PROYECTO DE INVERSIÓN
"CONSTRUCCIÓN ETAPA I DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA ESENCIAL PARA LA HABILITACIÓN DE ÁREAS DE FORMACIÓN EDUCATIVA DEL CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

REQUISITOS GENERALES

COMPONENTE 1.1.11 DISEÑO ACOMETIDAS, REDES BAJA Y MEDIA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO

GOBERNACIÓN DE ARAUCA – SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
Calle 20 Carrera 21 Esquina, Telefax 8851946; Código Postal 810001
Arauca-Arauca (Colombia). E-mail: sac@sedarauca.edu.co

NIT. 800102838 - 5

CIRCUITO VIAL ACCESO PRINCIPAL

CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL COMPLEJO "PARQUE DE LA VIDA"

COMPONENTE 1.1.11 – DISEÑO ACOMETIDAS, REDES & ALUMBRADO PÚBLICO

DIEGO GUSTAVO CORONEL BONILLA
INGENIERO ELECTRICISTA
MP No. 54202-152017 NTS

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 266 DE 2025
CONTRATISTA: CONSORCIO CAMPUS UNIVERSITARIO
R/ EDWIN YESID SANCHEZ BERRIOS

CONTRATO DE INTERVENTORIA No. 289 DE 2025
CONTRATISTA: CONSORCIO INTERDISEÑOS
R/ RENAN LÓPEZ MORENO

ARAUCA
OCTUBRE 2025

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

TABLA DE CONTENIDO

1 OBJETIVO 1
1.1 OBJETIVO GENERAL 1
2 NORMAS Y REFERENCIAS 1
2.1 DISPOSICIONES LEGALES 1
2.2 NORMAS APLICABLES 1
2.3 BIBLIOGRAFÍA 1
2.4 PROGRAMAS DE CÁLCULO 1
2.5 DEFINICIONES 1
2.6 *REQUISITOS DE DISEÑO* 3
3 ANÁLISIS 4
3.1 Demandas Visuales 4
3.2 Resultados de simulación 5
3.2.1 Demandas Emocionales 6
3.2.2 Variables Económicas y Energéticas 6
3.3 PLANIFICACIÓN BÁSICA 6
3.4 MEMORIAS DESCRIPTIVAS 6
3.4.1 Selección de Luminarias 6
3.4.2 Montaje y Diseño Geométrico 6
3.4.3 Análisis Económico y Presupuesto del Proyecto 8
3.5 LISTADO DE LUMINARIAS GEOREFERENCIADAS 8
3.6 PROPUESTA DE USO RACIONAL DE ENERGÍA (URE – USO RACIONAL DE LA ENÉRGIA) 8
3.7 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN, CONTROL Y CONTROL ELÉCTRICO 8
3.7.1 Tipo de interruptores de control 8
3.7.2 Consideraciones para sistemas de control 9
4 DISEÑO REDES MEDIA TENSIÓN Y SISTEMA DE BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO 9
4.1 DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA Y PUNTO DE CONEXIÓN 9
4.2 REQUISITOS DE DISEÑO – DISEÑO DETALLADO 9
4.2.1 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos 10
4.2.2 Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección. 17
4.2.3 Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos .. 22
4.2.4 Coordinación de aislamiento eléctrico 23

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

4.2.5 Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra 24

4.2.6 Análisis del nivel tensión requerido 24

4.2.7 Cálculos de campos electromagnéticos 24

4.2.8 Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga 24

4.2.9 Sistema de puesta a tierra 25

4.2.10 Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía 25

4.2.11 Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo con la norma IEC 60909 u otra equivalente 25

4.2.12 Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación 26

4.2.13 Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A 29

4.2.14 Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.) 29

4.2.15 Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia 31

4.2.16 Cálculos de regulación de tensión 31

4.2.17 Áreas clasificadas como peligrosas 31

4.2.18 Diagramas unifilares 31

4.2.19 Planos eléctricos para construcción 31

4.2.20 Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares 31

4.2.21 Distancias de seguridad o servidumbre requeridas 32

4.3 Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales 33

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 41

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guaratarros
Arauca Arauca

1 OBJETIVO

1.1 OBJETIVO GENERAL

Este proyecto tiene como objeto el estudio técnico para el alumbrado público de la vía de acceso, ciclorruta, senderos peatonales del campus universitario implantado en la zona norte del predio donde se desarrollará el complejo educativo, patrimonial y turístico Parque de la Vida para construir la paz en el municipio de Saravena. El estudio se hará usando iluminación tipo LED de última tecnología y de la más alta eficiencia energética, alimentadas mediante sistema solar fotovoltaico, con la que se consigue comodidad y confort para el ojo humano, dando cumplimiento a las pautas que dictan los reglamentos y normatividad eléctrica y vial.

2 NORMAS Y REFERENCIAS

2.1 DISPOSICIONES LEGALES

Reglamentación eléctrica:

- RETIE. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, actualización 2024.
- RETILAP. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, actualizado 2024.
- Norma Técnica ENELAR E.S.P.

2.2 NORMAS APLICABLES

- NTC 2050. Código Eléctrico Colombiano.
- NTC 900. Reglas Generales y Especificaciones para el Alumbrado Público.

2.3 BIBLIOGRAFÍA

Catálogo CELSA, PROCABLES, CENTELSA, POSTES Y TAPAS, DIMEL.

2.4 PROGRAMAS DE CÁLCULO

Se empleó el software DIALux EVO 7. y el software del fabricante CELSA para cálculo exterior de Iluminación de la vía de acceso, ciclo ruta, senderos peatonales.

2.5 DEFINICIONES

Las siguientes definiciones fueron tomadas de la sección 120.1 "Definiciones" del RETILAP.

Alcance: Característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del camino. Las luminarias se clasifican en: alcance corto, medio o largo.

Altura de montaje: Distancia vertical entre la superficie de la vía por iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria.

Bombilla o lámpara: Término genérico para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre. Por extensión, el término también es usado para denotar fuentes que emiten radiación en regiones del espectro adyacente a la zona visible.

Coeficiente de utilización (CU ó K): Relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria.

Curva ISO lux: Línea que une todos los puntos que tienen la misma luminancia en el plano horizontal, para una altura de montaje de 1 m ó 10 m y un flujo luminoso de 1 000 lm.

Flujo luminoso (Φ): Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el Lumen (lm).

Iluminancia (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el Lux.

Plano de trabajo: Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser medidos y especificados.

Balasto: Unidad insertada en la red y una o más bombillas de descarga, la cual, por medio de inductancia o capacitancia o la combinación de inductancias y capacitancias, sirve para limitar la corriente de la(s) bombilla(s) hasta el valor requerido. El balasto puede constar de uno o más componentes. Puede incluir, también medios para transformar la tensión de alimentación y arreglos que ayuden a proveer la tensión de arranque, prevenir el arranque en frío, reducir el efecto estroboscópico, corregir el factor de potencia y/o suprimir la radio interferencia.
Depreciación lumínica: Disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa.

Deslumbramiento: Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incómodo e incapacitivo. Nota. La magnitud de la sensación del deslumbramiento depende de factores como el tamaño, la posición y la luminancia de la fuente, el número de fuentes y la luminancia a la que los ojos están adaptados.

Diagrama polar: Gráfica que representa en coordenadas polares la distribución de las intensidades luminosas en planos definidos. Generalmente se representan los planos C = 0° - 180°, C = 90° - 270° y plano de intensidad máxima.

Eficacia luminosa de una fuente: Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lumen/watt (lm/W). Nota. El término eficiencia luminosa se usó ampliamente en el pasado para denominar este concepto.

Eficiencia de una luminaria: Relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior.

Factor de utilización de la luminaria (k): Relación entre el flujo luminoso que llega a la calzada (flujo útil) y el flujo total emitido por la luminaria. Usualmente se aplica este término cuando se refiere a luminarias de alumbrado público. También se conoce como Coeficiente de Utilización (CU).

Lumen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.

Luminancia (L): En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado. (Cd/m2).

Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

UGR: Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) Nº 117.

2.6 REQUISITOS DE DISEÑO

A continuación, se encuentran los parámetros de importancia para el desarrollo de las memorias de diseño de iluminación de alumbrado público, que para este caso consiste, en una instalación de catalogado alumbrado público de vía de acceso, ciclo ruta, senderos peatonales. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía, siendo estas vías catalogadas como M4 de acuerdo con lo establecido en el RETILAP versión 2024, en función de los principios básicos descritos en el siguiente diagrama.



En este proyecto se tiene en cuenta las recomendaciones del RETILAP en su capítulo 3, aclarando que el objeto del alumbrado público es proporcionar la visibilidad adecuada para el desarrollo normal de las actividades en espacios de vías y zonas comunes de libre circulación. Para esto se debe tener en cuenta la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual, aplicando la cantidad y calidad de la luz sobre el área observada y de acuerdo con el trabajo visual requerido.

3 ANÁLISIS

3.1 Demandas Visuales

- **Objeto y Alcance:** El alcance de los diseños de iluminación se limitan a la iluminación de las vías intervenidas descritas en los planos anexos.
- **Parámetros fotométricos a cumplir en iluminación exterior:** En consideración con la iluminación exterior se cataloga la vía con una clase de iluminación M4 según a la tabla 3.3.1.1 del RETILAP.

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h/carril)	
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	V>=80	Muy importante	T>1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	45<=V<80	Importante	1000>T>700
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	40<=V<45	Media	700>T>500
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	30<=V<40	Reducida	500>T>300
M5	Vías secundarias en barrios	Muy reducida	20<=V<30	Muy reducida	300>T>150
M6	Vías dentro de conjuntos residenciales cerrados y condominios.	Muy reducido	V<20	Muy reducido	T<150

Tabla 1. Clases de iluminación para vías vehiculares.

Para el efecto, una vez realizada la asignación de clase de iluminación principal, se deben tener en cuenta otros factores como son la complejidad de la circulación, la existencia de controles del tráfico, los tipos de usuarios permitidos en la vía y la existencia de separadores.

Descripción de la vía	Tipo de iluminación
Vías de extra alta velocidad, con calzadas separadas exentas de cruces a nivel y con accesos completamente controlados (Autopistas expresas). Con densidad de tráfico y complejidad de circulación (1):	
Alta T>1000 (Veh. /h/carril)	M1
Vías de alta y media velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con confluencias de tráfico, glorietas cruces semaforizados, pasos a nivel y desnivel, diferentes usuarios de vía (3) y separación (2):	
Alta 1000>T>700(Veh. /h/carril)	M2
Vías intermedias y colectoras en entradas de barrios de tráfico urbano, vías distribuidoras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía, vías de barrio en sectores comerciales:	
Medio 700>T>500(Veh. /h/carril)	M3
Descripción de la vía	**Tipo de iluminación**
Bajo 500>T>300(Veh. /h/carril)	M4
Vías de bajo flujo vehicular, vías de barrio o residenciales. Vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías privadas. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Bajo 305>T>150 (Veh. /h/carril)	M5
Bajo 150>T (Veh. /h/carril)	M6

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guaratarros
Arauca Arauca

Tabla 2. Variación en las Clases de iluminación por tipo de vía, complejidad de circulación y control del tràfico.

Una vez definimos los parámetros de selección de vías a trabajar pasamos a definir los valores de simulación a buscar, cumpliendo con todos los parámetros necesarios según montaje y la Inter distancia de las luminarias.

Clase de iluminación	Superficie de la carretera					Ciclorrutas adyacentes				En andenes adyacentes			
	Estado seco												
	Luminancia promedio Lprom (cd/m²)	Uo (min/ (med)	UL (min/ max)	fTI	Relación de entorno mínimo EIR	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)
M1	2.0	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22.5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M2	1,5	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22,5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M3	1,0	0,4	0.6	15	0,30	10 - 15	2	3	2	10 - 15	2	3	2
M4	0,75	0,4	0.6	15	0,30	5 - 7.5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M5	0,50	0,35	0.4	15	0,30	5 - 7.5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M6	0.30	0.35	0.4	20	0,30	3 - 4.5	1	1	0.6	3 - 4,5	1	1	0.6

3.2 Resultados de simulación

Como podemos observar en a la siguiente tabla se observan los resultados de simulación arrojados por el análisis de distribución de luminarias sobre cada sección de vía a evaluar.

VIA DE ACCESO BIBLIOTECA SARAVENA CELSA25-013 18/02/2025

1.5 Resultados de los Cálculos y Parámetros de Uniformidad

Resumen de Resultados de los Cálculos

Cie 140

1 - Acera	Resultados	Eav = 6.54 lux	Emin = 4.41 lux			
2 - Pista Ciclo-Peatonal	Resultados	Eav = 6.51 lux	Emin = 4.63 lux			
4 - Calzada	Resultados	Lav = 0.76 cd/m²	Uo(L) = 0.66	UL = 0.84	fTI = 10.9 %	SR = 0.88 R=0.86 L=0.89
	Obs. 1) [x=-60.00 y=6.85] m	Lav = 0.76 cd/m² *	Uo(L) = 0.66 *	UL = 0.89		
	Obs. 2) [x=-60.00 y=10.15] m	Lav = 0.84 cd/m²	Uo(L) = 0.66	UL = 0.84 *		
	Obs. 3) [x=-60.00 y=6.85] m	Lav = 0.76 cd/m²	Uo(L) = 0.66			
	Obs.Ti [x=8.47 y=6.85] m				fTI = 10.85 % *	
	Lv = 0.15					

Imagen 1. Caja Resultados de simulación de zonas según diseño fotométrico.

3.2.1 Demandas Emocionales

El espacio intervenido en el diseño busca satisfacer demandas sobre el estado de ánimo y emocionales relacionadas con la seguridad de las personas dentro del recorrido de la vía, la identidad y el bienestar de la comunidad beneficiada del proyecto.

3.2.2 Variables Económicas y Energéticas

El proyecto contara con luminaria con una vida útil extensa de 100 mil horas, generando un bajo costo de mantenimiento y de reposición por daños.

3.3 PLANIFICACIÓN BÁSICA

Partiendo del análisis del inicial proyecto, se considera que se debe plantear un sistema de iluminación acorde a las condiciones demandas por la instalación y adicionalmente que cuente con espacios de desplazamiento iluminados de tal forma que genere un desarrollo de actividades más eficiente.

3.4 MEMORIAS DESCRIPTIVAS

3.4.1 Selección de Luminarias

De acuerdo a las necesidades del proyecto y especialmente al requerimiento de iluminación se proyecta la utilización de luminarias técnicamente distribuidas de alumbrado público tipo LED con las siguientes características además se pueden verificar las consideraciones en simulación para cada espacio.

Lista de luminarias

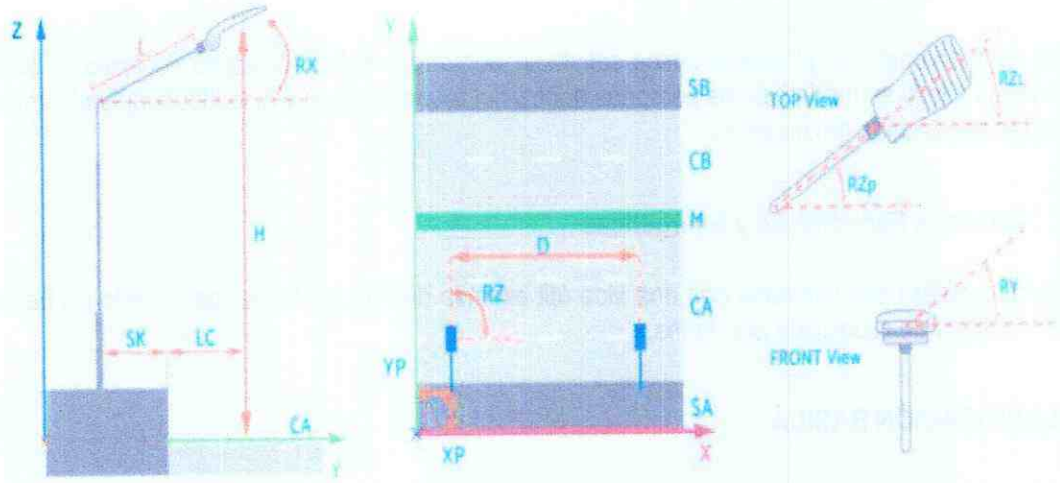
Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico
319356 lm	1944.0 W	164.3 lm/W

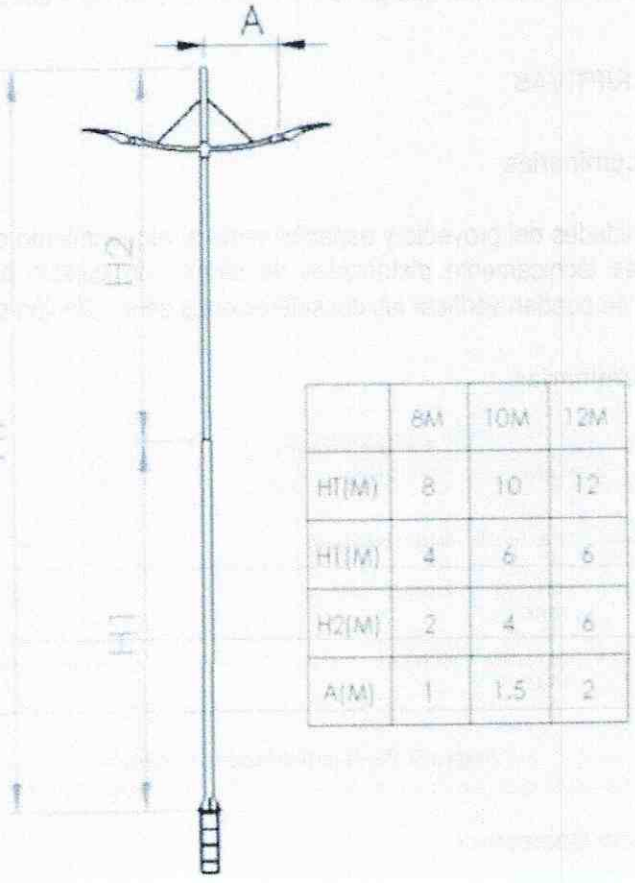
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
30	CELSA S.A.S	MICROLED 18WDC	MICROLED 18WDC	18.0 W	2970 lm	165.0 lm/W
89	CELSA S.A.S	MICROLED II 36WDC	MICROLED II 36WDC	36.0 W	5904 lm	164.0 lm/W

Imagen 2. Planta de distribución de iluminación.

3.4.2 Montaje y Diseño Geométrico

Se proyecta utilizar como sistema de montaje de tipo horizontal y con brazo sencillo 1.0 m y 0.6 m en postes de concreto de 10 metros según sitio.





	8M	10M	12M
HT(M)	8	10	12
H1(M)	4	6	6
H2(M)	2	4	6
A(M)	1	1.5	2

Imagen 3. Montaje de Luminaria.

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guaratarros
Arauca Arauca

3.4.3 Análisis Económico y Presupuesto del Proyecto

Se realiza presupuesto y análisis de precios unitarios los cuales se dejan a consideración del ordenador del gasto.

3.5 LISTADO DE LUMINARIAS GEOREFERENCIADAS

Se detalla la ubicación de las luminarias en las memorias fotométricas y planos anexos de diseño donde se especifica ubicación y dirección de luminarias.

3.6 PROPUESTA DE USO RACIONAL DE ENERGÍA (URE – USO RACIONAL DE LA ENÉRGIA)

Atendiendo lo dispuesto en el RETILAP en el cual trata sobre el Uso Racional y Eficiente de la Energía En Iluminación y particularmente en lo dispuesto en el titulo 3. de proyectos de alumbrado público, el diseño fotométrico y de iluminación tuvo en cuenta lo siguiente:

a) La utilización de luminarias para alumbrado público con fotometrías que permitan alcanzar la mayor interdistancia y menor altura de montaje.
b) Proyección de instalación de luminarias con bajo flujo hemisférico superior.
c) Se usarán conjuntos ópticos procurando el mejor factor de utilización y la mejor eficacia lumínica en el sistema de alumbrado público.
d) Los equipos utilizados para el conjunto eléctrico se encuentran diseñados para tener bajas perdidas de energía.
e) Luminarias con bajo consumo de energía en servicio.

3.7 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN, CONTROL Y CONTROL ELÉCTRICO

El sistema de alimentación será a través de un sistema fotovoltaico mediante almacenamiento de batería a DC por lo que se ajusta según las características técnicas al funcionamiento de las luminarias.

3.7.1 Tipo de interruptores de control

- **Apagador o interruptor:** Medio más básico y antiguo de control que funciona por medio de la interrupción del flujo de electricidad.
- **Temporizadores:** Los temporizadores permiten la operación de luminarias en horarios fijos de rutina o trabajo. Pueden ser de control manual con acceso al usuario para establecer los horarios o a través de un sistema de programación que lo establezca de acuerdo con el día y ubicación geográfica del mismo.
- **Sensores fotoeléctricos:** También son conocidos como sensores foto voltaicos y detectan la incidencia de luz natural en un espacio. La iluminación artificial funciona en respuesta a la cantidad de iluminación natural disponible, pudiendo atenuarse o apagarse. Es de gran importancia la calidad de los sensores y su ubicación para su correcto funcionamiento.

- **Sensores de ocupación:** Se utilizan comúnmente en áreas sin asignación fija o permanente para atenuar o encender/apagar la luz dependiendo de la ubicación o el uso del espacio.

3.7.2 Consideraciones para sistemas de control

Conociendo las características de los sistemas de control existentes en el mercado y de las particularidades de la instalación eléctrica se empleará el sistema fotoeléctrico mediante el panel del sistema fotovoltaico el cual percibirá una reducción de iluminación.

4 DISEÑO REDES MEDIA TENSIÓN Y SISTEMA DE BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO

Se requiere elaborar el diseño y las memorias de cálculo de las instalaciones eléctricas (Red de Media Tensión en configuración abierta), para cambiar de configuración de red monofásica a red trifásica y repotenciar la capacidad de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG existente, además del diseño de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para el sistema de alcantarillado previsto para la etapa constructiva inicial del campus universitario, sistema para el cual se implementa el uso de paneles solares que generan su fuente de alimentación eléctrica para las bombas del sistema de alcantarillado a través de un controlador y baterías que garanticen su funcionamiento constante, la cual es una solución autónoma, ecológica y económica, para el campus universitario objeto de estudios y diseños del contrato de consultoría No. 266 de 2025 y que se implanta dentro del predio Parque de la Vida propiedad de la administración departamental.

Se tiene como reglamentación y normatividad eléctrica para este diseño:

- RETIE. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, actualización 2024.
- Norma Técnica ENELAR E.S.P.
- NTC 2050. Código Eléctrico Colombiano.

4.1 DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA Y PUNTO DE CONEXIÓN

La Empresa de Energía de Arauca -ENEALAR E.S.P, generó certificado de disponibilidad de energía para el primer proyecto de ejecución de obra que se desprende del contrato de consultoria No. 266 de 2025 y cuyo objeto corresponde a: CONSTRUCCIÓN ETAPA I DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA ESENCIAL PARA LA HABILITACIÓN DE ÁREAS DE FORMACIÓN EDUCATIVA DEL CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA, con el punto de conexión nodo físico MP62406.

4.2 REQUISITOS DE DISEÑO – DISEÑO DETALLADO

Título 3 – Diseño De Instalaciones Eléctricas Artículo 3.3.1.1. Diseño Detallado		
Literal	**Descripción**	**Aplica**
a	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos	Si
b	Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección	Si

Título 3 – Diseño De Instalaciones Eléctricas Artículo 3.3.1.1. Diseño Detallado		
Literal	**Descripción**	**Aplica**
c	Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos	No
d	Coordinación de aislamiento eléctrico	Si
e	Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra	No
f	Análisis del nivel tensión requerido	Si
g	Cálculos de campos electromagnéticos	No
h	Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga	No
i	Sistema de puesta a tierra	No
j	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía	Si
k	Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo con la norma IEC 60909 u otra equivalente	Si
l	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación	Si
m	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A	No
n	Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)	Si
o	Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia	No
p	Cálculos de regulación de tensión	No
q	Áreas clasificadas como peligrosas	No
r	Diagramas unifilares	Si
s	Planos eléctricos para construcción	Si
t	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares	Si
u	Distancias de seguridad o servidumbre requeridas	Si
v	Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación	No
w	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas	No
x	Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales	Si

4.2.1 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos

Para evaluar el nivel de riesgo de tipo eléctrico, se aplica la matriz para toma de decisiones plasmada en el RETIE 2024 Libro de instalaciones, 3.3.1.1. Diseño detallado a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

El riesgo eléctrico es una condición peligrosa la cual, al contacto o falla del equipo puede resultar en un shock eléctrico, quemadura por arco eléctrico, por temperatura o explosión, con la mayor utilización de las instalaciones eléctricas de redes de media tensión, se ha observado un aumento en los accidentes originados por contactos directos e indirectos con partes energizadas, incendios de origen eléctricos y exposiciones por arco eléctrico, es por esto que se deben identificar y minimizar todos los riesgos relacionados con una instalación eléctrica; a continuación se mostraran algunas definiciones y la metodología para identificar y minimizar dichos riesgos.

