11.000[lm]. - EFICIENCIA: 185[lm/W]. - TEMPERATURA DE COLOR: 5000[K]. - ÍNDICE DE PROTECCIÓN: IP66. - PROTECCIÓN CONTRA IMPACTOS MECÁNICOS: IK07.	\$ 593,82	\$ 8.907,23	INMEDIATA	
SUBTOTAL:							\$ 8.907,23	-	-
IVA (15[%]):							\$ 1.336,08		
TOTAL:							\$ 10.243,31		



Av. Gil Ramírez Dávalos 3-48 y Elia Liut
0190055507001 - Cuenca - Ecuador

<p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">ALMACEN JUAN MONTERO CIA. LTDA.</p> <p style="font-size: 0.8em;">RUC: 0190055507001 Dirección Sucursal: ALMACEN JUAN MONTERO CIA LTDA AV. GIL RAMÍREZ DÁVALOS 3-48 ELIA LIUT CUENCA 01 0101 Ecuador Número Contribuyente Especial: 0636 Ambiente: Producción Emisión: Normal Obligado a llevar contabilidad: Sí</p>	<p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Factura</p> <p style="font-size: 1.1em; font-weight: bold;">001-002-000271493</p> <p style="font-size: 0.8em;">Número de autorización: 0404202401019005550700120010020002714933121521415</p>  <p style="font-size: 0.8em;">Clave de acceso: 0404202401019005550700120010020002714933121521415</p>
---	---

Razón Social/Nombres y Apellidos: FUNDACIÓN AMARU
RUC: 0190503674001
AUTOPISTA CUENCA AZOGUEZ
KM 10.5

Fecha de factura: 04/04/2024

Fecha de vencimiento: 04/04/2024

Origen: S13190

Código Principal	Código Alt.	Descripción	U. M.	Cantidad	P. U	Desc.%	P.U. Real	Total
460236	SBLHL120	POSTE ORNAMENTAL GALV. 6M GRIS/VERDE/NEG	Uni	15.0	292,500000	27,56	\$ 211,89	\$ 3.655,06

Base imponible	\$ 3.178,31
IVA 15%	\$ 476,75
Total	\$ 3.655,06

Métodos de pago

Otros con utilización del sistema financiero \$ 3.655,06