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

El RETIE califica las instalaciones eléctricas como de alto riesgo, cuando estas carecen de protecciones en pro de la integridad de las personas, para evaluar el nivel de riesgo eléctrico del proyecto, se utilizó la metodología de la matriz de análisis de riesgos expuesta del RETIE; en el siguiente punto, se muestra el análisis de algunos factores de riesgo debidos a las subestaciones de poste y a las líneas y sus tablas de acciones de control.

ELABORACIÓN DE MATRIZ O PANORAMA DE RIESGOS

a) Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
b) Definir si el riesgo es potencial o real.
c) Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
d) Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
e) Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
f) Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
g) Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla 9.4.

De acuerdo con el proyecto se diligencio la matriz para cada uno de los posibles riesgos y se realizó el análisis tomando como base la matriz para análisis de riesgo tabla 9.3 RETIE.

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MU ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo.. Requiere permiso especial de trabajo	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (AST) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES)
	ALTO	Minimizarlo. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP Requiere permiso especial de trabajo	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (AST) y el permiso de trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo
	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrarEPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación usar EPP) Requiere permiso especial de trabajo	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Segura (AST) y el de área aprueba el permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido
	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP No Requiere permiso de trabajo	El líder debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o fallar? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las Actividades

	GOLPES POSIBLES CAUSAS: la inadecuada utilización de las herramientas. Utilización de herramientas defectuosas o inapropiadas, No utilización de equipos de protección individual, Posturas forzadas MEDIDAS DE PROTECCION: se deben inspeccionar las herramientas de trabajo antes de iniciar la jornada laboral, revisar las carpetas de inspección de dichas herramientas

RIESGO A EVALUAR	GOLPES	por	HERRAMIENTAS	(al) o (en)	RED PRIMARIA 13200V
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ■ REAL □

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E No ha ocurrido en el sector	FRECUENCIA D ha ocurrido en el sector	FRECUENCIA C ha ocurrido en la empresa	FRECUENCIA B sucede varias veces en el año en la empresa	FRECUENCIA A sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave e irreestructurables interrupcion regional	Contaminacion imposible	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores Salida de subestacion	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos Interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador Ing. Diego Coronel Bonilla | MP: 5N205-97064 | Fecha: Diciembre 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP) Requiere permiso especial de trabajo	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (AST) y el de área aprueba el permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guaratarros
Arauca Arauca

	CAIDAS
	POSIBLES CAUSAS: Un inapropiado uso de los elementos de sucesion y posicion para trabajo seguro en alturas, equipos en mal estado, por posturas indebidas, trabajo forzado en climas no apropiados MEDIDAS DE PROTECCION: se deben inspeccionar las herramientas de trabajo antes de iniciar la jornada laboral, revisar las carpetas de inspeccion de dichas herramientas

RIESGO A EVALUAR	CAIDAS	por	TRABAJOS EN ALTURAS	(al) o (en)	RED PRIMARIA 13200V
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: ha ocurrido en el sector	C: ha ocurrido en la empresa	B: sucede varias veces en el año en la empresa	A: sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion inoperable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de subestacion	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos. Interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes. Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: Ing. Diego Coronel Bonilla | MP: SN205-97364 | Fecha: Diciembre 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	ALTO	Minimizarlo. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostar como se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP Requiere permiso especial de trabajo	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (AST) y el permiso de trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guaratarros
Arauca Arauca

	SOBRECARGAS POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores. Instalaciones que no cumplan las normas técnicas. Torque inadecuado en conexiones con borneras en armarios, no tener en cuenta el factor de potencia. MEDIDAS DE PROTECCION: Uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con contactores y fusibles diseñados y dimensionados por un profesional competente. Compensación de energía reactiva.

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCION O QUEMADURA	por	SOBRECARGA	(al) o (en)	RED PRIMARIA 13200V
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: ha ocurrido en el sector	C: ha ocurrido en la empresa	B: sucede varias veces en el año en la empresa	A: sucede varios veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad perpet permanente	Daños mayores. Salida de subestacion	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes. Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion	Sin efecto	Interno	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: Ing. Diego Coronel Bonilla — MP: 5N205-97364 — Fecha: Diciembre 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	ALTO	Minimizarlo. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar como se va a controlar el riesgo: aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (AST) y el permiso de trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

	CONTACTOS DIRECTO
	POSIBLES CAUSAS: Superar lo límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplan las normas técnicas, tanque inadecuado en conexiones con bornetas en armarios, no tener en cuenta el factor de potencia MEDIDAS DE PROTECCION: uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortocircuitos y fusibles diseñados y dimensionados por un profesional competente. Compensacion de energia reactiva

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCION O QUEMADURA	por	CONTACTO INDIRECTO	(al) o (en)	RED PRIMARIA 13200V
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	ha ocurrido en el sector	ha ocurrido en la empresa	sucede varias veces en el año en la empresa	sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion inmanejable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores Salida de subestacion	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos Interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (efecto rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion	Sin efecto	Interno	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: Ing. Diego Coronel Bonilla MP: 5N205-87064 Fecha: Diciembre 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministro EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación usar EPP) Requiere permiso especial de trabajo	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (AST) y el de área aprueba el permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

	CONTACTO INDIRECTO
	POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplan las normas técnicas porque inadecuado en conexiones con borneras en armarios, no tener en cuenta el factor de potencia. MEDIDAS DE PROTECCION: Uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortocircuitos y fusibles diseñados y dimensionados por un profesional competente. Compensación de energía reactiva.

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCION	por	TENSION DE PASO	(al) o (en)	RED PRIMARIA 13200V
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ☐ REAL ■

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: ha ocirrido en el sector	C: ha ocurrido en la empresa	B: supede varias veces en el año en la empresa	A: sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion imperable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad perdi ll permanente	Daños mayores Salida de subestacion	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (+1 dia)	Daños mayores Interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (efecta rendimiento laboral)	Daños leves No interrupcion	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: Ing. Diego Coronel Bonilla | MP: 5N205-97364 | Fecha: Diciembre 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	BAJO	Asumir. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No Requiere permiso de trabajo	El ejecutor debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Que puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

	INCENDIO
	POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplan las normas técnicas, torque inadecuado en conexiones con borneras en armarios. MEDIDAS DE PROTECCION: uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortocircuitos y fusibles diseñados y dimensionados por un profesional competente. Compensación de energía reactiva

RIESGO A EVALUAR	INCENDIO	por	SOBRECARGA	(al) o (en)	RED PRIMARIA 13200V
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE REAL

POTENCIAL ■ REAL □

CONSECUENCIAS	EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: ha ocurrido en el sector	C: ha ocurrido en la empresa	B: sucede varias veces en el año en la empresa	A: sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	daño grave en infraestructuras interrupcion regional	Contaminacion irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Caida de subestacion	Contaminacion mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 dia)	Daños severos. Interrupcion temporal	Contaminacion localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesion menor sin incapacidad	Daños importantes. Interrupcion breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (efecto rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupcion	Sin efecto	Interno	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: Ing. Diego Coronel Bonilla — VP: 5N205-97364 — Fecha: Diciembre 2025

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MEDIO	Aceptable. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrarEPP, procedimientos, protocolos, lista de verificacion usar EPP) Requiere permiso especial de trabajo	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (AST) y el de área aprueba el permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido

4.2.2 Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección

EVALUACIÓN DE RIESGO POR RAYOS BAJO LA METODOLIGÍA DE LA NTC 4552 (IEC 6205-2)

La metodología usada por la IEC 62305-2 y homologada por la norma técnica colombiana NTC 4552-2, evalúa el riesgo por rayos a partir de la fuente primaria: la corriente del rayo. Dependiendo de la ubicación de la estructura con respecto al punto de impacto se consideran cuatro fuentes de daños (S), las cuales producen tres tipos de daños (D) y cuatro tipos de pérdidas (L).

En función del punto de impacto, se puede distinguir las siguientes fuentes de daño:

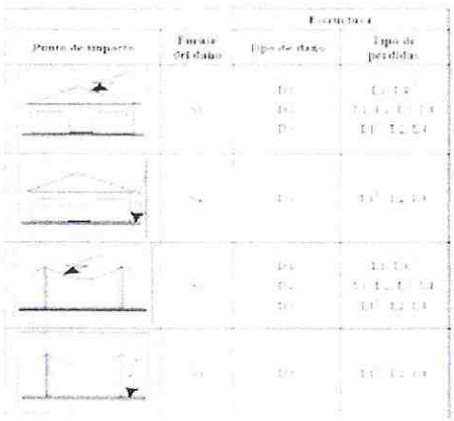
- S1: Rayos que impactan directamente la estructura.
- S2: Rayos que impactan cerca de la estructura.
- S3: Rayos que impactan directamente a una red de servicio que entra a la estructura.
- S4: Rayos que impactan cerca de una red de servicios que entran a la estructura.

Una descarga puede producir daños en función de las características del objeto a proteger, algunas de las características más importantes son: tipo de construcción, contenido y sus aplicaciones, tipo de servicios y medidas de protección preventivas.
Para aplicaciones prácticas de evaluación de riesgo, es importante distinguir entre tres tipos básicos de daños que pueden suceder como consecuencia de las descargas atmosféricas tipo rayo:

- D1: Daños a los seres vivos.
- D2: Daños físicos.
- D3: Fallas en sistemas eléctricos y electrónicos.

Cada tipo de daño por si solo o en combinación con otro, pueden producir pérdidas en la estructura a proteger. El tipo de pérdida que puede aparecer depende de las características de la estructura y su contenido. Dado lo anterior, se deben considerar los siguientes tipos de pérdidas:

- L1: Pérdida de vidas humanas.
- L2: Pérdida de servicios púbicos.
- L3: Pérdida de bienes culturales.
- L4: Pérdida económicas.



Fuente de daño, Tipo de daño y Tipo de pérdida en función de punto de impacto

1) Sólo para estructuras con riesgo de explosión y para hospitales o estructuras en las que las fallas de los sistemas internos dan lugar a un riesgo inmediato para la vida humana.
2) Sólo para propiedades donde puedan producirse pérdidas de animales.

Los siguientes riesgos deben considerarse, correspondientes a los tipos de pérdida descritos anteriormente:

- R1 Riesgo de pérdida de vidas humanas.

- R2 Riesgo de pérdida de servicios públicos domiciliarios.
- R3 Riesgo de pérdida del patrimonio cultural.
- R4 Riesgo de pérdida de valor económico.

La protección contra rayos es necearía si el riesgo R(R1 a R3) es más alto que el nivel tolerable RT

$$R>RT$$

En este caso la medida de protección será adoptada en orden de reducir el riesgo R(R1 a R3) al nivel tolerable RT

$$R\leq RT$$

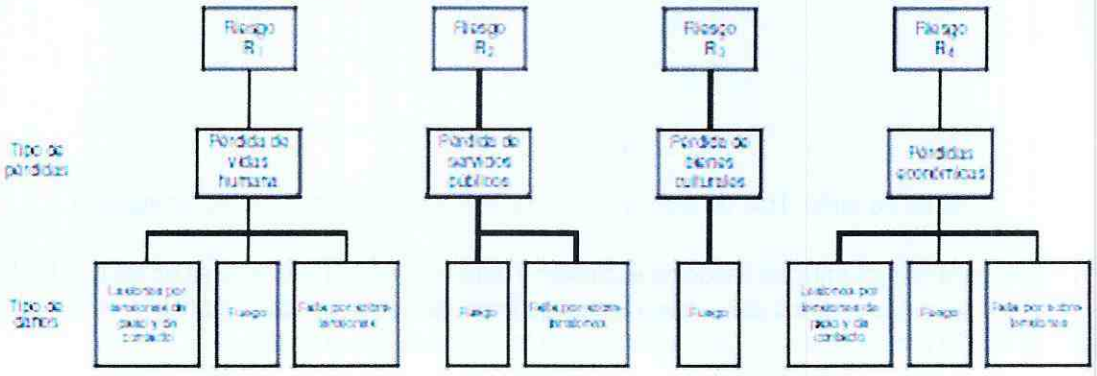
Para evaluar el riesgo R, se debe evaluar primero los riesgos parciales asociados a cada fuente y tipo de daño, cada uno de estos riesgos parciales se conocen como una componente de riesgo y depende del número de eventos peligrosos N, de la probabilidad de daño P y de la pérdida asociada L.

$$Rx=Nx*Px*Lx$$

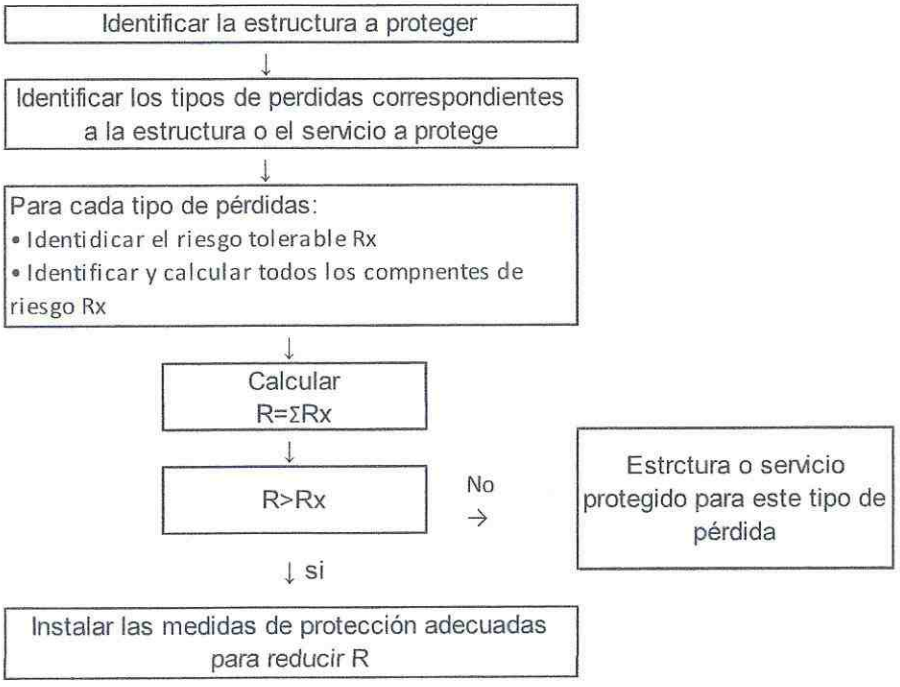
El número de eventos peligrosos Nx depende de la densidad de descargas a tierra (DDT), el área equivalente de la estructura a proteger, características propias de la estructura, objetos que la rodean, factores ambientales entre otros. La probabilidad de daño Px, se ve afectada por las características de la estructura a proteger y las medidas de protección aplicadas. Las pérdidas Lx se ven afectadas por el uso que se le da a la estructura, concentración de personas, tipo de servicios públicos y el valor de los bienes afectados.

Los tipos de pérdida que resulten de tipo de daño y la relación con el riesgo se muestran en la siguiente figura.

TIPO DE PERDIDAS COMO RESULTADO DE DIFERENTES TIPOS DE DAÑO



PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LA NECCESIDAD DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS



COMPONENTES DEL RIESGO A CONSIDERAR EN UNA ESTRUCUTRA PARA CADA TIPO DE PÉRDIDA

Fuente de daño	Descarga en la estructura S1			Descarga cerca de la estructura S2	Descarga en una línea conectada a la estructura S3			Descarga cerca de una línea conectada a la estructura S4
Componente del riesgo	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Riesgo para cada tipo de pérdidas								
R_1	*	*	* [1]	* [1]	*	*	* [1]	* [1]
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* [2]	*	*	*	* [2]	*	*	*

1) Solo para estructuras con riesgo de explosión y hospitales u otras estructuras en las que el fallo de los sistemas internos ponga en peligro inmediato la vida humana.
2) Solo para propiedades donde puede producirse pérdida de animales.

VALORES DE RIESGO TOLERABLES

Los valores de riesgo tolerables indicados en la NTC 4552-2, se relacionan en la siguiente tabla:

RIESGO DE PERDIDA DE VIDAS HUMANAS	RIESGO DE PERDIDA DEL SERVICIO PUBLICO ESENCIAL	RIESGO DE PERDIDA DEL PATRIMONIO CULTURAL	RIESGO DE PERDIDA ECONOMICA
R_1	R_2	R_3	R_4
1E-05	1E-03	1E-03	1E-04

A continuación, se presentan las variables identificadas para la estructura en cuestión:

DIMENCIONES DE LA ESTRUCTURA

Largo de la estructura **L** (m)	204
Ancho de la estructura **W** (m)	2,4
Altura máxima de la estructura **H** (m)	10,4
Marque si la estructura posee parte sobresaliente.	☐
Altura máxima de la estructura **Hp** (m)	0
Densidad de rayos a tierra (Rayos/km²-año) **DDT**	1

CARACTERISTICAS DEL ENTORNO

Seleccione la localizacion de la estructura a ser protegida.	Rodeado de objetos o arboles de igual al
Ambiente donde están las acometidas de la estructura.	Urbano (entre 10 y 20 m de altura)
Selecione el tipo de suelo en el **interior** de la estructura	Prado, concreto.
Selecione el tipo de suelo en el **exterior** de la estructura	Prado, concreto.

ACCIONES PREVENTIVAS FRENTE AL RIESGO POR RAYOS

Medidas tomadas frente a tensiones de paso y contacto.	Sin medidas de protección	☐
	Aislamiento eléctrico de bajantes expuestas	☐
	Equipotencialización efectiva a nivel del suelo	☐
	Avisos de advertencia	☑
	Refuerzos estructurales como bajantes o restricciones físicas	☑
Selecione el nivel de protección de la estructura	Nivel I de proteccion contra rayos con acero de refuerzo como bajante	
Seleccione el sistema de protección interno adoptado en el edificio.	Sin sistema de protección interno	
Si la estructura a proteger posee paredes y techos metálicos con un espesor entre 0,1mm y 0,5 mm marque la casilla.		☐
Tipo de cableado interno	Sin apantallamiento y pequeños lazos inductivos (misma canalizaci	

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

FACTORES PARA LA EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS

Marque si pueden haber personas expuestas a tensiones de paso y de contacto dentro de la estructura, fuera de la estructura o en ambas ubicaciones.	☐ Dentro de la estructura ☑ Fuera de la estructura
Pérdidas por sobretensiones en instalaciones con sistemas eléctricos críticos.	Sistemas eléctricos o electrónicos no criti
Selecione el riesgo por fuego en la estructura.	Mínimo
Selecione la medida de prevención para reducir las consecuencias por fuego.	Sin medida de prevención
Selecione la situación especial de peligro.	Sin situación especial de peligro o riesgo.
PÉRDIDA DE SERVICIOS ESCENCIALES	
Selecione el tipo de servicio público que no se debería perder.	TV, Telecomunicaciones, Suministro de potencia
PÉRDIDA DE HERENCIA CULTURAL IRREEMPLAZABLE	
Seleccione si existe herencia cultural irreemplazable en la edificiación.	☐

De las variables y factores presentados en las tablas anteriores, se tienen los siguientes resultados para las diferentes fuentes de daño y para los diferentes tipos de daño y tipo de pérdida:

RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS	RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO	RIESGO DE PÉRDIDA DEL PATRIMONIO CULTURAL

R_1	R_2	R_3	VALORES DE RIESGO CALCULADO
0,0000E+00	8,23E-06	0,00E+00	

R_1	R_2	R_3	VALORES DE RIESGO TOLERABLE
1,0000000E-05	1,00E-03	1,00E-03	

R_1	R_2	R_3	CONTROL DEL RIESGO
OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO	

4.2.3 Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos

No aplica teniendo en cuenta que el alcance inicial del presente proyecto es el cambio de configuración de red monofásica a red trifásica en media tensión y repotenciar la capacidad de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG, correspondiente al complejo educativo, patrimonial y turístico parque de la vida para construir la paz en el municipio de Saravena.

4.2.4 Coordinación de aislamiento eléctrico

Niveles de aislamiento normalizados para redes de Media Tensión.

TENSIÓN EN kV	NIVEL DE AISLAMIENTO – BIL (kV)
13.2	110
34.5	200

Se debe tener en cuenta la distancia mínima de fuga de los aisladores empleados en la construcción de la línea en Media Tensión.

Norma de Ensayo	Clase ANSI (C29.2-1992)
Clase	52-1
Tipo	Suspensión
Material	Porcelana
Distancia de arco (mm)	114
Distancia de fuga (mm)	180
Resistencia electromecánica kN	44.5
Resistencia al impacto kN	5
Prueba de carga de rutina kN	22
Prueba de carga sostenida kN	27
Carga máxima de trabajo kN	22
Flameo de baja frecuencia en seco kV	60
Flameo de baja frecuencia en húmedo kV	30
Flameo critico al impulso positivo kV	100
Flameo critico al impulso negativo kV	100
Voltaje de perforación a baja frecuencia kV	80
Voltaje de prueba RMS a tierra kV	7.5
RIV máximo a 1000 kHz, µV	50

La distancia total de fuga Dt se calcula con la siguiente ecuación.

$$Dt = \frac{Vmax}{\sqrt{3}} * Df * \delta$$

Dt: Distancia total de fuga en mm
Vmax: Tensión de corrección por densidad del aire

TENSIÓN EN kV	Vmax
13.2	17,5
34.5	36

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guaratarros
Arauca Arauca

Df: Distancia mínima de fuga mm/kV

δ: $Factor\ de\ corrección\ por\ densidad\ del\ aira$

$$\delta = e^{h/8150}$$

h: Altura sobre el nivel del mar en m.

h: 125 msnm en Arauca - Arauca

$$\delta = e^{h/8150} = e^{125/8150} = 1.01546$$

$$Dt = \frac{Vmax}{\sqrt{3}} * Df * \delta = \frac{17{,}5}{\sqrt{3}} * 25 * 1.01546 = 256.4958\ mm$$

Para determinar el número mínimo de aisladores se utiliza la síguete ecuación:

$$\#\ de\ aisladores = \frac{Distancia\ total\ de\ fuga}{Distacia\ de\ fuga\ de\ cada\ aislador} = \frac{256.4958}{180}$$
$$= 1.425\ Unidades$$

Dado que para un aislador de suspensión tipo ANSI 52-1 el Dt es 180mm, se emplean DOS aisladores de suspensión tipo ANSI 52-1 para que cumpla con la distancia total y la normatividad vigente.

4.2.5 Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra

No aplica teniendo en cuenta que el alcance inicial del presente proyecto es el cambio de configuración de red monofásica a red trifásica en media tensión y repotenciar la capacidad de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG y no contempla la instalación de transformadores, correspondiente al complejo educativo, patrimonial y turístico parque de la vida para construir la paz en el municipio de Saravena.

4.2.6 Análisis del nivel tensión requerido

El nivel de tensión seleccionado por media tensión es trifásico (3 fases) a 13.200 Voltios, Estos valores de tensión son a 60 Hz.

4.2.7 Cálculos de campos electromagnéticos

No Aplica, porque no se manejan corrientes mayores a 1.000 A. (Parágrafo 2 artículo 14.4 RETIE - 2013) y no hay tensiones superiores a 57.5 kV.

4.2.8 Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga

No aplica teniendo en cuenta que el alcance inicial del presente proyecto es el cambio de configuración de red monofásica a red trifásica en media tensión y repotenciar la capacidad de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG y no contempla la instalación de transformadores, correspondiente al complejo educativo, patrimonial y turístico parque de la vida para construir la paz en el municipio de Saravena.

4.2.9 Sistema de puesta a tierra

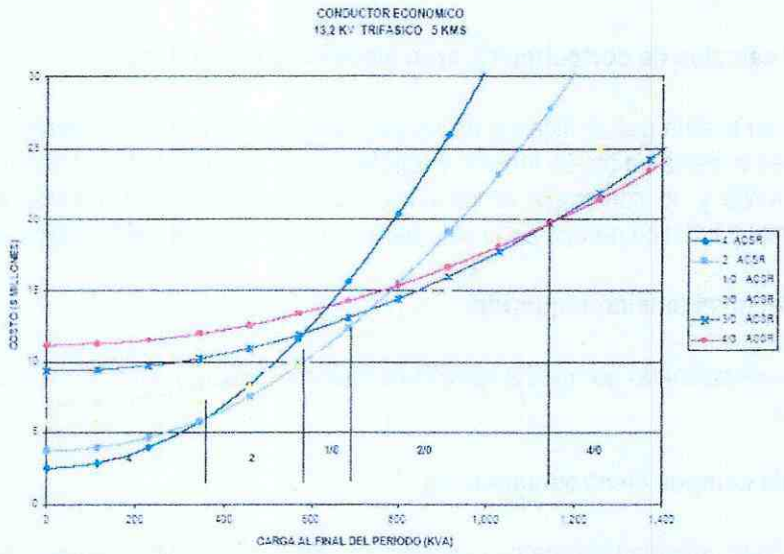
No aplica teniendo en cuenta que el alcance inicial del presente proyecto es el cambio de configuración de red monofásica a red trifásica en media tensión y repotenciar la capacidad de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG y no contempla la instalación de transformadores, correspondiente al complejo educativo, patrimonial y turístico parque de la vida para construir la paz en el municipio de Saravena.

4.2.10 Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía

CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA LA RED DE MEDIA TENSIÓN

De acuerdo con las normas de ENELAR E.S.P. los conductores de los circuitos aéreos en 13.2 kV serán cable ACSR No. 2 y/o 1/0 para red abierta.

Así mismo de acuerdo con las cargas presentadas en cada uno de los ramales podemos determinar el conductor más económico como lo muestra la siguiente figura:



4.2.11 Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo con la norma IEC 60909 u otra equivalente

No aplica teniendo en cuenta que el alcance inicial del presente proyecto es el cambio de configuración de red monofásica a red trifásica en media tensión y repotenciar la capacidad de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG y no contempla la instalación de transformadores al cual se le aplica el calculo de la corriente de cortocircuito, correspondiente al complejo educativo, patrimonial y turístico parque de la vida para construir la paz en el municipio de Saravena.

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

4.2.12 Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación

Para realizar el correcto montaje y tendido de la red Primaria Trifásica de Distribución con conductor N° 1/0 ACSR, se deben estimar las tensiones mecánicas del conductor, los vanos permitidos, y otras características propias de la línea que determinen valores límites con ciertos factores de seguridad, como patrones estándar máximos permitidos para la integridad de las redes en el momento de la instalación y en todo su ciclo de vida.

Para el cálculo mecánico del conductor eléctrico se contemplan los diferentes valores físicos implícitos en el montaje y selección de las unidades constructivas relacionadas al tensionado mismo del conductor eléctrico, así como los factores externos al montaje y tensionado de la red, siendo éstos los efectos medioambientales que inciden en diferentes "cambios de estado" del sistema electromecánico a montar.

Para empezar con el análisis se debe conocer la ficha técnico-mecánica del conductor seleccionado, por lo cual a continuación se observa la ficha técnica del conductor N° 1/0 ACSR.;

CONDUCTOR N° 2 AWG ACSR	
Tensión de Rotura. (kg)	1985
T1. 25% de Tensión de Ruptura = Tensión de Trabajo diario. (kg)	496
e. Coeficiente de Dilatación del Conductor (°C)	0,0000191667
E. Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm2)	9000
a. Área del conductor en mm2	62,47
W1. Peso del conductor en kg/m	0,13627
W2. Peso del conductor en kg/m	0,25518
Relación de Hilos de Aluminio y Acero del Conductor	6--1
Área en mm2 de un hilo conductor/acero.	8,92

En la tabla de arriba, el peso del conductor ya tiene implícito el valor adicional de la carga agregada a la masa propia del conductor por efecto de la fuerza del viento en función a su velocidad (se determina como W2 ya que será la condición final con viento).

Como segunda medida se deben conocer las variables medioambientales que inciden en el cambio de estado de la red eléctrica, siendo éstos los siguientes;

Variables del conductor debido a condiciones Medioambientales	
EDS, Temperatura Promedio °C	25
Temperatura Mínima Esperada. °C	13
Máxima Temperatura Esperada °C	75
Velocidad máxima del viento km/h	80

Con los datos consignados en las dos tablas anteriores se procede a desarrollar la ecuación de tercer grado de cambio de estado para determinar la tensión final en kgf del Conductor, con relación a vanos reguladores

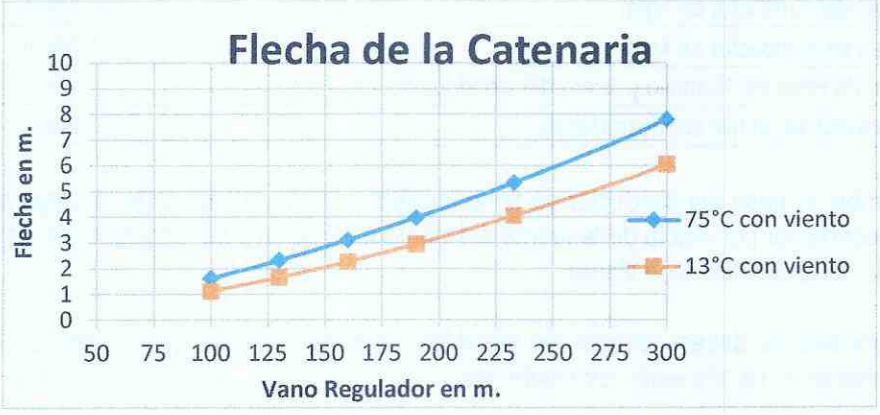
"S", desde 100 hasta 500 metros de longitud y la siguiente ecuación;

$$T_2^3 + T_2^2\left[\frac{W_1^2 * S^2 * E * a}{24T_1^2} + E * a * e * t - T_1\right] = \frac{W_2^2 * S^2 * E * a}{24}$$

Donde T2 equivale la solución de la ecuación, siendo la tensión en kg-f final del conductor con las condiciones dadas, para las otras variables y constantes ver las dos tablas superiores.

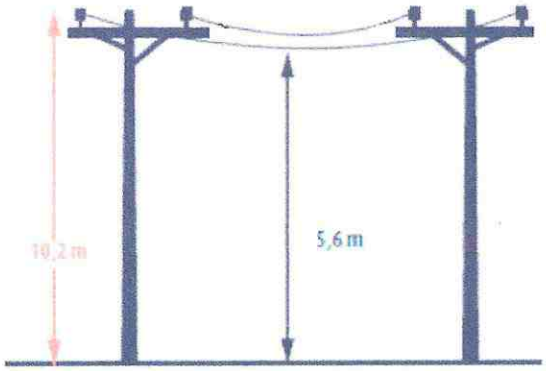
En función a la longitud del vano determinado, la temperatura y la velocidad del viento, la catenaria que se ha de formar puede llegar a variar sustancialmente, lo que implicaría una mayor o menor flecha dependiendo de las condiciones atmosféricas circundantes del conductor, así como el cambio de la magnitud de la tensión ejercida en el conductor y que ha de soportar la unidad constructiva entre vanos. Se deben evaluar por separado las limitantes del tendido del conductor que se describen a continuación;

- No se puede sobrepasar una flecha máxima determinada en función a las mínimas distancias de seguridad exigidas por el RETIE, lo que implica analizar la flecha máxima y la flecha mínima probables en relación a las condiciones ambientales más fuertes (máximo viento incidente y máxima temperatura) y las condiciones ambientales más suaves (mínimo temperatura) respectivamente. A continuación, se determinó la gráfica de la flecha máxima y flecha mínima para el conductor seleccionado en relación a diferente longitud de vano regulador y dos diferentes condiciones atmosféricas;



De la anterior imagen debe tomarse como línea de referencia la curva azul superior (75° con viento de 80 km/h), sobre la cual con relación al menor valor de distancia de seguridad se determine el vano regulador máximo de la red eléctrica.

La indicación del RETIE con base a la distancia mínima de seguridad de la parte más baja de la línea al suelo es de 5,6 m, ejemplificado en la siguiente imagen;



Red 13,8 kV

Distancia mínima al piso: calles, zonas peatonales, vías con tráfico vehicular.

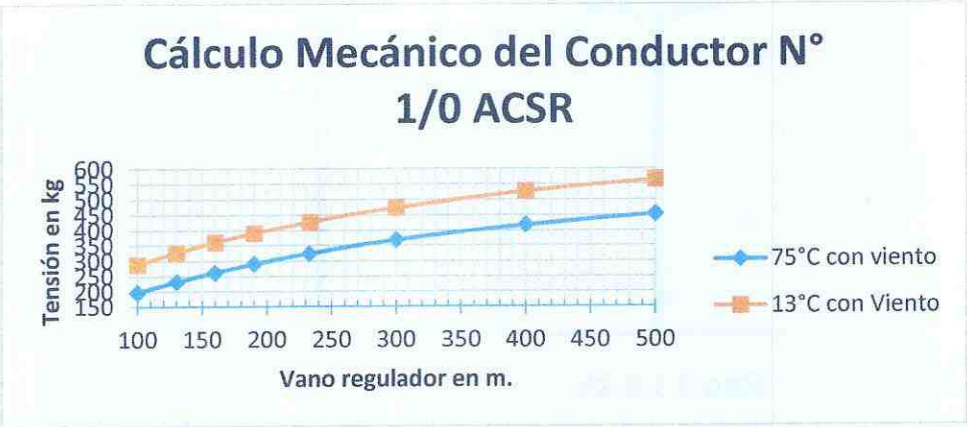
Para determinar la flecha máxima a presentarse con una distancia de seguridad mínima de 5,6 m más el 1,3 en p.u. como factor de seguridad es la siguiente (Nota, este valor sólo se determinó para vanos reguladores en los que los dos puntos extremos de amarre del conductor se realicen a la misma altura, lo que significa que los postes entre vanos estarán todos cimentados en terreno completamente plano, sin elevaciones del terreno entre postes):

Flecha máxima Admisible	
Altura del Poste en m.	12
Enterramiento del poste en m.	1,8
Altura del Poste desde el suelo hasta el extremo superior en m.	10,2
Flecha en m.	3
Distancia de Seguridad obtenida en m. (5,6mxFS)	7,2
FS. Factor de Seguridad de la Distancia de seguridad Mínima	1,29

Se concluye que el vano máximo recomendado a tender para la red de media tensión de los proyectos es de 150 m de longitud contemplando un factor de seguridad del 1,23 como holgura sobre los 5,6 metros como altura mínima exigida por la norma.

- El conductor determinado debe tenderse con una tensión física igual al 33% de la Tensión de Ruptura del conductor, como tensión de montaje solamente, en condiciones medioambientales promedio, es decir con temperatura de 25°C y un viento mínimo como condiciones de trabajo óptimas.

Cuando el conductor se ve sometido a condiciones ambientales cambiantes, en la realidad el conductor eléctrico presenta condiciones de cambio de estado físico, lo que se traduce en un cambio de la tensión instantánea a la que ha de verse sometido el elemento conductor, por este motivo debe hacerse la evaluación de la tensión en kg-f con la mayor y menor temperatura posibles con el mayor viento probable existente en ambas condiciones, determinado por medio de la ecuación de cambio de estado ya nombrada las tensiones en dos condiciones ambientales diferentes con relación a una variedad de vanos reguladores a seleccionar, lo que nos arroja la siguiente gráfica comparativa;



Se puede observar en la imagen anterior como varía la tensión física aparente que presentaría el conductor eléctrico con diferentes longitudes de vanos reguladores en el eje "x" y el consecuente valor de la tensión en kgf en el eje "y", del elemento en dos escenarios diferentes, siendo estos escenarios una temperatura mínima de 13°C y una máxima de 75°C.

Ya que se seleccionó como distancia del máximo vano recomendable una longitud de 150 m, la tensión máxima existente en este vano a una temperatura mínima de 13°C con viento de 80 km/h sería de 350 kgf aproximadamente, como se cumple que la tensión presente en esta condición es un 27% de la tensión de ruptura del conductor, y el valor máximo presentable que se ha de aceptar en la peor condición de acuerdo a lo manejable es del 50% de la tensión de ruptura, y 27% < 50%, se corrobora que el vano regulador de 150 m cumple a la perfección con la tensión máxima en servicio aceptada para el montaje electromecánico.

4.2.13 Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A

No aplica teniendo en cuenta que el alcance inicial del presente proyecto es el cambio de configuración de red monofásica a red trifásica en media tensión y repotenciar la capacidad de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG y no contempla la instalación de transformadores, correspondiente al complejo educativo, patrimonial y turístico parque de la vida para construir la paz en el municipio de Saravena.

4.2.14 Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)

Para el proyecto se contemplan unos cruces de vías subterráneos en donde se tiene proyectado instalar acometidas en media tensión subterráneas para la proyección de los módulos de la Universidad Industrial de Santander UIS, el Campus Universitario, La Biblioteca y el Bosque, para lo cual se dejan proyectadas las canalizaciones.

Canalización Red subterránea en media tensión proyectada

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	2	15 KV 133%	3	25,10	494,97	1484,90
2	12	THW 600 V	0			
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			

Area Total **1484,90** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC Rigido Sch. 40 y tubo de PE-AD

Diametro:

3 Pulgadas

Diámetro mínimo recomendado
3 "

Diametro** 77,3 mm
Area Total **4692,98 mm2**

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **31,64%**

Canalización Red subterránea en baja tensión proyectada

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	2	THW 600 V	4	10,46	85,93	343,73
2	4	THW 600 V	1	8,93	62,63	62,63
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			

Area Total **406,36** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC Rigido Sch. 40 y tubo de PE-AD

Diametro:

2 Pulgadas

Diámetro mínimo recomendado
1 1/2 "

Diametro** 52 mm
Area Total **2123,72 mm2**

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **19,13%**

4.2.15 Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia

No aplica teniendo en cuenta que el alcance inicial del presente proyecto es el cambio de configuración de red monofásica a red trifásica en media tensión y repotenciar la capacidad de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG y no contempla la instalación de transformadores, correspondiente al complejo educativo, patrimonial y turístico parque de la vida para construir la paz en el municipio de Saravena.

4.2.16 Cálculos de regulación de tensión

No aplica teniendo en cuenta que el alcance inicial del presente proyecto es el cambio de configuración de red monofásica a red trifásica en media tensión y repotenciar la capacidad de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG y no contempla la instalación de transformadores, correspondiente al complejo educativo, patrimonial y turístico parque de la vida para construir la paz en el municipio de Saravena.

4.2.17 Áreas clasificadas como peligrosas

No aplica para este tipo de proyecto ya que no hay áreas en las cuales se almacenen o manejen sustancias, vapores o gases que puedan ocasionar una explosión.

4.2.18 Diagramas unifilares

En los planos anexos se muestran el diagrama unifilar correspondiente al diseño eléctrico.

4.2.19 Planos eléctricos para construcción

En los planos anexos se muestran los esquemas eléctricos para construcción, correspondiente al diseño eléctrico.

4.2.20 Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares

- Las instalaciones eléctricas interiores, serán construidas con tubería PVC tipo pesado e incrustadas, con un diámetro de ½". El alambrado de la ductería se hará con conductores de cobre con aislamiento THW para 600 Voltios.
- Todas las instalaciones eléctricas en tubería PVC, llevarán una línea para la continuidad de tierra en cobre desnudo calibre No. 14 AWG, salvo que se especifique otro calibre.
- Todas las cajas terminales, de paso o empalme, ya sean cuadradas, octagonales o rectangulares, serán galvanizadas. Se emplearán las rectangulares en cajas terminales para interruptores o tomacorrientes en ducto de ½"; en todo caso se emplearán para un máximo de dos ductos de ½".
- Cuando a una caja llegue un ducto de ¾", o más de dos ductos de ½", se deben emplear cajas cuadradas con suplemento galvanizado.
- Toda tubería PVC que desemboque en las cajas de salida será tratada con emboquillado en caliente, o en su defecto, con los adaptadores terminales adecuados.

- La línea de continuidad para la tierra será desnuda y se conectará a las cajas de salida, por medio de un tornillo galvanizado para lámina.
- La instalación de los tomacorrientes será a 30 cm sobre el nivel del piso, en posición horizontal y con el polo de fase en la parte superior.
- Los interruptores serán instalados a 110 cm sobre el nivel del piso, quedando cerrado o conectado al circuito accionario hacia la parte de arriba, o hacia la derecha.
- El bajante del DPS y del neutro en el transformador, estará protegido con un tubo conduit metálico galvanizado, hasta una altura de tres metros sobre el nivel del terreno.
- La resistencia de puesta a tierra de la subestación eléctrica en el transformador será de 10 [] y en los tableros de distribución de baja tensión será de 25 [], en todo caso, superior a la de puesta a tierra del pararrayos de línea, para que exista coordinación en las puestas a tierra.
- La resistencia de puesta a tierra del contador de energía eléctrica en el predio es de 25 [] y en los tableros de distribución de baja tensión será de 25 [], en todo caso superior a la de puesta a tierra del pararrayos del transformador, para que exista coordinación en las puestas a tierra.
- Las demás especificaciones para la construcción del proyecto deben regirse de acuerdo a las Normas para Diseño y Construcción de Sistemas de Distribución de la Empresa de Energía de Arauca y de la Norma 2050 para instalaciones eléctricas del Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC.

4.2.21 Distancias de seguridad o servidumbre requeridas

Las distancias mínimas de seguridad que se guardarán entre las redes eléctricas y otras partes energizadas, respecto a las construcciones, serán las establecidas en la tabla del RETIE, para su interpretación se tendrá en cuenta la figura a continuación extraída del RETIE.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	**Tensión nominal entre fases (kV)**	**Distancia (m)**
Distancia vertical **"a"** sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 3.10.1. a.).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal **"b"** a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 3.10.1. a.)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical **"c"** sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 3.10.1. a.)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical **"d"** a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 3.10.1. a.) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

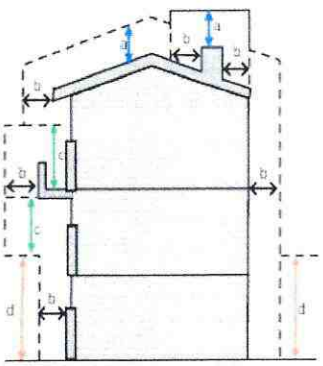


Figura 3.10.1. a. Distancias de seguridad en zonas con construcciones.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 de 2013.

4.3 Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN

Ubicación

El sistema de bombeo se localiza en el municipio de Saravena, Departamento de Arauca.

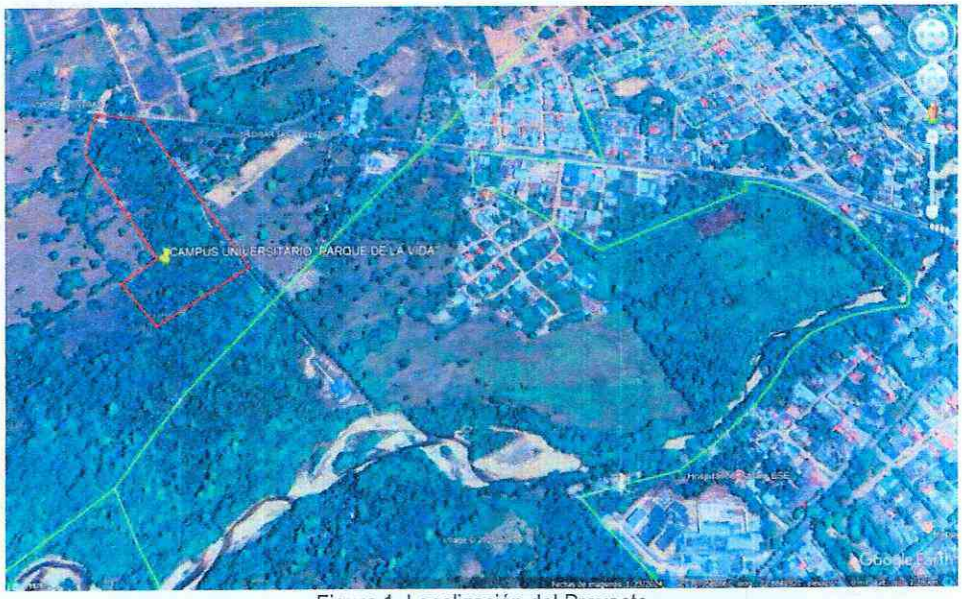


Figura 1. Localización del Proyecto
Fuente: Google Earth

Recurso disponible

Para el presente estudio, se utiliza como referencia la ubicación del proyecto, obteniendo como datos de entrada lo descrito en la siguiente Tabla

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	Localización	Saravena – Arauca	
2	Latitud	6.959756	WGS84
3	Longitud	-71.890977	WGS84
4	Altura	220	Msnm
5	Temperatura	29	°C
6	Angulo óptimo de inclinación	9,30	°
7	Angulo de inclinación	10	°
8	Azimut respecto sur	0	°
9	Radiación de diseño	4,55	kWh/m^2-día

Los datos de radiación solar son obtenidos a través de la base de datos de METEONORM®. La radiación solar de diseño es seleccionada en base al criterio del mes crítico, mientras que el ángulo de inclinación

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

mínimo para los sistemas es de 10°, en consideración del ángulo requerido para la autolimpieza de los paneles mediante escorrentía de lluvia.

Demanda de energía

La demanda de energía se presenta en la siguiente tabla, de acuerdo con las consideraciones y calculo de la bomba.

DEMANDA DE DISEÑO				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	UNIDAD	VALOR
1	Demanda pico	Pac	kW	1,5
2	Demanda	Eac	kWh/día	1,5
3	Factor de potencia	FP		0,9

Fracción renovable

La fracción renovable corresponde a la cantidad de energía que deberá suplir el generador renovable, correspondiente para este proyecto al sistema SSFV, con relación a la demanda total.

La selección de la fracción renovables de un sistema híbrido depende de factores distintos para cada proyecto, los cuales pueden ser, por ejemplo: disponibilidad tecnológica, equipos ya instalados en una microrred, restricciones presupuestales, limitaciones de emisiones, etc.

Para este proyecto, no se considera una segunda fuente de generación, con lo que la fracción renovable corresponde al 100% de la energía.

DEMANDA ENERGETICA EN EL GENERADOR FOTOVOLTAICO				
ÍTEM	NOMENCLATURA	FORMULA	UNIDAD	VALOR
Demanda Energética	Eac		kWh/día	1,5
Rendimiento Energético del sistema al año 12	Ksis			1
Demanda Energética ajustada con perdidas	Efv,t	Efv,t=Eac/Ksis	kWh/día	1,5
Radiación solar diaria	Gk		kWh/m^2 *día	4,55

Paneles solares fotovoltaicos

El generador solar fotovoltaico óptimo para una solución aislada es aquel que cumple con las necesidades de energía requeridas por el usuario y que se adapta a las condiciones particulares del lugar donde se va a instalar. Algunos aspectos importantes para considerar al seleccionar los módulos solares fotovoltaicos son:

- Potencia: es importante elegir un panel solar con la potencia adecuada para cubrir la demanda de energía del usuario. Se debe calcular la potencia diaria necesaria en base al consumo de los equipos que se van a alimentar.

- Eficiencia: los paneles solares pueden tener diferencias en su eficiencia de conversión de energía solar en electricidad. Es recomendable elegir paneles con una buena eficiencia para aprovechar al máximo la radiación solar disponible.

- Durabilidad: es importante que los paneles solares sean resistentes y duraderos, especialmente si se van a instalar en un lugar con condiciones climáticas adversas.

Finalmente, la potencia teórica de los módulos fotovoltaicos es definida por la siguiente fórmula.

$$P_{FV,T} = \frac{E_{FV,T}}{G_K * K_{SIS}}$$

Donde,
PFV,T: Potencia teórica requerida en el generador FV
GK: Radiación solar diaria en el ángulo de inclinación β
KSIS: Rendimiento energético del sistema al año 12,

De acuerdo con la información presentada, la potencia teórica requerida al grupo generador es de 2,4 kWp. Con base a esta potencia se realiza el diseño de un sistema fotovoltaico que supla dicha potencia de acuerdo con las capacidades comerciales y las características requeridas.

ÍTEM	NOMENCLATURA	UNIDAD	VALOR
Tipo	MONOCRISTALINO		
Irradiación en condiciones estándar de medida	G_{CEM}	W/m^2	1000
Potencia máxima	$P_{M.MOD}$	W	650
Tensión máxima	$V_{M.MOD}$	V	38.5
Tensión de circuito abierto	$V_{OC.MOD}$	V	46
Intensidad de máxima potencia	$I_{M.MOD}$	A	17.41
Intensidad de cortocircuito	$I_{SC.MOD}$	A	18.47
Coeficiente de temperatura de VOC,MOD	q_{VOC}	1/°C	-0.0029
Coeficiente de temperatura de ISC,MOD	q_{VSC}	1/°C	0.0005
Temperatura mínima de operación de los módulos	T_{min}	°C	-40
Temperatura ambiente de los módulos en las condiciones STC	T_{amb}	°C	25
Temperatura máxima de operación de los módulos	T_{max}	°C	85
Eficiencia	η_{MOD}	%	21.57

De acuerdo con el módulo solar seleccionado, la siguiente tabla presenta las principales variables del arreglo solar fotovoltaico

GRUPO GENERADOR				
ÍTEM	NOMENCLATURA	FORMULA	UNIDAD	VALOR
Cantidad teórica de panel	$N_{T,T}$	$N_{T,T} = P_{FV,T}/P_{M,MOD}$		4

Cantidad máxima teórica de panel en serie	$N_{MAX,S}$	$N_{MAX,S} = V_{E,CONT,MAX}/V_{M,MOD}$		4
Cantidad de paneles en serie	N_S	$N_S \leq N_{MAX,S}$		4
Cantidad mínima teórica de paneles en paralelo	$N_{MIN,P}$	$N_P = N_{T,T}/ N_S$		1
Cantidad de paneles en paralelo	N_P	$N_P \leq N_{MAX,p}$		1
Cantidad de paneles totales	N_T	$N_T = N_S * N_P$		4
Intensidad de cortocircuito del grupo generador	$I_{SC,FV}$	$I_{SC,FV} = I_{SC,MOD} * N_P$	A	18.47
Tensión de circuito abierto del grupo generador	$V_{OC,FV}$	$V_{OC,FV} = V_{SC,MOD} * N_S$	V	46
Potencia máxima del generador FV	P_{FV}	$P_{FV} = N_T * P_{M,MOD}$	W	2460
Factor de sobredimensionamiento FV	FS_{FV}	$FS_{FV} = P_{FV} / P_{FV,T}$		1.64

Tal como se aprecia, el arreglo fotovoltaico constará de 4 módulos solares fotovoltaicos monocristalinos de capacidad de 650 Wp, conectados en configuración 4S1P, con un factor de sobredimensionamiento del 1,64. La potencia total del grupo generador es de 2,46 kWp.

Sistema de almacenamiento

El almacenamiento de energía óptimo para sistemas eléctricos aislados con base en energías alternativas es una cuestión compleja que depende de muchos factores, como la disponibilidad de los recursos energéticos, el clima, la demanda de energía, el coste de los componentes de almacenamiento, entre otros. Sin embargo, hay diferentes tipos de baterías y sistemas de almacenamiento que pueden ser muy efectivos para este fin.

De acuerdo con la tendencia tecnológica mundial en este tipo de aplicaciones, se seleccionan las baterías de litio para el presente proyecto.

El voltaje de trabajo para aplicaciones suele encontrarse estandarizado entre 12, 24 V, 36 V o 48 V, su selección suele estar supeditada a los voltajes de trabajo de los equipos para las capacidades del sistema dimensionado. Dada la disponibilidad comercial de equipos en las capacidades dimensionadas, se selecciona un voltaje de trabajo de 48 V para el banco de baterías.

La profundidad de descarga máxima es el límite de descarga en el cual una batería deberá ser recargada; para baterías con BMS, representará el punto de descarga en el cual el sistema desconectará las baterías del sistema. La descarga puede realizarse en ciclos horarios, diarios, multidiarios o semanales, dependiendo de la fuente de carga y la autonomía del sistema. Para las baterías de LiFePO4, la profundidad de descarga máxima típica se encuentra entre el 70 y el 100%. Para este proyecto, se permitirá una descarga máxima del 80%.

Los días de autonomía representan la cantidad de días consecutivos que el sistema de acumulación, en ausencia de una fuente de carga, es capaz de atender el consumo sin sobrepasar el límite de profundidad de descarga máxima. Este parámetro varía en función de las condiciones climatológicas y del tipo de

instalación. Habitualmente, para instalaciones de sistemas de bombeo este factor puede ser de 1 o 5 días, mientras que para aplicaciones profesionales puede superar los 10 días.

Para sistemas renovables con una única fuente de generación la autonomía suele ser superior a sus contrapartes híbridas. Esto responde a que, por la propia naturaleza del sistema, en los sistemas híbridos es el generador de respaldo quien deberá asumir las cargas ante la ausencia de la fuente renovable. Por lo tanto, lo que se busca en este caso, es dimensionar un sistema de almacenamiento que garantice una autonomía estandarizada de 1 día.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, la capacidad del banco de baterías en Wh está dada por la siguiente fórmula:

$$C_{T,BBAT,Wh} = \frac{E_{BBAT}}{PD_{BBAT}}$$

Donde,
CT,BBAT,Wh: Capacidad teórica nominal del banco de baterías en Wh
PDBBAT: Profundidad de descarga máxima diaria del banco de baterías.
EBBAT: Energía diaria requerida al banco de baterías en Wh, de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$E_{BBAT} = \frac{E_{AC} * A_{BAT}}{K_{SIS,BAT}}$$

Donde,
ABAT: Autonomía del sistema de almacenamiento en días.
EAC: Demanda de las cargas en Wh/día.
KSIS,BAT: Rendimiento energético (hasta baterías) en el año 12

De acuerdo con la disponibilidad comercial, las características mínimas detalladas y los requisitos energéticos, se selecciona una batería de 100 Ah a 51,2 V, tal como se presenta en la Tabla

ÍTEM	NOMENCLATURA	UNIDAD	VALOR
Tipo	LIFEPO4		
BMS integrado			Si
Profundidad de descarga máxima de la batería	PD_{MAX}	%	80
Tensión nominal batería	$V_{N,BAT}$	V	51.2
Capacidad de batería en Ah	$C_{BAT,Ah}$	Ah	100
Tensión de carga de batería	$V_{BAT,C}$	V	58.4
Tensión de descarga mínimo de batería	$V_{BAT,D}$	V	47
Corriente de carga nominal	$I_{BAT,C}$	A	100
Corriente de descarga nominal	$I_{BAT,D}$	A	100
Constante por pérdidas en baterías	K_{BAT}		0.95
Resistencia interna	R_{BAT}	mΩ	50
Cantidad de baterías máximas en paralelo por clúster	$N_{MAX,P,CBAT}$		30
Cantidad máxima de clústeres en paralelo con MBMS	$N_{MAX,CBAT}$		3

Cantidad máxima de baterías en paralelo	$N_{MAX,P,BBAT}$		90

Dada la batería seleccionada, la Tabla siguiente presenta las principales variables técnicas del banco de baterías.

BANCO DE BATERÍAS				
ÍTEM	NOMENCLATURA	FORMULA	UNIDAD	VALOR
Autonomía	A_{BAT}		días	1
Profundidad de descarga máxima diaria del banco de baterías	PD_{BBAT}	$PD_{BBAT} = PD_{MAX} / A_{BAT}$ (No puede ser mayor a PD_{MAX})	%	80
Energía diaria requerida al banco de baterías	E_{BBAT}	$E_{BBAT} = E_{AC} * A_{BAT} / (K_{SIS,BAT})$	kWh/día	1.5
Capacidad teórica nominal del banco de baterías en Wh	$C_{T,BBAT,Wh}$	$C_{T,BBAT,Wh} = E_{BBAT} / PD_{BBAT} * 1000$	Wh	1875
Número total de baterías teóricas	$N_{T,BBAT}$	$N_{T,BBAT} = C_{T,BBA,Wh} / (V_{N,BAT} * C_{BAT,Ah})$		0.37
Voltaje nominal del banco de baterías	V_{BBAT}		V	1
Capacidad teórica nominal del banco de baterías en Ah	$C_{T,BBAT,Ah}$	$C_{T,BBAT,Ah} = C_{T,BBAT,Wh} / V_{BBAT}$	Ah	37
Número de baterías en serie	$N_{S,BBAT}$	$N_{S,BBAT} = V_{BBAT} / V_{N,BAT}$		1
Número de baterías en paralelo	$N_{P,BBAT}$			1
Número total de baterías del banco				1

El banco de baterías consistirá en 1 baterías tipo LiFePO4 de 100 Ah a un voltaje nominal de 51,2 V en configuración 1S1P.

Controlador de carga

Los controladores o reguladores de carga son convertidores C.C a C.C. cuya función es variar la corriente y voltaje de una entrada, en función de los requisitos del circuito de salida.

Los reguladores más sencillos son los del tipo PWM (Modulación por Anchura de Pulsos). El controlador PWM es básicamente un interruptor que conecta un conjunto de placas solares a una batería. Como consecuencia, la tensión del conjunto de placas la determina el sistema de acumulación, por lo que los módulos no trabajan en su punto de máxima potencia. Por su bajo costo se recomiendan para instalaciones pequeñas como el alumbrado de una pequeña vivienda o para unos pocos electrodomésticos.

Por otra parte, en la actualidad existen reguladores de carga que disponen de una función que permite maximizar la energía capturada por el generador fotovoltaico mediante el uso de una tecnología específica de seguimiento y búsqueda del punto de máxima potencia de funcionamiento del generador (MPP, Maximum Power Point), también llamado MPP- tracking o MPPT. Estos controladores permiten conectar paneles solares en serie con un voltaje total superior al del banco de baterías, gracias a ello evitan en gran medida las típicas perdidas por trabajar con un voltaje bajo y alta intensidad de corriente continua.

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guaratarros
Arauca Arauca

El dimensionamiento del controlador de carga depende de la corriente de carga, la potencia total de los paneles y el voltaje de trabajo del sistema. Se escoge un controlador de carga con MPPT teniendo en cuenta su fiabilidad para el presente dimensionamiento y se determina una corriente de carga máxima mediante la ecuación

$$I_{M,S,ACONT} = \frac{P_{FV}}{V_{S,ACONT,ABS}}$$

Donde,
IM,S,ACONT: Corriente máxima de salida del arreglo en a.
PFV: Potencia del grupo generador fotovoltaico / arreglo fotovoltaico en W
VS,ACONT,ABS: Tensión de carga en absorción del arreglo, calculada como el menor valor entre la tensión de carga de absorción del controlador y la tensión de carga de la batería, ambos valores disponibles en ficha técnica y dados en V.

De acuerdo con la disponibilidad comercial, las características mínimas detalladas y los requisitos energéticos, se selecciona un controlador MPPT de 100 A a 48V, tal como se presenta en la siguiente Tabla

ÍTEM	NOMENCLATURA	UNIDAD	VALOR
Tipo	CONTROLADOR MPPT		
Corriente de carga nominal	$I_{S,CONT}$	A	100
Potencia FV nominal a voltaje de trabajo	P_{CONT}	W	4800
Número de entradas MPPT	$N_{E,CONT}$		1
Máxima corriente de corto circuito FV por entrada MPPT	$I_{E,CONT,MAX}$	A	20
Máxima Tensión de entrada DC	$V_{E,CONT,MAX}$	V	450
Tensión nominal salida DC	$V_{S,CONT}$	V	48
Tensión de carga de absorción	$V_{S,CONT,ABS}$		57.6
Constante por pérdidas en controlador MPPT	K_{CONT}		0.96

Dado el controlador de carga seleccionado, en la siguiente Tabla presenta las principales variables técnicas del arreglo del controlador

ARREGLO DE CONTROLADORES				
ÍTEM	NOMENCLATURA	FORMULA	UNIDAD	VALOR
Tensión de carga en absorción del arreglo	$V_{S,CONT,ABS}$	Menor entre $V_{BBAT,C}$ y $V_{S,CONT,ABS}$	V	57.6
Corriente máxima de salida del arreglo	$I_{M,S,ACONT}$	$I_{M,S,ACONT} = P_{FV} / V_{S,CONT,ABS}$	A	42.70
Numero de controladores en paralelo	$N_{P,T,CONT}$			1
Corriente de carga nominal del arreglo	$I_{S,ACONT}$		A	100

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

Dada la potencia del grupo generador fotovoltaico y la radiación de la zona, la corriente máxima de salida del arreglo del controlador es de 42,70 A, con lo que, la configuración teórica del arreglo es de una unidad. El arreglo del controlador consistirá entonces, en un único controlador MPPT de 100 A a 48 V.

Resumen de equipos

De acuerdo con las anteriores secciones, en la siguiente Tabla se presenta un resumen de la configuración de los equipos principales del sistema de generación.

1. PANELES SOLARES		
CANTIDAD	POTENCIA	POTENCIA TOTAL (W)
4	(615 a 650)	2460
2. CONTROLADORES		
CANTIDAD	VOLTAJE ENTREADA (V)	CORRIENTE DE SALIDA (A)
1	450	100
3. BATERÍAS		
CANTIDAD	CAPACIDAD EN Ah	VOLTAJE NOMINAL (V)
1	100	51.2

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guaratarros
Arauca Arauca

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se aconseja que el mantenimiento de las luminarias se realice en un periodo de 3 años.
- La excavación para el enterramiento de los tubos se debe realizar de acuerdo a la norma CODENSA o equivalente norma ENELAR E.S.P., según el caso, el cual se encuentra en el presente documento.
- Realizar podas a los árboles existentes para obtener iluminación óptima constantemente.
- Cada poste lleva caja de derivación y debe ir con sistema de puesta a tierra mediante una varilla en cobre solido 5/8 de 2,44 m.
- El ducto de PVC es doble, siendo uno de respaldo.
- El control del encendido y apagado se hace con la respectiva fotocelda.
- Se recomienda revisar la normatividad de la EMPRESA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ARAUCA – ENELAR E.S.P, que no haya tenido cambios a la hora de realizar la ejecución del proyecto.
- Ante cualquier cambio del diseño es necesario realizar uno nuevo toda vez que cada elemento forma parte integral del mismo.
- Se recomienda que el ingeniero eléctrico/electricista que esté en la ejecución del proyecto antes de iniciar, revise y valide la información aquí presentada.
- El presente diseño de redes media tensión y sistema de bombeo solar fotovoltaico corresponde para el área de desarrollo del proyecto "**CONSTRUCCIÓN ETAPA I DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA ESENCIAL PARA LA HABILITACIÓN DE ÁREAS DE FORMACIÓN EDUCATIVA DEL CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**"; se elaboró de acuerdo con el anexo general del Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas – RETIE, Resolución No. 40117 de 02 de abril de 2024. Por lo tanto, cumple con los lineamientos técnicos establecidos en la normatividad vigente.
- La correcta ejecución del proyecto, como se describe en el presente documento, garantizando los parámetros de seguridad eléctrica, confiabilidad y continuidad del sistema.
- Con el cambio de configuración de red monofásica a red trifásica y repotencialización de la red con el cambio de conductor calibre No. 2 AWG a calibre No. 1/0 AWG, se garantiza la disponibilidad de energía para el proyecto.

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guaratarros
Arauca Arauca

- Las líneas de media tensión trifásicas se diseñan por tramos de un máximo de 500 metros entre estructuras de retención, para este caso la línea de media tensión se debe realizar al cambiar de configuración de red monofásica a red trifásica independiente del alcance constructivo previsto para la etapa I del proyecto de vía y redes para el campus universitario, siendo necesaria la repotencialización del tramo completo desde el arranque hasta la primera tensión en aproximadamente un recorrido de 408 metros.

- La solución propuesta facilita el mantenimiento y operación de la red, lo cual asegura una mayor continuidad del servicio de energía eléctrica, favoreciendo la sostenibilidad del proyecto.

- El diseño proyectado contribuye directamente al fortalecimiento de la infraestructura eléctrica necesaria para la ejecución de la infraestructura física esencial para la habilitación de áreas de formación educativa del campus universitario en el municipio de Saravena.

- Son anexos del presente diseño: diseño fotométrico perfil de vía típico y diseño fotométrico área critica.

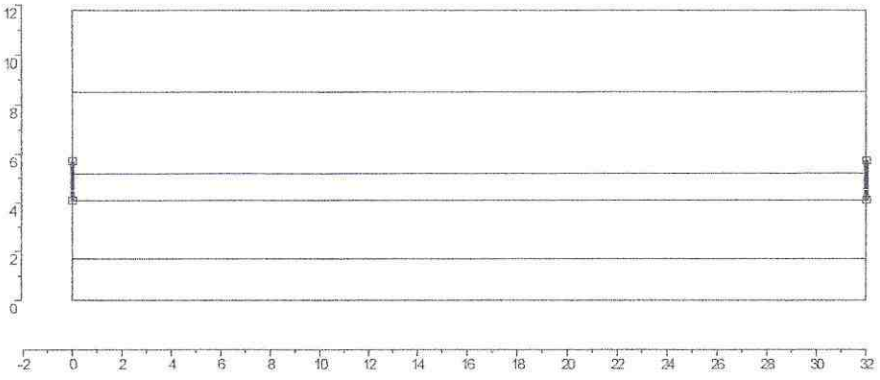
DIEGO GUSTAVO CORONEL BONILLA
INGENIERO ELECTRICISTA
L.P No. NS205-97364

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

VIA DE ACCESO CAMPUS UNIVERSITARIO

Notas Instalación: M4
Cliente:
Código Proyecto: CELSA25-013
Fecha 18/09/2025

Notas



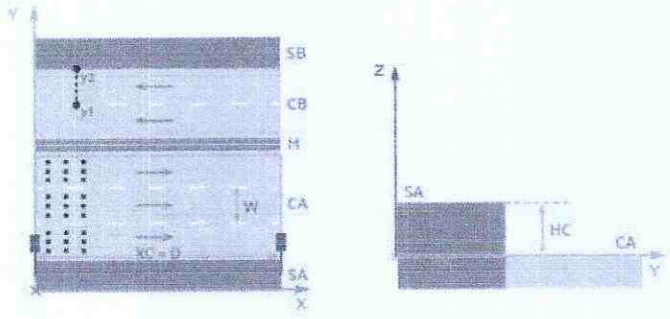
Diseñador de Iluminación:
Dirección:
Tel.-Fax

Advertencias:
CELSA S.A.S limita su responsabilidad en la entrega de un diseño de iluminación que obedece a los requerimientos, especificaciones y planos proporcionados por el cliente y se garantiza en él, el cumplimiento del Reglamento Técnico de iluminación y Alumbrado Público RETILAP y normas complementarias que le apliquen. Por lo tanto, los valores presentados en este informe obedecen a resultados luminotécnicos exactos, los cuales pueden verse afectados por el uso de otro tipo de luminarias a la especificada en el diseño o la modificación de la posición de las mismas, como también a la alteración en los acabados de las superficies del local o sitio a iluminar.

1. Resumen de Datos de Proyecto y Resultados

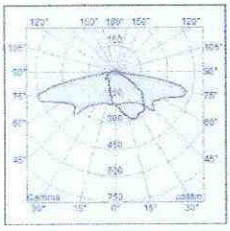
1.1 Información Área

Zona	Tipo Zona	Carril	Sentido de la marcha	Anchura [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y (E)	Pt.Cálc.Y (L)	Altura Zona [m] (HC)	Tabla R	Coef. Refl. Factor q0
1. Acera	*Pista Ciclo-Peatonal*	*Acera*	--->	*1.70*	*0.00*	*1.70*	*2*	*3*	*0.00*		*0.3000*
2. Pista Ciclo-Peatonal	Pista Ciclo-Peatonal	Carril bici	--->	2.40	1.70	4.10	3	3	0.00		0.3000
3. Genérica	Secundaria	Genérica	--->	1.10	4.10	5.20	2	3	0.00		0.3000
4. Calzada	Vehiculos			6.60	5.20	11.80	3		0.00	R3	0.0700
	4.1	Carril	--->	3.30	5.20	8.50		3			
	4.2	Carril	--->	3.30	8.50	11.80		3			

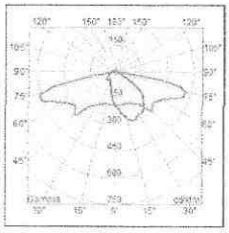


1.2 Información Luminarias/Ensayos

Ref.	Fabricante Nombre de la Luminaria (Nombre del Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Flujo [lm]	Factor Cons.	Dimmer	Color RGB	Luminarias nr.	Ref.Fuente	Fuentes de luz nr.
A	CELSA S.A.S MICROLED 18WDC (MICROLED 18WDC)	MICROLED 18WDC (20230130-01)	2970.00	0.87	100 %	255,255,255	2	Fuente-A	1



Ref.	Fabricante Nombre de la Luminaria (Nombre del Ensayo)	Código Luminaria (Código Ensayo)	Flujo [lm]	Factor Cons.	Dimmer	Color RGB	Luminarias nr.	Ref.Fuente	Fuentes de luz nr.
B	CELSA S.A.S MICROLED II 36WDC (MICROLED II 36WDC)	MICROLED II 36WDC (20230130-01)	5904.00	0.87	100 %	255,255,255	2	Fuente-B	1

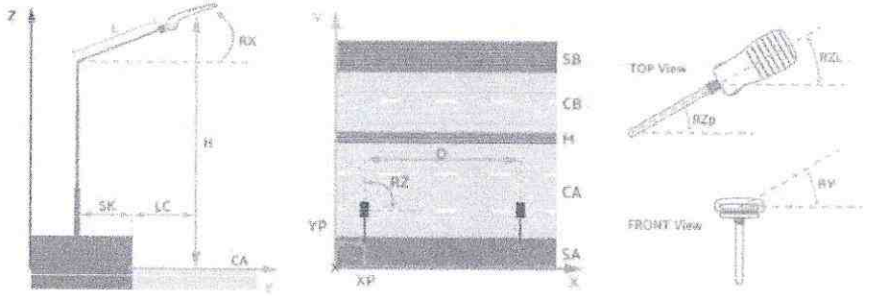


1.3 Datos de las Fuentes de Luz

Ref.Fuente	Fabricante	Nombre	Código	Potencia [W]	Corriente [A]	Flujo [lm]	Color [K]	nr.
Fuente-A		LED	LED	18.00	0.0000	2970	0	2
Fuente-B		LED	LED	36.00	0.0000	5904	0	2

1.4 Datos Instalación Luminarias

Nombre Fila	Ref.	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Brazo [m] (L)	Áng.Incl. [°] (RX)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Áng.Rot. Lum. [°] (RZ)	Áng.Incl.Lat. [°] (RY)
Fila A	A	0.00	4.70	-0.00	4.10	9.00	---	32.00	0.60	15	180	180	0
Fila A	B	0.00	4.70	0.00	5.70	9.00	---	32.00	1.00	15	0	0	0



1.5 Resultados de los Cálculos y Parámetros de Uniformidad

Resumen de Resultados de los Cálculos

Cie 140

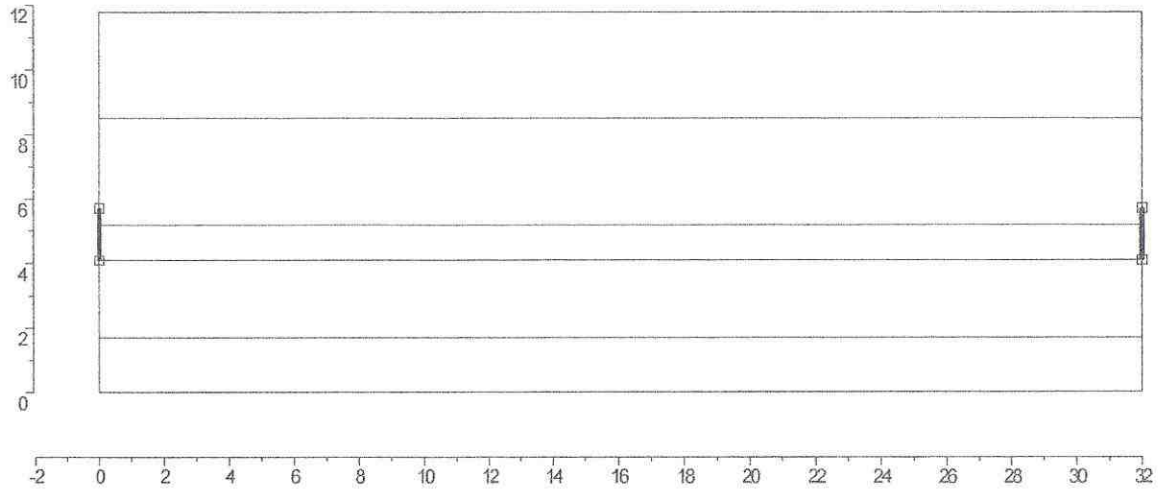
1 - Acera	Resultados	Eav = 6.54 lux	Emin = 4.41 lux			
2 - Pista Ciclo-Peatonal	Resultados	Eav = 6.51 lux	Emin = 4.63 lux			
4 - Calzada	Resultados	Lav = 0.76 cd/m²	Uo(L) = 0.66	UL = 0.84	f_{TI} = 10.9 %	SR = 0.88 R=0.86 L=0.89
	Obs. 1) [x=-60.00 y=6.85] m Obs. 2) [x=-60.00 y=10.15] m Obs. 3) [x=-60.00 y=6.85] m Obs.Ti [x=8.47 y=6.85] m Lv = 0.15	Lav = 0.76 cd/m² * Lav = 0.84 cd/m² Lav = 0.76 cd/m²	Uo(L) = 0.66 * Uo(L) = 0.66 Uo(L) = 0.66	UL = 0.89 UL = 0.84 *	f_{TI} = 10.85 % *	

Contaminación Lumínica

FHS inst.
0.45 %

2. Vistas

2.1 Vista 2D en Planta



3. Datos de las Luminarias

3.1 Tabla Resumen de las Luminarias

Ref.	Dimmer	Posición Luminarias x[m] y[m] z[m]	Rotación Luminarias rx[°] ry[°] rz[°]	Código Luminaria	Código Fuente de luz
A-1	100 %	-0.00 4.10 9.00	15.0 -0.0 180.0	MICROLED 18WDC	LED
A-2	100 %	32.00 4.10 9.00	15.0 -0.0 180.0	MICROLED 18WDC	LED
B-1	100 %	0.00 5.70 9.00	15.0 -0.0 0.0	MICROLED II 36WDC	LED
B-2	100 %	32.00 5.70 9.00	15.0 -0.0 0.0	MICROLED II 36WDC	LED

3.2 Tabla Resumen de los Enfoques

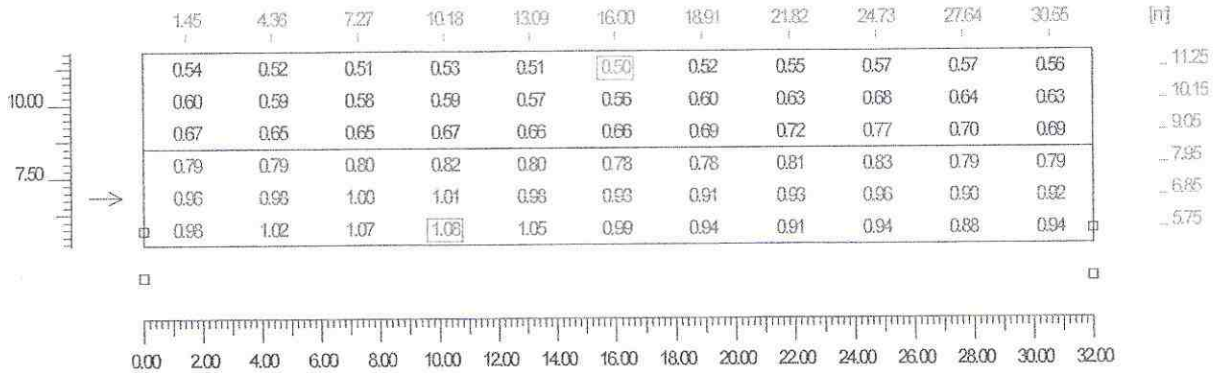
Torre	Ref.	Código Luminaria	Dimmer	Posición Luminarias x[m] y[m] z[m]	Rotación Luminarias rx[°] ry[°] rz[°]	Enfoques x[m] y[m] z[m]	R.Eje [°]
	A-1	MICROLED 18WDC	100 %	-0.00 4.10 9.00	15.0 -0.0 180.0	-0.00 1.69 -0.00	0.0
	A-2	MICROLED 18WDC	100 %	32.00 4.10 9.00	15.0 -0.0 180.0	32.00 1.69 -0.00	-0.0
	B-1	MICROLED II 36WDC	100 %	0.00 5.70 9.00	15.0 -0.0 0.0	0.00 8.11 -0.00	0.0
	B-2	MICROLED II 36WDC	100 %	32.00 5.70 9.00	15.0 -0.0 0.0	32.00 8.11 -0.00	0.0

4. Tablas de los Resultados

4.1 Valores Luminancia sobre: 4 - Calzada - Obs. 1 [x=-60.00 y=6.85] m

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Luminancia	0.76 cd/m2	0.50 cd/m2	1.08 cd/m2	0.66	0.46	0.70

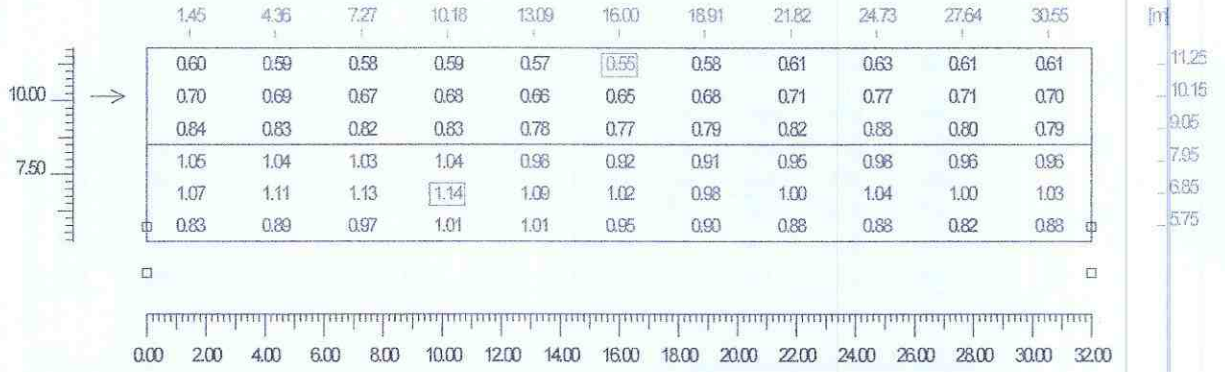
Observador [x=-60.00 y=6.85 z=1.50] m => [x=30.00 y=6.85 z=0.00] m
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.2 Valores Luminancia sobre: 4 - Calzada - Obs. 2 [x=-60.00 y=10.15] m

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Luminancia	0.84 cd/m2	0.55 cd/m2	1.14 cd/m2	0.66	0.49	0.74

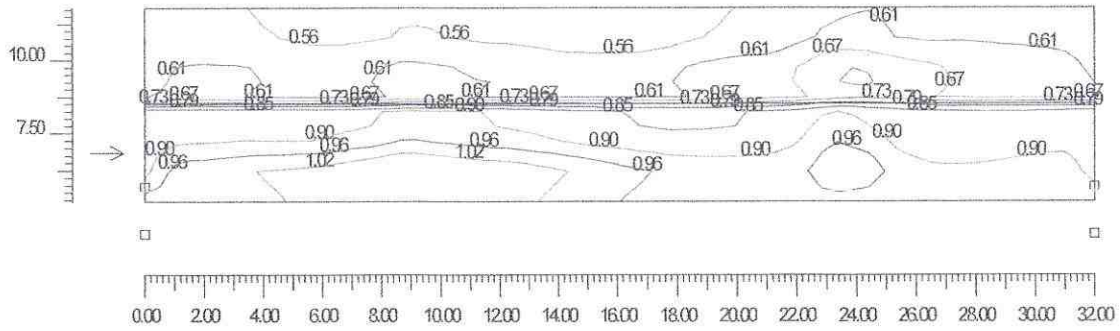
Observador [x=-60.00 y=10.15 z=1.50] m => [x=30.00 y=10.15 z=0.00] m
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.3 Curvas Iso Luminancia sobre: 4 - Calzada - Obs. 1 [x=-60.00 y=6.85] m

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Luminancia	0.76 cd/m2	0.50 cd/m2	1.08 cd/m2	0.66	0.46	0.70

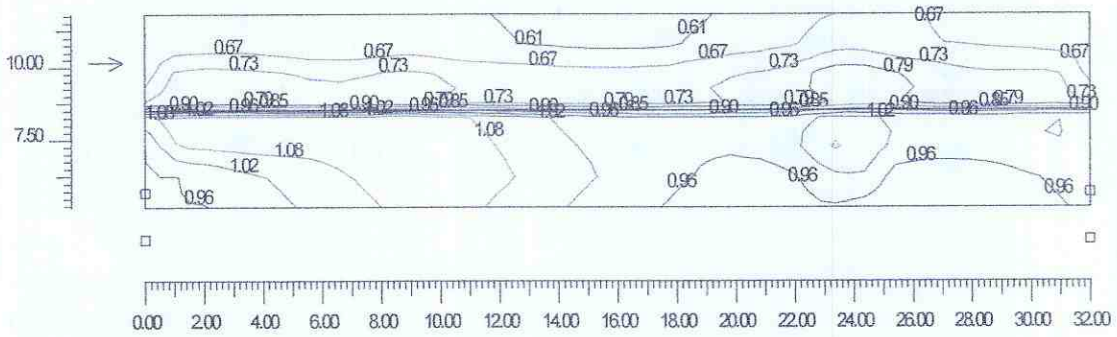
Observador [x=-60.00 y=6.85 z=1.50] m => [x=30.00 y=6.85 z=0.00] m
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.4 Curvas Iso Luminancia sobre: 4 - Calzada - Obs. 2 [x=-60.00 y=10.15] m

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Luminancia	0.84 cd/m2	0.55 cd/m2	1.14 cd/m2	0.66	0.49	0.74

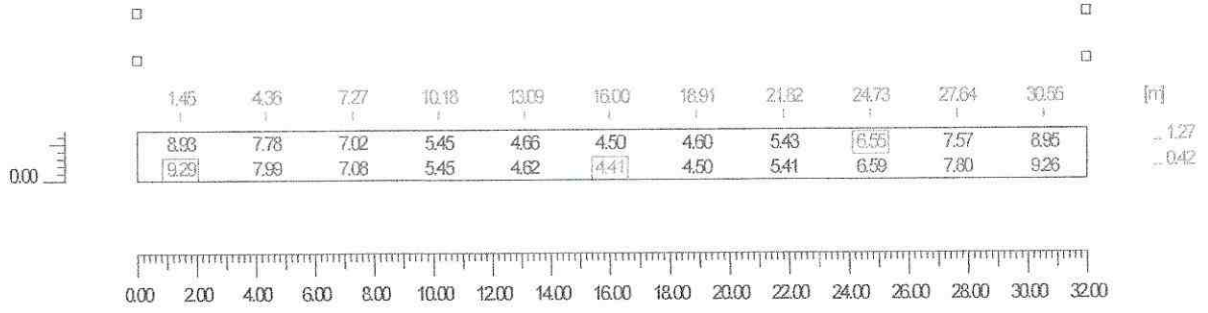
Observador [x=-60.00 y=10.15 z=1.50] m => [x=30.00 y=10.15 z=0.00] m
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.5 Valores Iluminancia Horizontal sobre: 1 - Acera

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia Horizontal	6.54 lx	4.41 lx	9.29 lx	0.67	0.47	0.70

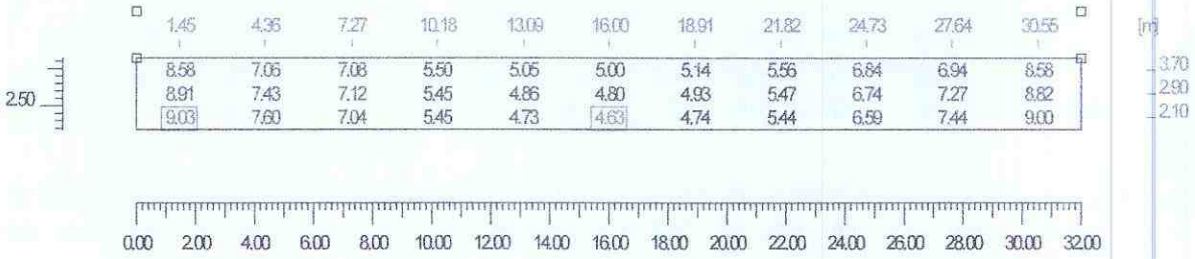
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.6 Valores Iluminancia Horizontal sobre: 2 - Pista Ciclo-Peatonal

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia Horizontal	6.51 lx	4.63 lx	9.03 lx	0.71	0.51	0.72

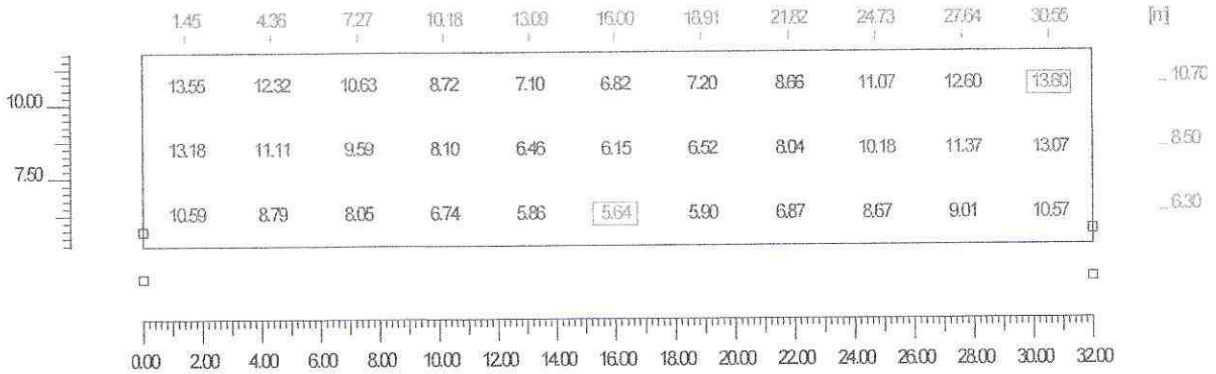
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.7 Valores Iluminancia Horizontal sobre: 4 - Calzada

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia Horizontal	9.17 lx	5.64 lx	13.60 lx	0.62	0.41	0.67

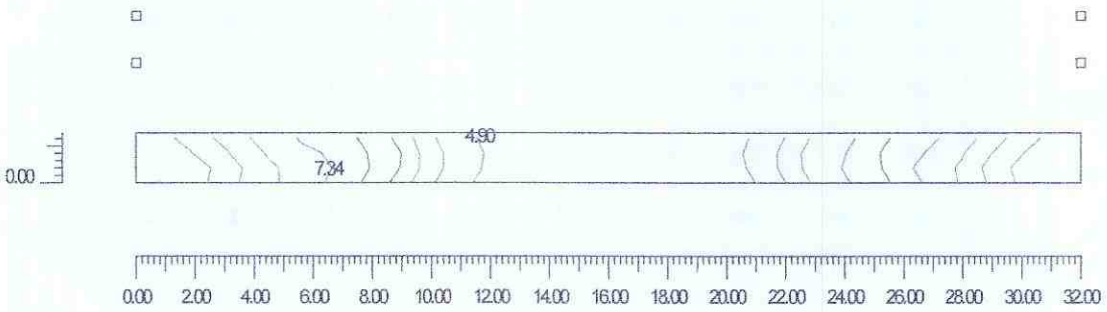
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.8 Curvas Iso Iluminancia Horizontal sobre: 1 - Acera

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia Horizontal	6.54 lx	4.41 lx	9.29 lx	0.67	0.47	0.70

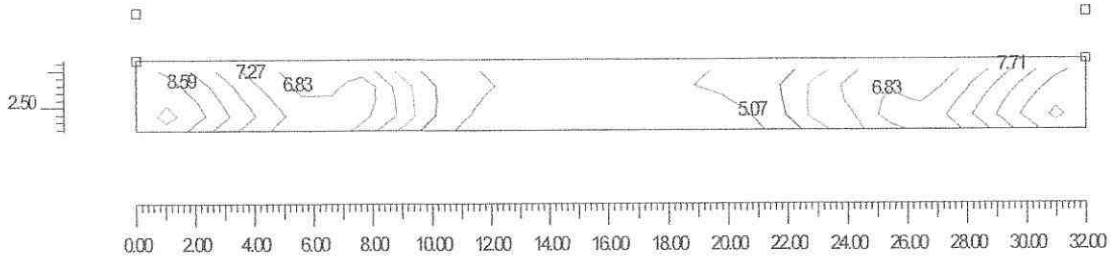
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.9 Curvas Iso Iluminancia Horizontal sobre: 2 - Pista Ciclo-Peatonal

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia Horizontal	6.51 lx	4.63 lx	9.03 lx	0.71	0.51	0.72

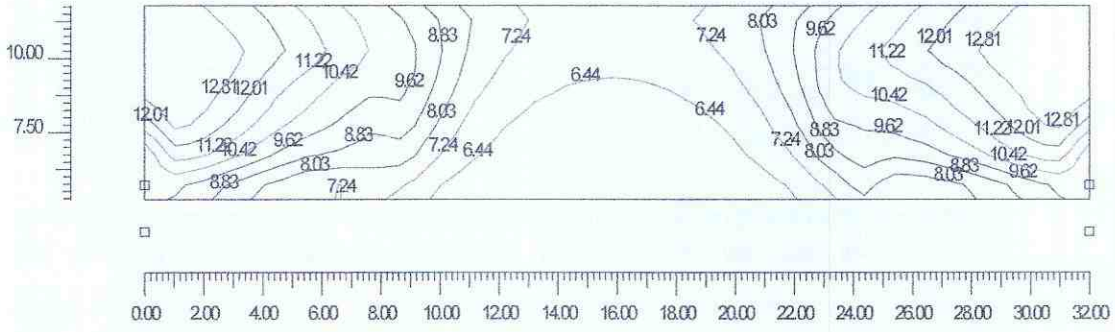
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.10 Curvas Iso Iluminancia Horizontal sobre: 4 - Calzada

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia Horizontal	9.17 lx	5.64 lx	13.60 lx	0.62	0.41	0.67

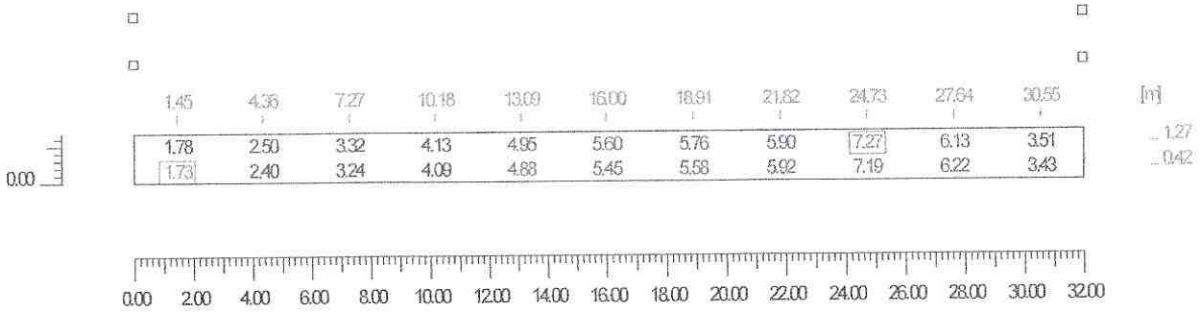
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.11 Valores Iluminancia vertical -X sobre: 1 - Acera (h+1.5m)

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia vertical -X	4.59 lx	1.73 lx	7.27 lx	0.38	0.24	0.63

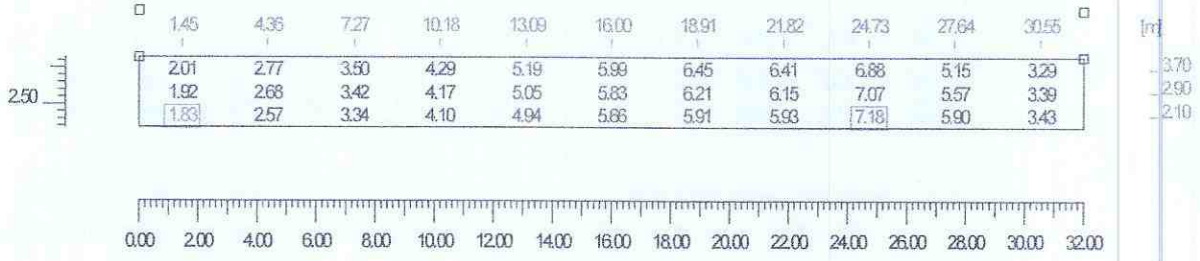
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.12 Valores Iluminancia vertical -X sobre: 2 - Pista Ciclo-Peatonal (h+1.5m)

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia vertical -X	4.67 lx	1.83 lx	7.18 lx	0.39	0.25	0.65

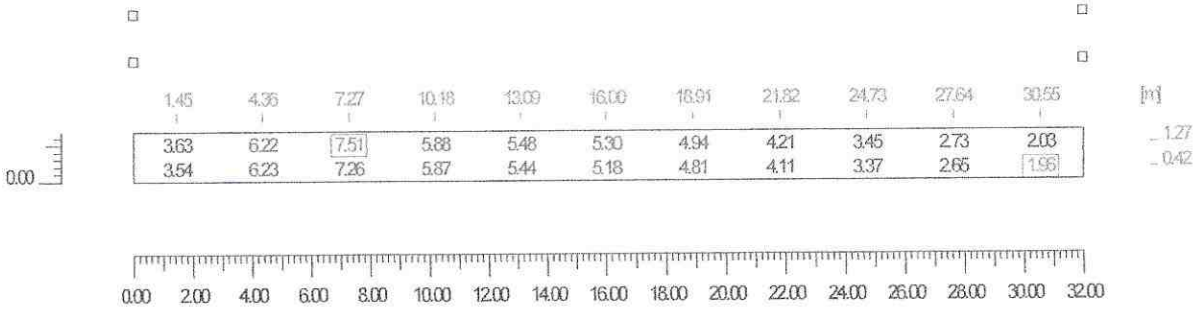
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.13 Valores Iluminancia vertical +X sobre: 1 - Acera (h+1.5m)

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia vertical +X	4.63 lx	1.96 lx	7.51 lx	0.42	0.26	0.62

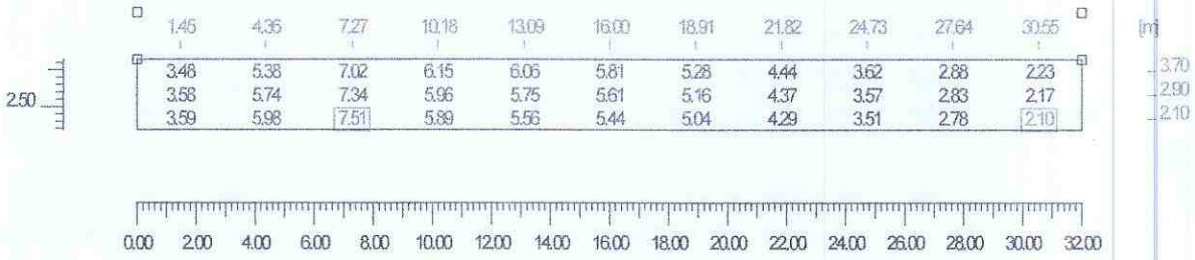
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.14 Valores Iluminancia vertical +X sobre: 2 - Pista Ciclo-Peatonal (h+1.5m)

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia vertical +X	4.73 lx	2.10 lx	7.51 lx	0.44	0.28	0.63

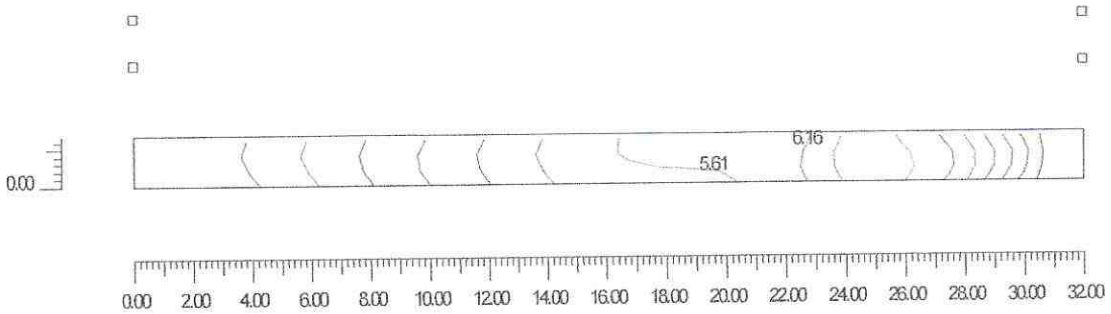
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.15 Curvas Iso Iluminancia vertical -X sobre: 1 - Acera (h+1.5m)

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia vertical -X	4.59 lx	1.73 lx	7.27 lx	0.38	0.24	0.63

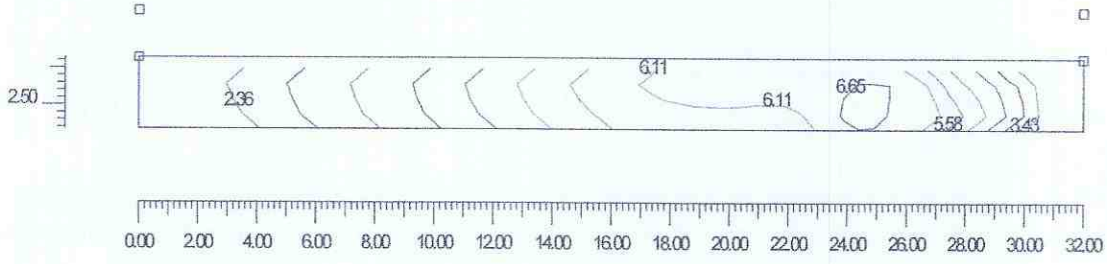
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.16 Curvas Iso Iluminancia vertical -X sobre: 2 - Pista Ciclo-Peatonal (h+1.5m)

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia vertical -X	4.67 lx	1.83 lx	7.18 lx	0.39	0.25	0.65

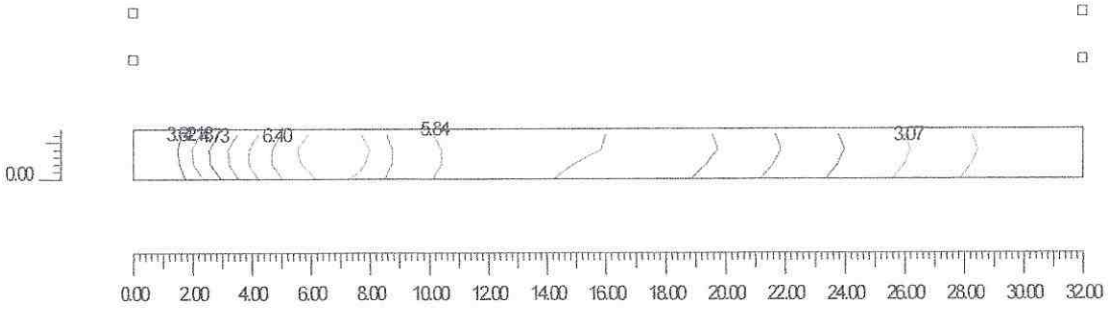
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.17 Curvas Iso Iluminancia vertical +X sobre: 1 - Acera (h+1.5m)

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Iluminancia vertical +X	4.63 lx	1.96 lx	7.51 lx	0.42	0.26	0.62

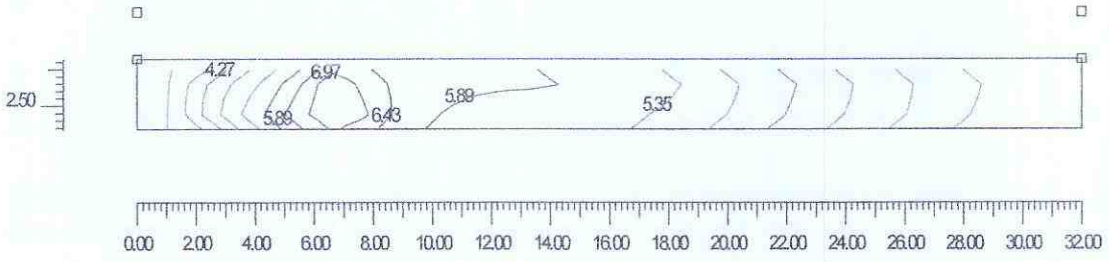
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.18 Curvas Iso Iluminancia vertical +X sobre: 2 - Pista Ciclo-Peatonal (h+1.5m)

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia vertical +X	4.73 lx	2.10 lx	7.51 lx	0.44	0.28	0.63

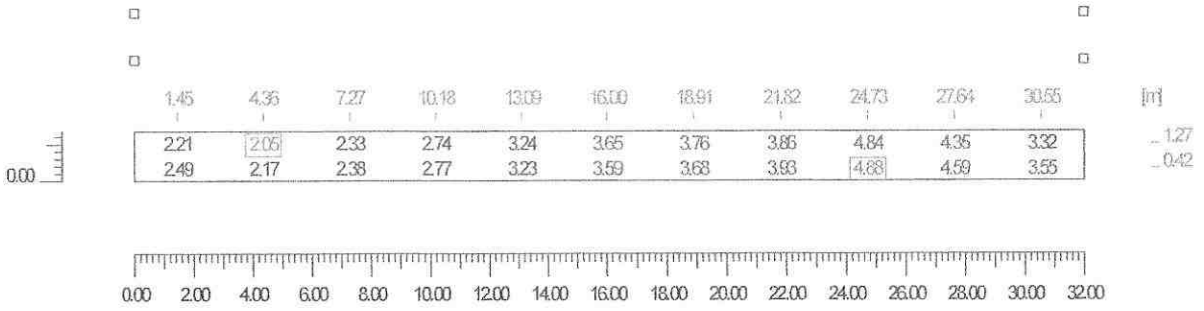
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.19 Valores Iluminancia SemiCilíndrico sobre: 1 - Acera (h+1.5m) - Observador => [ß=180.00

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia SemiCilíndrico	3.35 lx	2.05 lx	4.88 lx	0.61	0.42	0.68

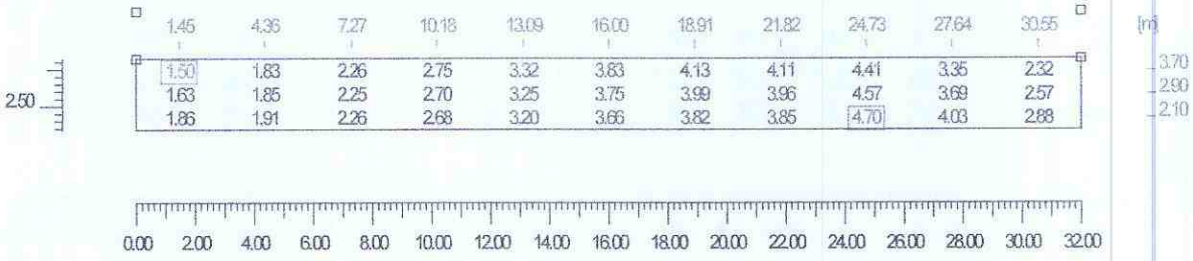
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.20 Valores Iluminancia SemiCilíndrico sobre: 2 - Pista Ciclo-Peatonal (h+1.5m) - Observador => [ß=180.00

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia SemiCilíndrico	3.12 lx	1.50 lx	4.70 lx	0.48	0.32	0.66

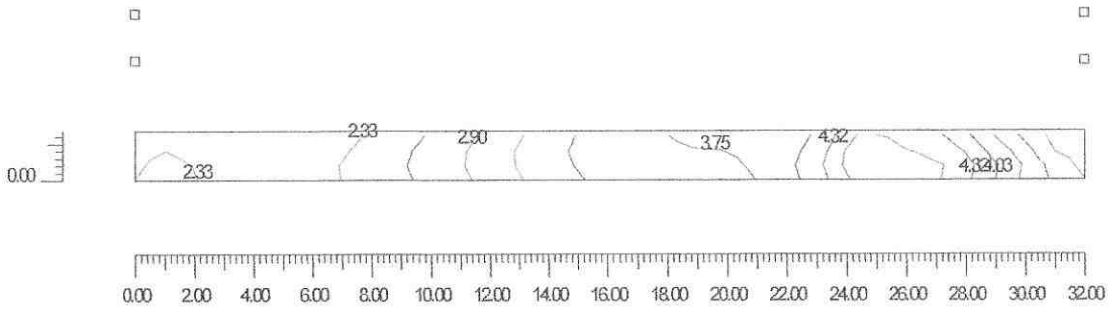
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.21 Curvas Iso Iluminancia SemiCilíndrico sobre: 1 - Acera (h+1.5m) - Observador => [ß=180.00

Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia SemiCilíndrico	3.35 lx	2.05 lx	4.88 lx	0.61	0.42	0.68

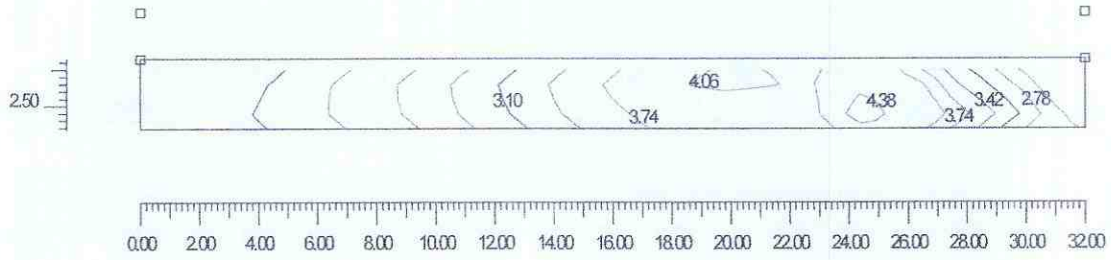
Tipo Cálculo Sólo Dir.



4.22 Curvas Iso Iluminancia SemiCilíndrico sobre: 2 - Pista Ciclo-Peatonal (h+1.5m) - Observador => [ß=180

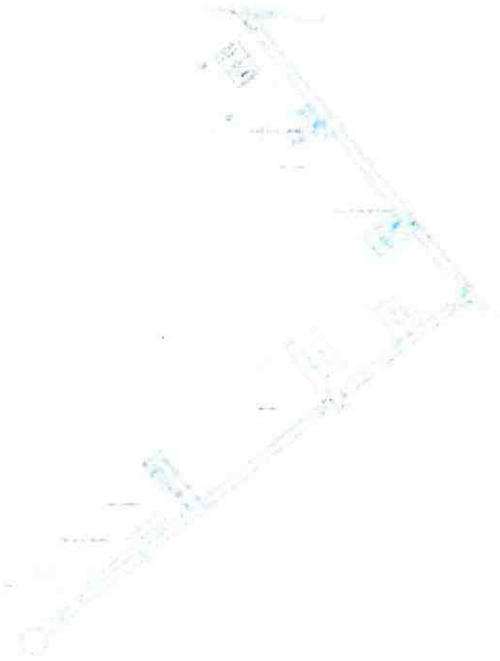
Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Iluminancia SemiCilíndrico	3.12 lx	1.50 lx	4.70 lx	0.48	0.32	0.66

Tipo Cálculo Sólo Dir.



Fecha 18/9/2025

CELSA



VIA DE ACCESO CAMPUS UNIVERSITARIO

DISEÑO FOTOMÉTRICO

CELSA S.A.S limita su responsabilidad en la entrega de un diseño de iluminación que obedece a los requerimientos, especificaciones y planos proporcionados por el cliente y se garantiza en él, el cumplimiento del Reglamento Técnico de iluminación y Alumbrado Público RETILAP y normas complementarias que le apliquen. Por lo tanto, los valores presentados en este informe obedecen a resultados luminotécnicos exactos, los cuales pueden verse afectados por el uso de otro tipo de luminarias a la especificada en el diseño o la modificación de la posición de las mismas, como también a la alteración en los acabados de las superficies del local o sitio a iluminar.

Created with DIALux

CELSA

Observaciones preliminares

Indicaciones para planificación:

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Lista de luminarias

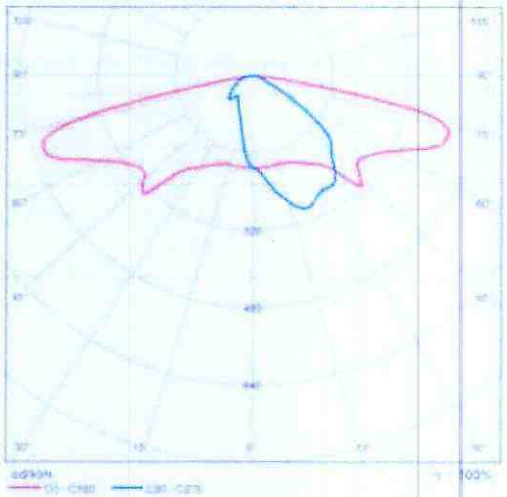
Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico
319356 lm	1944.0 W	164.3 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
30	CELSA S.A.S	MICROLED 18WDC	MICROLED 18WDC	18.0 W	2970 lm	165.0 lm/W
39	CELSA S.A.S	MICROLED II 36WDC	MICROLED II 36WDC	36.0 W	5904 lm	164.0 lm/W

Ficha de producto

CELSA S.A.S - MICROLED 18WDC

N° de artículo	MICROLED 18WDC
P	18.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	2970 lm
$\Phi_{Luminaria}$	2970 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	165.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100

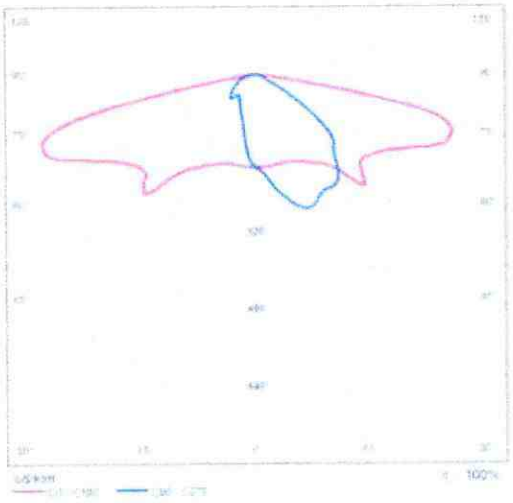


CDL polar

Ficha de producto

CELSA S.A.S - MICROLED II 36WDC

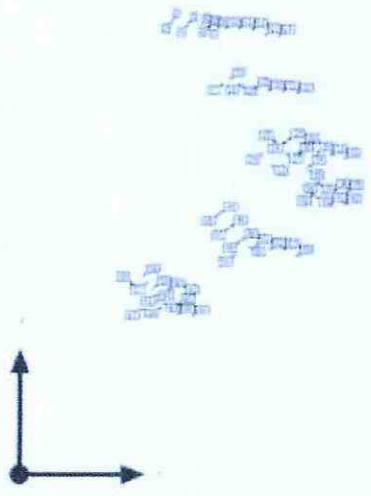
N° de artículo	MICROLED II 36WDC
P	36.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	5904 lm
$\Phi_{Luminaria}$	5904 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	164.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polar

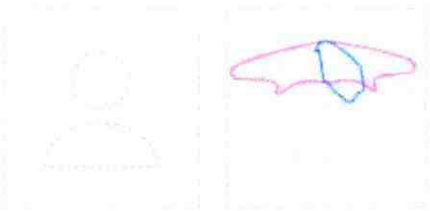
Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante	CELSA S.A.S	P	18.0 W
N° de artículo	MICROLED 18WDC	$\Phi_{Luminaria}$	2970 lm
Nombre del artículo	MICROLED 18WDC		
Lámpara	1x LED		

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
301.331 m	913.641 m	9.000 m	1
300.934 m	911.117 m	9.000 m	2
332.838 m	906.773 m	9.000 m	3
331.715 m	904.478 m	9.000 m	4
357.570 m	904.186 m	9.000 m	5
372.643 m	904.107 m	9.000 m	6
372.095 m	901.471 m	9.000 m	7
360.535 m	899.876 m	9.000 m	8
362.630 m	898.282 m	9.000 m	9
342.990 m	897.243 m	9.000 m	10
353.171 m	897.197 m	9.000 m	11
340.934 m	895.626 m	9.000 m	12

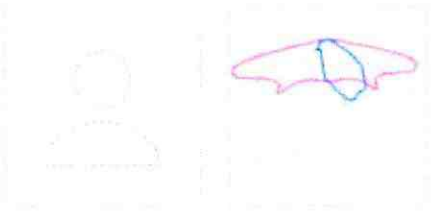
Terreno 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
362.878 m	884.701 m	9.000 m	13
440.210 m	786.909 m	9.000 m	16
453.416 m	770.515 m	9.000 m	20
531.431 m	672.332 m	9.000 m	23
551.848 m	646.325 m	9.000 m	29
572.889 m	619.866 m	9.000 m	34
595.668 m	591.109 m	9.000 m	36
609.985 m	572.780 m	9.000 m	38
586.924 m	564.445 m	9.000 m	41
560.838 m	543.737 m	9.000 m	43
395.954 m	525.186 m	9.000 m	44
417.535 m	498.166 m	9.000 m	46
438.677 m	471.469 m	9.000 m	48
456.448 m	460.992 m	9.000 m	51
452.736 m	453.078 m	9.000 m	52
430.354 m	440.293 m	9.000 m	55
299.886 m	336.853 m	9.000 m	66
273.777 m	316.149 m	9.000 m	69

Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante	CELSA S.A.S	P	36.0 W
N° de artículo	MICROLED II 36WDC	$\Phi_{Luminaria}$	5904 lm
Nombre del artículo	MICROLED II 36WDC		
Lámpara	1x LED		

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
360.768 m	882.970 m	9.000 m	14
415.036 m	795.338 m	9.000 m	15
403.989 m	786.248 m	9.000 m	17
438.086 m	785.176 m	9.000 m	18
431.648 m	775.360 m	9.000 m	19
451.292 m	768.783 m	9.000 m	21
421.504 m	764.887 m	9.000 m	22
529.331 m	670.617 m	9.000 m	24
510.425 m	668.432 m	9.000 m	25
504.334 m	663.111 m	9.000 m	26
528.092 m	650.079 m	9.000 m	27
483.195 m	647.427 m	9.000 m	28

Terreno 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
549.826 m	644.699 m	9.000 m	30
519.030 m	642.330 m	9.000 m	31
509.232 m	635.483 m	9.000 m	32
497.891 m	626.646 m	9.000 m	33
570.833 m	618.220 m	9.000 m	35
593.636 m	589.429 m	9.000 m	37
608.026 m	571.117 m	9.000 m	39
585.157 m	566.550 m	9.000 m	40
559.088 m	545.855 m	9.000 m	42
394.418 m	524.046 m	9.000 m	45
415.850 m	496.668 m	9.000 m	47
437.024 m	469.995 m	9.000 m	49
454.681 m	463.081 m	9.000 m	50
451.216 m	451.957 m	9.000 m	53
428.626 m	442.399 m	9.000 m	54
243.938 m	399.450 m	9.000 m	56
254.621 m	386.101 m	9.000 m	57
224.697 m	382.972 m	9.000 m	58
265.770 m	374.645 m	9.000 m	59
234.909 m	370.760 m	9.000 m	60
275.781 m	362.100 m	9.000 m	61
244.803 m	358.091 m	9.000 m	62
284.353 m	348.513 m	9.000 m	63

CELSA

Terreno 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
254.649 m	345.455 m	9.000 m	64
298.189 m	338.951 m	9.000 m	65
264.478 m	332.920 m	9.000 m	67
272.072 m	318.293 m	9.000 m	68

Terreno 1

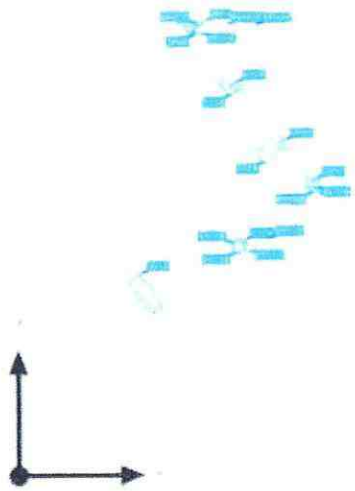
Lista de luminarias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico
319356 lm	1944.0 W	164.3 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
30	CELSA S.A.S	MICROLED 18WDC	MICROLED 18WDC	18.0 W	2970 lm	165.0 lm/W
39	CELSA S.A.S	MICROLED II 36WDC	MICROLED II 36WDC	36.0 W	5904 lm	164.0 lm/W

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie de cálculo

Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CRUCES 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	18.3 lx	9.94 lx	23.7 lx	0.54	0.42	CG1
CRUCE 3 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.2 lx	10.4 lx	19.8 lx	0.68	0.53	CG2
PARQUEADERO 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.0 lx	7.64 lx	24.2 lx	0.51	0.32	CG3
CRUCE 5 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.1 lx	10.5 lx	19.4 lx	0.70	0.54	CG4
CRUCE 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	16.1 lx	8.49 lx	21.3 lx	0.53	0.40	CG5
CURCE 6 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.4 lx	11.5 lx	19.5 lx	0.75	0.59	CG6
CRUCE 7 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	17.6 lx	9.21 lx	24.1 lx	0.52	0.38	CG7
PARQUEADERO 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.4 lx	7.02 lx	24.4 lx	0.46	0.29	CG8
PARUQDERO 3 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.1 lx	7.72 lx	20.4 lx	0.51	0.38	CG9
ACERA 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	11.2 lx	8.65 lx	14.9 lx	0.77	0.58	CG10
ACERA 1 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	6.26 lx	3.30 lx	9.75 lx	0.53	0.34	CG10

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

ACERA 1 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.81 lx	2.83 lx	8.24 lx	0.49	0.34	CG10
ACERA 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	9.45 lx	4.81 lx	14.7 lx	0.51	0.33	CG11
ACERA 2 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	9.35 lx	5.00 lx	12.6 lx	0.53	0.40	CG11
ACERA 2 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	8.12 lx	4.82 lx	11.1 lx	0.59	0.43	CG11
ACERA 3 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	19.2 lx	14.6 lx	22.7 lx	0.76	0.64	CG12
ACERA 3 Intensidad lumínica vertical Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	7.04 lx	6.04 lx	9.27 lx	0.86	0.65	CG12
ACERA 3 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	6.46 lx	5.89 lx	7.22 lx	0.91	0.82	CG12
ACERA 4 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	14.7 lx	8.85 lx	17.6 lx	0.60	0.50	CG13
ACERA 4 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.70 lx	2.77 lx	9.43 lx	0.49	0.29	CG13
ACERA 4 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.52 lx	3.25 lx	7.89 lx	0.59	0.41	CG13
ACERA 5 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	9.38 lx	5.07 lx	14.1 lx	0.54	0.36	CG14
ACERA 5 Intensidad lumínica vertical Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	5.68 lx	2.65 lx	7.34 lx	0.47	0.36	CG14

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

ACERA 5 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	4.74 lx	2.29 lx	6.02 lx	0.48	0.38	CG14
ACERA 6 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	6.44 lx	1.97 lx	14.0 lx	0.31	0.14	CG15
ACERA 6 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.91 lx	2.18 lx	10.8 lx	0.37	0.20	CG15
ACERA 6 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.25 lx	2.31 lx	8.22 lx	0.44	0.28	CG15
ACERA 8 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	19.8 lx	18.9 lx	21.0 lx	0.95	0.90	CG16
ACERA 8 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	10.1 lx	8.53 lx	11.4 lx	0.84	0.75	CG16
ACERA 8 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	7.84 lx	6.87 lx	8.60 lx	0.88	0.80	CG16
ACERA 7 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.7 lx	13.7 lx	16.9 lx	0.87	0.81	CG17
ACERA 7 Intensidad lumínica vertical Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	5.13 lx	3.60 lx	7.08 lx	0.70	0.51	CG17
ACERA 7 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	4.96 lx	3.79 lx	5.83 lx	0.76	0.65	CG17
CICLORUTA Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	13.3 lx	8.55 lx	18.1 lx	0.64	0.47	CG18
CICLORUTA Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	10.2 lx	6.24 lx	15.2 lx	0.61	0.41	CG18

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

CICLORUTA Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	7.76 lx	4.88 lx	11.6 lx	0.63	0.42	CG18
ACERA 9 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	12.3 lx	6.60 lx	16.6 lx	0.54	0.40	CG19
ACERA 9 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	9.87 lx	5.31 lx	13.3 lx	0.54	0.40	CG19
ACERA 9 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	7.68 lx	5.06 lx	10.7 lx	0.66	0.47	CG19

Perfil de uso: Configuración Global predeterminada (5, 1, 4) Estándar (área de tráfico al aire libre)

Terreno 1 (Escena de luz 1)

CRUCES 1

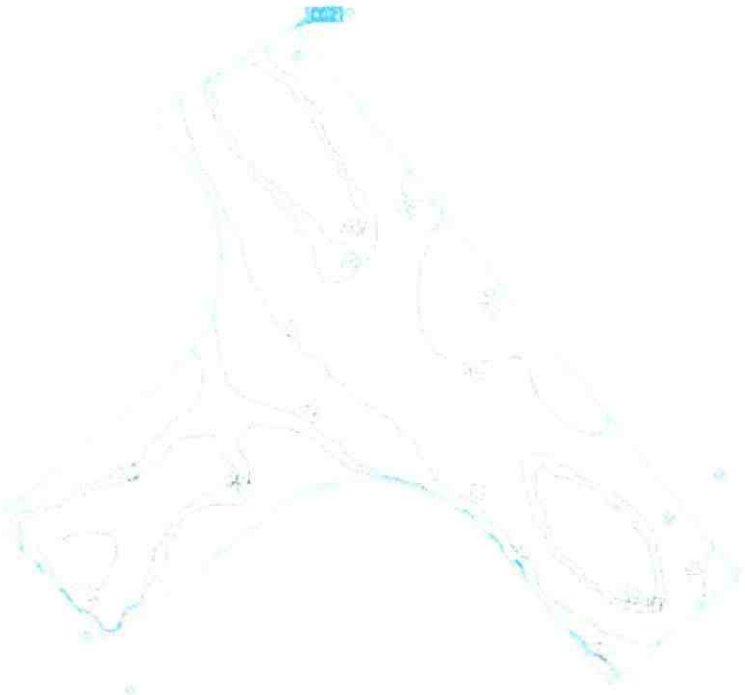


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CRUCES 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	18.3 lx	9.94 lx	23.7 lx	0.54	0.42	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (s.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

CRUCE 3

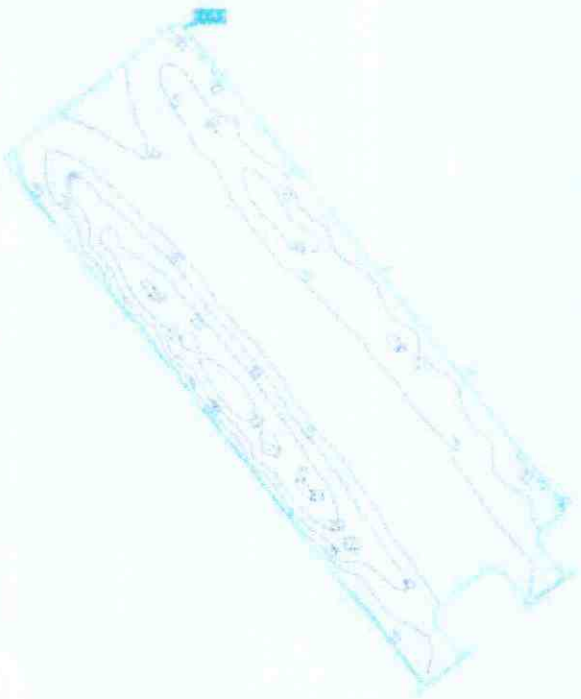


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CRUCE 3 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.2 lx	10.4 lx	19.8 lx	0.68	0.53	CG2

Perfil de uso: Configuración LDAI ux predeterminada (b E4 Estándar (área de tráfico al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

PARQUEADERO 1



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
PARQUEADERO 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.0 lx	7.64 lx	24.2 lx	0.51	0.32	CG3

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

CRUCE 5



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CRUCE 5 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.1 lx	10.5 lx	19.4 lx	0.70	0.54	CG4

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (6.3.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

CRUCE 2



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CRUCE 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	16.1 lx	8.49 lx	21.3 lx	0.53	0.40	CG5

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (8.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

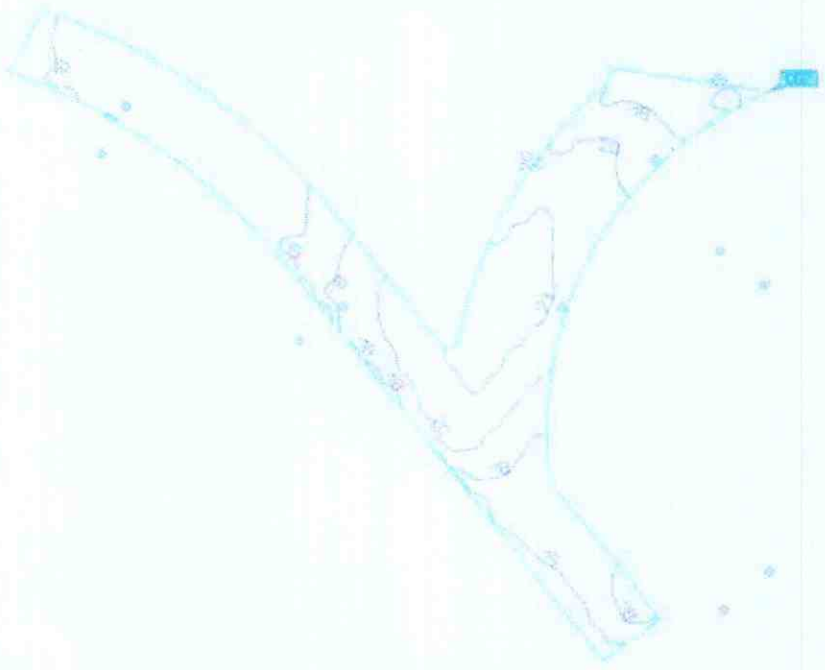
CURCE 6

Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CURCE 6 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.4 lx	11.5 lx	19.5 lx	0.75	0.59	CG6

Perfil de uso: Configuración (Auto predeterminada (5.3.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

CRUCE 7

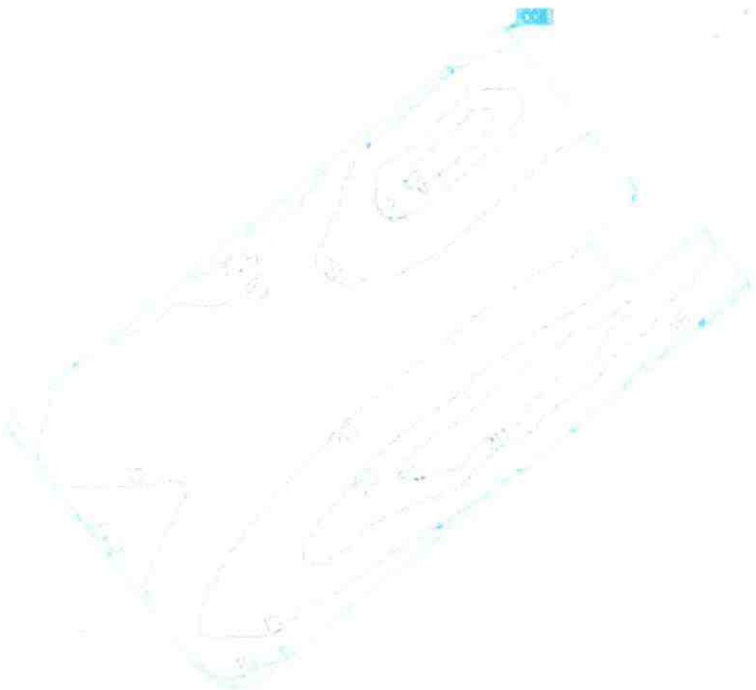


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CRUCE 7 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	17.6 lx	9.21 lx	24.1 lx	0.52	0.38	CG7

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

PARQUEADERO 2



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
PARQUEADERO 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.4 lx	7.02 lx	24.4 lx	0.46	0.29	CG8

Perfil de uso: Configuración (Hacia) predeterminada (EN 13.4 Estándar: Área de tráfico al aire libre)

Terreno 1 (Escena de luz 1)

PARUQDERO 3

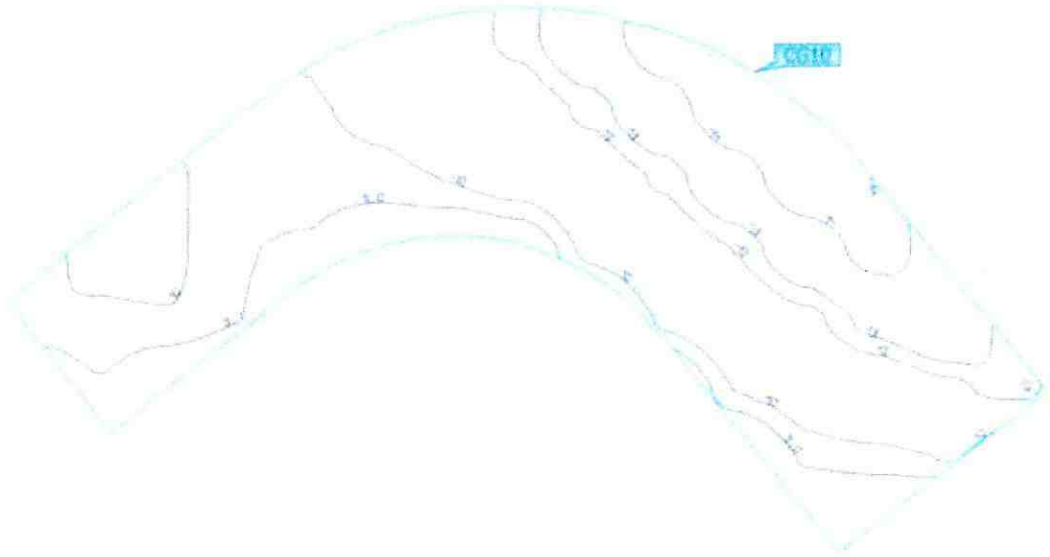


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
PARUQDERO 3 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.1 lx	7.72 lx	20.4 lx	0.51	0.38	CG9

Perfil de uso: Configuración DIALux preceterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 1



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	11.2 lx	8.65 lx	14.9 lx	0.77	0.58	CG10

Perfil de uso: Configuración UNE no predeterminada (5.3.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 1



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_0 (g_1)	g_2	Índice
ACERA 1 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	6.26 lx	3.30 lx	9.75 lx	0.53	0.34	CG10

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 1

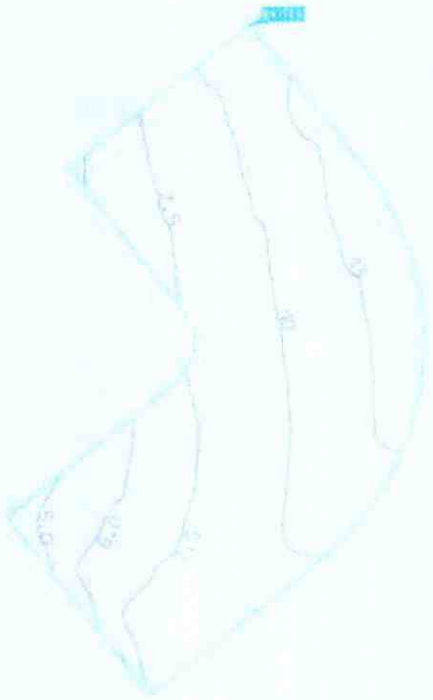


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 1 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.81 lx	2.83 lx	8.24 lx	0.49	0.34	CG10

Perfil de uso: Configuración: VIALes predeterminada (> 1.4 L stándar (área de tráfico, alto nivel))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 2

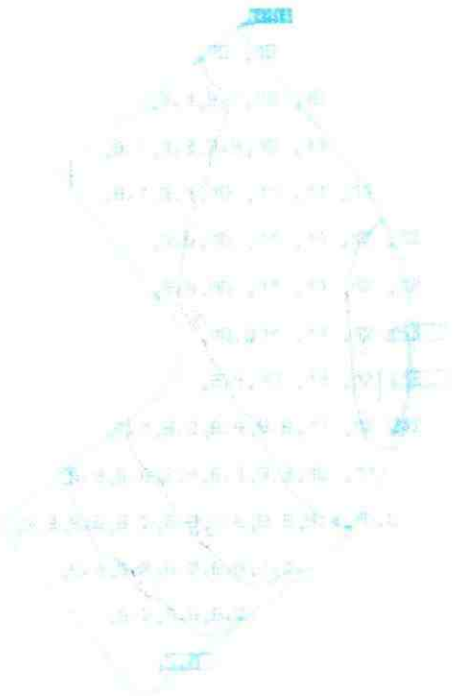


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	9.45 lx	4.81 lx	14.7 lx	0.51	0.33	CG11

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (EN 13.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 2



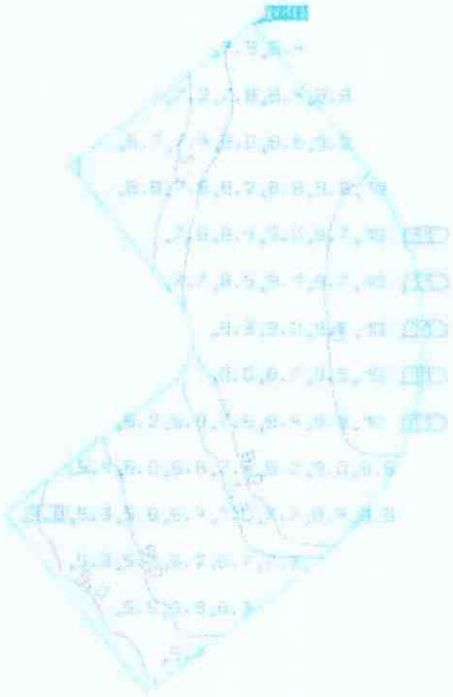
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 2 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	9.35 lx	5.00 lx	12.6 lx	0.53	0.40	CG11

Perfil de uso: Configuración (IAL) predeterminada EN 13 201:Estándar (área de tráfico al aire libre)

CELSA

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 2



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 2 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	8.12 lx	4.82 lx	11.1 lx	0.59	0.43	CG11

Perfil de usuario: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 3

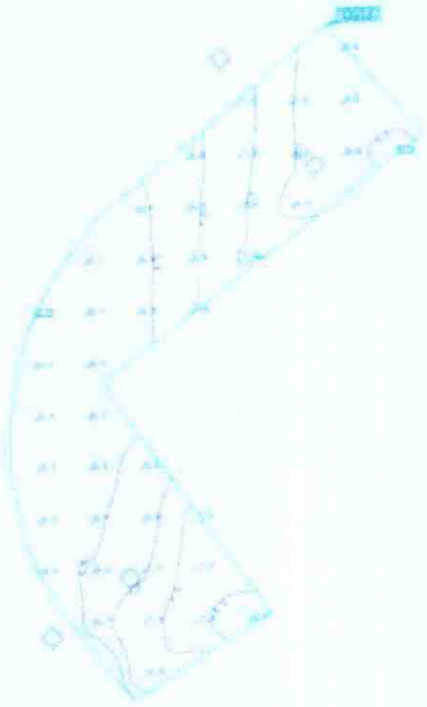


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 3 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	19.2 lx	14.6 lx	22.7 lx	0.76	0.64	CG12

Perfil de uso: Configuración LINEAL no predeterminada (> 1.4 estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 3



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 3 Intensidad lumínica vertical Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	7.04 lx	6.04 lx	9.27 lx	0.86	0.65	CG12

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 3

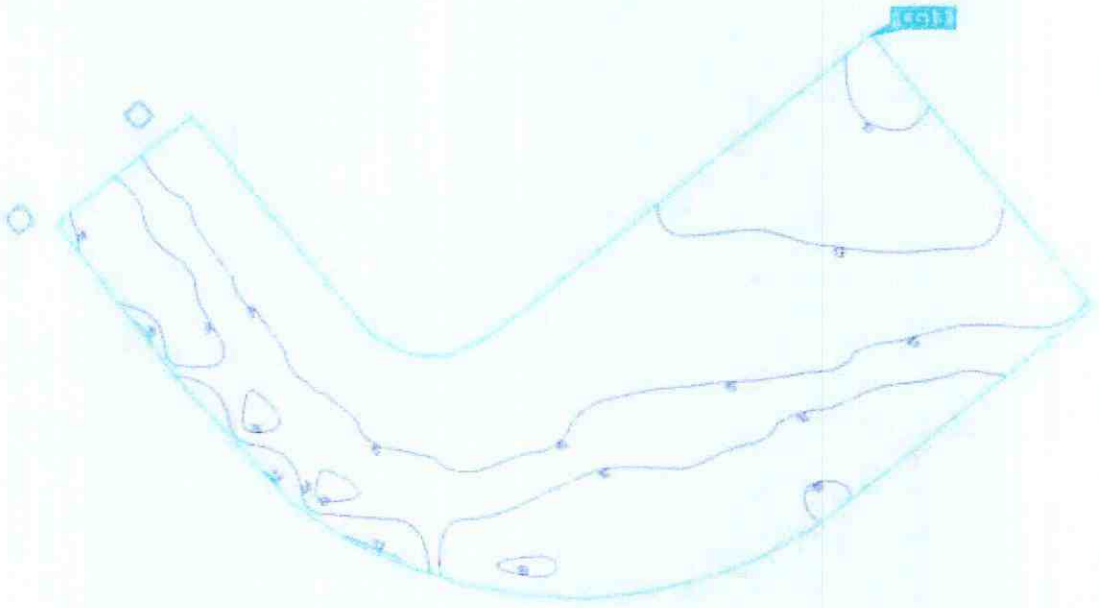


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 3 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	6.46 lx	5.89 lx	7.22 lx	0.91	0.82	CG12

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.3.1 Estándar (área de tránsito, alrededores))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 4

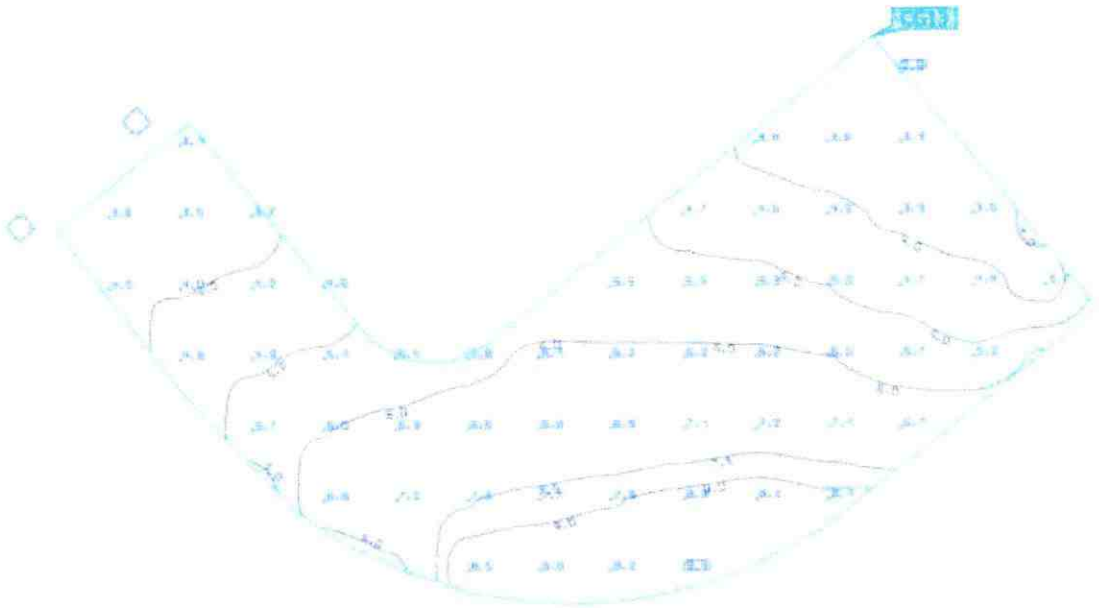


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 4 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	14.7 lx	8.85 lx	17.6 lx	0.60	0.50	CG13

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.3.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 4

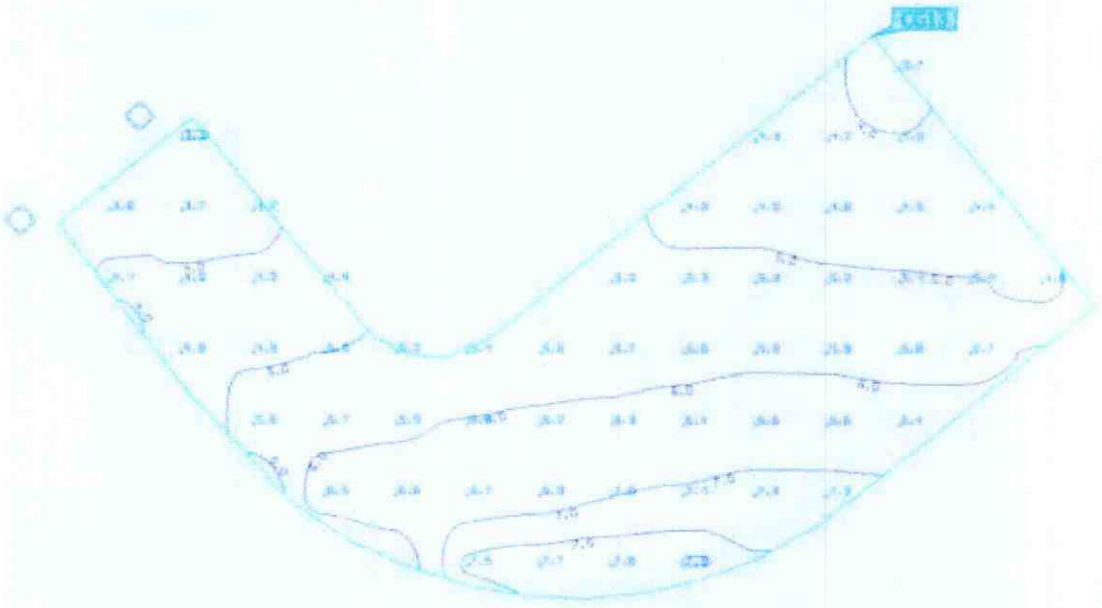


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 4 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.70 lx	2.77 lx	9.43 lx	0.49	0.29	CG13

Perfil de uso: Configuración predeterminada (5.1.4) Calzada (área de tráfico de alrededor)

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 4

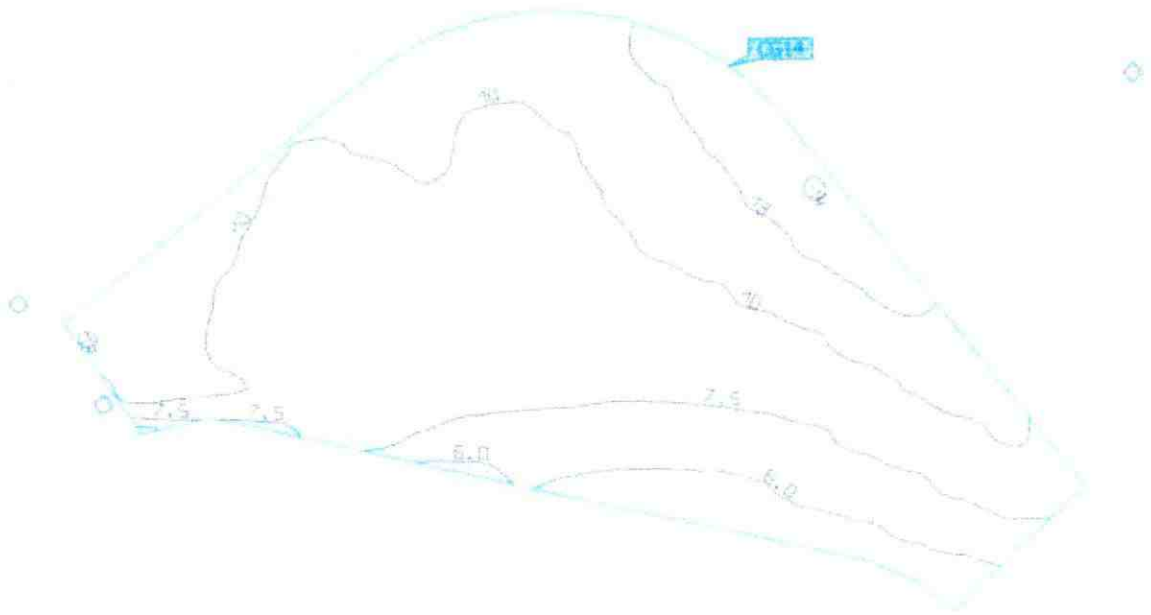


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 4 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.52 lx	3.25 lx	7.89 lx	0.59	0.41	CG13

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (E 1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 5

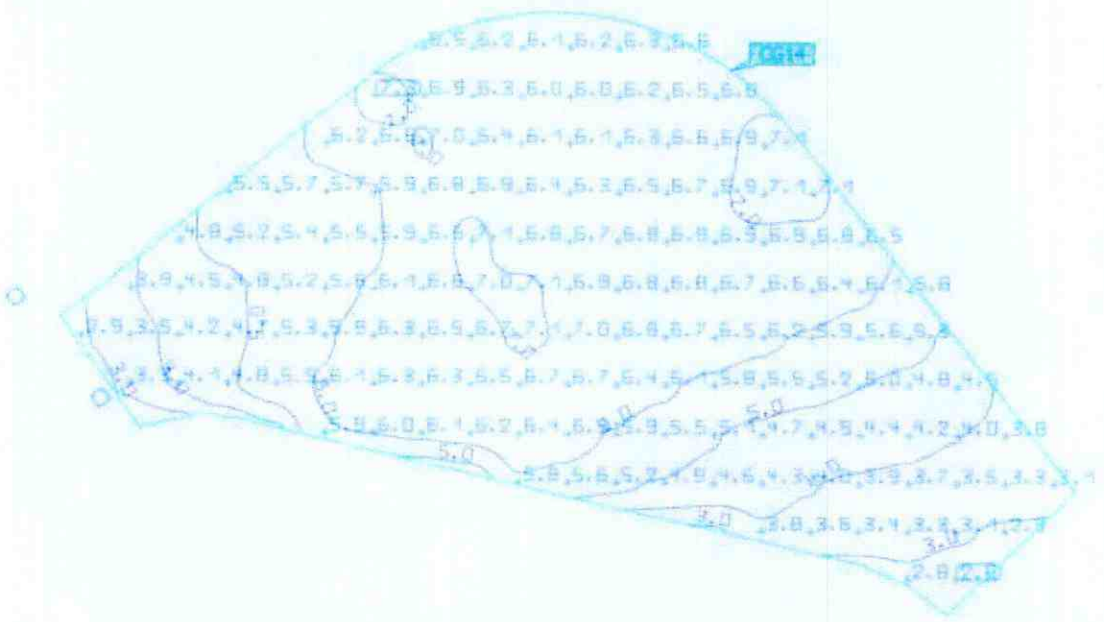


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 5 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	9.38 lx	5.07 lx	14.1 lx	0.54	0.36	CG14

Perfil de uso: Configuración (Metros predeterminada (E 13 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 5

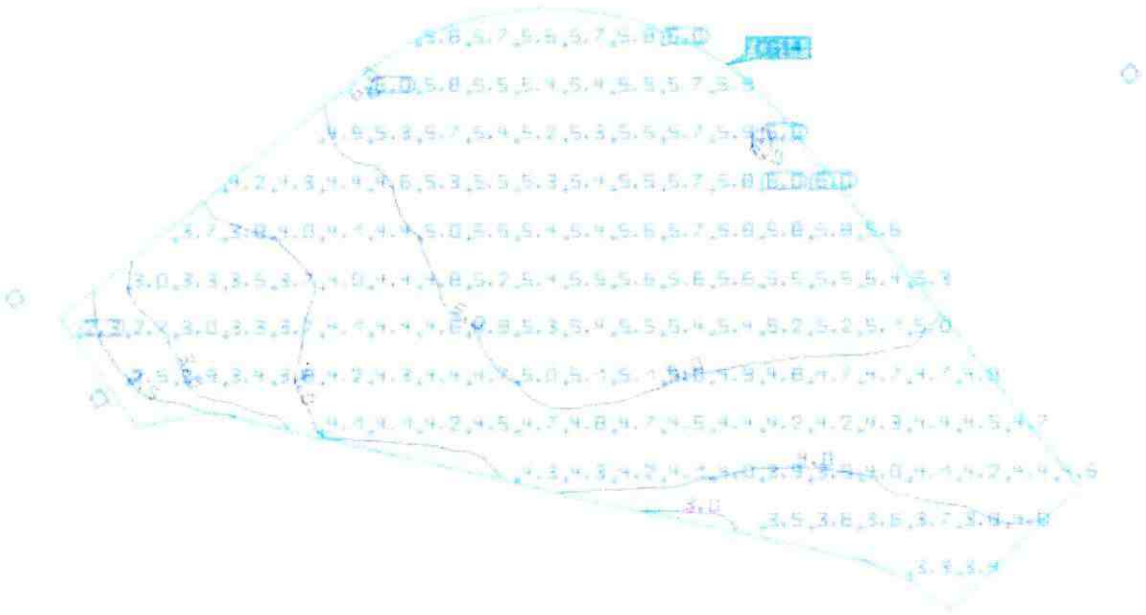


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 5 Intensidad lumínica vertical Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	5.68 lx	2.65 lx	7.34 lx	0.47	0.36	CG14

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (E 1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 5

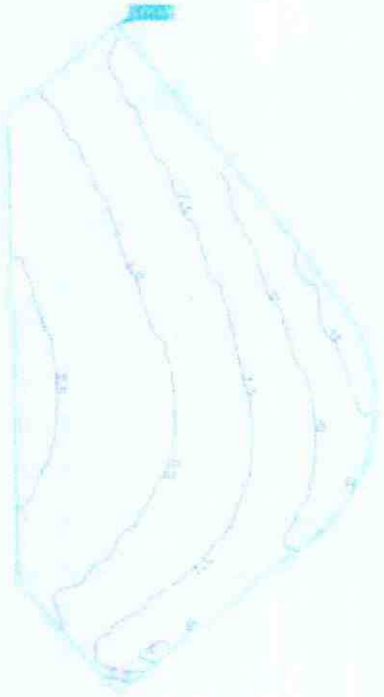


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 5 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	4.74 lx	2.29 lx	6.02 lx	0.48	0.38	CG14

Perfil de uso: Configuración (VIA) Luz predeterminada (E 1.4 Estándar (área de tráfico al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 6



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 6 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	6.44 lx	1.97 lx	14.0 lx	0.31	0.14	CG15

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 6

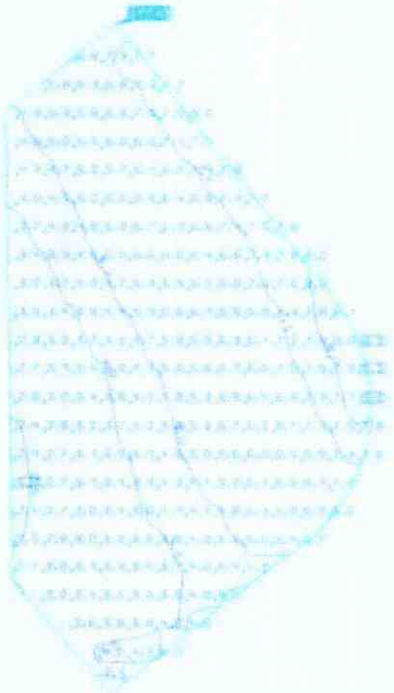


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 6 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.91 lx	2.18 lx	10.8 lx	0.37	0.20	CG15

Perfil de uso: Configuración predeterminada (E. 1 Estándar (área de tráfico al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 6



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 6 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	5.25 lx	2.31 lx	8.22 lx	0.44	0.28	CG15

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 8



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 8 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	19.8 lx	18.9 lx	21.0 lx	0.95	0.90	CG16

Perfil de usuario: Configuración CIALux predeterminada (5.1.4 Estándar tarea de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 8



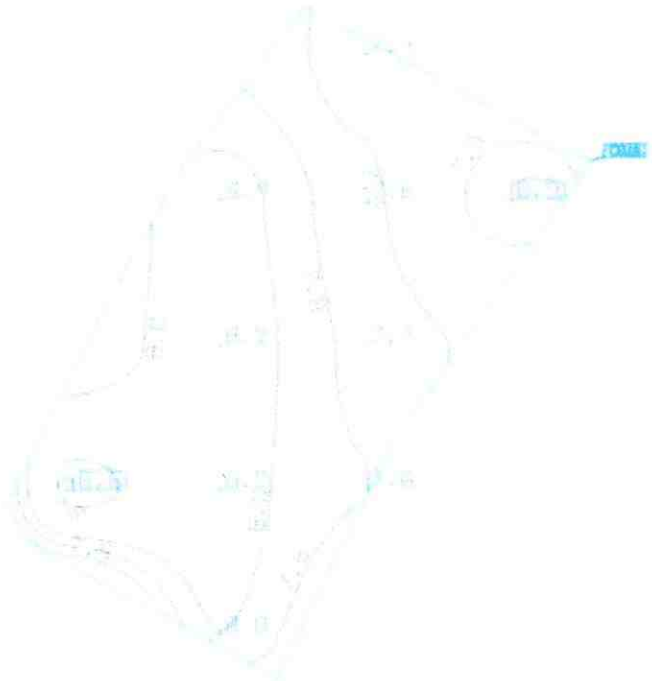
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 8 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	10.1 lx	8.53 lx	11.4 lx	0.84	0.75	CG16

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

CELSA

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 8



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 8 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	7.84 lx	6.87 lx	8.60 lx	0.88	0.80	CG16

Perfil de uso: Configuración (NA) no predeterminada (c 1.4 Estándar (área de tráfico al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 7

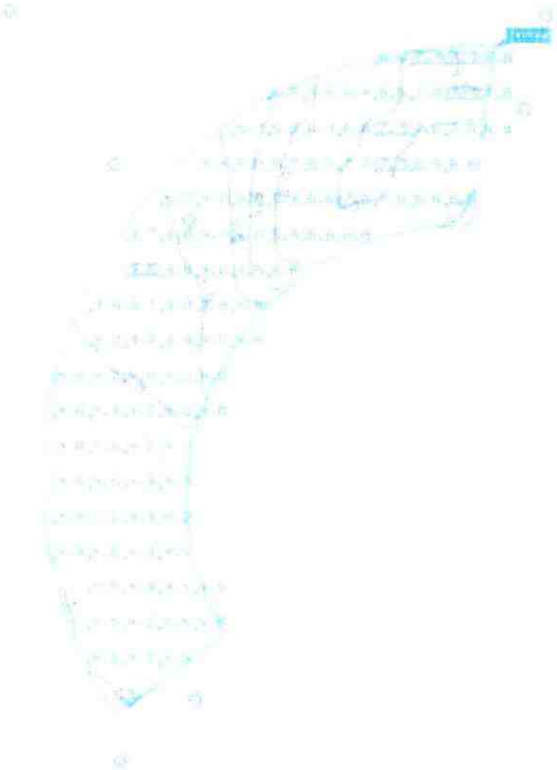


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 7 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	15.7 lx	13.7 lx	16.9 lx	0.87	0.81	CG17

Perfil de uso: Configuración DIALux preterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 7

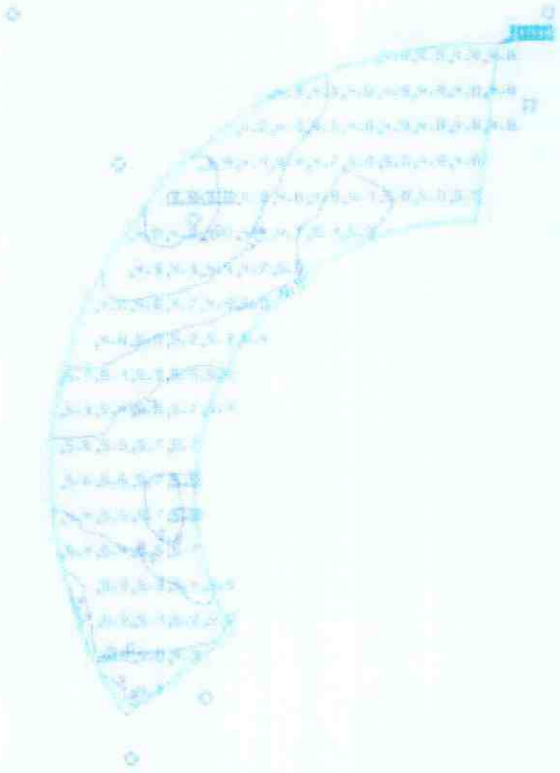


Propiedades	Ē	E_{min}	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 7 Intensidad lumínica vertical Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	5.13 lx	3.60 lx	7.08 lx	0.70	0.51	CG17

Perfil de uso: Configuración CIE/IES predeterminada n°: 3.4 Estándar (área de tránsito al aire libre)

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 7

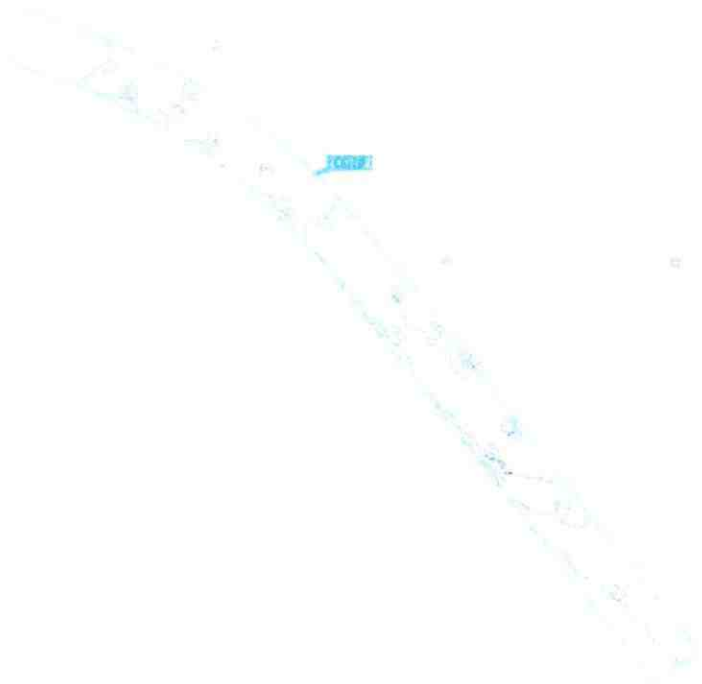


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 7 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 180.0°, Altura: 0.000 m	4.96 lx	3.79 lx	5.83 lx	0.76	0.65	CG17

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (s. 1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

CICLORUTA

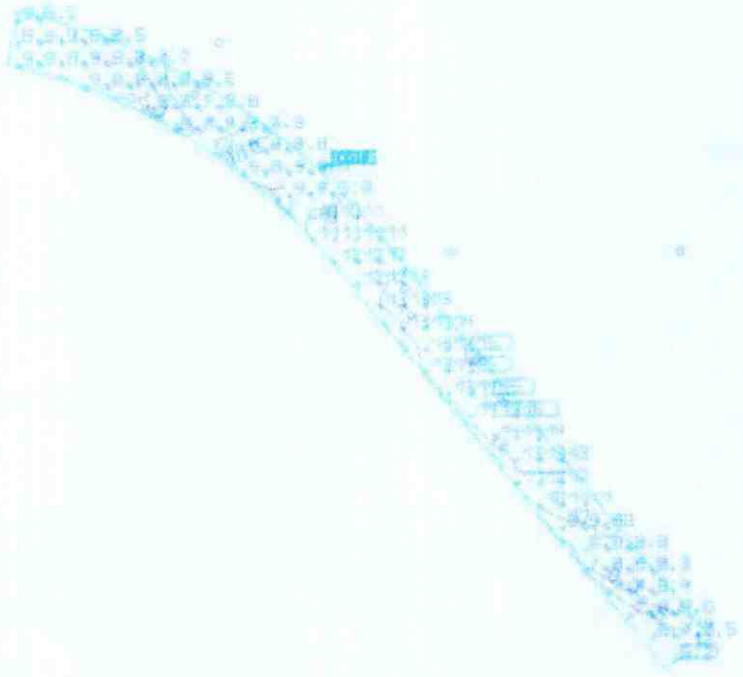


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CICLORUTA Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	13.3 lx	8.55 lx	18.1 lx	0.64	0.47	CG18

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (> 1.4 Estándar (área de tránsito alrededor))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

CICLORUTA

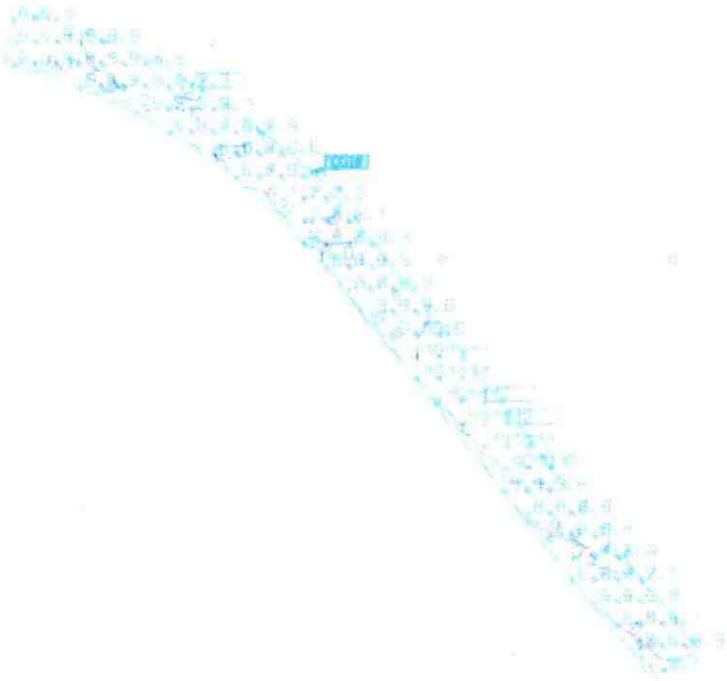


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CICLORUTA Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	10.2 lx	6.24 lx	15.2 lx	0.61	0.41	CG18

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

CICLORUTA

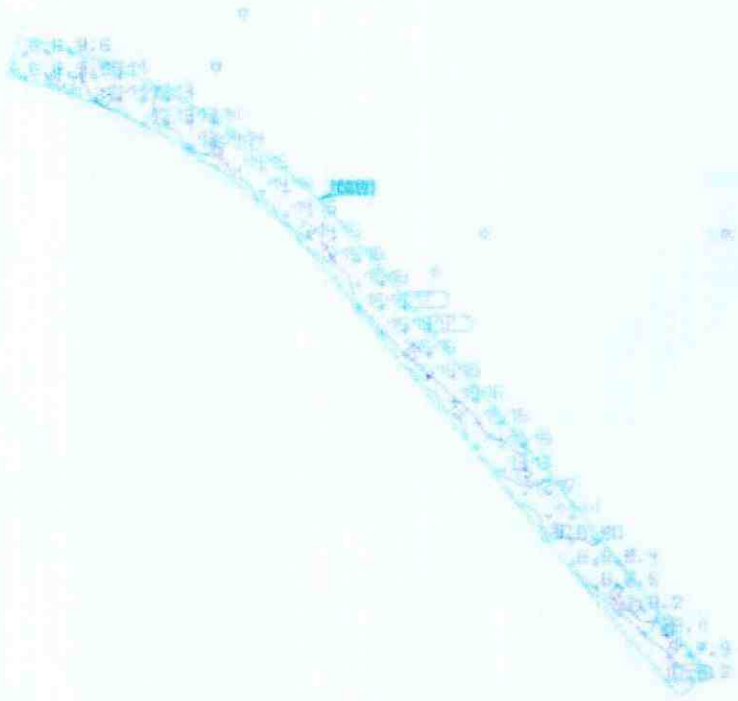


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
CICLORUTA Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	7.76 lx	4.88 lx	11.6 lx	0.63	0.42	CG18

Perfil de uso: Configuración (All) predeterminada (> 1.1 Estándar: Área de tránsito al aire libre)

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 9

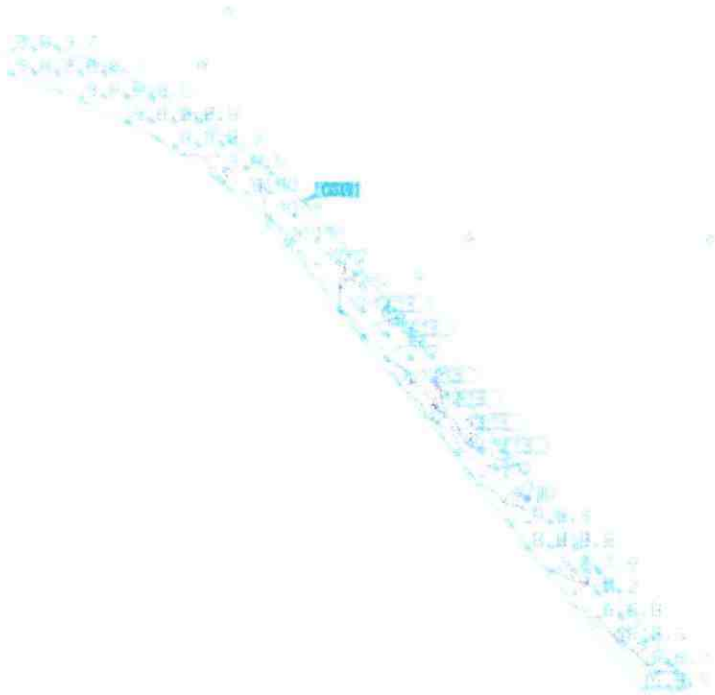


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 9 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	12.3 lx	6.60 lx	16.6 lx	0.54	0.40	CG19

Perfil de usor Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 9



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 9 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	9.87 lx	5.31 lx	13.3 lx	0.54	0.40	CG19

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito, al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

ACERA 9



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	U_o (g_1)	g_2	Índice
ACERA 9 Intensidad lumínica semicilíndrica Rotación: 0.0°, Altura: 0.000 m	7.68 lx	5.06 lx	10.7 lx	0.66	0.47	CG19

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

DOCUMENTOS DEL PROFESIONAL RESPONSABLE

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **DIEGO GUSTAVO CORONEL BONILLA** identificado con cédula de ciudadanía **1.090.421.721** de **CÚCUTA**, en calidad de **ELECTRICISTA** con matrícula profesional **No. NS205-97364** inscrita en el CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIAS ELECTRICA, MECANICA Y PROFESIONES AFINES, certifico que realicé el **ITEM 1.1.11 DISEÑO ACOMETIDAS, REDES BAJA Y MEDIA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO** para el contrato de consultoría No. 266 de 2025 cuyo objeto es: "**ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**", diseño que cumple con la normativa y reglamentos vigentes aplicables al área de estudio.

En consecuencia, asumo toda la responsabilidad referente al **ITEM 1.1.11 DISEÑO ACOMETIDAS, REDES BAJA Y MEDIA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO** realizado para el contrato referido y exonero al Departamento de Arauca, de cualquier responsabilidad, civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente estudio y/o diseño. Asimismo, aclaro que estos documentos no pueden ser modificados sin mi autorización una vez sea viabilizado el proyecto. Declaro que asumo la responsabilidad por los perjuicios que por causa de ello puedan presentarse, dejando constancia que esta responsabilidad solo compete a la información contenida en los planos e informes debidamente firmados que conforman el estudio y/o diseño recibido a satisfacción.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la Interventoría CONSORCIO INTERDISEÑOS (Contrato No. 289 de 2025) constituye una verificación del cumplimiento de las normas aplicables. Anexo copia de mi matricula profesional y certificado de vigencia de esta.

Se expide a los DIECINUEVE (19) días del mes de DICIEMBRE de 2025.

Atentamente,

DIEGO GUSTAVO CORONEL BONILLA
Cédula de Ciudadanía No. 1.090.421.721
Electricista
Matricula Profesional No. NS205-97364

Consejo Profesional
Nacional de Ingenierías
Eléctrica, Mecánica
y Profesiones Afines



Titular **DIEGO GUSTAVO CORONEL BONILLA**

D.I. **1.090.421.721**

Ingeniero **ELECTRICISTA**

Matricula **NS205-97364**

Resol. Secc. **15/2013**

Fecha de Exp. **11/10/2013**

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines

Esta tarjeta acredita a su titular el derecho de ejercer la ingeniería en su especialidad en cualquier lugar del país, de acuerdo con la Ley 51 de 1986 y su Decreto Reglamentario 1873 de 1996

Para efectos de información adicional o pérdida dirigirse a la Secretaría del Consejo Profesional Nacional, Calle 70 No 9 - 10, PBX 3127393, Bogotá, D.C.

Consejo Profesional
Nacional de Ingenierías
Eléctrica, Mecánica
y Profesiones Afines

Referencia: .

EL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERíAS ELÉCTRICA, MECÁNICA Y PROFESIONESAFINES, EN VIRTUD DE LO ESTABLECIDO POR LA LEY 51 DE 1986 Y EL DECRETO 1873 DE 1996

HACE CONSTAR QUE:

1. El Ingeniero **Diego Gustavo CORONEL BONILLA**, identificado con Cédula de Ciudadanía No. **1090421721** de **Cúcuta (Norte de Santander)**, se encuentra registrado ante el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines, como Ingeniero **ELECTRICISTA** con Matrícula No. **NS205-97364** expedida por el Consejo Profesional Seccional de **NORTE DE SANTANDER** mediante resolución No. **NS-15 de 2013** el día **11** de **Octubre** de **2013** y confirmada por el Consejo Profesional Nacional según Resolución No. **CPN-123 de 2013**.

2. La matrícula profesional No. **NS205-97364**, del citado ingeniero se encuentra Vigente y no se registran Sanciones a la fecha.

Esta constancia se expide por solicitud del interesado. La vigencia de la presente certificación es de Seis (6) meses a partir de la fecha de expedición.

Dada en la ciudad de Bogotá D.C., a los Treinta Y Un (31) días del mes de Octubre de Dos Mil Veinticinco (2025)

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines
Código de Validación:**999901913228. Vence el 01-Mayo-2026**
Entre a www.consejoprofesional.org.co y a la opción 'Validar Certificado' para verificar su validez

HENRY LEÓN GALINDO
Secretario Ejecutivo (E)

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA



NUMERO **1.090.421.721**
CORONEL BONILLA

APELLIDOS
DIEGO GUSTAVO

NOMBRES

Diego Coronel Bonilla.

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO **25-JUL-1990**
CUCUTA
(NORTE DE SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.72 ESTATURA | **O+** G.S. RH | **M** SEXO

05-AGO-2008 CUCUTA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

INDICE DERECHO

A-4000100-00437569-M-1090421721-20130530 0033212975A 3 8122220202

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 266 de 2025 ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA