



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales**

**No Renovables**

**Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones**

**Diseño y construcción de iluminación ornamental automatizada para la  
entrada de la Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos no  
Renovables de la Universidad Nacional de Loja.**

**Trabajo de Titulación, previo a la  
obtención del título de Ingeniero en  
Electrónica y Telecomunicaciones.**

**AUTOR:**

Lender Aldair Ríos Araujo

**DIRECTOR:**

Ing. Andy Vega León, Mg. Sc.

**Loja – Ecuador**

**2024**

## Certificación

Loja, 07 de agosto del 2024

Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del trabajo de titulación: **“Diseño y Construcción de Iluminación Ornamental Automatizada para la entrada de la Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja”**, de autoría del estudiante: **Lender Aldair Rios Araujo**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

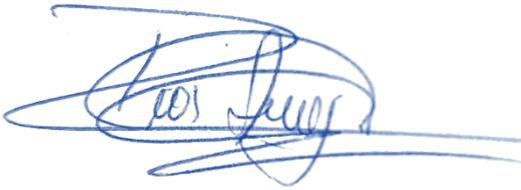


Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **Autoría**

Yo, **Lender Aldair Ríos Araujo**, declaro ser autor del presente trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de titulación en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de Identidad:** 0706214582

**Fecha:** 29/10/2024

**Correo electrónico:** lender.rios@unl.edu.ec

**Celular:** 0960835292

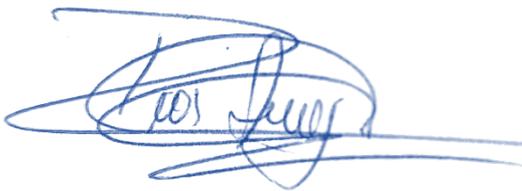
**Carta de Autorización por parte del autor para la consulta de reproducción parcial o total, y publicación electrónica del texto completo del trabajo de titulación**

Yo, **Lender Aldair Ríos Araujo**, declaro ser el autor del trabajo de titulación denominado: **Diseño y Construcción de Iluminación Ornamental Automatizada para la Entrada de la Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos no Renovables de la Universidad Nacional de Loja**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero En Electrónica y Telecomunicaciones**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar su contenido, de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tengan convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja a los veintinueve días del mes de octubre del dos mil veinticuatro:



**Firma:**

**Autor:** Lender Aldair Ríos Araujo

**Cédula de Identidad:** 0706214582

**Dirección:** Brasil y Pío Jaramillo

**Correo electrónico:** lender.rios@unl.edu.ec

**Celular:** 0960835292

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios, quien siempre me da la fortaleza para seguir adelante y me bendice en cada paso que doy, a pesar de las adversidades diarias.

A mi madre, Fernanda, y a mi hermana, Sofía, por ser los pilares fundamentales en mi vida. Su amor y apoyo incondicional son mi mayor motivación para seguir adelante, espero que siempre estén orgullosas de mí.

A mis abuelos maternos, Marco y Rosa, mis ángeles guardianes, quienes me inspiran a seguir adelante cada día con su sabiduría y cariño.

A mis abuelos paternos, Miguel y Delia que, con su amor, enseñanzas y valores, han forjado en mí un hombre honesto y luchador.

A mis tíos, primos, novia y amigos, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo en todo momento. Sin ellos, no habría podido superar ninguna de las etapas de mi vida.

*Lender Aldair Ríos Araujo*

## **Agradecimiento**

Con este proyecto, concluyo una de las etapas más significativas de mi vida. Me siento inmensamente orgulloso de haberlo logrado, después de enfrentar numerosos altibajos. Con esfuerzo y dedicación, hoy puedo decir con satisfacción que lo conseguí. Por ello, quiero aprovechar esta oportunidad para expresar mi gratitud a varias personas.

A mi madre, a mi padre, mi hermana y mis abuelos, por su incondicional apoyo tanto económico como emocional. Gracias por nunca dudar de mí y de mis capacidades. Espero que hoy se sientan tan orgullosos de mí como yo siempre lo he estado de ustedes.

A mis tíos, primos, novia y amigos, por sus valiosos consejos y por tenderme una mano en los momentos más cruciales de mi vida universitaria. Su amabilidad y apoyo han sido fundamentales para mí.

A mi director de trabajo de titulación, por su confianza, paciencia y ayuda en este trabajo de titulación.

Al ingeniero Gabriel Rojas, por su paciencia y apoyo en este trabajo de titulación. Sin sus conocimientos sobre redes eléctricas, no habría sido posible llevarlo a cabo.

A la Universidad Nacional de Loja, por la educación superior impartida y por el apoyo brindado durante estos años.

A los docentes y administrativos de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, por compartir sus conocimientos y experiencias laborales con el fin de formarnos como profesionales.

Finalmente, quiero añadir un agradecimiento especial a todos aquellos que, de una u otra forma, han sido parte de este viaje. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo, ha sido un pilar en mi camino hacia este logro. ¡Gracias a todos!

*Lender Aldair Ríos Araujo*

## Índice de Contenidos

Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de Autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de Contenidos.....	vii
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras.....	x
Índice de Anexos.....	xiii
<b>1. Título .....</b>	<b>xiv</b>
<b>2. Resumen .....</b>	<b>2</b>
Abstract.....	3
<b>3. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco Teórico .....</b>	<b>5</b>
4.1 Magnitudes de iluminación .....	5
4.1.1 Flujo Luminoso.....	5
4.1.2 Rendimiento Luminoso.....	5
4.1.3 Intensidad Luminosa.....	5
4.1.4 Iluminancia .....	6
4.1.5 Color .....	7
4.1.6 Temperatura de Color .....	8
4.1.7 Índice de reproducción cromática (IRC) .....	9
4.2 Propiedades Ópticas .....	10
4.2.1 Reflexión.....	10
4.2.2 Deslumbramiento.....	10
4.3 Normativa .....	11
4.3.1 Niveles de Iluminación .....	11
4.3.2 Tipos de Iluminación .....	12
4.4 Sistemas de Automatización.....	13

4.4.1	Gestión de iluminación en función de la densidad de tráfico vehicular ...	13
4.4.2	Control inteligente de Iluminación exterior basado en sensores y comunicación inalámbrica.....	14
4.4.3	Farolas inteligentes basadas en el aprendizaje profundo .....	15
4.4.4	Sistema de alumbrado público inteligente y energéticamente eficiente basado en redes neuronales artificiales .....	16
<b>5.</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>17</b>
5.1	Revisión sistemática de la literatura .....	17
5.2	Diseño del sistema de iluminación en Dialux .....	20
5.2.1	Levantamiento 3D en Dialux .....	20
5.2.2	Selección de Luminarias .....	21
5.2.3	Colocación de las luminarias en Dialux .....	21
5.3	Objetos de cálculo .....	24
5.3.1	Cálculo de deslumbramiento UGR.....	24
5.3.2	Simulación en Dialux.....	25
5.4	Luminarias .....	26
5.4.1	Diseño de la luminaria para las palmeras .....	26
5.4.2	Manguera LED 10 watts/mt 3000K exterior .....	27
5.4.3	Módulos LED 2watts 3000k 20 piezas .....	28
5.4.4	Luminaria de piso tipo estaca GU10.....	29
5.4.5	Luminaria de piso tipo poste 40cm.....	29
5.5	Canalización, diseño tendido eléctrico y diagramas unifilares proyectados ..	30
5.5.1	Canalización y pozos .....	30
5.5.2	Diseño del tendido eléctrico .....	32
5.5.3	Diagramas unifilares .....	33
5.6	Caídas de tensión .....	35
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>38</b>
6.1	Objetos de cálculo .....	38

6.1.1	Colocación de las luminarias en Dialux .....	38
6.1.2	Cálculo de deslumbramiento UGR .....	39
6.1.3	Simulación en Dialux.....	40
6.2	Canalización, diseño del tendido eléctrico y diagramas unifilares.....	41
6.2.1	Canalización y pozos .....	41
6.2.2	Diseño del tendido eléctrico .....	42
6.2.3	Diagramas unifilares .....	43
6.3	Caída de tensión en la luminaria más lejana.....	44
6.4	Excavación, tendido y alimentación .....	44
6.5	Desarrollo de la luminaria circular .....	49
6.6	Resultados en Dialux .....	50
6.7	Instalación de luminarias .....	51
<b>7.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>56</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>57</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>59</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>61</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>66</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Tono de luz y temperatura de color en función de la actividad</i> .....	8
<b>Tabla 2.</b> <i>IRC en función del nivel de reproducción cromático</i> .....	9
<b>Tabla 3.</b> <i>Índice de deslumbramiento y su valoración</i> .....	11
<b>Tabla 4.</b> <i>Revisión sistemática de los sistemas de iluminación</i> .....	17
<b>Tabla 5.</b> <i>Determinación de luminancia y deslumbramiento en superficies de cálculo</i> .....	50

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Flujo luminoso</i> .....	5
<b>Figura 2.</b> <i>Rendimiento luminoso</i> .....	5
<b>Figura 3.</b> <i>Intensidad luminosa</i> .....	6
<b>Figura 4.</b> <i>Representación de 1 lux</i> .....	6
<b>Figura 5.</b> <i>Curvas Isolux de la iluminación de una acera y calzada</i> .....	7
<b>Figura 6.</b> <i>Color con su respectiva longitud de onda</i> .....	7
<b>Figura 7.</b> <i>Color con su respectiva longitud de onda</i> .....	8
<b>Figura 8.</b> <i>Tipos de reflexión</i> .....	10
<b>Figura 9.</b> <i>Sensor óptico</i> .....	14
<b>Figura 10.</b> <i>RF Multi Master Controller</i> .....	14
<b>Figura 11.</b> <i>Sensor PIR mejorado</i> .....	15
<b>Figura 12.</b> <i>Sistema de farola inteligente</i> .....	15
<b>Figura 13.</b> <i>Módulo métrico, proceso de toma de decisiones y sistema LED</i> .....	16
<b>Figura 14.</b> <i>Levantamiento 3D en Dialux</i> .....	20
<b>Figura 15.</b> <i>Vista superior del levantamiento 3D en Dialux</i> .....	21
<b>Figura 16.</b> <i>Colocación de luminarias de piso tipo estaca en Dialux</i> .....	22
<b>Figura 17.</b> <i>Colocación de luminarias tipo poste en Dialux</i> .....	22
<b>Figura 18.</b> <i>Colocación de luminarias circulares para las palmeras en Dialux</i> .....	23
<b>Figura 19.</b> <i>Disposición de las luminarias en Dialux</i> .....	23
<b>Figura 20.</b> <i>Cálculo de deslumbramiento UGR a la entrada de la FEIRNNR</i> .....	24
<b>Figura 21.</b> <i>Parámetros de cálculo UGR</i> .....	24
<b>Figura 22.</b> <i>Cálculo de UGR en los pasillos y aceras a la entrada de la FEIRNNR</i> .....	25
<b>Figura 23.</b> <i>Representación de la simulación en la entrada de la FEIRNNR</i> .....	26
<b>Figura 24.</b> <i>Diseño de la luminaria circular en Autocad</i> .....	27
<b>Figura 25.</b> <i>Diseño del renglón superior e inferior en Autocad</i> .....	27

<b>Figura 26.</b> <i>Diseño del renglón lateral interior en Autocad</i> .....	27
<b>Figura 27.</b> <i>Diseño del renglón lateral exterior en Autocad</i> .....	27
<b>Figura 28.</b> <i>Manguera LED 3000k dentro del anillo circular</i> .....	28
<b>Figura 29.</b> <i>Módulos LED 3000k 3Led 20 piezas</i> .....	29
<b>Figura 30.</b> <i>Luminaria Led estaca base tipo GUI0</i> .....	29
<b>Figura 31.</b> <i>Luminaria Led poste IP44 40cm</i> .....	30
<b>Figura 32.</b> <i>Diseño de la canalización y pozos existentes y proyectada en Autocad</i> .....	31
<b>Figura 33.</b> <i>Pozo de revisión tipo A de baja tensión</i> .....	32
<b>Figura 34.</b> <i>Nomenclatura de canalizaciones y pozos en Autocad</i> .....	32
<b>Figura 35.</b> <i>Nomenclatura del tendido eléctrico proyectado en Autocad</i> .....	33
<b>Figura 36.</b> <i>Diagrama unifilar general del circuito eléctrico en Autocad</i> .....	33
<b>Figura 37.</b> <i>Diagrama unifilar de las luminarias circulares en Autocad</i> .....	34
<b>Figura 38.</b> <i>Diagrama unifilar de las luminarias de piso tipo poste en Autocad</i> .....	34
<b>Figura 39.</b> <i>Diagrama unifilar de las luminarias de piso tipo estaca en Autocad</i> .....	35
<b>Figura 40.</b> <i>Formato de cálculo de caída de tensión en la luminaria más lejana</i> .....	36
<b>Figura 41.</b> <i>Cálculo de caída de tensión en la luminaria más lejana</i> .....	37
<b>Figura 42.</b> <i>Colocación de luminarias de piso tipo estaca en Dialux</i> .....	38
<b>Figura 43.</b> <i>Colocación de luminarias tipo poste en Dialux</i> .....	38
<b>Figura 44.</b> <i>Colocación de luminarias circulares para palmera en Dialux</i> .....	39
<b>Figura 45.</b> <i>Cálculo de deslumbramiento UGR a la entrada del decanato</i> .....	39
<b>Figura 46.</b> <i>Parámetros de cálculo UGR</i> .....	40
<b>Figura 47.</b> <i>Cálculo de UGR en los pasillos y aceras a la entrada del decanato</i> .....	40
<b>Figura 48.</b> <i>Representación de la simulación en la entrada de la FEIRNNR</i> .....	41
<b>Figura 49.</b> <i>Diseño de la canalización existente y proyectada en Autocad</i> .....	41
<b>Figura 50.</b> <i>Nomenclatura de canalizaciones y pozos en Autocad</i> .....	42
<b>Figura 51.</b> <i>Nomenclatura del tendido eléctrico en Autocad</i> .....	42
<b>Figura 52.</b> <i>Diagrama unifilar general del circuito eléctrico en Autocad</i> .....	43
<b>Figura 53.</b> <i>Diagrama unifilar de la luminaria circular en Autocad</i> .....	43
<b>Figura 54.</b> <i>Diagramas unifilares de las luminarias de piso y de poste en Autocad</i> .....	44
<b>Figura 55.</b> <i>Caída de tensión en la luminaria más lejana</i> .....	44
<b>Figura 56.</b> <i>Excavación para soterramiento de manguera</i> .....	45
<b>Figura 57.</b> <i>Soterramiento de manguera con tendido del conductor</i> .....	45
<b>Figura 58.</b> <i>Derivación en paralelo</i> .....	46

<b>Figura 59.</b> <i>Conexión del breaker y el timer a la línea de corriente y voltaje</i> .....	46
<b>Figura 60.</b> <i>Eliminación de configuraciones preestablecidas</i> .....	47
<b>Figura 61.</b> <i>Configuración de fecha y hora actual</i> .....	47
<b>Figura 62.</b> <i>Configuración de fecha y hora de encendido</i> .....	48
<b>Figura 63.</b> <i>Configuración de fecha y hora de apagado</i> .....	48
<b>Figura 64.</b> <i>Seguridad de dispositivos a través de la caja hermética</i> .....	49
<b>Figura 65.</b> <i>Luminaria circular</i> .....	49
<b>Figura 66.</b> <i>Luminaria circular con soporte de anillo de hierro</i> .....	50
<b>Figura 67.</b> <i>Luminaria circular con soporte de anillo de hierro instalada en la palmera</i> .....	52
<b>Figura 68.</b> <i>Luminaria de piso tipo estaca instalada</i> .....	52
<b>Figura 69.</b> <i>Luminarias de piso tipo poste instaladas</i> .....	53
<b>Figura 70.</b> <i>Luminarias circulares con soporte de anillo de hierro encendidas</i> .....	53
<b>Figura 71.</b> <i>Luminarias de piso tipo estaca encendidas</i> .....	54
<b>Figura 72.</b> <i>Luminarias de piso tipo poste encendidas</i> .....	54
<b>Figura 73.</b> <i>Punto de acceso para revisión de empalmes y derivaciones</i> .....	55

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Diseño de la luminaria para las palmeras .....	66
<b>Anexo 2.</b> Descripción de luminarias implementadas .....	68
<b>Anexo 3.</b> Canalización y pozos proyectados e implementados .....	69
<b>Anexo 4.</b> Diseño del tendido eléctrico proyectado e implementado.....	72
<b>Anexo 5.</b> Diagramas unifilares proyectados e implementados .....	74
<b>Anexo 6.</b> Formato de cálculo caída de tensión proyectado e implementado .....	76
<b>Anexo 7.</b> Resultados de la simulación en Dialux.....	79
<b>Anexo 8.</b> Presupuesto para la implementación de luminarias al frente del Decanato .....	121
<b>Anexo 9.</b> Certificación de la traducción al idioma inglés del resumen.....	123

## **1. Título**

**Diseño y construcción de iluminación ornamental automatizada para la entrada de la Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos no Renovables de la Universidad Nacional de Loja.**

## 2. Resumen

El presente trabajo de titulación se centra en la creación de un sistema de iluminación automatizado que realce la estética del acceso a la facultad, al mismo tiempo que promueve la eficiencia energética y la sostenibilidad.

El proyecto comenzó con un análisis detallado de las necesidades de iluminación y el entorno, lo que permitió establecer un diseño que combina tecnología LED con un sistema de control automatizado. Este sistema no solo mejora la visibilidad y seguridad del área, sino que también permite ajustar la iluminación según las condiciones ambientales y la afluencia de personas, contribuyendo así a la conservación de energía.

Durante el proceso de construcción, se estudió y seleccionó los materiales, y se implementaron pruebas para garantizar la funcionalidad y durabilidad del sistema. La culminación de este proyecto no solo representa un avance significativo en la infraestructura de la Facultad, sino que también busca inspirar a futuros ingenieros a adoptar enfoques innovadores en sus proyectos.

Este trabajo es un testimonio del esfuerzo y la dedicación invertidos a lo largo de la carrera, y se espera que sirva como un modelo para iniciativas similares en el ámbito académico y profesional.

**Palabras clave:** Iluminación ornamental, automatización, eficiencia energética, diseño, sostenibilidad, tecnología LED.

## **Abstract**

The present degree project focuses on creating an automated lighting system that enhances the aesthetics of the faculty entrance while promoting energy efficiency and sustainability.

The project began with a detailed analysis of the lighting needs and environment, which allowed to establish a design that combines LED technology with an automated control system. This system not only improves the visibility and safety of the area but also allows the lighting to be adjusted according to environmental conditions and the influx of people, thus contributing to energy conservation.

During the construction process, materials were studied and selected, and tests were implemented to ensure the functionality and durability of the system. The completion of this project not only represents a significant advancement in the faculty infrastructure but also seeks to inspire future engineers to adopt innovative approaches to their projects.

This work is a testament to the effort and dedication invested throughout the degree, and it is hoped that it will serve as a model for similar initiatives in the academic and professional environment.

**Keywords:** Ornamental lighting, automation, energy efficiency, design, sustainability, LED technology.

### **3. Introducción**

La iluminación ornamental es una forma de arte que utiliza la luz como medio de expresión para decorar un objeto o un área determinada. La iluminación ornamental automatizada es aquella que está controlada por dispositivos electrónicos que pueden programar y cambiar los efectos de iluminación según las necesidades o preferencias de los usuarios.

El objetivo de este trabajo es diseñar y construir un sistema de iluminación ornamental automatizada para la entrada de la Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos no Renovables de la Universidad Nacional de Loja, a fin de realzar la estética e imagen de la institución, así como la conservación de energía y reducción de emisiones.

La conservación de los recursos es de suma importancia, ya que, con una iluminación adecuada, se podrá proporcionar visibilidad y seguridad, además de reflejar la identidad y compromiso con la sostenibilidad.

Esta investigación supone un valioso aporte a profesionales, investigadores e instituciones interesadas en sistemas de control de iluminación capaces de crear escenas y ambientes, así como administrar y gestionar la energía.

Los objetivos específicos de la presente tesis incluyen:

Realizar el estado del arte acerca de los sistemas de iluminación peatonal decorativa y ornamental LED para exteriores.

Diseñar una propuesta de iluminación peatonal decorativa LED RGB automatizada para entrada de la Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos no Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

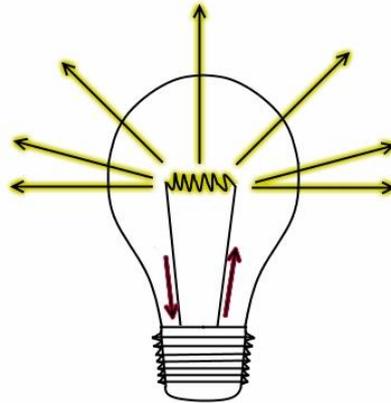
Implementar parte del sistema diseñado en la entrada al bloque 13 “Decanato de la Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos no Renovables de la Universidad Nacional de Loja”

## 4. Marco Teórico

### 4.1 Magnitudes de iluminación

#### 4.1.1 Flujo Luminoso

También conocido como potencia luminosa, (Nasimba Loachamín, 2020) define como “la cantidad total de luz emitida o radiada en todas las direcciones en la unidad de tiempo (un segundo), donde la unidad es el lumen (lm), está representado por la letra griega  $\Phi$ ” (pg. 3).



**Figura 1.** Flujo luminoso

*Nota.* Energía emitida por una fuente de luz. (Cody Chen, n.d.)

#### 4.1.2 Rendimiento Luminoso

La iluminación eficiente es un aspecto clave a la hora de diseñar un sistema de iluminación, dado que, muestra la relación entre la luz producida por una lámpara y la energía consumida.

“Según los fundamentos de la termodinámica, cuando se enciende una luminaria, parte de la energía se convierte en luz emitida y otra parte se convierte en calor” (Castro Guaman & Murillo Posligua, 2018). Por tanto, cuanto menor sea el consumo energético, mayor será la eficiencia, lo que supone un importante ahorro energético a largo plazo.



**Figura 2.** Rendimiento luminoso

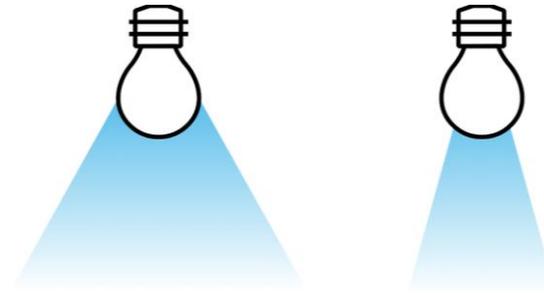
*Nota.* Eficiencia luminosa. (Castro Guaman & Murillo Posligua, 2018, pg. 34)

#### 4.1.3 Intensidad Luminosa

La intensidad luminosa se refiere a la cantidad o concentración de luz emitida por una fuente de luz en una dirección específica. “La unidad de medida es la candela (cd), determinada

dividiendo el flujo luminoso ( $\Phi$  en lm) por el ángulo sólido que abarca la fuente de luz ( $\Omega$  en sr)” (Cueva Sanchez, 2022, pg. 6).

Un caso práctico de cómo comprender la intensidad de la luz es acercar la fuente de luz a una pared. Cuanto mayor es el ángulo sólido, más fuerte es la luz producida; por el contrario, cuanto más lejos de la fuente de luz, más débil es la luz emitida.



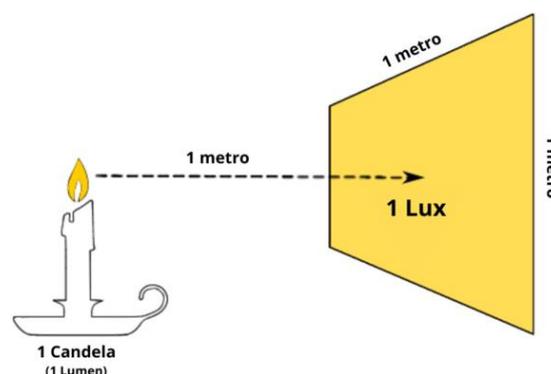
**Figura 3.** Intensidad luminosa

*Nota.* La densidad luminosa varía conforme aumenta o disminuye el ángulo. (Auer Signal, 2023)

#### 4.1.4 Iluminancia

“La iluminancia o grado de iluminación se establece como la proporción entre el flujo luminoso que produce una fuente luminosa y el flujo luminoso que llega a una superficie” (Blasco, 2019, pg. 59). Esto significa que es el flujo por cada unidad de superficie, expresado en lux (lx), aunque se suele simbolizar con E mayúscula.

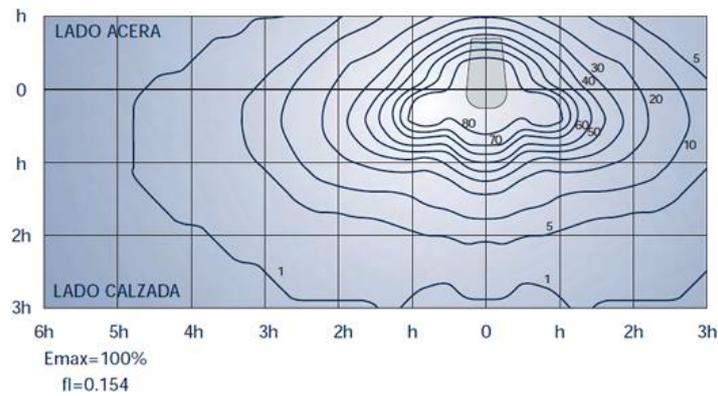
(Cueva Sanchez, 2022) propuso varios métodos para “estimar la iluminancia o niveles de iluminación de un área. Uno es un método matemático que tiene en cuenta la intensidad de la luz vertical y la distancia real, y el otro es mediante el uso de equipos de medición como un fotómetro” (pg. 7).



**Figura 4.** Representación de 1 lux

*Nota.* Flujo de iluminación por unidad de superficie. (Barrantes, 2020)

Las curvas Isolux son una forma gráfica de mostrar los grados de luz basados en el largo de un área, como se observa en la Figura 5.



**Figura 5.** Curvas Isolux de la iluminación de una acera y calzada

*Nota.* Los valores proyectados sobre un mismo plano y unidos los de igual valor por medio de una línea dan lugar a las curvas Isolux. (Blanca Giménez et al., 2019)

#### 4.1.5 Color

Nuestros cuerpos y mentes se ven afectados por el color de manera significativa. El color nos ayuda a regularnos psicológicamente y tiene un papel importante en nuestro día a día, porque nos hace sentir diferentes emociones como alegría o tristeza.

Cuando vemos la luz blanca, en realidad estamos viendo una combinación de los siete colores básicos del arcoíris, que tienen diferentes longitudes de onda. El color rojo tiene la longitud de onda más larga y el color violeta tiene la más corta.



**Figura 6.** Color con su respectiva longitud de onda

*Nota.* La percepción de colores por el ojo humano. (Blasco, 2019)

Citando a (Blandino, 2023), “la longitud de onda de la luz que el ojo humano puede ver está entre 380 nanómetros (el color violeta) y 790 nanómetros (el color rojo). Los colores que tienen longitudes de onda más largas, como el amarillo, el rojo y el naranja, se llaman cálidos. Los colores que tienen longitudes de onda más cortas, como el verde, el azul y el violeta, se llaman fríos”.

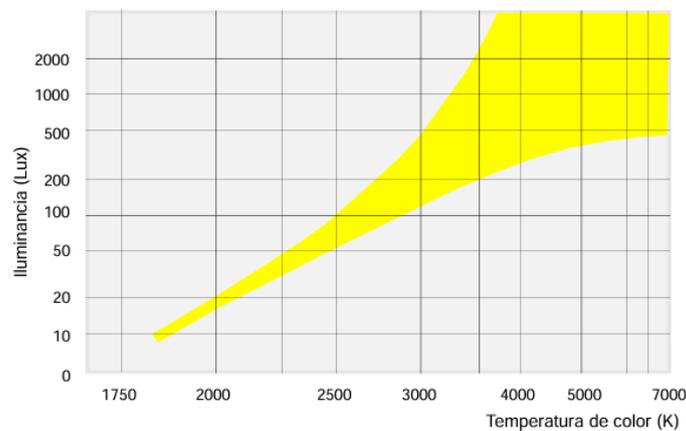
La selección del color apropiado para un espacio determinado influye de manera importante en la productividad, la protección y el bienestar general de la sociedad. En este sentido, el diseño espacial del espacio ayuda a crear condiciones de visión cómodas y un

ambiente seguro para el trabajo y el aprendizaje. Además, “los colores intensos que se usan hoy en día en los esquemas escultóricos de las artes plásticas generan emociones y percepciones en el observador de la obra, favoreciendo que la forma logre la expresividad buscada” (Vega, 2018, pg. 20).

#### 4.1.6 Temperatura de Color

La temperatura de color define el color de una fuente de luz y depende únicamente de su composición espectral. El color de un cuerpo negro (como el de cualquier otra bombilla) cambia en función de la temperatura, por eso se mide en grados Kelvin.

(Blasco, 2019) señala en su artículo que, “dos fuentes de luz pueden tener un color muy similar y tener propiedades de reproducción cromática muy diferentes” (pg. 35). Asimismo, indica en su artículo que, “la tonalidad se determina por tres grados de apariencia: Luz fría (tono azulado blanco), Luz neutra (luz blanca), Luz cálida (tono rojizo blanco)” (pg. 38).



**Figura 7.** Color con su respectiva longitud de onda

*Nota.* Niveles de iluminancia con respecto a la temperatura de color. (Laszlo, 2013, pg. 33)

De acuerdo con las directrices técnicas del (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía; Comité Español de Iluminación, 2001, pg. 7) “el color de la luz depende del tipo de lámpara que se use”. Según el espacio que se quiera iluminar, se deben elegir colores cálidos, neutros o fríos.

La siguiente tabla expone la temperatura de color según el IDAE y el CEI.

**Tabla 1.**

*Tono de luz y temperatura de color en función de la actividad*

Tono de Luz	Temperatura de Color	Tipo de actividad o iluminación
		Entornos decorados con tonos claros
Cálido	< 3000 K	Áreas de descanso. Salas de espera.

		Zonas con usuarios de avanzada edad
		Áreas de esparcimiento.
		Bajos niveles de iluminación.
Neutro	3300 - 5000 K	Lugares con importante aportación de luz natural.
		Tareas visuales de requisitos medios.
		Entornos decorados con tonos fríos.
Frío	> 5000 K	Altos niveles de iluminación.
		Para enfatizar la impresión técnica.
		Tareas visuales de alta concentración.

*Nota.* La tabla refleja el tipo de actividad conforme a la temperatura del color y la tonalidad (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía; Comité Español de Iluminación, 2001, pg. 26).

Para la iluminación exterior, se aconsejan tonos cálidos < 3000 K, ya que favorecen una mejor reproducción del color sin perjudicar la visión.

#### **4.1.7 Índice de reproducción cromática (IRC)**

(Botero-Valencia et al., 2013) en su artículo, definen al IRC como “un indicador de la capacidad de una fuente de luz para reproducir el color, que puede considerar la similitud de una fuente de luz específica con el color blanco. En ese sentido, las fuentes con valores de IRC altos, pueden mostrar mejor los colores y mejorar la apariencia de las cosas” (pg. 327). La tabla 2 refleja la situación anterior.

#### **Tabla 2.**

*IRC en función del nivel de reproducción cromático*

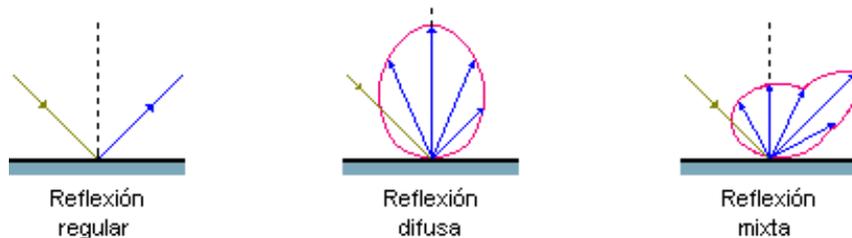
<b>Índice de reproducción cromática (IRC)</b>	<b>Nivel de reproducción cromático</b>
IRC de 85 a 100	Excelente
IRC de 70 a 84	Bueno
IRC de 40 a 69	Aceptable
IRC menor de 40	Limitado

*Nota.* El IRC varía de 1 (mínimo) a 100 (máximo, luz blanca) (Blasco, 2019, pg. 40).

## 4.2 Propiedades Ópticas

### 4.2.1 Reflexión

Esto ocurre cuando la luz incide sobre una superficie plana, pero no toda la luz se refleja ya que parte se pierde por el fenómeno de absorción. La luz reflejada e incidente se llama reflectividad; existen 3 tipos de reflejos:



**Figura 8.** Tipos de reflexión

*Nota.* La flecha verde es el incidente y la azul es la reflejada. (Cad-Projects, 2011)

- “La reflexión regular o especular ocurre cuando una superficie lisa o brillante hace que la luz se devuelva en una sola dirección.
- La reflexión difusa se produce cuando una superficie áspera, como una pared blanca, un techo o la nieve, dispersa la luz en todas las direcciones por igual.
- La reflexión mixta sucede cuando una superficie metálica, pintada o con papel lustroso refleja la luz en todas las direcciones, pero con una preferencia por una de ellas” (INDALUX, 2002, pg. 35-36).

La luz difusa es más adecuada para la iluminación exterior, porque distribuye la luz uniformemente sobre un área específica sin provocar deslumbramientos molestos ni sombras intensas. Además, la luz difusa puede suavizar la textura y el contraste, creando un ambiente más confortable y acogedor.

### 4.2.2 Deslumbramiento

“Se trata de la incidencia directa o normal de la luz artificial sobre el ojo de los seres vivos, que se divide en dos clases: el perturbador, que hace que los objetos se vean sin claridad ni definición, y el molesto, que se debe a una luz muy fuerte que provoca cansancio visual” (Rueda-Punina, 2022, pg. 114).

La norma UNE-EN 12464-1 establece un índice de GR para que el nivel de deslumbramiento máximo tolerable sea aceptable. Los valores se pueden observar en la Tabla 3.

**Tabla 3.***Índice de deslumbramiento y su valoración*

<b>Índice de deslumbramiento (GR)</b>	<b>Valoración</b>
Insoporable	80 - 90
Molesto	60 – 70
Admisible	40 – 50
Evidente	20 – 30
Inapreciable	10

*Nota.* Cuanto menor sea el deslumbramiento, mejor será la visibilidad (Unión Europea, 2002).

### **4.3 Normativa**

#### **4.3.1 Niveles de Iluminación**

La iluminación exterior general varía según el tipo de trabajo o área de iluminación. Según la norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008, “el mínimo de iluminación exterior general es de 20 lux, que se aplica a zonas como pasarelas, monitores, jardines, circulación de vehículos, terrazas o estacionamientos” (Alarcón, 2008, pg. 4). En ese contexto, la norma de iluminación interior de la Unión Europea, especifica que una “iluminación mínima de 20 lux (medida a nivel del suelo) es óptima para zonas exteriores descubiertas como pasillos, parterres o galerías” (Unión Europea, 2002, pg. 15). Por otra parte, la Norma Técnica para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales de la EERSSA, detalla que “no aplica un mínimo ni promedio de iluminación en espacios donde solamente la guía visual es proporcionada por la luz directa que las luminarias están proporcionando” (EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A., 2012, pg. 28-29). Por último, la guía para la Planificación Maestra del Alumbrado Urbano elaborado por la Comisión Internacional de Iluminación, define que “los límites de luminancia para aplicaciones arquitectónicas en zonas intrínsecamente oscuras, ya sea en parques o espacios naturales, promedio y máximo no existe” (M. Serefhanoglu et al., 2019, pg. 41).

Los sistemas de iluminación decorativa pueden causar inconvenientes si no se alcanzan los niveles de iluminación apropiados. Algunos de los problemas que pueden presentarse son:

- Brillos excesivos.
- Temperatura de color de la lámpara baja.
- Falta de homogeneidad en un ambiente específico.

### 4.3.2 Tipos de Iluminación

#### 4.3.2.1 Iluminación natural.

La luz natural es una fuente de luz que ofrece una excelente reproducción de colores y tiene diferentes tipos de temperaturas de color que cambian según el momento del día, la época del año y las condiciones atmosféricas. Por ejemplo, “la luz solar directa tiene una temperatura de color de unos 5300 grados Kelvin, la luz de un cielo cubierto tiene una temperatura de color de unos 6500 grados Kelvin y la luz de la luna que refleja la luz del sol tiene una temperatura de color de unos 4300 grados Kelvin” (Barrantes, 2021).

Claramente, la luz natural no tiene importancia para nuestro proyecto, porque para eso se emplean diferentes tipos de iluminación.

#### 4.3.2.2 Iluminación artificial.

Cuando se utiliza la lámpara, el flujo luminoso emitido puede iluminar el objeto directa o indirectamente mediante reflexión. El libro del (Servicio Nacional de Aprendizaje, 1986) divide el alumbrado en tres tipos: general, que ilumina uniformemente todo un espacio; general localizado, que se distribuye de forma desigual y se concentra en la zona de trabajo, es decir, si un área requiere más iluminación que otra, aparecerán reflejos desagradables cuando los peatones se muevan; y el individual, que utiliza luces individuales cuando las tareas visuales cercanas requieren iluminación adicional para realizar una tarea específica” (pg. 37-38).

A continuación, se describen algunas de las lámparas de iluminación artificial:

- **Fluorescente:** “La generación de luz se produce a través de una descarga eléctrica entre dos electrodos y se logra mediante la interacción del gas mercurio o sodio, es decir, se basa en el fenómeno de luminiscencia producido por la ionización del gas. Las lámparas fluorescentes, ya sean compactas o lineales, constan de un tubo de descarga, una base con filamento, un cebador y un balastro. Estas lámparas son más eficientes que las incandescentes porque convierten una mayor proporción de energía eléctrica en luz en lugar de producir calor” (Moreno et al., 2018, pg. 198).
- **LED:** “Gracias a su funcionamiento con un voltaje bajo, su prolongada duración, eficiencia elevada, índice de color satisfactorio y baja intensidad lumínica, esta forma de iluminación es reconocida como la opción más idónea para diversos entornos” (Cueva Sanchez, 2022, pg. 17).  
(Briñon Zapata, 2018) explica que “el diodo LED es un semiconductor que ha sido modificado con impurezas para establecer una región p-n (unión p-n).

Cuando se le introduce corriente en esta unión p-n, los electrones se desplazan de la región n a la región p, mientras que los huecos se trasladan de la región p a la región n. En ese punto, los electrones y los huecos se encuentran en la región de la unión p-n, se combinan y emiten fotones de luz” (pg. 27).

“La tecnología de iluminación LED es reconocida por su capacidad para ahorrar energía, gracias a su eficiencia elevada y bajo consumo. Además, es posible mejorar aún más la eficiencia al incorporar sensores o sistemas inteligentes que optimizan el uso de energía. Con su amplia variedad de colores, los LED brindan numerosas posibilidades decorativas en aplicaciones arquitectónicas” (Davila Trigozo, 2018, pg. 6).

#### **4.4 Sistemas de Automatización**

La implementación de un sistema automatizado no sólo ayuda a reducir los costos de energía y mantenimiento, sino que también aumenta la flexibilidad del sistema de iluminación. Además, pueden encender y controlar luminarias según la actividad. El nivel de ahorro energético conseguido puede variar según el tipo de instalación, pero en algunos casos se ha demostrado que estos sistemas ahorran hasta un 65% de energía.

Se han implementado varios sistemas de iluminación exterior avanzados en diversas ciudades del mundo. Estos sistemas han marcado una diferencia significativa en comparación con los métodos de iluminación convencionales.

##### **4.4.1 Gestión de iluminación en función de la densidad de tráfico vehicular**

Las empresas EKZ y Schréder realizaron un proyecto de iluminación inteligente en una vía principal de Urdorf (Suiza), que se basó en el uso de “sensores ópticos para medir el flujo de tráfico y transmitirlo a un sistema de control que podía modificar la intensidad de luz entre el 40% y el 100% de 27 luminarias, según la demanda. Este proyecto consiguió un ahorro de energía de más del 30%”(ESMARTCITY, 2018).

Un proyecto parecido se llevó a cabo en la ciudad de St. Gallen (Suiza), con la colaboración de las empresas Paradox Engineering y Osram Lighting. “Instalaron 60 luminarias LED conectadas a una plataforma IoT, que permite controlar y monitorear la iluminación de forma remota. El sistema cuenta con un sensor óptico que mide el tráfico y adapta los niveles de luz según la demanda, consiguiendo un ahorro de más del 65% en comparación con soluciones convencionales” (SMARTLIGHTING, 2018).



**Figura 9.** *Sensor óptico*

*Nota.* Su alta precisión permite medir la luz en diferentes ambientes. (Grupo Desimat, 2020)

#### **4.4.2 Control inteligente de Iluminación exterior basado en sensores y comunicación inalámbrica**

En la ciudad de Copenhague, Dinamarca, se encuentra el ‘DOLL Living Lab’, un espacio donde se experimentan las últimas innovaciones en iluminación para ciudades inteligentes. En este laboratorio participan empresas como Tridonic, WE-EF y Paradox Engineering, que aportan sus soluciones tecnológicas para crear una iluminación exterior inteligente y sostenible. El proyecto de iluminación exterior que desarrollaron, cuenta con una función “Tunable White que permite adaptar el color de la luz de los 23 puntos de iluminación LED según la hora del día y otros factores. Además, incorpora sensores PIR mejorados que tienen lentes asimétricas, que permiten detectar en dos zonas separadas y comunicación inalámbrica a cargo de un RF Multimaster Controller que mide y gestiona el tráfico, el aparcamiento y otras aplicaciones urbanas, y los envía a la plataforma IoT” (Interempresas, 2021).



**Figura 10.** *RF Multi Master Controller*

*Nota.* Basado con la tecnología Paradox IPv6, permite una rápida actualización de la conectividad de las luminarias. (Tridonic, 2023a)

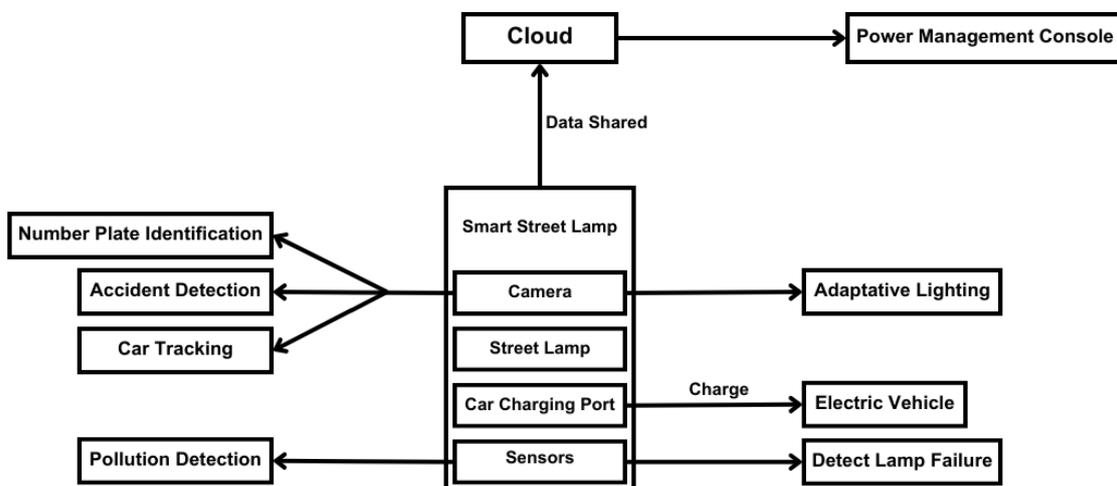


**Figura 11.** Sensor PIR mejorado

*Nota.* Área de detección rectangular, adecuada para el uso en calles con una altura de instalación de 4 a 8 mt. (Tridonic, 2023b)

#### 4.4.3 Farolas inteligentes basadas en el aprendizaje profundo

Este sistema avanzado de iluminación pública se centra en resolver problemas relacionados con “el medio ambiente, la energía y la seguridad pública. Cada poste de luz está equipado con una caja de control que contiene un módulo LED, sensores de movimiento y luz, un sensor de contaminación y una cámara. El sensor de contaminación monitorea la calidad del aire y sube los datos a la nube. El sensor de movimiento ajusta la intensidad de la luz LED en función de la presencia o ausencia de movimiento. El sensor de luz detecta cualquier fallo en la lámpara y envía la información a la nube. La cámara captura imágenes que se procesan y almacenan en un servidor para el reconocimiento de matrículas de vehículos. Además, el sistema incluye un punto de carga para vehículos eléctricos que se activa escaneando un código QR y realizando un pago. Los datos recopilados por los sensores y las cámaras se pueden visualizar a través de una consola web” (Kamoji et al., 2020).

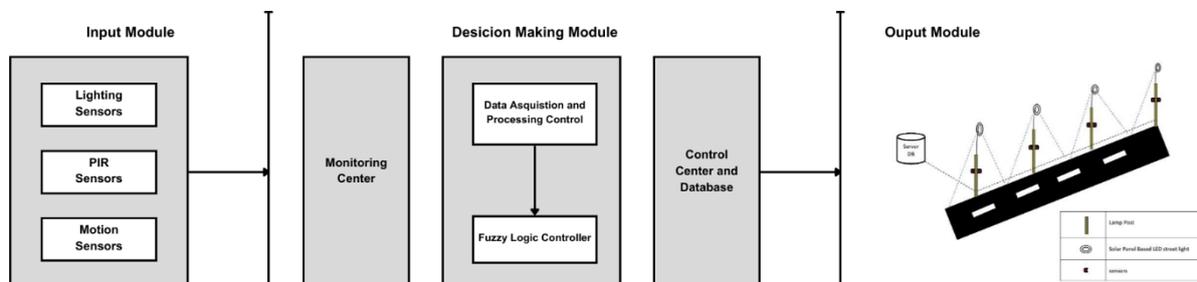


**Figura 12.** Sistema de farola inteligente

*Nota.* El sistema está pensado en el ahorro de energía, utilizando un PIR y un LDR para detectar movimiento o luz ambiental y reducir la potencia de la farola. (Kamoji et al., 2020)

#### 4.4.4 Sistema de alumbrado público inteligente y energéticamente eficiente basado en redes neuronales artificiales

Para alcanzar el objetivo del proyecto, “se utilizaron tres tipos de sensores: de luz, de movimiento y de infrarrojos pasivos (PIR). Los sensores PIR miden la radiación infrarroja para proporcionar información sobre la situación actual del entorno. Cuando detectan movimiento, ajustan el nivel de luz de la luminaria para reducir el consumo de energía. Toda esta información se envía a los módulos de procesamiento de información y toma de decisiones. Los resultados se utilizan junto con un controlador de lógica difusa basado en una Red Neuronal Artificial (ANN) para tomar decisiones adecuadas, lo que permite ajustar automáticamente el nivel de luminosidad de la lámpara en función de estas observaciones. Entre las situaciones que pueden presentarse en el alumbrado público se incluyen la sobrecarga eléctrica en las luminarias, que debe ser ajustada; la atenuación o apagado de las luces de la calle en presencia de luz natural y la reducción de la intensidad de la luz en función de la cantidad de iluminación proporcionada por la luz natural. La ventaja de utilizar ANN es que puede aprender de situaciones pasadas y aplicar soluciones instantáneamente cuando se presentan situaciones similares en el futuro” (Mohandas et al., 2019).



**Figura 13.** Módulo métrico, proceso de toma de decisiones y sistema LED

*Nota.* El aprendizaje adaptativo se utiliza para entrenar el sistema y utilizar los datos en función de las tareas requeridas. (Mohandas et al., 2019)

## 5. Metodología

### 5.1 Revisión sistemática de la literatura

En respuesta a la creciente demanda de proyectos de iluminación exterior inteligente, se han recopilado cinco proyectos que satisfacen los criterios de similitud y relevancia con nuestro tema de interés.

**Tabla 4.**

*Revisión sistemática de los sistemas de iluminación*

<b>Fuente</b>	<b>Título</b>	<b>Diseño Metodológico</b>	<b>Resumen</b>
(ESMARTCITY, 2018)	Gestión de iluminación en función de la densidad de tráfico vehicular en la ciudad de Urdorf.	Experimental.	Implementación de un sistema de iluminación inteligente, que incorpora sensores ópticos y un sistema de control que modifica la intensidad de la luz en función del tráfico vehicular. Este enfoque resultó en un ahorro energético del 30%.
(SMARTLIGHTING, 2018)	Gestión de iluminación en función de la densidad de tráfico vehicular en la ciudad de St Gallen.	Experimental.	Desarrollo de un sistema de iluminación inteligente que incorpora luminarias LED y una plataforma IoT para el monitoreo remoto de la luz según la densidad

			del tráfico. Este proyecto logró un ahorro energético del 65% en relación a métodos tradicionales.
(Interempresas, 2021)	Control inteligente de Iluminación exterior basado en sensores y comunicación inalámbrica.	Investigación y desarrollo (I+D).	Desarrollo de un proyecto de iluminación exterior sostenible e inteligente. Emplea sensores PIR avanzados y un controlador RF Multimaster. Logró reducir el consumo de energía, al ajustar la intensidad de la luz de acuerdo con la hora del día.
(Kamoji et al., 2020)	Farolas inteligentes basadas en el aprendizaje profundo.	Investigación y desarrollo (I+D), con enfoque a la investigación aplicada.	Desarrollo de un sistema de iluminación pública avanzado centrado en la resolución de problemas ambientales. Está equipado con sensores de luz, movimiento y contaminación, una cámara, un módulo LED y un punto de

(Mohandas et al., 2019)	Sistema de alumbrado público inteligente y energéticamente eficiente basado en redes neuronales artificiales en tecnologías.	Investigación y desarrollo (I+D), con enfoque a la investigación aplicada.	carga para vehículos eléctricos en cada poste de luz. Mejoró la eficiencia energética y la seguridad pública. Desarrollo de un sistema de iluminación inteligente utilizando sensores de luz, movimiento y PIR. El sistema procesa las señales captadas y toma decisiones adecuadas mediante un controlador difuso. Además, el sistema es capaz de adaptarse a diferentes situaciones, aprendiendo de experiencias pasadas.
-------------------------	--	--	--

---

*Nota.* La recopilación sistemática de la información en la tabla, nos proporcionará datos útiles para nuestro proyecto. En el apartado de Resumen, se trató de responder a las siguientes preguntas: ¿Qué hicieron?, ¿Cómo lo hicieron? y ¿Qué obtuvieron?

Los resultados del autor (ESMARTCITY, 2018) coinciden con los del autor (SMARTLIGHTING, 2018), destacando que el uso de luminarias LED puede resultar en un ahorro energético considerable. Además, los resultados del autor (Interempresas, 2021) y de los

autores (Kamoji et al., 2020) confirman la utilidad de los sensores para el control y la sostenibilidad de la iluminación. Finalmente, los autores (Mohandas et al., 2019) introducen un controlador difuso que, aunque contribuye significativamente a la gestión de la iluminación, también permite aprender de experiencias pasadas, lo que lo hace muy eficiente para el futuro.

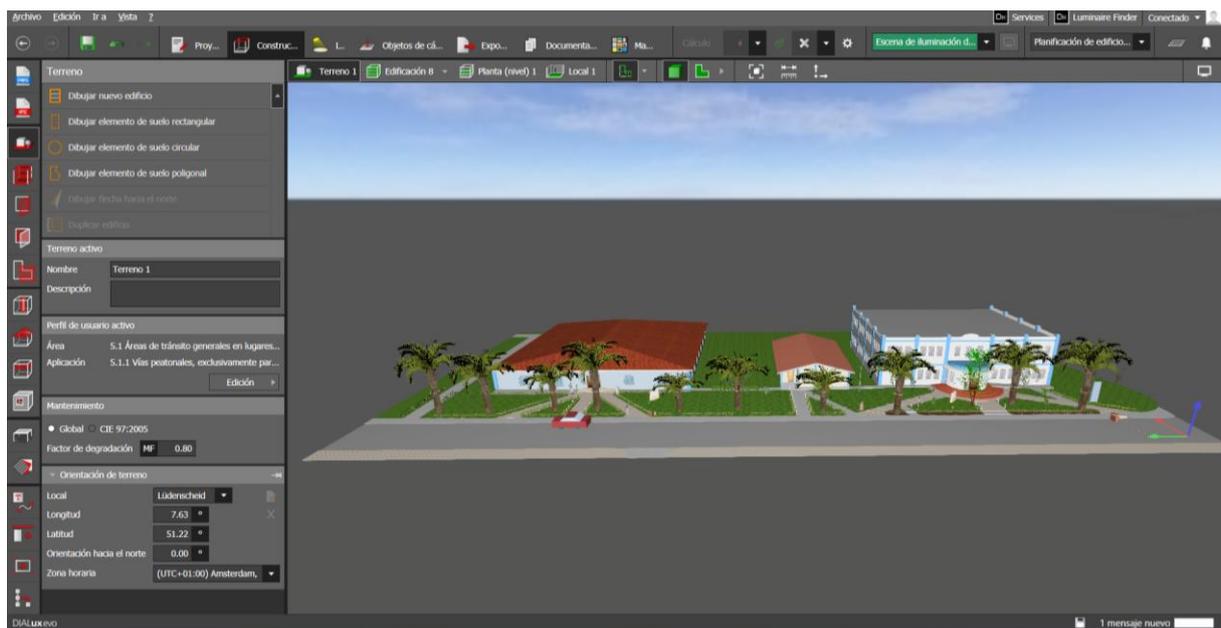
En este contexto, se decidió utilizar los siguientes componentes para nuestro proyecto:

- LED's: Su versatilidad y eficiencia energética nos permitirán adaptarlos a cualquier entorno y, al mismo tiempo, consumirán menos energía.
- Temporizador digital: Regulará la iluminación según la hora del día, eliminando la necesidad de sensores de luz.

## 5.2 Diseño del sistema de iluminación en Dialux

### 5.2.1 Levantamiento 3D en Dialux

Para realizar el levantamiento 3D en Dialux, se tomó como referencia el plano arquitectónico ya diseñado de la FEIRNNR, dónde se elaboró toda la parte exterior de la entrada a la facultad, a fin de obtener una aparecía más cercana al centro educativo.

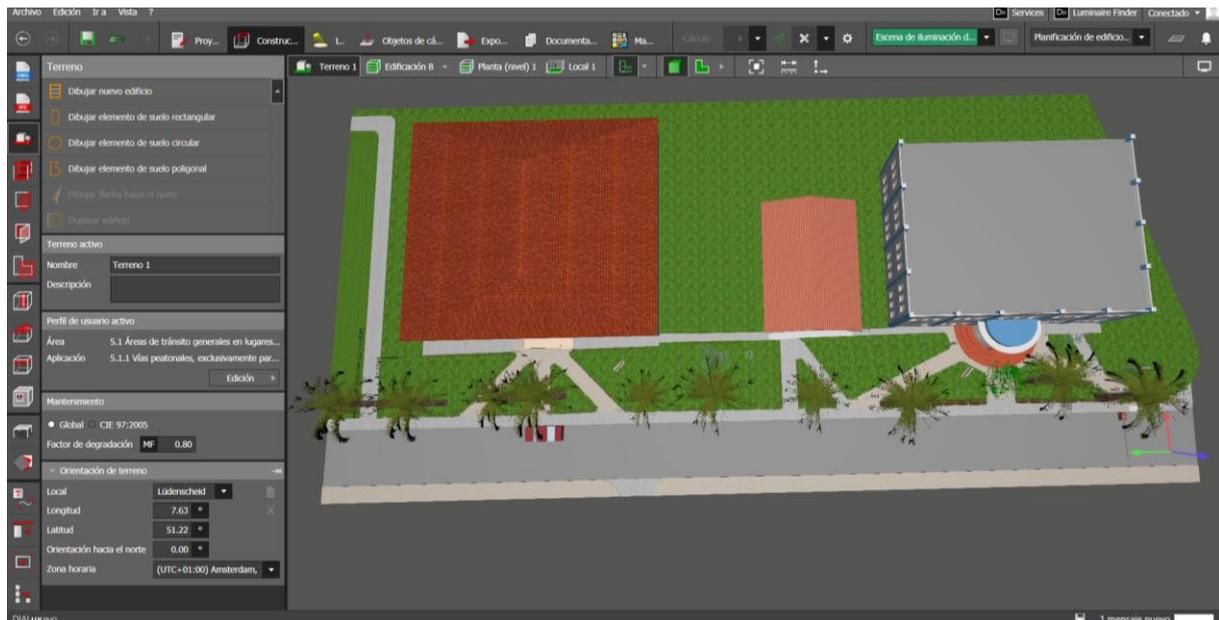


**Figura 14.** Levantamiento 3D en Dialux

*Nota.* Representación de la entrada a la FEIRNNR en el simulador Dialux. (Autor)

Los colores de cada superficie provocan reflexión, por ende, en el levantamiento 3D se adaptaron, ya que nuestro estudio no se enfoca en la remodelación arquitectónica.

Se levantó cada uno de los edificios, palmeras y aceras, tal y como se muestra en la Figura 15.



**Figura 15.** Vista superior del levantamiento 3D en Dialux

*Nota.* Representación de la entrada a la FEIRNNR en el simulador Dialux con sus edificios, palmeras y aceras.

(Autor)

### 5.2.2 Selección de Luminarias

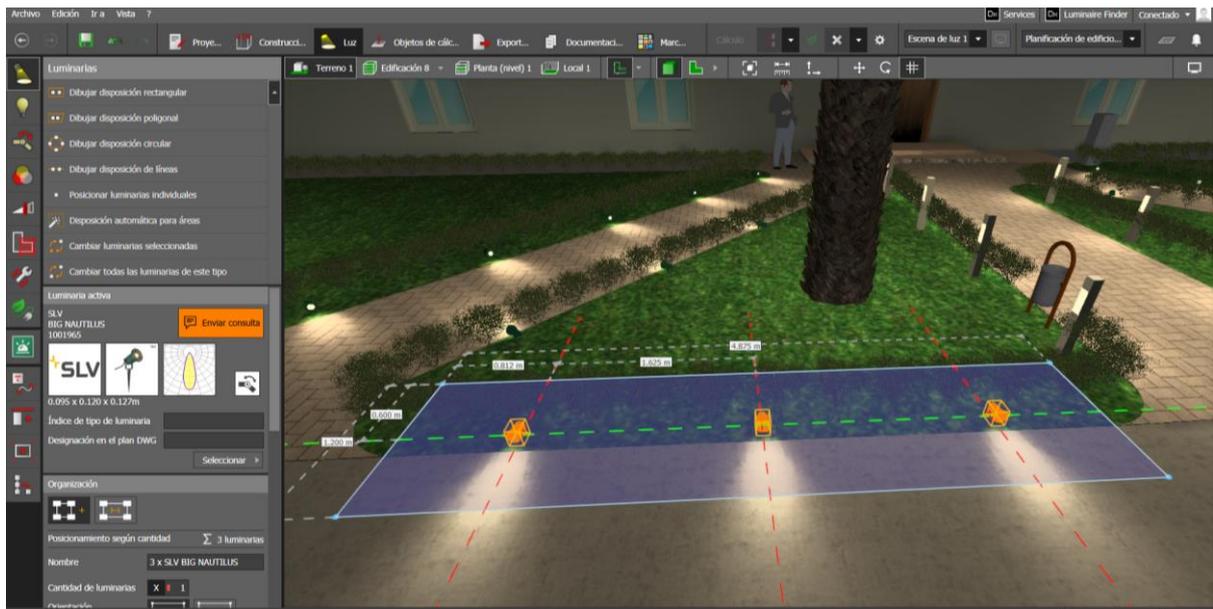
La correcta selección de luminarias es fundamental para obtener una iluminación confortable y satisfactoria. De la misma manera, las luminarias fueron escogidas según sus características y para ello se tomaron los siguientes parámetros:

- ✓ Temperatura de color de 3000k brindando un ambiente cálido y acogedor.
- ✓ IRC mayor a 85.
- ✓ Aplicación destinada a pasillos, parterres o galerías.
- ✓ Eficiencia luminosa.
- ✓ Deslumbramiento (GR) bajo, ya que, a menor deslumbramiento, mayor visibilidad.

Dichos parámetros fueron tomados de la norma UNE 12464-1 y la Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación para Centros Docentes de la IDAE.

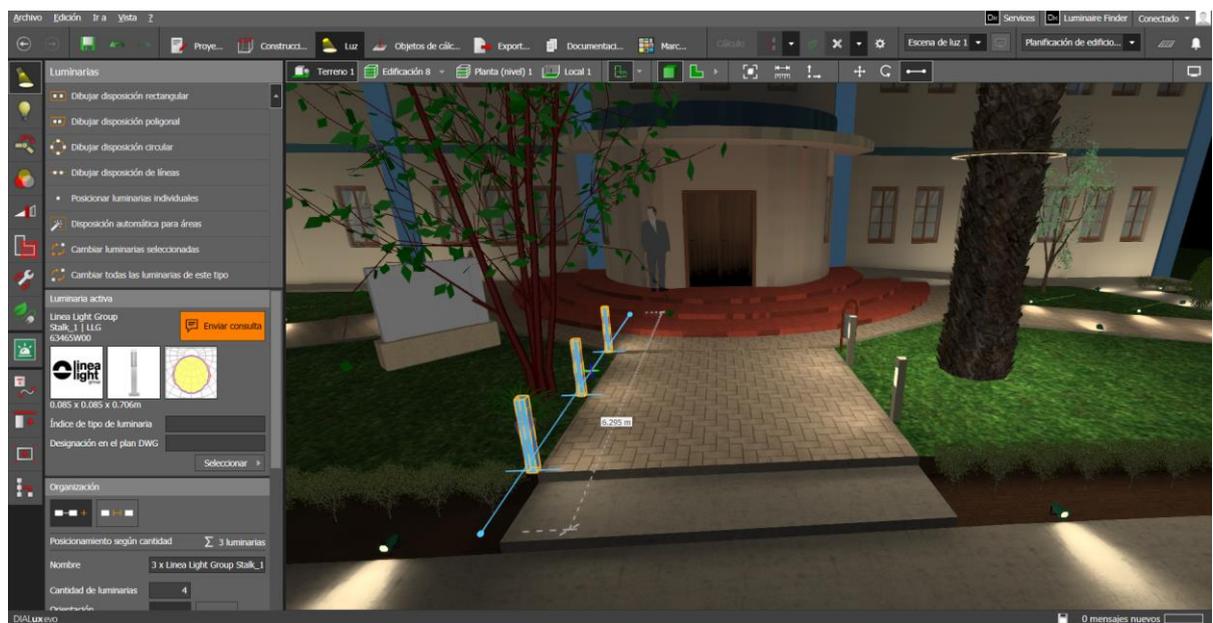
### 5.2.3 Colocación de las luminarias en Dialux

Con las luminarias seleccionadas, se procedió a montarlas en el software para simulación y obtención de resultados. Se seleccionaron 3 tipos de luminarias, para palmeras, aceras y pasillos. En la figura 16, 17 y 18 podemos observar lo mencionado.



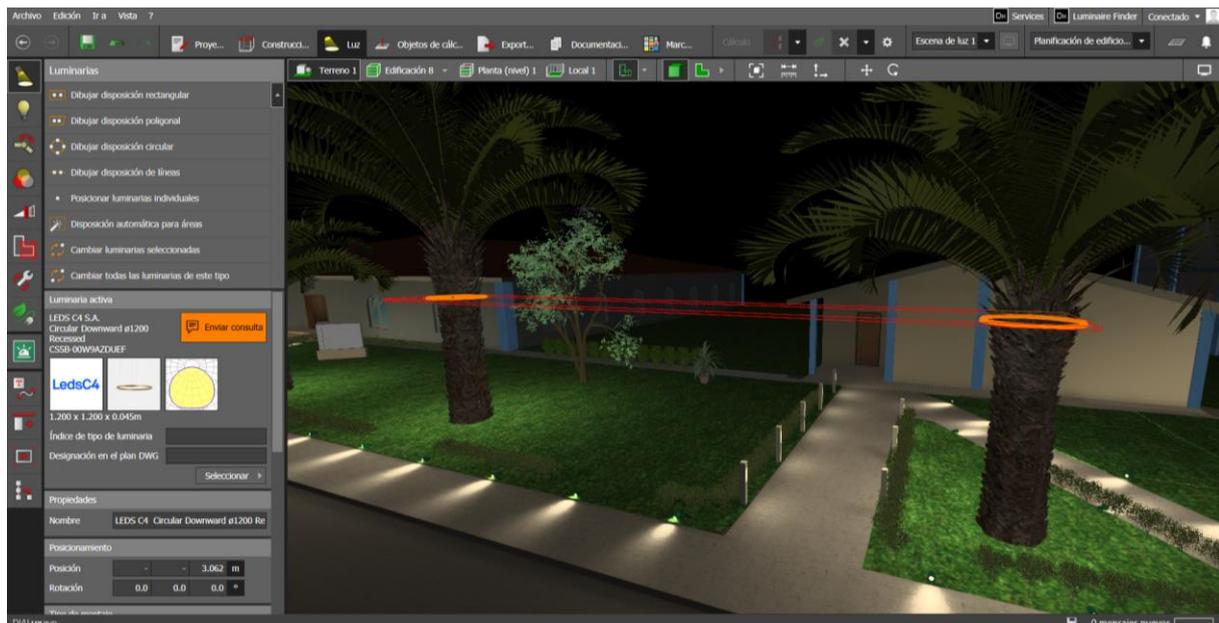
**Figura 16.** Colocación de luminarias de piso estaca en Dialux

*Nota.* Luminarias introducidas a la entrada de la FEIRNNR en el simulador Dialux. (Autor)



**Figura 17.** Colocación de luminarias tipo poste en Dialux

*Nota.* Luminarias introducidas a la entrada de la FEIRNNR en el simulador Dialux. (Autor)



**Figura 18.** Colocación de luminarias circulares para las palmeras en Dialux

*Nota.* Luminarias introducidas a la entrada de la FEIRNNR en el simulador Dialux. (Autor)

Por otro lado, el software nos da la facilidad de colocar las luminarias de manera rectangular, circular, poligonal, lineal, entre otras, todo esto dependerá del criterio del proyectista.



**Figura 19.** Disposición de las luminarias en Dialux

*Nota.* Dialux nos brinda múltiples opciones para la colocación de las luminarias. (Autor)

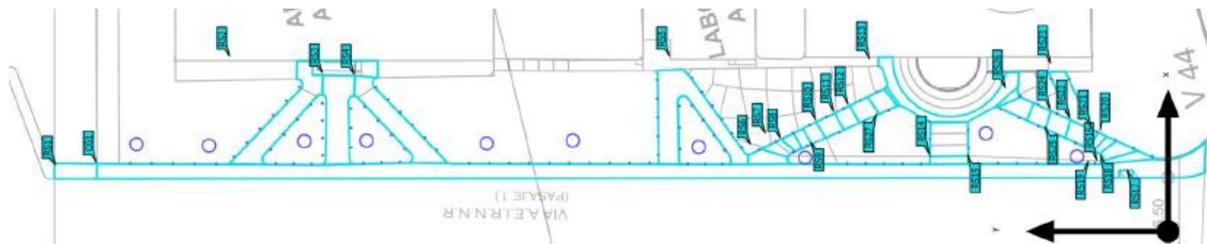
La potencia de consumo dependerá de las luminarias introducidas y los resultados de objetos de cálculo.

### 5.3 Objetos de cálculo

Dialux incluye varios cálculos fotométricos como el UGR, área de trabajo y actividad, y plano útil, estos 3 últimos sirven más para cálculos en interiores.

#### 5.3.1 Cálculo de deslumbramiento UGR

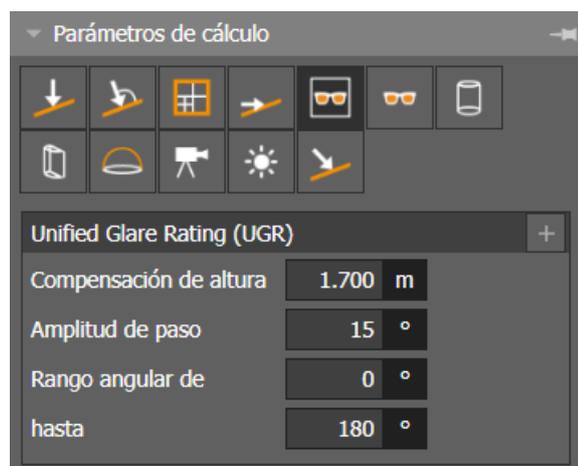
Para calcular el UGR, se lo hizo en las áreas donde transitan las personas a la entrada de FEIRNNR, el área se muestra contorneada de color celeste como se detalla en la figura 20.



**Figura 20.** Cálculo de deslumbramiento UGR a la entrada de la FEIRNNR

*Nota.* El área contorneada es donde se va a calcular el UGR. (Autor)

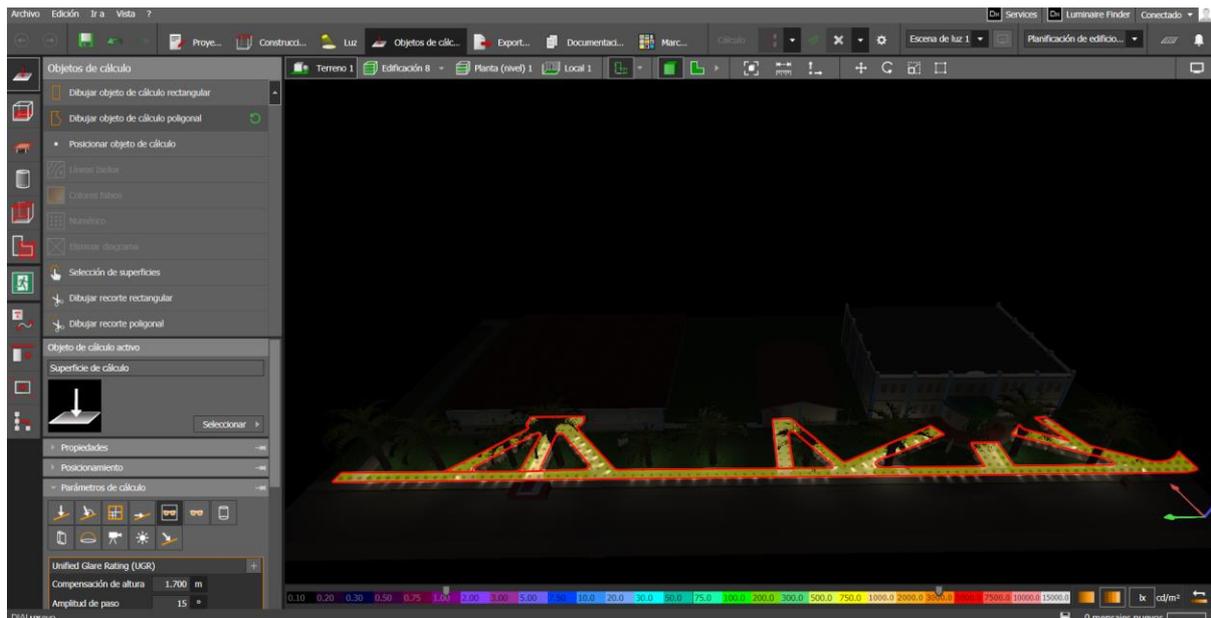
Una vez seleccionada el área de cálculo, procedemos a colocar los valores de cálculo y posicionamiento. Cabe destacar, que la compensación de altura es para una persona promedio que se encuentra de pie que es 1.70 metros y la amplitud de paso 15 grados hasta 180.



**Figura 21.** Parámetros de cálculo UGR

*Nota.* El gráfico sombreado representa el UGR en Dialux. (Autor)

Es fundamental destacar que el UGR se emplea principalmente en áreas de trabajo. En el caso de pasillos, pasarelas, aceras y otros lugares donde las personas transitan brevemente, el UGR asegura que no se vean afectadas por el deslumbramiento de las luminarias.



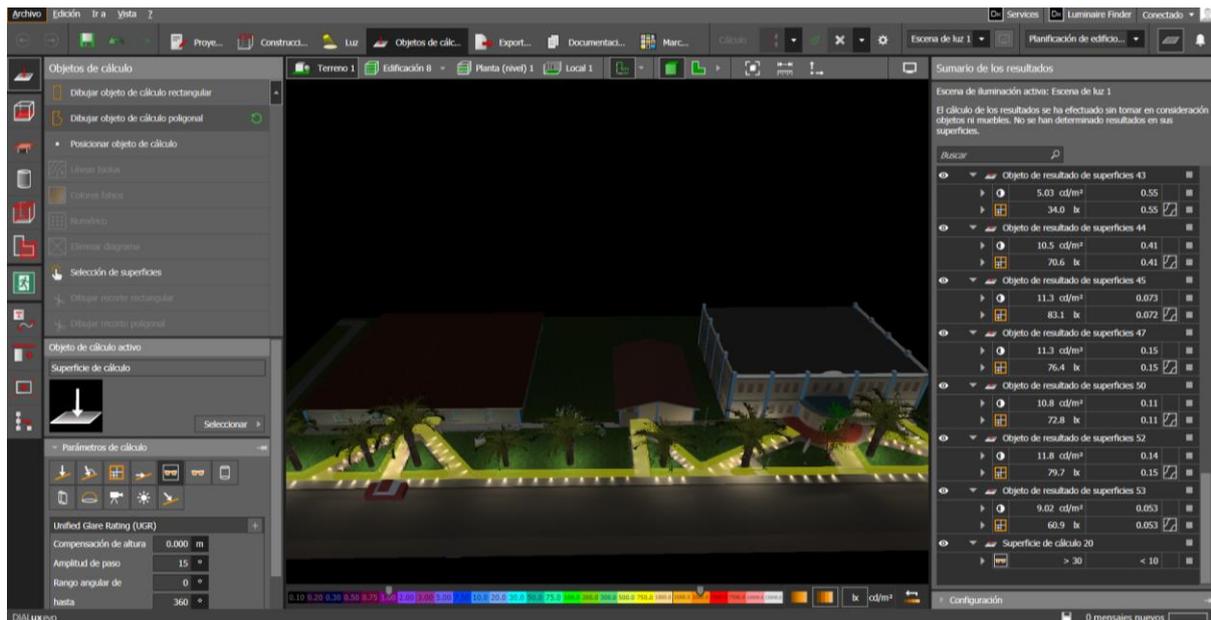
**Figura 22.** Cálculo de UGR en los pasillos y aceras a la entrada de la FEIRNNR

Nota. La figura muestra el área de cálculo del UGR. (Autor)

### 5.3.2 Simulación en Dialux

Una vez finalizado lo anterior se procede a calcular los valores, cuando finalicemos podremos observar en la parte derecha los resultados del deslumbramiento UGR. En ese sentido, antes de iniciar con nuestro levantamiento se seleccionó un Perfil de Uso y se modificó el Perfil de Usuario Activo. Para el Perfil de Uso escogemos la Norma Europea UNE 12464-1 y para el Perfil de Usuario Activo, seleccionamos el área de tránsito general en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre y la aplicación de vías peatonales, exclusivamente para peatones. Con lo antes mencionado, los resultados mostrados a la derecha de la pantalla, se observa que están marcados de color gris, puesto que, como tal no existen valores límites de UGR en nuestro Perfil de Usuario, esto es por la Norma Europea UNE 12464-1.

Por otro lado, la EERSSA y la CIE, en sus Normas Técnicas mencionan que no hay un valor promedio ni máximo de iluminación para áreas intrínsecamente oscuras, donde la única guía visual proviene de la luz directa de las luminarias.



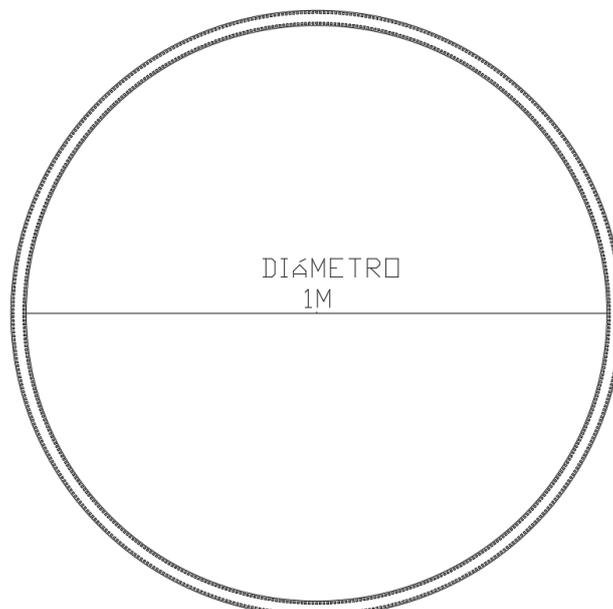
**Figura 23.** Representación de la simulación en la entrada de la FEIRNNR

*Nota.* Los puntos grises significan que no existen valores límites de UGR en nuestro Perfil de Usuario dado por la Norma Europea UNE, así como de niveles máximos de luminancia otorgados por la EERSSA. (Autor)

## 5.4 Luminarias

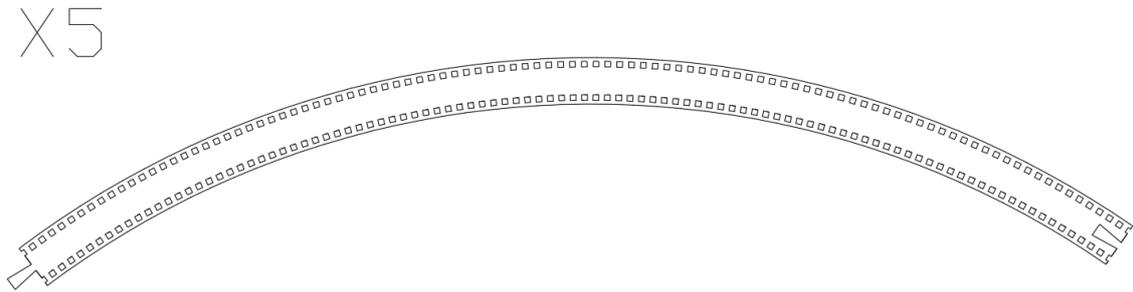
### 5.4.1 Diseño de la luminaria para las palmeras

Para el diseño de las luminarias en las palmeras, se optó por un boceto circular de 1 metro de diámetro, a fin de que la luz bañe de arriba hacia abajo, evitando la contaminación lumínica hacia arriba a las hojas. El diseño consta de dos partes, que son los renglones superiores e inferiores elaborados con MDF y acrílico blanco, respectivamente; y los renglones laterales elaborados con MDF. En las siguientes figuras se puede observar sus diseños. En el anexo 1, se detalla toda la información.



**Figura 24.** *Diseño de la luminaria circular en Autocad*

*Nota.* El diámetro de la luminaria se elaboró a raíz del diámetro de las palmeras, dónde se dejó un margen de 10 a 15 cm para que no quede rasante del tronco de la palmera. (Autor)



**Figura 25.**

*Nota.* Para el diseño circular de la luminaria se utilizarán 5 renglones, tanto para la parte superior e inferior. (Autor)

En los renglones laterales hay que tomar en consideración que son dos circunferencias distintas, tanto la interior como la exterior. Para las aberturas internas, la distancia de separación es 3.2 cm y para las exteriores es 3.5 cm.



**Figura 26.** *Diseño del renglón lateral interior en Autocad*

*Nota.* El diseño del renglón nos ayudará a que sea moldeable alrededor de la circunferencia interna. (Autor)



**Figura 27.** *Diseño del renglón lateral exterior en Autocad*

*Nota.* El diseño del renglón nos ayudará a que sea moldeable alrededor de la circunferencia externa. (Autor)

#### **5.4.2 Manguera LED 10 watts/mt 3000K exterior**

Gracias a la eficiencia energética y al costo accesible de las mangueras LED, tenemos la oportunidad de disminuir significativamente los gastos en energía. Estos avances no solo

favorecen a nuestro bolsillo, sino que también contribuyen a proteger nuestra fauna y flora, manteniendo la belleza inherente del entorno natural que nos rodea. En el anexo 2 se muestran más detalles.



**Figura 28.** Manguera LED 3000k dentro del anillo circular

*Nota.* La potencia de la manguera LED es de 10 watts por metro. (Illux, n.d.)

#### **5.4.3 Módulos LED 2watts 3000k 20 piezas**

La tecnología de módulos LED se destaca como una solución significativa para la iluminación en áreas abiertas. Gracias a su versatilidad y poder lumínico, se pueden instalar en una variedad de entornos, asegurando siempre una iluminación óptima. Al combinar estos módulos con mangueras LED, se consigue una iluminación intensa y eficaz, con la capacidad de iluminar ampliamente cualquier área. En el anexo 2 se muestran más detalles.



**Figura 29.** Módulos LED 3000k 3Led 20 piezas

*Nota.* La potencia de los módulos LED es de 2 watts. (Demasled, n.d.)

#### **5.4.4 Luminaria de piso tipo estaca GU10**

El siguiente modelo de luminaria de piso se tomó en consideración debido a su fácil instalación, rendimiento, dirección de la luz, dimensión, entre otros. En este caso, utilizaremos un foco led de 3000K a 7 watts. La figura 30 representa gráficamente la luminaria. En el anexo 2 se muestran más detalles.



**Figura 30.** Luminaria Led estaca base tipo GU10

*Nota.* Apta para ser colocada en ambientes exteriores, debido a su fácil instalación. (Sylvania, 2021)

#### **5.4.5 Luminaria de piso tipo poste 40cm**

La lámpara de piso tipo poste que elegimos para nuestro proyecto tiene varias ventajas sobre otras opciones. Destaca por su clasificación IP44, lo que significa que es resistente al agua y al polvo, haciéndola ideal para uso en exteriores. Además, su diseño elegante y su casquillo E27 permiten utilizar una amplia variedad de bombillas LED. En nuestro caso, hemos optado por una bombilla LED de 3000K y 15 watts. La figura 31 muestra una representación gráfica de esta luminaria. En el anexo 2 se muestran más detalles.



**Figura 31.** *Luminaria Led poste IP44 40cm*

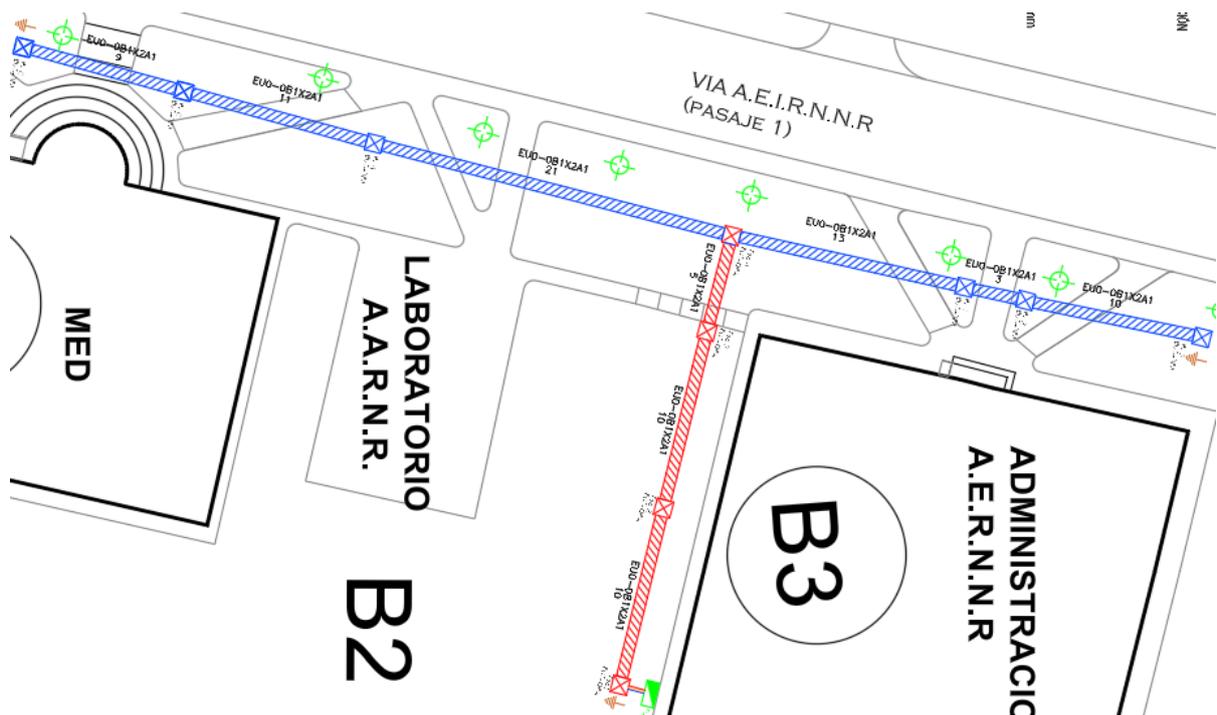
*Nota.* Ideal para uso en exteriores por su clasificación IP44. (GTV Lightning, n.d.)

## **5.5 Canalización, diseño tendido eléctrico y diagramas unifilares proyectados**

### **5.5.1 Canalización y pozos**

Para el diseño de la canalización y los pozos, se consideraron varios puntos existentes con el objetivo de crear un solo tendido eléctrico. La canalización de baja tensión proyectada, según la (EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A., 2012) deberá ser “de 50 cm de ancho por 50 cm de profundidad. El relleno se realizará de la siguiente manera: los primeros 10 cm con arena, luego se colocará la tubería de PVC rodeada de arena, sobre esta una capa de ladrillos, para finalmente ponerse 30 cm entre relleno compactado y replantillo de grava. El compactado del terreno se realizará por capas, cada 15 cm y la tubería a utilizarse en la canalización subterránea será de PVC corrugada doble pared o tubería conduit metálica” (pg. 21).

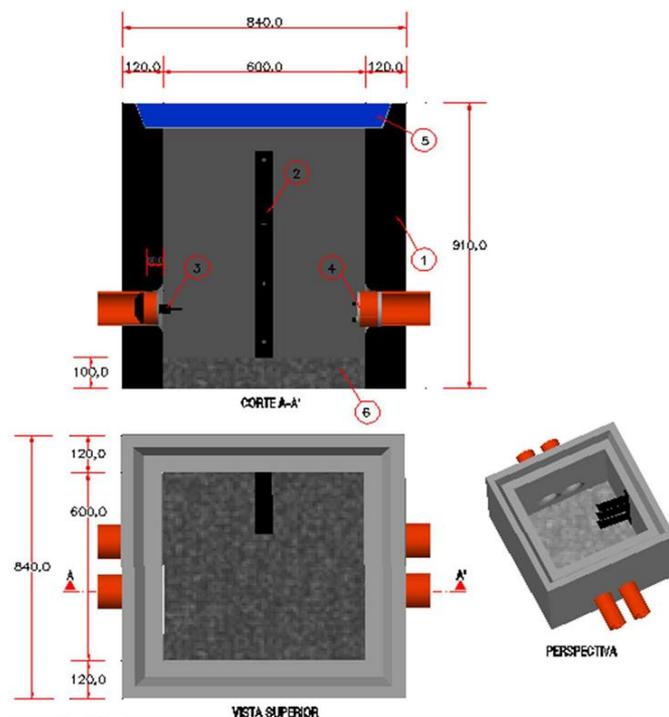
En la figura 32, se pueden ver en rojo las canalizaciones y pozos actuales, mientras que en azul se muestran las canalizaciones y pozos proyectados. Toda la información detallada se encuentra en el anexo 3.



**Figura 32.** Diseño de la canalización y pozos existentes y proyectados en Autocad

*Nota.* La canalización y pozos existentes se muestran de color rojo y los proyectados de color azul. (Autor)

Los pozos planificados son de tipo A para baja tensión. Según el manual del (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2013) su código de identificación es UP-UC, que se describe como “EU0-0PA, refiriéndose a estructuras en redes subterráneas de distribución” (pg. 41). Además, “0PA, indica que se trata de un pozo para redes subterráneas de tipo A” (pg. 41). En el anexo 3 se pueden observar más detalles de los pozos proyectados.

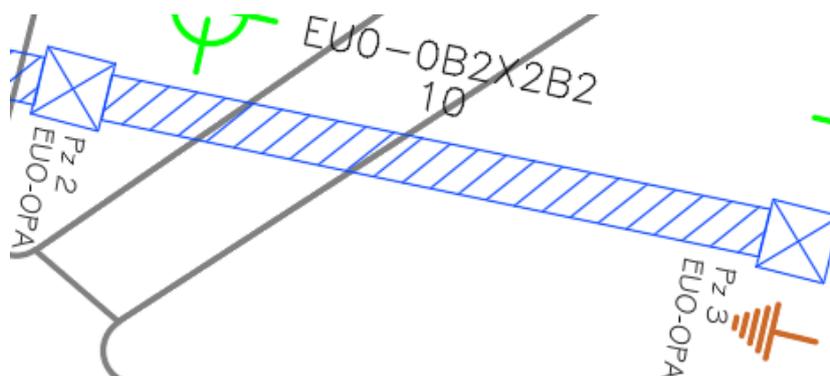


**Figura 33.** Pozo de revisión tipo A de baja tensión

*Nota.* Es importante asignar un código de identificación UP-UC a cada pozo. Esto ayuda a evitar confusiones, en áreas donde hay múltiples pozos. (Autor)

En los pozos existentes se pudo visualizar que existen pozos tipo C y D, que según la (EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A., 2012) en su norma técnica menciona que “corresponden a pozos para baja tensión y alumbrado público, donde las dimensiones del pozo C constan de 50 cm x 50 cm x 40 cm y del pozo D son de 30 cm x 30 cm x 40 cm” (pg. 21), siendo el último “un pozo realizado para derivación de luminarias” (pg. 31). De la misma manera, “los conductores a utilizarse serán de cobre tipo plastiplomo, TTU o similares” (pg. 31).

Por otra parte, las nomenclaturas de los pozos y canalizaciones EU0-0B2X2B2 y EU0-0PA, vienen descritas por el (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011) que en su documento mencionan que “corresponden al Identificador Nemetécnico de las Unidades de Propiedad y de Construcción (Id. UP-UC)” (pg. 2), dónde el 2X2 que se detalla en la nomenclatura del pozo, corresponde a las filas y columnas de la tubería PVC.



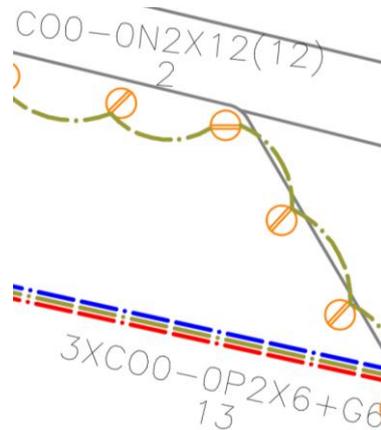
**Figura 34.** Nomenclatura de canalizaciones y pozos en Autocad

*Nota.* Las siglas Pz 2 corresponden a Pozo proyectado 2 y el número 10 significa la distancia que hay entre el pozo 2 y el pozo 3. (Autor)

### 5.5.2 Diseño del tendido eléctrico

En el tendido eléctrico, podemos identificar nomenclaturas como CO0-0P2X6+G6 que según (Marco Salao et al., 2011) en su manual nos brindan pasos para elaborar la nomenclatura correspondiente en “conductores de redes de distribución, dónde el primer campo estará compuesto por las siglas CO que comprende a conductores de 120 V - 121 V - 127 V, en el segundo y tercer campo no aplica nada, en el cuarto campo están designadas letras del alfabeto con su respectivo tipo de cable y en el quinto campo está conformado por caracteres numéricos y siglas, que se refieren al número de conductores relacionados con el número de fases o hilos del sistema, seguido por el signo “x” que vincula al calibre del conductor. Así mismo, el calibre

del neutro está identificado entre paréntesis o sumado al símbolo del tipo de cable con su respectivo calibre” (pg. 24-25-26). En el anexo 4 se puede visualizar todo el tendido eléctrico.

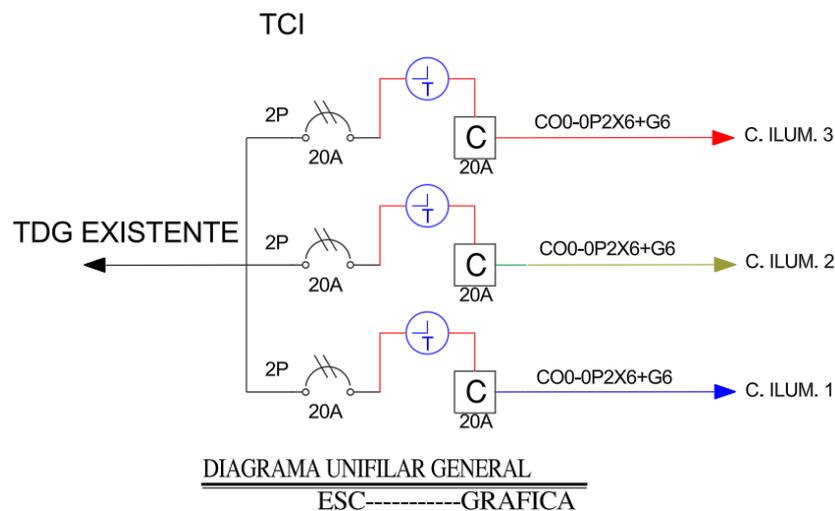


**Figura 35.** Nomenclatura del tendido eléctrico proyectado en Autocad

*Nota.* Cuando se tiene el 3X por delante de la nomenclatura CO0-0P2X6+G6 significa que son tres cables que circulan por ahí. La letra P hace referencia a que es TTU de Cobre y la G equivale a Cobre desnudo. (Autor)

### 5.5.3 Diagramas unifilares

El diagrama unifilar general detalla los componentes principales del sistema de iluminación, que entre ellos está un breque doble de 20 amperes que nos servirá para proteger nuestros circuitos eléctricos, un timer digital que nos permitirá programar los tiempos de inicio y finalización del paso de la corriente eléctrica, y un contactor que servirá para controlar el flujo de corriente en nuestro circuito eléctrico. En las siguientes figuras, podemos visualizar el diagrama unifilar general del circuito eléctrico y los diagramas unifilares para cada una de las luminarias.



**Figura 36.** Diagrama unifilar general del circuito eléctrico en Autocad

*Nota.* A la salida de cada timer tendremos un cable CO0-0P2X6 + G6 que irá de forma independiente a cada uno de los circuitos. (Autor)

Es fundamental mencionar que utilizaremos el cable CO0-0P2X12(12) para alimentar las luminarias. A continuación, se presentan los diagramas unifilares correspondientes y de la misma manera, en el anexo 5 podemos encontrar más detalles.

LUMINARIA CIRCULAR MANGUERA LED 66W

TDG EXISTENTE

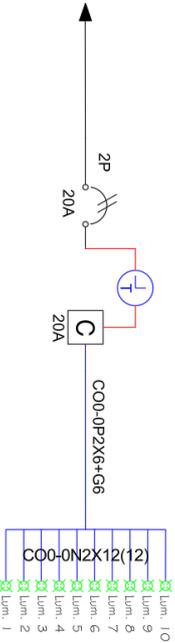


Figura 37. Diagrama unifilar de las luminarias circulares en Autocad

Nota. Las 10 luminarias refieren al total de las palmeras existentes a la entrada de la FEIRNNR. (Autor)

LUMINARIA LED 15W CON POSTE ORNAMENTAL

TDG EXISTENTE

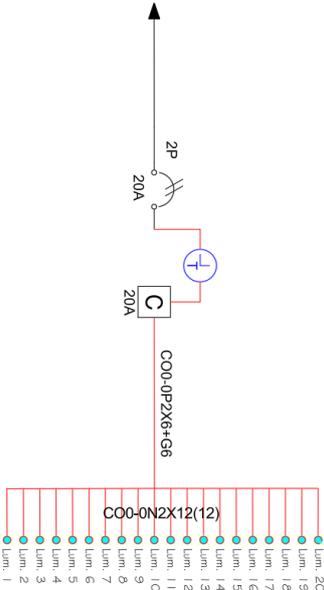
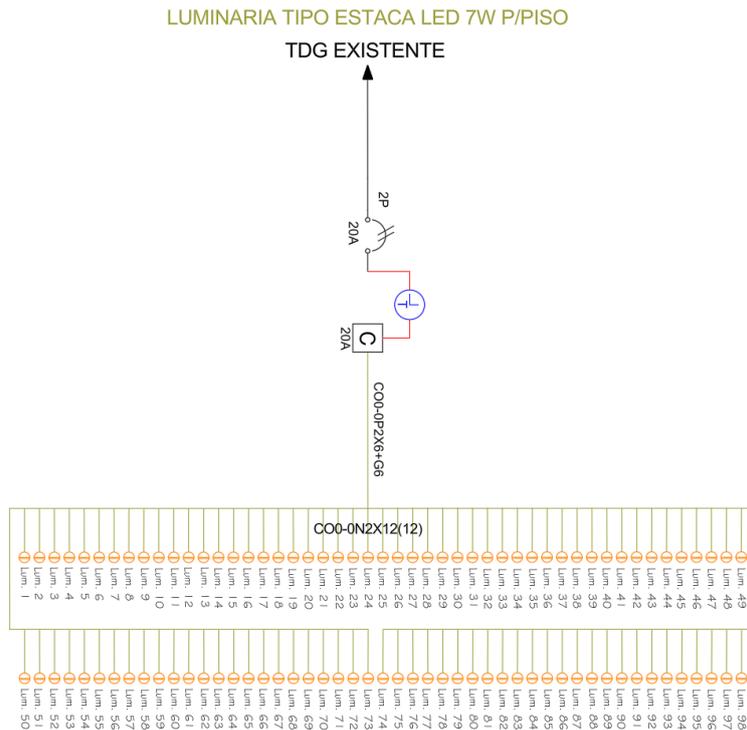


Figura 38. Diagrama unifilar de las luminarias de piso tipo poste en Autocad

Nota. Las 20 luminarias refieren al total de las proyectadas. (Autor)



**Figura 39.** Diagrama unifilar de las luminarias de piso tipo estaca en Autocad

*Nota.* Las 98 luminarias refieren al total de las proyectadas. (Autor)

## 5.6 Caídas de tensión

Tomando en cuenta a la (EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A., 2012), en su Norma Técnica puntualiza que “la máxima caída de tensión en una red de distribución secundaria sumada la acometida, no deberá exceder el 4.5% para áreas urbanas y el 5.5% para áreas rurales” (pg. 8).

Para calcular la caída de tensión máxima en la luminaria más lejana, se utilizó el formato de cálculo proporcionado por la EERSSA, según la Norma Técnica para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales, que se detalla en el Anexo 5. De igual manera, todos los detalles adicionales se pueden consultar en el Anexo 6. La figura 38 muestra el formato de cálculo utilizado y la figura 39 el valor máximo de caída de tensión en la luminaria más lejana.

TRAMO	LONGIT. (M)	N° DE CONSU.	KVA DE AP/CE.	DMD. (KVA)	N°FASES N° CON.	CALIBRE AWG.	FDV. KVAxM	MP. KVAxM	DV% PARCIAL	DV % ACUM.
A	B	C	D	E	F	G	H	I=BxE	J=I/H	K
NOTAS:									DV MAXIMO:	[%]

**Figura 40.** Formato de cálculo de caída de tensión en la luminaria más lejana

Nota. Los valores de DV Máximo no deben exceder el 4.5%. ((EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A., 2012)

Para explicar los cálculos, el DM (KVA) se utiliza para determinar la demanda máxima. La fórmula aplicada en este caso es:

$$\left( \frac{66 * 10}{1000} \right) \frac{1}{0.92}$$

En este caso, el número 66 representa la cantidad total de vatios que emite una luminaria, ya sea circular, de piso tipo estaca o de piso tipo poste. Este valor se multiplica por 10, que es el número total de luminarias de ese tipo. Luego, se divide entre 1000 para convertir la potencia de vatios (W) a kilovatios (kW). Finalmente, se divide entre 0.92, que es el factor de potencia, lo que significa que el 92% de la potencia se utiliza de manera efectiva, mientras que el 8% se pierde.

Por otro lado, el factor de caída de tensión (FDV) en KVA-m se obtiene de la Norma Técnica proporcionada por la EERSSA en el anexo 4. Para un sistema de 2F/3C de 120 – 240 V, el FDV en conductor (fase/neutro) de 6(6) es igual a 185, mientras que, en conductor (fase/neutro) de 12(12) es igual a 75. En el anexo 6 se encuentran más detalles.

Tramo		DM [kVA]	# Fases / # cond.	CONDUCTOR		% Caída de tensión		
Ref.	Longitud (m)			Tipo y Calibre AWG	FDV (KVA-m) para 1% DV	KVA-m	DV% Parcial	DV% Acumulado
<b>DV% (PUNTO DE ARRANQUE - SEGÚN LECTURAS)</b>								0.00
TGM-PZE4	26	0.72	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	18.65	0.10	0.10
PZE4-PZ1	13	0.29	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	3.73	0.02	0.12
PZ1-PZ2	3	0.22	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.65	0.00	0.12
PZ2-PZ3	10	0.14	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	1.43	0.01	0.13
PZ3-LM1	5.37	0.07	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.39	0.01	0.14
PZE4-PZ4	21	0.29	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	6.03	0.03	0.13
PZ4-PZ5	11	0.22	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	2.37	0.01	0.15
PZ5-PZ6	9	0.14	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	1.29	0.01	0.15
PZ6-LM2	6	0.07	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.43	0.01	0.16
TGM-PZE4	26	0.75	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	19.39	0.10	0.10
PZE4-PZ1	13	0.19	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	2.47	0.01	0.12
PZ1-PZ2	3	0.14	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.41	0.00	0.12
PZ2-PZ3	10	0.08	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.84	0.00	0.12
PZ3-LM11	12.9	0.01	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.10	0.00	0.13
PZE4-PZ4	21	0.43	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	9.11	0.05	0.15
PZ4-PZ5	11	0.27	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	3.01	0.02	0.17
PZ5-PZ6	9	0.20	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	1.78	0.01	0.18
PZ6-LM4	18.85	0.01	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.14	0.00	0.18
TGM-PZE4	26	0.33	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	8.48	0.05	0.05
PZE4-PZ1	13	0.11	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	1.48	0.01	0.05
PZ1-PZ2	3	0.07	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.20	0.00	0.05
PZ2-LM5	6.64	0.02	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.11	0.00	0.06
PZE4-PZ4	21	0.13	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	2.74	0.01	0.06
PZ4-PZ5	11	0.08	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.90	0.00	0.07
PZ5-PZ6	9	0.03	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.29	0.00	0.07
PZ6-LM6	4.5	0.02	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.07	0.00	0.07
<b>VALOR MÁXIMO DE CAÍDA DE TENSIÓN A LA LUMINARIA MAS LEJANA</b>								<b>0.18</b>

**Figura 41.** Cálculo de caída de tensión en la luminaria más lejana

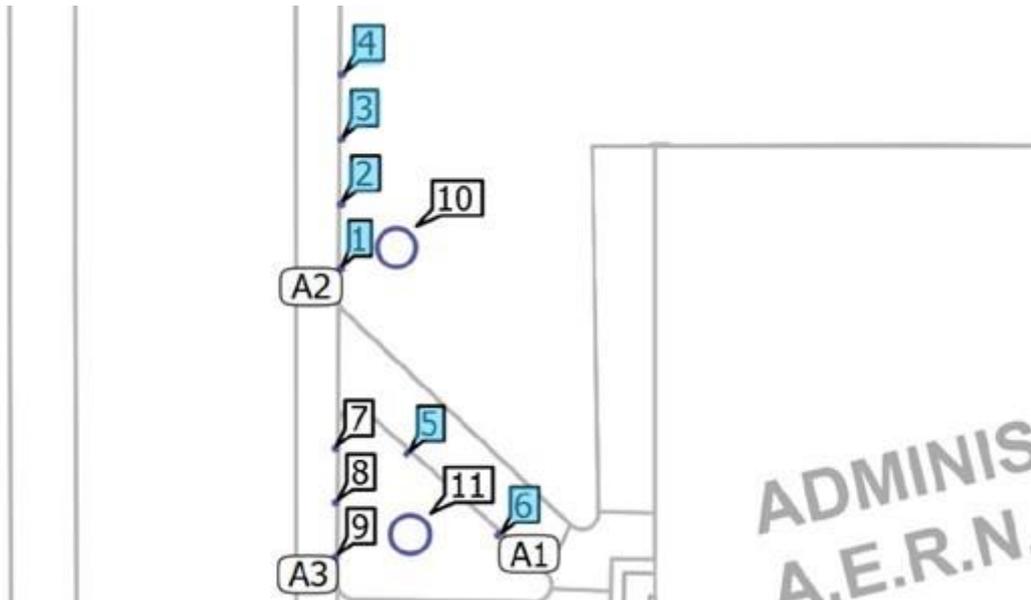
*Nota.* La caída de tensión en la luminaria más alejada se mantiene dentro de los límites establecidos por la EERSSA. Además, las luminarias se identifican por colores: las circulares son azules, las de piso tipo estaca son amarillas y las de piso tipo poste son rojas. (Autor)

## 6. Resultados

### 6.1 Objetos de cálculo

#### 6.1.1 Colocación de las luminarias en Dialux

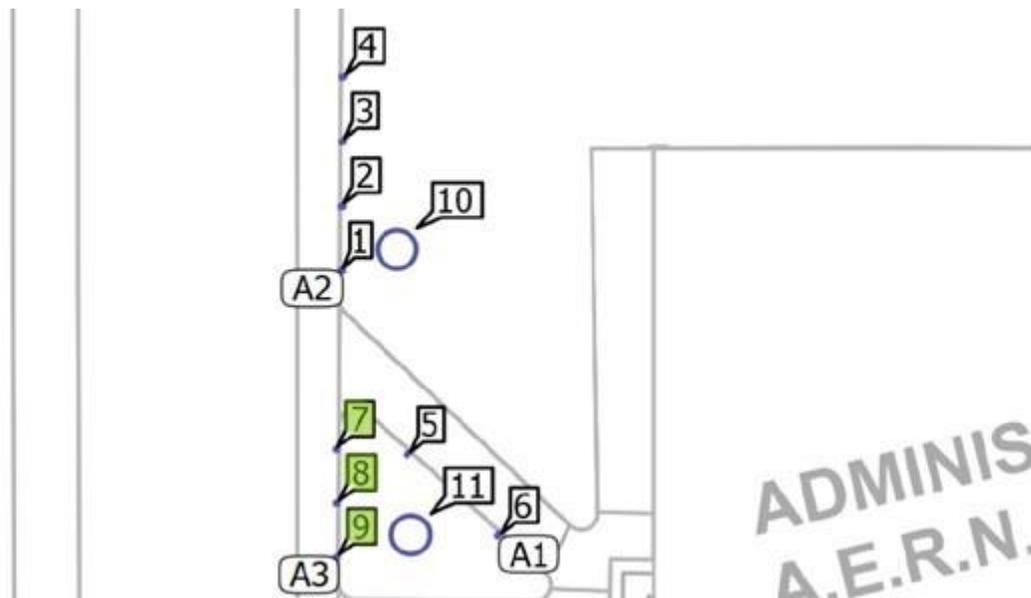
Con las luminarias seleccionadas, se procedió a montarlas en el software para simulación y obtención de resultados. Se seleccionaron 3 tipos de luminarias, para palmeras, aceras y pasillos. En la figura 42, 43 y 44 podemos observar lo mencionado.



**Figura 42.** Colocación de luminarias de piso tipo estaca en Dialux

*Nota.* Luminarias introducidas a la entrada de la FEIRNNR en el simulador Dialux, se muestran de color celeste.

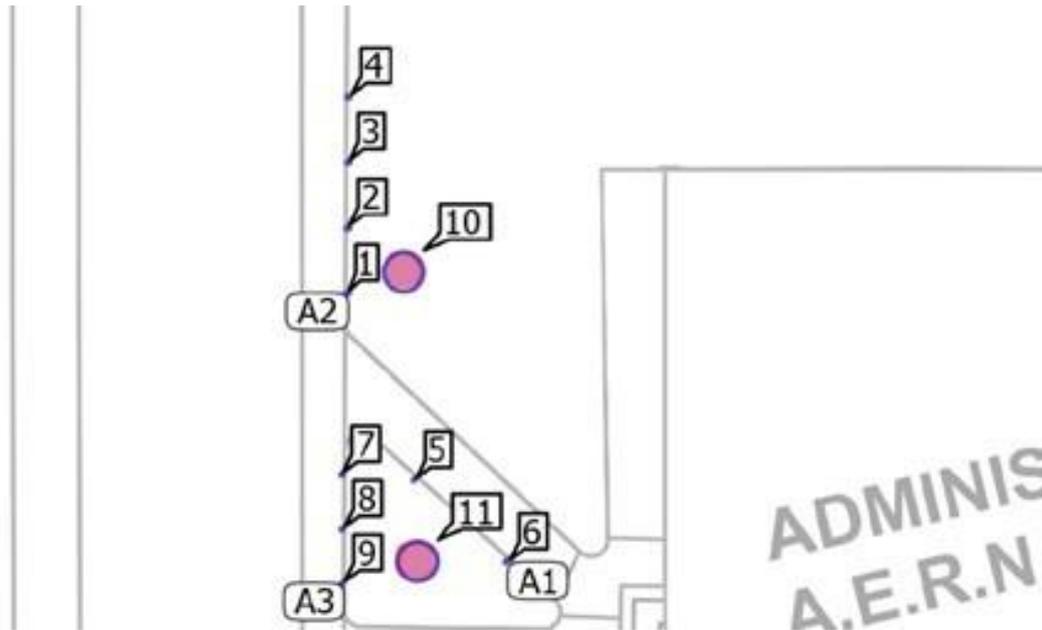
(Autor)



**Figura 43.** Colocación de luminarias tipo poste en Dialux

*Nota.* Luminarias introducidas a la entrada de la FEIRNNR en el simulador Dialux, se muestran de color verde

limón. (Autor)



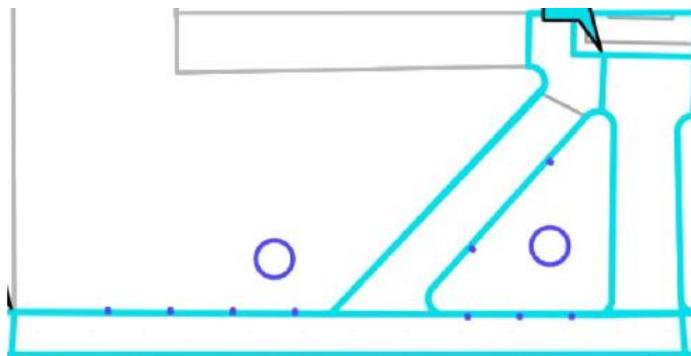
**Figura 44.** Colocación de luminarias circulares para palmera en Dialux

*Nota.* Luminarias introducidas a la entrada de la FEIRNNR en el simulador Dialux, se muestran de color rosa.

(Autor)

### 6.1.2 Cálculo de deslumbramiento UGR

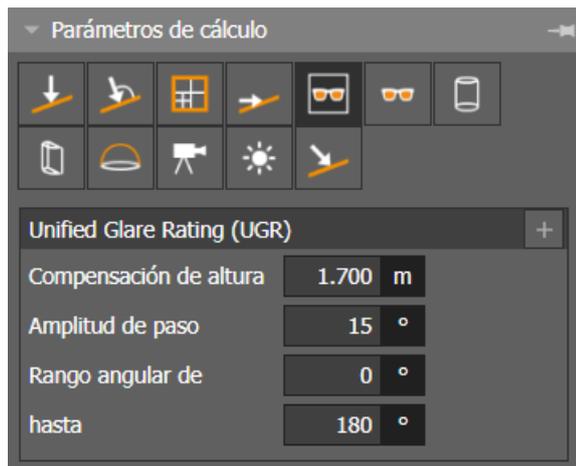
Para calcular el UGR, se lo hizo en las áreas donde transitan las personas a la entrada del decanato, el área se muestra contorneada de color celeste como se detalla en la figura 45.



**Figura 45.** Cálculo de deslumbramiento UGR a la entrada del decanato

*Nota.* El área contorneada es donde se va a calcular el UGR. (Autor)

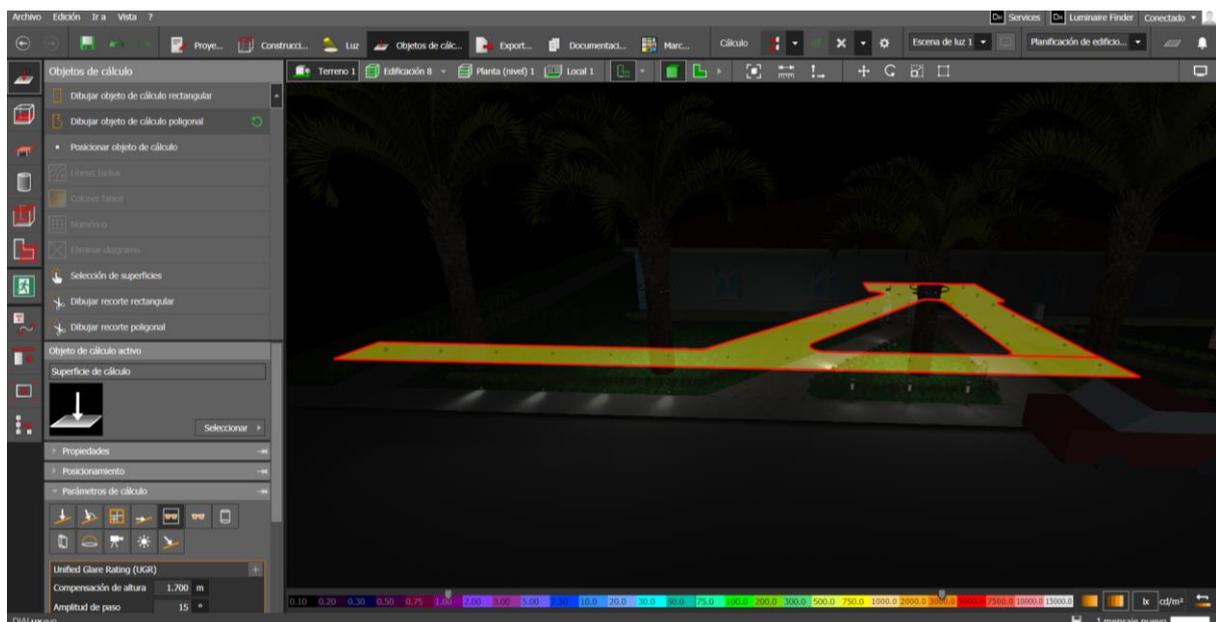
Una vez seleccionada el área de cálculo, procedemos a colocar los valores de cálculo y posicionamiento. Cabe destacar, que la compensación de altura es para una persona promedio que se encuentra de pie que es 1.70 metros y la amplitud de paso 15 grados hasta 180.



**Figura 46.** *Parámetros de cálculo UGR*

*Nota.* El gráfico sombreado representa el UGR en Dialux. (Autor)

En nuestro caso, la zona de cálculo incluye pasillos, pasarelas, aceras y otros lugares donde la gente pasa brevemente. Por lo tanto, el UGR garantiza que las personas no se verán afectadas por el deslumbramiento de las luces.

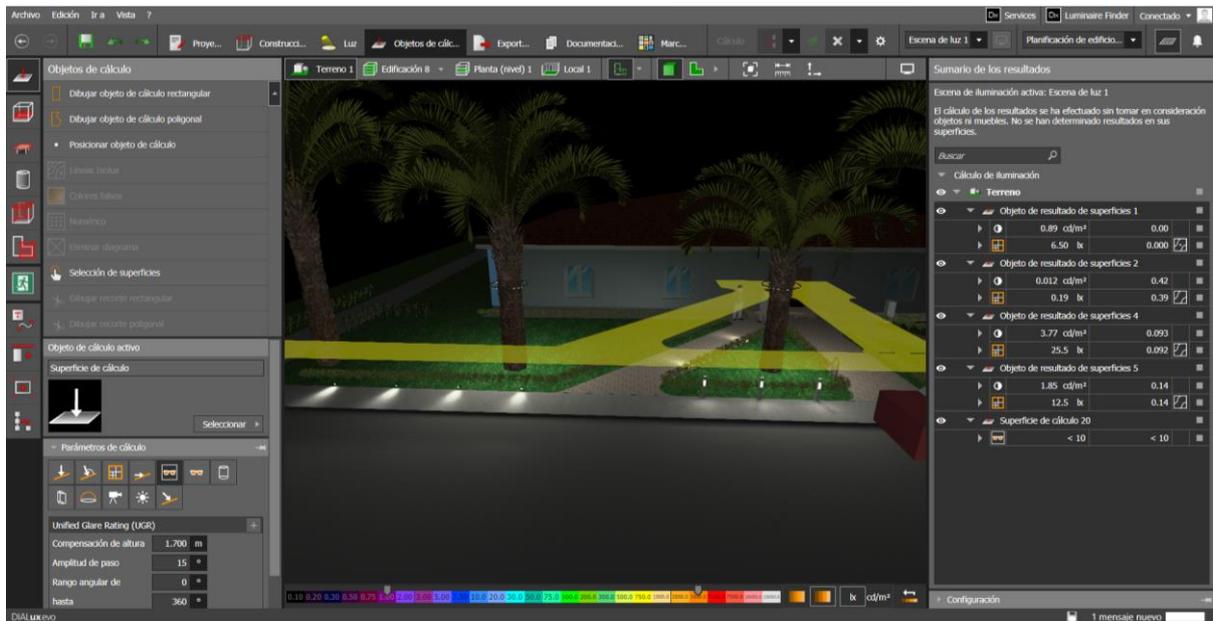


**Figura 47.** *Cálculo de UGR en los pasillos y aceras a la entrada del decanato*

*Nota.* El área amarilla significa el área donde se calculará el UGR. (Autor)

### 6.1.3 Simulación en Dialux

Después de completar los pasos anteriores, calculamos los valores. Al finalizar, los resultados del deslumbramiento UGR se muestran en la parte derecha. Para nuestro análisis, estos resultados están resaltados en gris, ya que no existen valores límite de UGR en nuestro Perfil de Usuario, según lo especificado en la Norma Europea UNE 12464-1, y también, valores mínimos ni máximos de iluminación como especificaba la EERSSA y la CIE en sus Normas Técnicas.



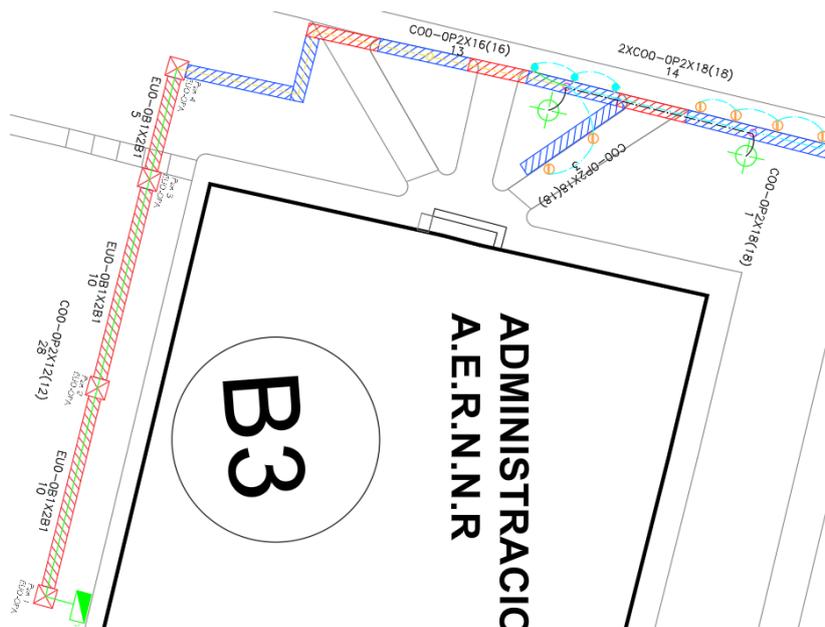
**Figura 48.** Representación de la simulación en la entrada del decanato.

*Nota.* Los puntos grises significan que no existen valores límites de UGR en nuestro Perfil de Usuario dado por la Norma Europea UNE, así como de niveles máximos de luminancia otorgados por la EERSSA. (Autor)

## 6.2 Canalización, diseño del tendido eléctrico y diagramas unifilares

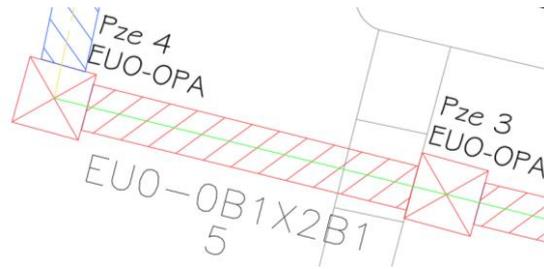
### 6.2.1 Canalización y pozos

Para la canalización a la entrada del decanato, se tomó en cuenta ciertos puntos que existían a fin de hacer un solo tendido. En la figura 49 se puede observar de color rojo la canalización existente y de color azul la canalización proyectada, así mismo, en la figura 50 de color rojo se visualizan los pozos existentes con sus nomenclaturas. En el anexo 3 se detalla más información.



**Figura 49.** Diseño de la canalización existente y proyectada en Autocad

*Nota.* La canalización existente se muestra de color rojo y la proyectada de color azul; los pozos existentes también se visualizan de color rojo. (Autor)

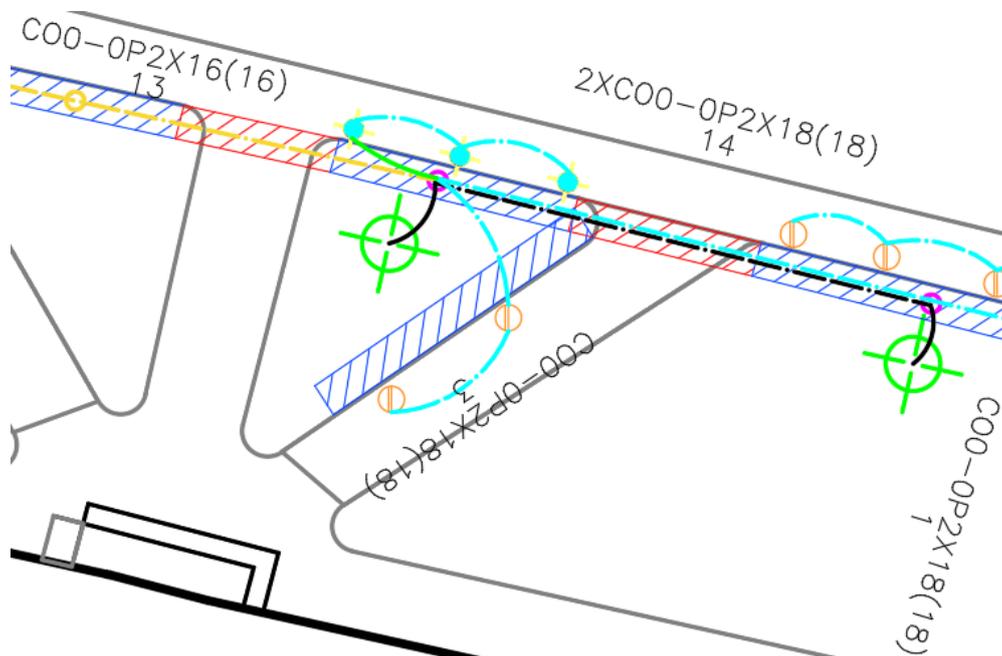


**Figura 50.** Nomenclatura de canalizaciones y pozos en Autocad

*Nota.* Las siglas Pze3 corresponden a Pozo existente 3 y el número 5 significa la distancia que hay entre el pozo 3 y el pozo 4. (Autor)

### 6.2.2 Diseño del tendido eléctrico

En el diseño del sistema eléctrico, utilizamos conductores TTU de cobre, específicamente los modelos CO0-0P2X16(16) y CO0-0P2X18(18). Para nuestra implementación, llevamos una línea hasta un punto de revisión marcado en amarillo. Desde allí, derivamos dos líneas hacia las luminarias, una en color celeste para las luminarias circulares y otra también en celeste para las luminarias de piso. En el anexo 3 se detalla más información.

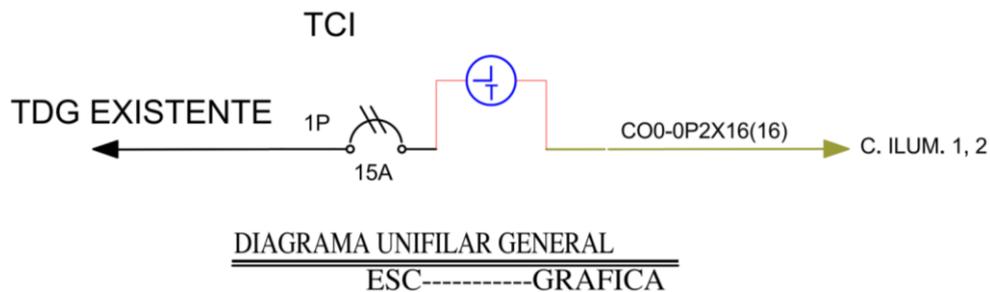


**Figura 51.** Nomenclatura del tendido eléctrico en Autocad

*Nota.* Cuando se tiene el 2X por delante de la nomenclatura CO0-0P2X18(18) significa que son dos cables que circulan por ahí, así mismo, la letra P hace referencia a que es TTU de Cobre. (Autor)

### 6.2.3 Diagramas unifilares

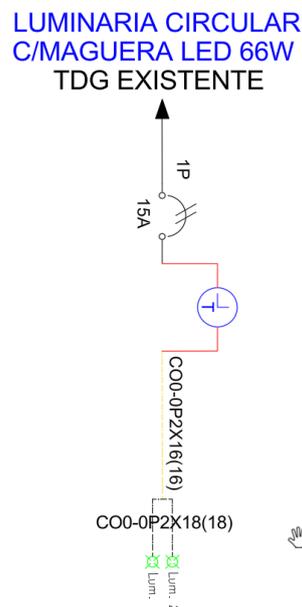
El diagrama unifilar general detalla los componentes principales de nuestro sistema de iluminación, entre ellos está un breque de 1 polo de 15 amperes que nos servirá para proteger y controlar la corriente eléctrica, y un timer digital que nos permitirá programar los tiempos de inicio y finalización del paso de la corriente eléctrica. En las siguientes figuras, podemos visualizar el diagrama unifilar general del circuito eléctrico y los diagramas unifilares para cada una de las luminarias. En el anexo 3 se detalla más información.



**Figura 52.** Diagrama unifilar general del circuito eléctrico en Autocad

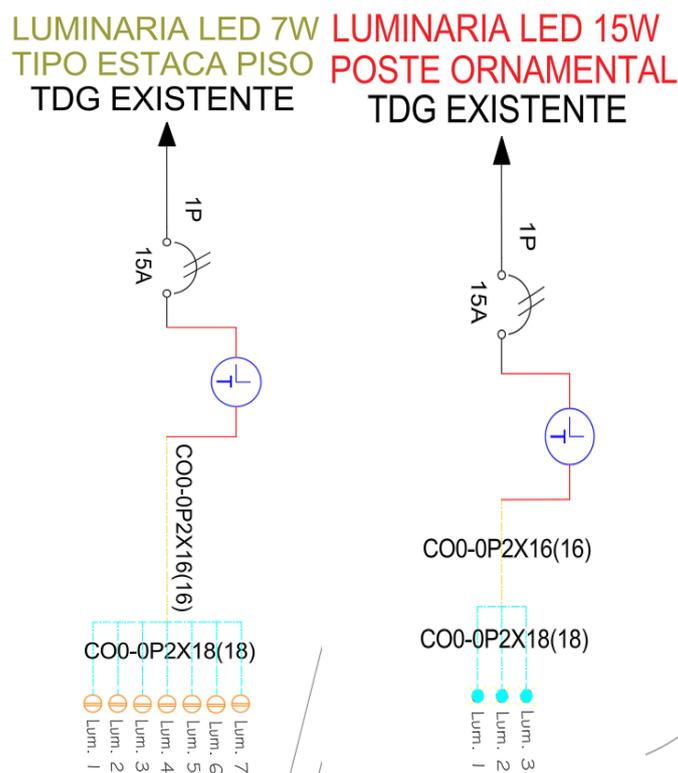
*Nota.* A la salida del timer tendremos un CO0-0P2X16(16) que posteriormente se derivará para los demás controles de iluminación. (Autor)

Algo a considerar, es que tanto para las luminarias que están en las palmeras y para las que están en el piso, se utilizaron dos cables diferentes, pero con el mismo calibre el CO0-0P2X18(18), por lo tanto, un cable irá hacia las luminarias circulares y el otro hacia las luminarias de piso tipo estaca y tipo poste.



**Figura 53.** Diagrama unifilar de la luminaria circular en Autocad

*Nota.* Son dos luminarias que están contabilizadas al frente del decanato, ambas irán sobrepuestas en las palmeras. (Autor)



**Figura 54.** Diagramas unifilares de las luminarias de piso y de poste en Autocad

*Nota.* Los dos tipos de luminarias están contabilizadas para colocarlas al frente del decanato, ambas utilizan el mismo cable para su conexión. (Autor)

### 6.3 Caída de tensión en la luminaria más lejana

Siguiendo el formato de cálculo proporcionado por la EERSSA, se obtuvo un valor inferior al 4.5% especificado por la entidad. Los cálculos se detallan en el apartado 5.6, de igual manera, todos los detalles están en el anexo 6.

Tramo		DM [kVA]	# Fases / # cond.	CONDUCTOR		% Caída de tensión		
Ref.	Longitud (m)			Tipo y Calibre AWG	FDV (KVA-m) para 1% DV	KVA-m	DV% Parcial	DV% Acumulado
<b>DV% (PUNTO DE ARRANQUE - SEGÚN LECTURAS)</b>								<b>0.00</b>
TGM-PZE4	26	0.14	1F/2C	CO0-0N2X12(12)	19	3.73	0.20	0.20
PZ3-LM2	34.37	0.07	1F/2C	CO0-0N2X16(16)	19	2.47	0.13	0.33
TGM-PZE4	26	0.05	1F/2C	CO0-0N2X12(12)	19	1.19	0.06	0.06
PZ3-LM6	37.6	0.05	1F/2C	CO0-0N2X16(16)	19	1.72	0.09	0.15
TGM-PZE4	26	0.05	1F/2C	CO0-0N2X12(12)	19	1.27	0.07	0.07
PZ2-LM3	25.78	0.02	1F/2C	CO0-0N2X16(16)	19	0.42	0.02	0.09
<b>VALOR MÁXIMO DE CAÍDA DE TENSIÓN A LA LUMINARIA MAS LEJANA</b>								<b>0.33</b>

**Figura 55.** Caída de tensión en la luminaria más lejana

*Nota.* El valor de caída de tensión en la luminaria más lejana no excede el valor otorgado por la EERSSA.

(Autor)

### 6.4 Excavación, tendido y alimentación

Tras diseñar la canalización, iniciamos la excavación para instalar subterráneamente manguera de polietileno negra de ½ pulgada, que protegerá de manera segura los cables. La figura que se presenta a continuación ilustra el proceso descrito.



**Figura 56.** *Excavación para soterramiento de manguera*

*Nota.* Se logró cavar hasta una profundidad de 15 cm para soterrar la manguera. (Autor)

Una vez completada la excavación, procedimos a enterrar la manguera. Seguidamente, realizamos la instalación del conductor en su interior.



**Figura 57.** *Soterramiento de manguera con tendido del conductor*

*Nota.* Puesto que son dos líneas de conductor, se soterró dos mangueras, dejando espacio en cada una para futuras implementaciones. (Autor)

Nos apoyamos en una infraestructura preexistente (azul/negro) para la alimentación eléctrica. De esta manera, extendimos dos cables en paralelo (negro/blanco) que nos permitieron conectar adecuadamente nuestro breaker y el temporizador digital.



**Figura 58.** Derivación en paralelo

*Nota.* Al derivar en paralelo la línea principal con la nuestra, los valores de tensión y corriente serán los mismos. Los cables derivados para nuestro sistema son de color blanco/negro, y los de la línea principal se muestran de color azul/negro. (Autor)

Una vez establecida nuestra conexión, procedimos a integrar el breaker y a configurar el timer, asegurando así que las luces se enciendan en el momento preciso.



**Figura 59.** Conexión del breaker y el timer a la línea de corriente y voltaje

*Nota.* En la parte superior izquierda, encontraremos los cables de entrada, mientras que la esquina superior derecha están los cables que se dirigen hacia las luminarias. (Autor)

Para configurar el timer, eliminamos cualquier ajuste previo. Esto se hace presionando el botón circular pequeño. Una vez hecho esto, personalizamos la nueva programación.



**Figura 60.** Eliminación de configuraciones preestablecidas

*Nota.* Es importante eliminar cualquier configuración, ya que puede producir algún encendido o apagado no deseado. (Autor)

Luego establecemos fecha y hora actual que, para definirla mantenemos presionado el botón “Clock” y “Hour,” “Clock” y “Minute”, y “Clock” y “Week”.



**Figura 61.** Configuración de fecha y hora actual

*Nota.* Si no establecemos fecha y hora actual, el encendido puede hacerse de forma errónea. (Autor)

Finalmente, para programar el encendido y apagado automático de las luminarias, simplemente presionamos el botón ‘Timer’. Esto nos permite seleccionar no solo la hora específica para activar o desactivar las luces, sino también los días en que deseamos que esta programación se aplique



**Figura 62.** Configuración de fecha y hora de encendido

*Nota.* El timer nos da algunas opciones de encendido en cuanto a los días, entre ellos están solo fines de semana, primeros días de la semana, dejando un día, etc. (Autor)



**Figura 63.** Configuración de fecha y hora de apagado

*Nota.* El timer nos da algunas opciones de apagado en cuanto a los días, entre ellos están solo fines de semana, primeros días de la semana, dejando un día, etc. (Autor)

Para asegurar la integridad y el correcto funcionamiento de nuestro sistema, es fundamental que tanto el breaker como el timer se mantengan alejados de la humedad, el polvo y cualquier otro factor que pueda comprometer el circuito. Por esta razón, se ha decidido instalarlos dentro de una caja hermética, lo que prevendrá problemas potenciales y garantizará su durabilidad a largo plazo.



**Figura 64.** Seguridad de dispositivos a través de la caja hermética

*Nota.* La caja hermética de paso protegerá nuestros dispositivos de efectos secundarios. (Autor)

## 6.5 Desarrollo de la luminaria circular

Basándome en el diseño que ya había elaborado, utilicé la tecnología láser para realizar los cortes necesarios. Posteriormente, ensamblé cuidadosamente cada pieza y apliqué un par de capas de barniz de poliuretano, asegurando así la durabilidad de la madera frente a las condiciones rigurosas del exterior. Además, se construyó un anillo de hierro circular que permite que la luminaria se adapte y se asegure de manera adecuada.



**Figura 65.** Luminaria circular

*Nota.* Cuando trabajamos con diseños en madera, es esencial aplicar una capa de laca protectora. Esto no solo preserva la belleza del material, sino que también lo resguarda de posibles daños. (Autor)



**Figura 66.** *Luminaria circular con soporte de anillo de hierro*

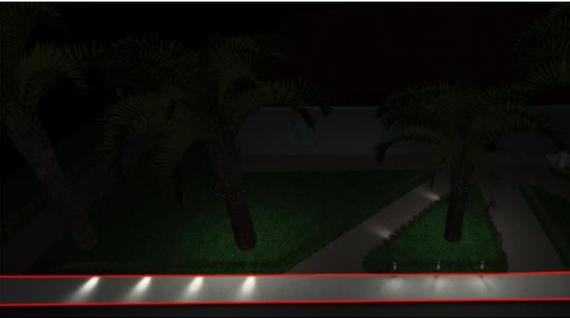
*Nota.* Para elaborar el soporte, fue necesario tomar en cuenta el diámetro del tallo de las palmeras. (Autor)

## 6.6 Resultados en Dialux

Los cálculos realizados por el software Dialux, reflejan lo siguiente:

**Tabla 5.**

*Determinación de luminancia y deslumbramiento en superficies de cálculo*

Objeto de cálculo	Luminancia
<i>Superficie 1</i>	
	6.5 lx
<i>Superficie 2</i>	
	25.5 lx

### Superficie 3



12.5 lx

---

### Deslumbramiento

---

### Superficie 4



27.5

*Nota.* La información proporcionada por el software Dialux es valiosa durante la fase de implementación. Gracias a los datos precisos que ofrece, podemos garantizar que se evitará cualquier tipo de deslumbramiento o exceso de luminosidad en el ambiente.

Se observa que la luminancia más alta se registra en la superficie 2. Según lo establecido por la (EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A., 2012) “no existe límite para espacios donde solamente la guía visual es proporcionada por la luz directa que las luminarias están proporcionando” (pg. 28-29), y (M. Serefhanoglu et al., 2019) “los límites de luminancia para aplicaciones arquitectónicas en zonas intrínsecamente oscuras, ya sea en parques o espacios naturales, promedio y máximo no existe” (pg. 41). Adicionalmente, los niveles de deslumbramiento se mantienen dentro de los parámetros normales, como se demuestra en la Tabla 3.

## 6.7 Instalación de luminarias

Después de terminar con la canalización de la manguera y el tendido eléctrico, me dediqué a instalar las luminarias en los puntos especificados en la sección 6.1.1. Las figuras 66, 67 y 68 muestran las luminarias colocadas en cada uno de los segmentos preparados.



**Figura 67.** *Luminaria circular con soporte de anillo de hierro instalada en la palmera*

*Nota.* Para conectar la luminaria a la red eléctrica, se utilizó un cable negro que se camufla perfectamente con el tronco de la palmera. (Autor)



**Figura 68.** *Luminaria de piso tipo estaca instalada*

*Nota.* Después de instalar las luminarias, es importante ajustar el ángulo de iluminación para asegurarse de que la luz se distribuya de manera óptima. (Autor)



**Figura 69.** *Luminarias de piso tipo poste instaladas*

*Nota.* Las luminarias vienen equipadas con un sensor PIR. En nuestro caso, hemos decidido desactivarlo para evitar conflictos con el temporizador digital. (Autor)

A continuación, podemos observar cómo lucen durante la noche.



**Figura 70.** *Luminarias circulares con soporte de anillo de hierro encendidas*

*Nota.* La intensidad y el ángulo de las luces crean un hermoso resplandor que ilumina el tronco de la palmera.

(Autor)



**Figura 71.** *Luminarias de piso tipo estaca encendidas*

*Nota.* El ángulo de las luminarias permite que la luz se disperse de manera uniforme sobre el suelo, mejorando así la visibilidad para los peatones. (Autor)



**Figura 72.** *Luminarias de piso tipo poste encendidas*

*Nota.* Gracias a su color de luz y diseño elegante, las luminarias se integran armoniosamente en el entorno arquitectónico, convirtiéndose en un elemento más del paisaje. (Autor)

Es importante tener en cuenta que, para los empalmes y derivaciones existentes, se instalaron accesos utilizando tubería de PVC de 4 pulgadas por 20 cm. Estos accesos están equipados con un tapón que permite destaparlos, revisarlos y cerrarlos fácilmente.



**Figura 73.** *Punto de acceso para revisión de empalmes y derivaciones*

*Nota.* Los puntos de acceso son esenciales porque nos permiten evitar dejar empalmes o bifurcaciones expuestas.

Esto no solo es más seguro, ya que protege contra posibles daños causados por roedores o condiciones ambientales extremas, sino que también mejora la estética, ya que las conexiones al aire libre pueden resultar poco atractivas. (Autor)

## 7. Discusión

El desarrollo de este trabajo de titulación ha sido un viaje de aprendizaje significativo, marcado por la colaboración y la innovación. A lo largo del proyecto, se presentaron diversos desafíos que requirieron un enfoque proactivo y la búsqueda de apoyo especializado.

Uno de los principales obstáculos fue la falta de conocimiento profundo en redes eléctricas, un aspecto crucial para el diseño e implementación del sistema de iluminación. Reconociendo esta limitación, se tomó la decisión de consultar a un profesional en la materia. Esta colaboración no solo enriqueció el proyecto con su experiencia, sino que también proporcionó una perspectiva valiosa sobre las mejores prácticas en la instalación y gestión de sistemas eléctricos, asegurando que el diseño final fuera seguro y eficiente.

Otro desafío significativo fue la escasez de luminarias circulares grandes en el mercado. Ante esta situación, se optó por una solución creativa: diseñar y construir las luminarias desde cero utilizando MDF y acrílico. Esta decisión no solo permitió personalizar el diseño según las necesidades específicas del espacio, sino que también integró tecnología LED, que es conocida por su eficiencia energética y versatilidad. La construcción de estas luminarias se convirtió en una experiencia práctica que complementó la teoría aprendida en el aula, fortaleciendo las habilidades de diseño y fabricación.

Además, el uso del software Dialux fue fundamental en el proceso de planificación. A través de este programa, se realizó un levantamiento detallado de la entrada a la Facultad, lo que permitió simular diferentes escenarios de iluminación. Estas simulaciones fueron cruciales para evaluar la distribución de la luz y garantizar que se cumplieran los estándares de visibilidad y seguridad. La capacidad de visualizar el impacto de las decisiones de diseño en un entorno virtual facilitó la toma de decisiones informadas y optimizó el resultado final.

La experiencia adquirida en la búsqueda de soluciones, la colaboración con expertos y la utilización de herramientas tecnológicas como Dialux ha enriquecido el proceso de aprendizaje. Se espera que los resultados de este trabajo no solo embellezcan la entrada de la Facultad, sino que también sirvan como un ejemplo de cómo la innovación y la colaboración pueden superar obstáculos en el ámbito académico y profesional.

## 8. Conclusiones

A través de la observación directa, se constató que la entrada a la FEIRNNR presenta una iluminación deficiente, a pesar de la existencia de proyectos previos de iluminación. Esta situación resalta la necesidad de un enfoque renovado y efectivo en el diseño de sistemas de iluminación que realmente respondan a las necesidades del espacio.

Los resultados obtenidos mediante el software Dialux mostraron valores de deslumbramiento UGR en gris, lo que indica que no existen límites establecidos por la norma UNE 12464-1 ni valores mínimos o promedios de iluminación definidos por la EERSSA. Esto radica, ya que solamente es para espacios donde solamente la guía visual es proporcionada por la luz directa que las luminarias están proporcionando.

La elección de luminarias con una temperatura de color de 3000K fue fundamental para crear un ambiente cálido y acogedor en la entrada de la facultad. Esta característica no solo mejora la estética del espacio, sino que también contribuye a la comodidad visual de los estudiantes, administrativos y visitantes, promoviendo un entorno más agradable.

El uso de Dialux permitió calcular niveles de deslumbramiento UGR y luminancia, siempre y cuando se usaran luminarias adecuadas y se consideraran los entornos de cálculo correctos. En nuestro caso, seleccionamos el perfil de usuario para áreas de tránsito general y vías peatonales. Esto nos dio resultados de UGR entre 10 y 30, lo cual es evidente, y niveles de luminancia menores a 100 lx, que son adecuados para espacios exteriores.

La incorporación de un temporizador digital marca Camsco, que establece un horario de encendido y apagado de 19:00 a 22:00, promueve la eficiencia energética del sistema de iluminación. Esta medida no solo optimiza el consumo de energía, sino que también contribuye a la sostenibilidad del proyecto, alineándose con las tendencias actuales de conservación de recursos.

El diseño y fabricación de las luminarias circulares a medida fue un aspecto destacado del proyecto. Esta personalización permitió adaptar las luminarias a las necesidades específicas de las palmeras, asegurando que se integraran de manera armónica y funcional en los tallos, al tiempo que se complementaba con la tecnología LED y cumplían los estándares de luminancia requeridos.

La elaboración del diseño eléctrico en AutoCAD facilitó la visualización y planificación de la instalación eléctrica, permitiendo una comparación efectiva entre lo proyectado y lo existente. Este enfoque metódico asegura que la implementación se realice de manera ordenada y eficiente, minimizando posibles inconvenientes durante la ejecución del proyecto.

Los cálculos de caída de tensión realizados fueron del 0.33 % y se mantuvieron dentro de los parámetros establecidos por la EERSSA que son menores de 4.5% para áreas urbanas, lo que garantiza un funcionamiento eficiente del sistema eléctrico. Este aspecto es fundamental para asegurar que las luminarias operen de manera óptima y prolongar su vida útil.

La mejora en la iluminación de la entrada de la facultad no solo tiene un impacto estético, sino que también promueve la seguridad y el bienestar de los estudiantes, administrativos y visitantes. Un entorno bien iluminado es fundamental para fomentar un sentido de pertenencia y comodidad, aspectos esenciales en la experiencia educativa.

## 9. Recomendaciones

Para obtener los resultados en los cálculos de deslumbramiento, intensidad luminosa horizontal y luminancia, se recomienda realizar las simulaciones en Dialux a una altura promedio de 1.70 metros, que corresponde a la estatura de una persona de pie. Esta práctica asegurará que los valores reflejen adecuadamente las condiciones reales del entorno.

Es fundamental consultar y utilizar las nomenclaturas adecuadas para pozos y canalizaciones, dados por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Esto no solo facilitará la comprensión del diseño eléctrico, sino que también garantizará que se cumplan las normativas vigentes y se eviten confusiones durante la instalación.

Se sugiere llevar a cabo una planificación meticulosa del tendido eléctrico cuando se lo hace AutoCAD. Es importante ser ordenados en la disposición de los cables y componentes, asegurando que cada elemento esté claramente identificado con simbología y nombres específicos para las lámparas. Esto facilitará la instalación y el mantenimiento futuro del sistema.

Se recomienda proyectar el temporizador y el breaker dentro de una caja hermética para protegerlos de las inclemencias del tiempo y roedores. Evitar dejar estos componentes al aire libre es crucial para prolongar la vida útil y garantizar un funcionamiento del circuito.

En los empalmes que lo requieran, es aconsejable utilizar cinta aislante de calidad o, en su defecto, barrajes pequeños. Esto asegurará conexiones seguras y minimizará el riesgo de cortocircuitos o fallos eléctricos.

El tendido eléctrico debe ir protegido con una manguera adecuada, evitando que los conductores queden expuestos directamente al suelo. Esta medida es esencial para prevenir daños por humedad, roedores u otros factores ambientales que puedan comprometer la integridad del circuito eléctrico.

Las luminarias circulares deben ser tratadas con laca de poliuretano, ya que esto protegerá la madera de las condiciones exteriores y podrían dañarlas.

Es crucial verificar la polaridad de los cables antes de realizar las conexiones. Asegurarse de que los cables estén correctamente conectados evitará problemas de funcionamiento y garantizará la seguridad del sistema eléctrico, evitando posibles cortocircuitos.

Se recomienda proteger el circuito eléctrico con un breaker adecuado. Este dispositivo es fundamental para salvaguardar el sistema ante sobrecargas o cortocircuitos, contribuyendo así a la seguridad general de la instalación.

Finalmente, se recomienda investigar y consultar sobre el funcionamiento de redes eléctricas, ya sea para instalación o mantenimiento de sistemas eléctricos, con el fin de realizar un trabajo seguro.

## 10. Bibliografía

- Alarcón, J. L. (2008). Norma Oficial Mexicana NOM-010-TUR-2001. *Caribemexicano.Qroo.Gob.Mx*, 1–9.
- Auer Signal. (2023). *Todo sobre la intensidad luminosa, el flujo luminoso y la iluminancia*. <https://www.auersignal.com/es/datos-tecnicos/indicacion-luminos/intensidad-luminosa/>
- Barrantes, P. (2020). *¿Qué es un Lux? Información sobre la Iluminación en Lux*. <https://fesiluz.com/que-es-un-lux-informacion-sobre-la-iluminacion-en-lux>
- Barrantes, P. (2021). *Iluminación natural*. Fesiluz. <https://fesiluz.com/iluminacion-natural-que-es-donde-y-como-se-implementa>
- Blanca Giménez, V., Castilla Cabanes, N., Gurrea Ysasi, G., Martínez Antón, A., & Tormo Clemente, C. (2019). Representación gráfica de curvas fotométricas. *Universitat Politècnica de València*, 1–9. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/103661/Blanca%3BMartínez%3BCastilla - Representacion gráfica de curvas fotometricas.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/103661/Blanca%3BMartínez%3BCastilla-Representacion%20gr%C3%A1fica%20de%20curvas%20fotometricas.pdf?sequence=1)
- Blandino, G. (2023). *Colores cálidos y fríos: ¿qué son?* <https://www.pixartprinting.es/blog/colores-calidos/>
- Blasco, P. (2019). Apuntes de Iluminación. *Universidad Politécnica De Valencia*.
- Botero-Valencia, J. S., López-Giraldo, F. E., & Vargas-Bonilla, J. F. (2013). Método de Calibración para Medir el Índice de Reproducción Cromática (CRI) usando Sensores RGB. *TecnoLógicas*, 325. <https://doi.org/10.22430/22565337.351>
- Briñon Zapata, M. E. (2018). Diseño de Iluminación Led de Alta Eficiencia en el proyecto Micro-Red de la Universidad Pontificia Bolivariana. *Tesis de Grado*, 62.
- Cad-Projects. (2011). *Propiedades de la luz*. [https://www.cad-projects.org/4.3.3-manual\\_luminotecnia/index.php?art=1](https://www.cad-projects.org/4.3.3-manual_luminotecnia/index.php?art=1)
- Castro Guaman, M. P., & Murillo Posligua, N. C. (2018). Diseño de iluminacion con luminarias tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas. *Tesis de Grado*, 222.
- Cody Chen. (n.d.). *LEDs*. Tufts. <https://sites.tufts.edu/eeseniordesignhandbook/2015/leds-technology/>
- Cueva Sanchez, H. L. (2022). Sistema de iluminación LED automatizado para el edificio 3 de la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no

Renovables de la Universidad Nacional de Loja e implementación de prototipo.  
*Tesis de Grado.*

Davila Trigozo, M. (2018). Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2018. *Tesis de Grado*, 116 Pag.

Demasled. (n.d.). *Módulo LED SMD2835, Cálido 3 LEDs.*  
<https://www.demasled.cl/modulo-de-leds-smd2835-exterior-frio-6500k-3-leds-220v-mod-14cw/>

EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A. (2012). *NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS URBANAS Y RURALES.*

[https://www.bing.com/ck/a?!&&p=731b20d598325100JmldHM9MTcyMTg2NTYwMCZpZ3VpZD0zMmI5MTVmOS1kYjA1LTY5NmUtMDVjNS0xYW M4ZGEyMDY4YTQmaW5zaWQ9NTE5NQ&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=32b915f9-db05-696e-05c5-](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=731b20d598325100JmldHM9MTcyMTg2NTYwMCZpZ3VpZD0zMmI5MTVmOS1kYjA1LTY5NmUtMDVjNS0xYW M4ZGEyMDY4YTQmaW5zaWQ9NTE5NQ&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=32b915f9-db05-696e-05c5-1ac8da2068a4&psq=NORMAS+T%c3%89CNICAS+PARA+EL+DISE%c3%91O+DE+REDES+EL%c3%89CTRICAS+URBANAS+Y+RURALES+EERSA&u=a1aHR0cDovL3d3dy5lZXJzc2EuZ29iLmVjL2VlcnNzYS9sb3RhaXAvMjAxNy9ub3ZpZW1icmUvYXJjaGl2b3MvYTMvTm9ybWFzX3RIY25pY2FzX3BhcmFfZWxfZGlzZW5vX2RlX3JlZGVzX2VsZWNoZmlyYXNfdXJiYW5hc195X3JlcmFsZXMuMucGRm&ntb=1)

[1ac8da2068a4&psq=NORMAS+T%c3%89CNICAS+PARA+EL+DISE%c3%91O+DE+REDES+EL%c3%89CTRICAS+URBANAS+Y+RURALES+EERSA&u=a1aHR0cDovL3d3dy5lZXJzc2EuZ29iLmVjL2VlcnNzYS9sb3RhaXAvMjAxNy9ub3ZpZW1icmUvYXJjaGl2b3MvYTMvTm9ybWFzX3RIY25pY2FzX3BhcmFfZWxfZGlzZW5vX2RlX3JlZGVzX2VsZWNoZmlyYXNfdXJiYW5hc195X3JlcmFsZXMuMucGRm&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=731b20d598325100JmldHM9MTcyMTg2NTYwMCZpZ3VpZD0zMmI5MTVmOS1kYjA1LTY5NmUtMDVjNS0xYW M4ZGEyMDY4YTQmaW5zaWQ9NTE5NQ&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=32b915f9-db05-696e-05c5-1ac8da2068a4&psq=NORMAS+T%c3%89CNICAS+PARA+EL+DISE%c3%91O+DE+REDES+EL%c3%89CTRICAS+URBANAS+Y+RURALES+EERSA&u=a1aHR0cDovL3d3dy5lZXJzc2EuZ29iLmVjL2VlcnNzYS9sb3RhaXAvMjAxNy9ub3ZpZW1icmUvYXJjaGl2b3MvYTMvTm9ybWFzX3RIY25pY2FzX3BhcmFfZWxfZGlzZW5vX2RlX3JlZGVzX2VsZWNoZmlyYXNfdXJiYW5hc195X3JlcmFsZXMuMucGRm&ntb=1)

ESMARTCITY. (2018). *Premiado un sistema de iluminación inteligente de Schréder que adapta su intensidad lumínica al tráfico.*

<https://www.esmartcity.es/2018/01/31/premiado-sistema-iluminacion-inteligente-schreder-adapta-intensidad-luminica-traffic>

Grupo Desimat. (2020). *Sensor Óptico Serie R103.*

<https://grupodesimat.cl/producto/sensor-optico-serie-r103/>

GTV Lightning. (n.d.). *Luminaria para jardín con detector de movimiento OS-LARGOXX-30.*

<https://www.tme.com/mx/es/details/gtv-os-largp40p-30/herramientas-de-jardin/gtv-poland/os-largp40p-30/>

Illux. (n.d.). *Tira de LED SMD 5630 de alto voltaje con funda impermeable de silicón.* <https://www.illux.com.mx/producto/tira-led-para-sobreponer-en-muro-o-techo-ml-0563-b-30kit-illux/>

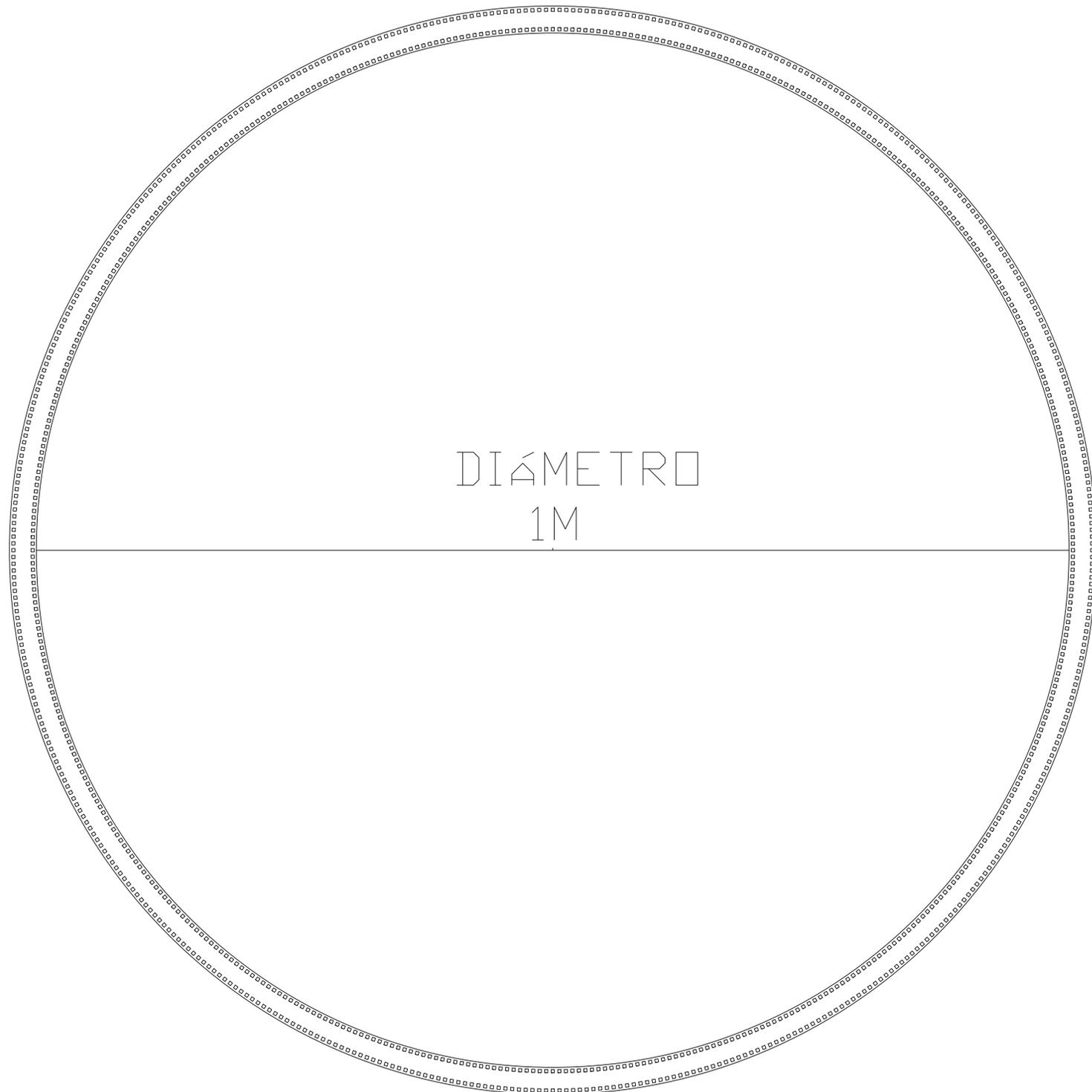
- INDALUX. (2002). *Luminotecnia*. 1–228.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía; Comité Español de Iluminación. (2001). *Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación*. *Idae*, 87.
- Interempresas. (2021). *Alumbrado público sostenible para la ciudad inteligente*. <https://www.interempresas.net/Iluminacion/Articulos/367548-Alumbrado-publico-sostenible-para-la-ciudad-inteligente.html>
- Kamoji, S., Koshti, D., Noronha, J., Arulraj, E., & Clement, E. (2020). *Deep Learning-based Smart Street Lamps: A Solution to Urban Pollution*. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA48905.2020.9182980>
- Laszlo, C. (2013). Manual de luminotecnia para interiores. *Manual de Luminotecnia*, 78.
- M. Serefhanoglu, T. Baskan, N. Pollard, P. Schwarcz, & A. Tammes. (2019). Informe técnico CIE: una guía para la Planificación Maestra del Alumbrado Urbano. *Comission International DE L'Eclairage*, 1–64. <https://www.calameo.com/e-afe/books/005303255a70ee52648d9>
- Marco Salao, Marco Sosa, Rodrigo Gallardo, Jorge Idrovo, Oswaldo Guillén, Rafael Abadía, Charles Molina, & Segundo Guadalupe. (2011). *HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP) Y UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC) DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA*. 3, 1–40.
- [https://www.bing.com/ck/a?!&&p=6507d0ad73cc13e4JmltdHM9MTcyMTg2NTYwMCZpZ3VpZD0zMmI5MTVmOS1kYjA1LTU5NmUtMDVjNS0xYW M4ZGEyMDY4YTQmaW5zaWQ9NTIxMg&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=32b915f9-db05-696e-05c5-1ac8da2068a4&psq=HOMOLOGACI% c3% 93N+DE+LAS+UNIDADES+DE +PROPIEDAD+\(UP\)+Y+UNIDADES+DE+CONSTRUCCI% c3% 93N+\(UC\) +DEL+SISTEMA+DE+DISTRIBUCI% c3% 93N+EL% c3% 89CTRICA+&u=a1aHR0cHM6Ly91bmlkYWRLc3Byb3BpZWRhZC5jb20vcGRmLzJkL1NIY2MxLUhvbV9VUC9TMV9NVF9IVVAucGRm&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=6507d0ad73cc13e4JmltdHM9MTcyMTg2NTYwMCZpZ3VpZD0zMmI5MTVmOS1kYjA1LTU5NmUtMDVjNS0xYW M4ZGEyMDY4YTQmaW5zaWQ9NTIxMg&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=32b915f9-db05-696e-05c5-1ac8da2068a4&psq=HOMOLOGACI%c3%93N+DE+LAS+UNIDADES+DE+PROPIEDAD+(UP)+Y+UNIDADES+DE+CONSTRUCCI%c3%93N+(UC)+DEL+SISTEMA+DE+DISTRIBUCI%c3%93N+EL%c3%89CTRICA+&u=a1aHR0cHM6Ly91bmlkYWRLc3Byb3BpZWRhZC5jb20vcGRmLzJkL1NIY2MxLUhvbV9VUC9TMV9NVF9IVVAucGRm&ntb=1)
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2011). *SECCION 5 CÓDIGO DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD PARA SISTEMAS*. <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=ae702564daf4dc2eJmltdHM9MTcyMTg2>



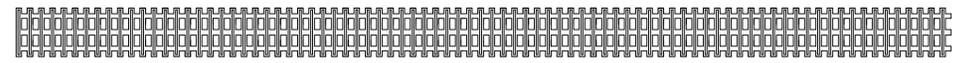
- SMARTLIGHTING. (2018). *El alumbrado inteligente de St Gallen controla el volumen de tráfico de la ciudad*. <https://smart-lighting.es/alumbrado-inteligente-st-gallen-controla-volumen-trafico-ciudad/>
- Sylvania. (2021). *LED-ESTACA*. 35. <https://sylvania.com.ec/product/estacas-y-bolardos-led/>
- Tridonic. (2023a). *CIS 30 DA2 ZD4i RF Multi Master Controller*. 1–8.
- Tridonic. (2023b). *PSensor SSI 31 2xPIR 8DP DG D4i motion and light sensor for street lighting*. 1–11.
- Unión Europea. (2002). UNE 12464.1 Norma Europea sobre Iluminación para Interiores. *Comisión de Normalización Europea*, 1–70.
- Vega, M. E. (2018). *La Luz como material en la producción artística*. 2215–4906, 11.

## **11. Anexos**

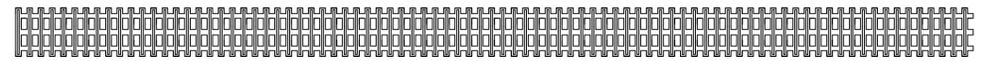
### **Anexo 1. Diseño de la luminaria para las palmeras**



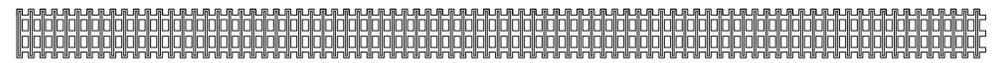
INTERIOR  
X5



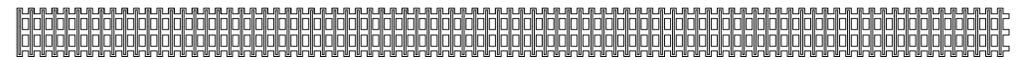
X1



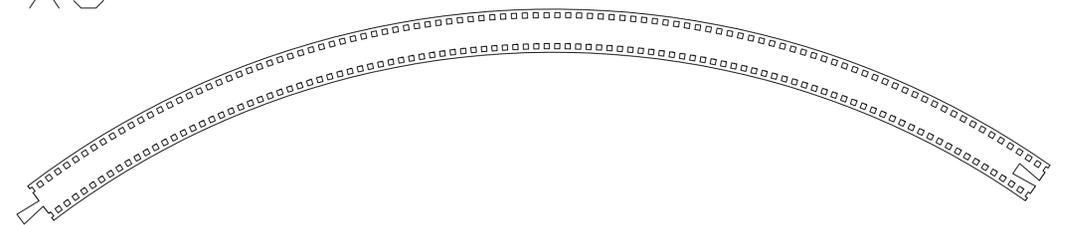
EXTERIOR  
X5



X1



X5



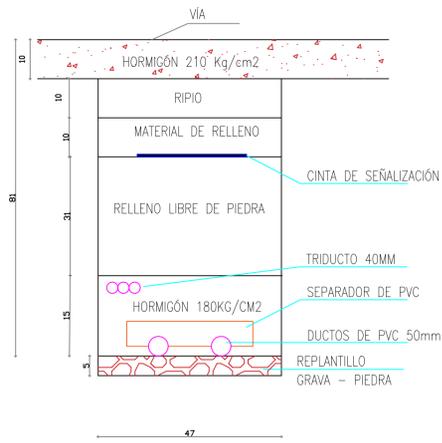
**PROYECTO ELÉCTRICO:**  
**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL AUTOMATIZADA PARA LA ENTRADA DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**

<b>PROYECTISTA:</b>  LENDER ALDAIR RÍOS ARAUJO	<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
	<b>PROVINCIA:</b> LOJA	<b>FECHA:</b> JUNIO/2024
<b>CONTIENE:</b> - DISEÑO ESTRUCTURAL LUMINARIA PALMERAS	<b>ESCALA: TAMAÑO</b> 1/200	<b>LAMINA:</b> A1 1 / 1

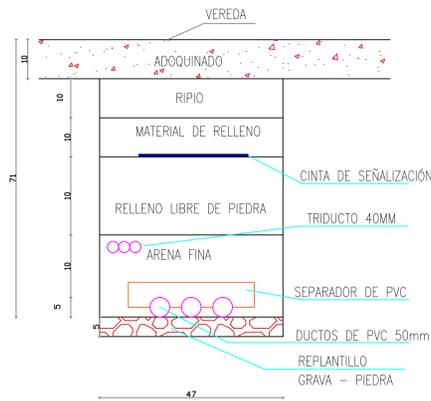
## Anexo 2. Descripción de luminarias implementadas

Nombre	Características Técnicas	Descripción Gráfica
Tira de LED SMD 5630 de alto voltaje con funda impermeable de silicón para sobreponer	Potencia: 10 vatios / metro Flujo luminoso: 700 lm/mt Temperatura de color: 3000k	
Módulo LED SMD2835, 3 LEDs 220V Exterior	Potencia: 2 vatios/módulo Flujo luminoso: 150 lm/módulo Temperatura de color: 3000k – 3500k	
Luminaria de jardín PIR 50, MAX.15W, IP44, poste, grafito	Potencia: 15 vatios Flujo luminoso: 1500 lm Temperatura de color: 3000k	
LED estaca Base tipo GU10	Potencia: 7 vatios Flujo luminoso: 650 lm Temperatura de color: 3000k	

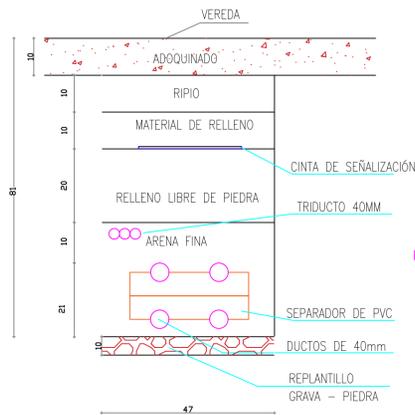
### **Anexo 3. Canalización y pozos proyectados e implementados**



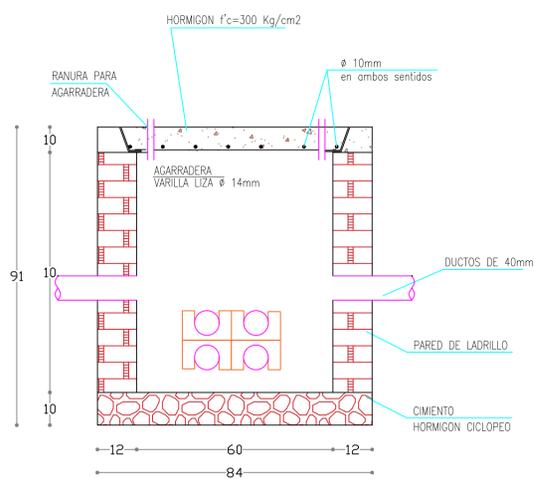
**EU0-0B1x2B2**  
**CANALIZACIÓN BAJO CALZADA**



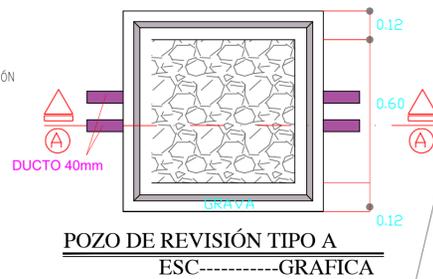
**EU0-0B1x3B2**  
**CANALIZACIÓN BAJO ACERA**



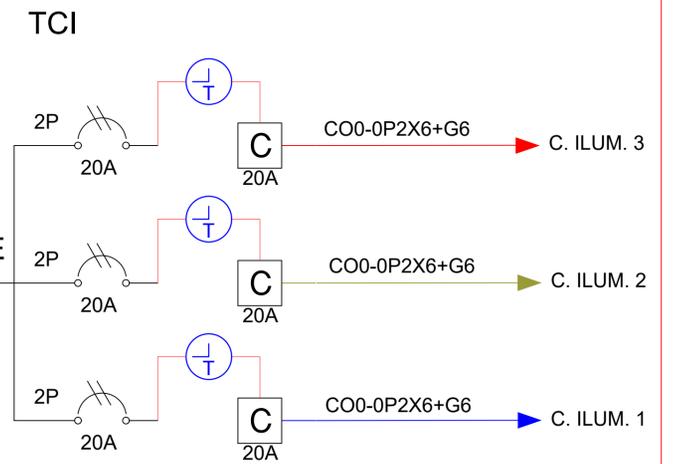
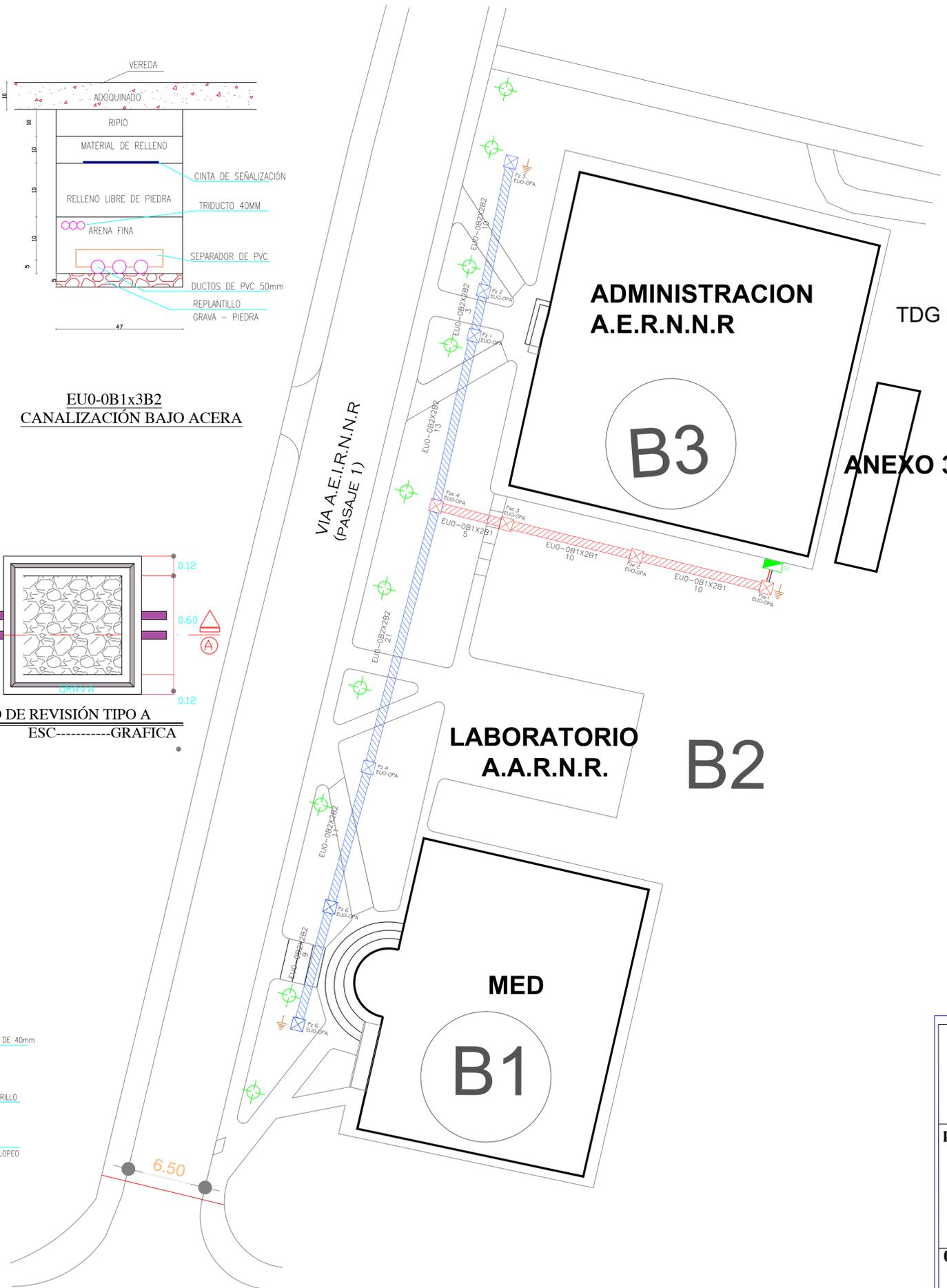
**EU0-0B2x2B2**  
**CANALIZACIÓN BAJO ACERA**



**POZO DE REVISIÓN TIPO A**



**POZO DE REVISIÓN TIPO A**  
**ESC-----GRAFICA**



**DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL**  
**ESC-----GRAFICA**

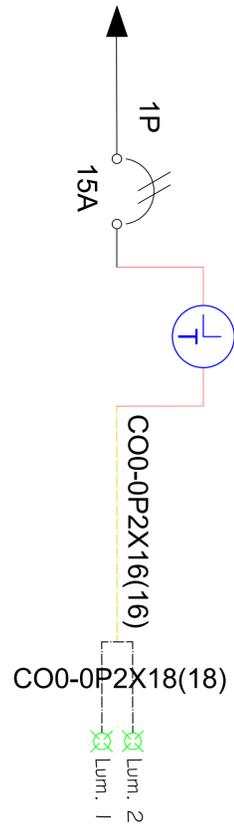
**SIMBOLOGÍA**

DESCRIPCIÓN	PROYECTADO
CONTACTOR	C
POSTE ORNAMENTAL 0.4 MT CON LUMINARIA LED 15 W	⊕
RED SUBTERRÁNEA DE BAJO VOLTAJE	-----
TIMER PROGRAMABLE	⊕
LUMINARIA TIPO ESTACA P/PISO 7W	⊕
BANCO DE DUCTOS	▨
BANCO DE DUCTOS EXISTENTE	▨
POZO EXISTENTE	⊗
POZO PARA ACOMETIDAS Y ALUMBRADO POZO TIPO A	⊗
PUESTA A TIERRA	⊕
LUMINARIA CIRCULAR C/MANGUERA LED 66w SOBREPUESTA	⊕
TABLERO DE CONTROL	⊕

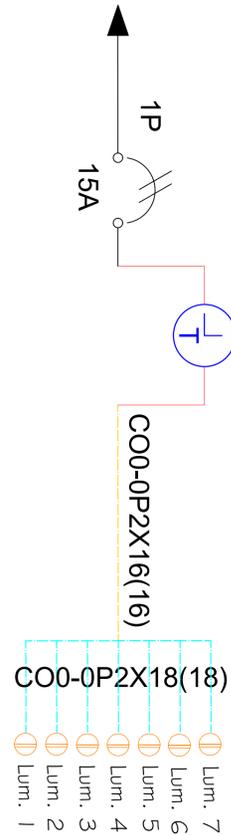
**PROYECTO ELÉCTRICO:**  
**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL AUTOMATIZADA PARA LA ENTRADA DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**

<b>PROYECTISTA:</b>  LENDER ALDAIR RÍOS ARAUJO	<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
<b>CONTIENE:</b> - CANALIZACIONES Y POZOS PROYECTADOS	<b>PROVINCIA:</b> LOJA <b>CANTÓN:</b> LOJA <b>FECHA:</b> MARZO/2024
	<b>ESCALA: TAMAÑO</b> 1/200 <b>LAMINA:</b> A1 1 / 3

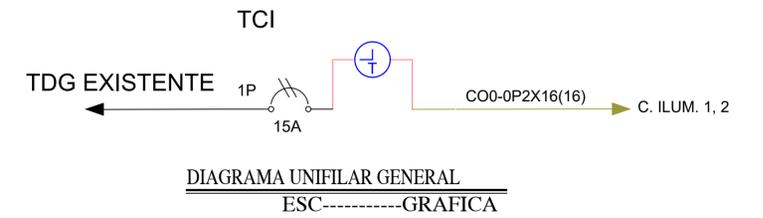
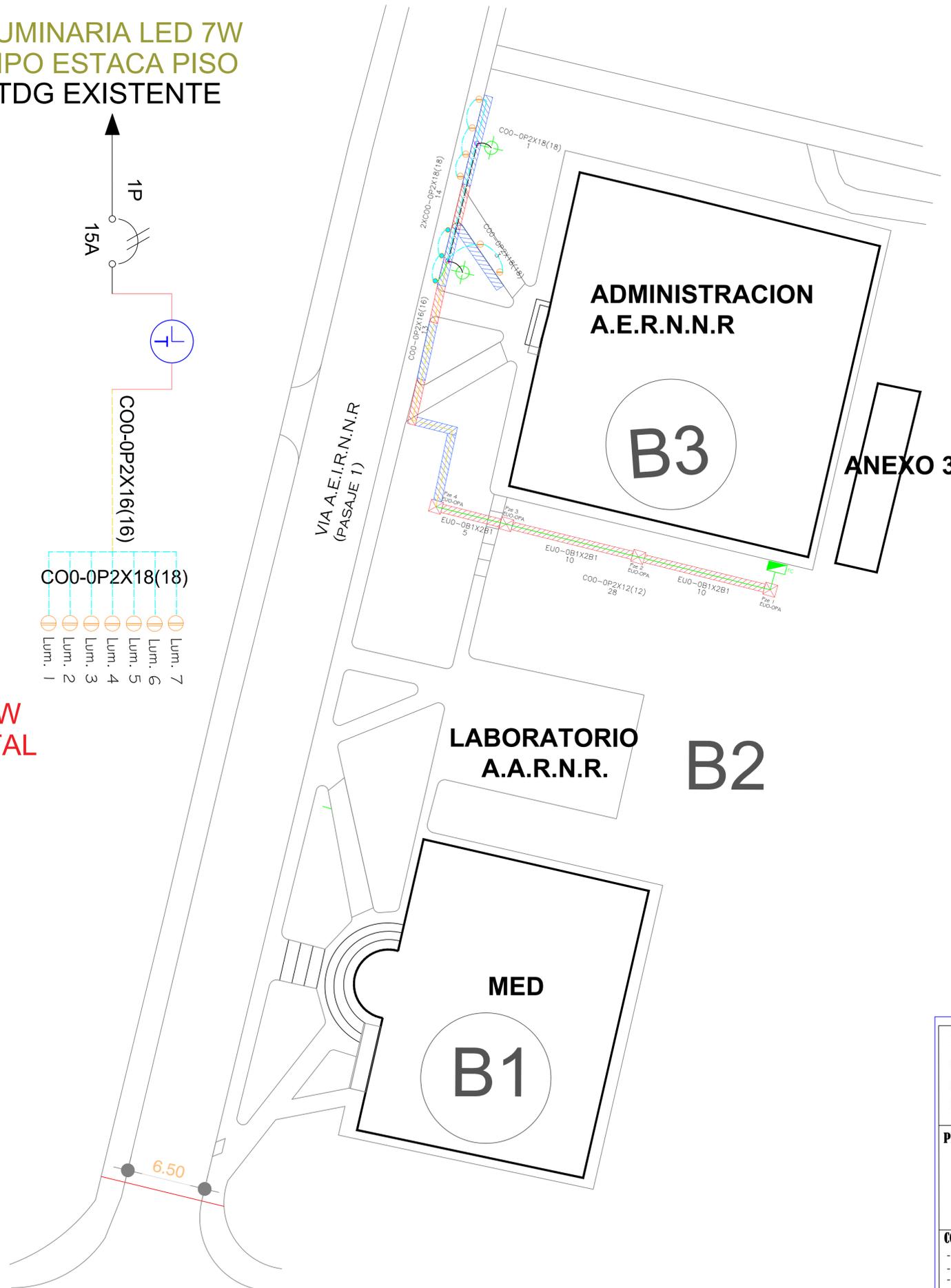
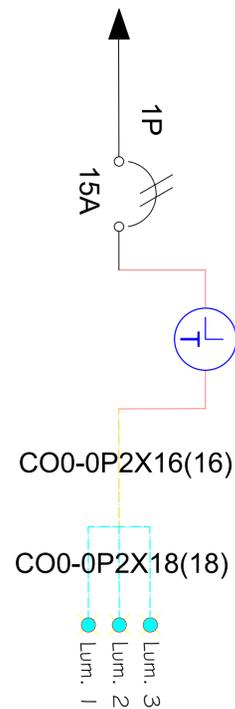
LUMINARIA CIRCULAR C/MAGUERA LED 66W TDG EXISTENTE



LUMINARIA LED 7W TIPO ESTACA PISO TDG EXISTENTE



LUMINARIA LED 15W POSTE ORNAMENTAL TDG EXISTENTE



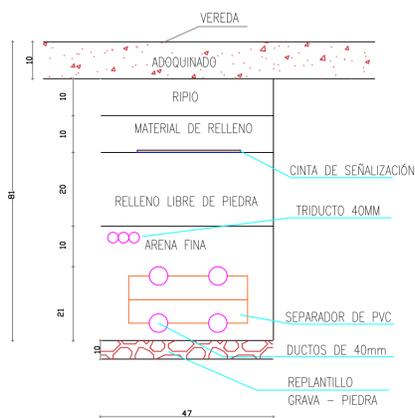
SIMBOLOGÍA

DESCRIPCIÓN	PROYECTADO
POSTE ORNAMENTAL 0.4 MT CON LUMINARIA LED 7 W	
RED SUBTERRÁNEA DE BAJO VOLTAJE	
TIMER PROGRAMABLE	
LUMINARIA TIPO ESTACA P/PISO 7W	
CANALIZACIÓN PROYECTADA	
CANALIZACIÓN EXISTENTE	
POZO EXISTENTE	
LUMINARIA CIRCULAR C/MANGUERA LED 9w SOBREPUESTA	
TABLERO DE CONTROL	

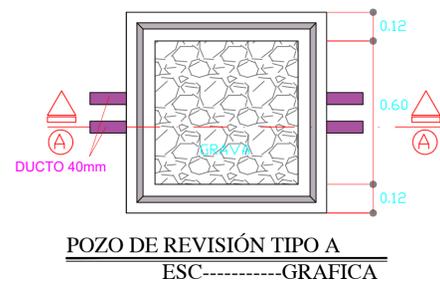
**PROYECTO ELÉCTRICO:**  
**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL AUTOMATIZADA PARA LA ENTRADA DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**

<b>PROYECTISTA:</b>  LENDER ALDAIR RÍOS ARAUJO	<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
<b>CONTIENE:</b> - CANALIZACIONES Y POZOS PROYECTADOS Y EXISTENTES - TENDIDO ELÉCTRICO Y NOMENCLATURAS - DIAGRAMAS UNIFILARES	<b>PROVINCIA:</b> LOJA <b>CANTÓN:</b> LOJA <b>FECHA:</b> MARZO/2024 <b>ESCALA: TAMAÑO</b> 1/200 <b>LAMINA:</b> A1 1 / 1

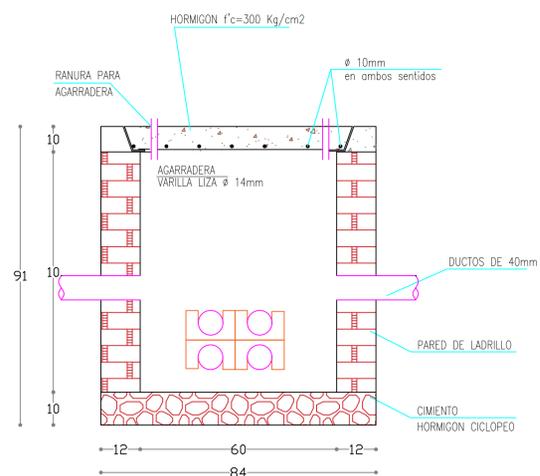
## **Anexo 4. Diseño del tendido eléctrico proyectado**



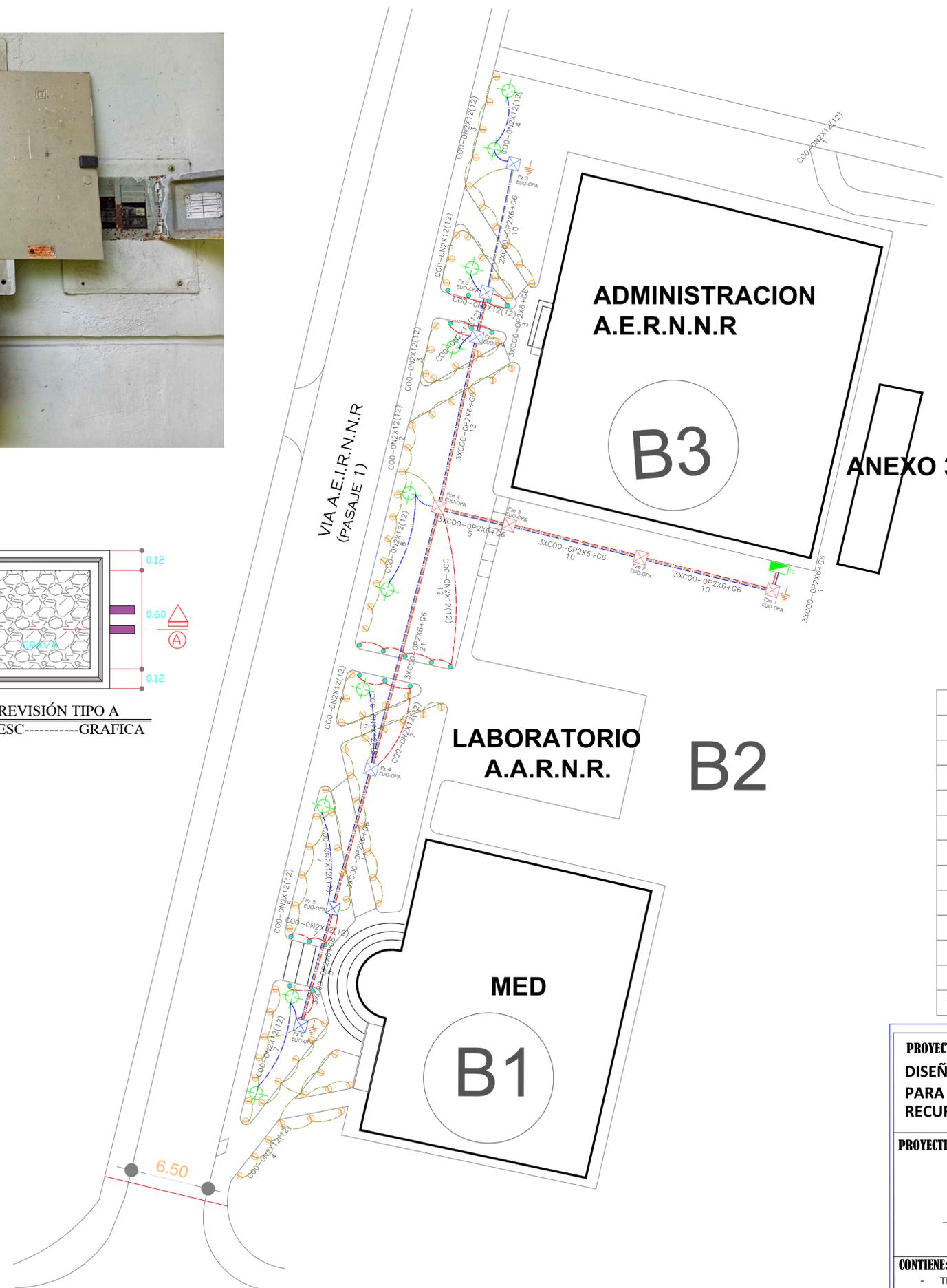
EU0-0B2x2B2  
CANALIZACIÓN BAJO ACERA



POZO DE REVISIÓN TIPO A  
ESC-----GRAFICA



POZO DE REVISIÓN TIPO A



**SIMBOLOGÍA**

DESCRIPCIÓN	PROYECTADO
CONTACTOR	
POSTE ORNAMENTAL 0.4 MT CON LUMINARIA LED 15 W	
RED SUBTERRÁNEA DE BAJO VOLTAJE	
TIMER PROGRAMABLE	
LUMINARIA TIPO ESTACA P/PISO 7W	
BANCO DE DUCTOS	
BANCO DE DUCTOS EXISTENTE	
POZO EXISTENTE	
POZO PARA ACOMETIDAS Y ALUMBRADO POZO TIPO A	
PUESTA A TIERRA	
LUMINARIA CIRCULAR C/MANGUERA LED 66w SOBREPUESTA	
TABLERO DE CONTROL	

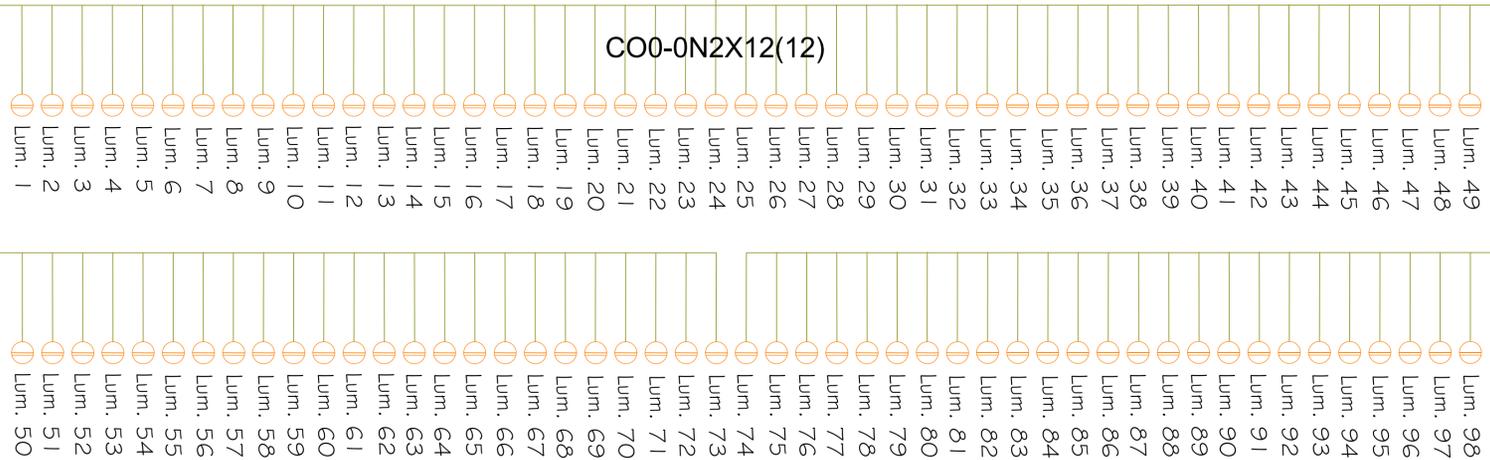
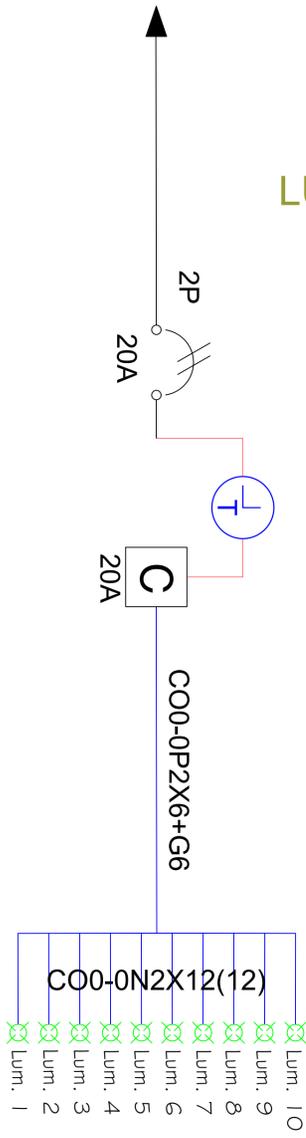
**PROYECTO ELÉCTRICO:**  
**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL AUTOMATIZADA PARA LA ENTRADA DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**

<b>PROYECTISTA:</b>  LENDER ALDAIR RÍOS ARAUJO	<b>PROPIETARIO:</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
	<b>PROVINCIA:</b> LOJA	<b>FECHA:</b> MARZO/2024
<b>CONTIENE:</b> - TENDIDO ELÉCTRICO Y NOMENCALTURAS	<b>CANTÓN:</b> LOJA	<b>LAMINA:</b> 2 / 3
	<b>ESCALA: TAMAÑO</b> 1/200	<b>A1</b>

**Anexo 5. Diagramas unifilares proyectados**

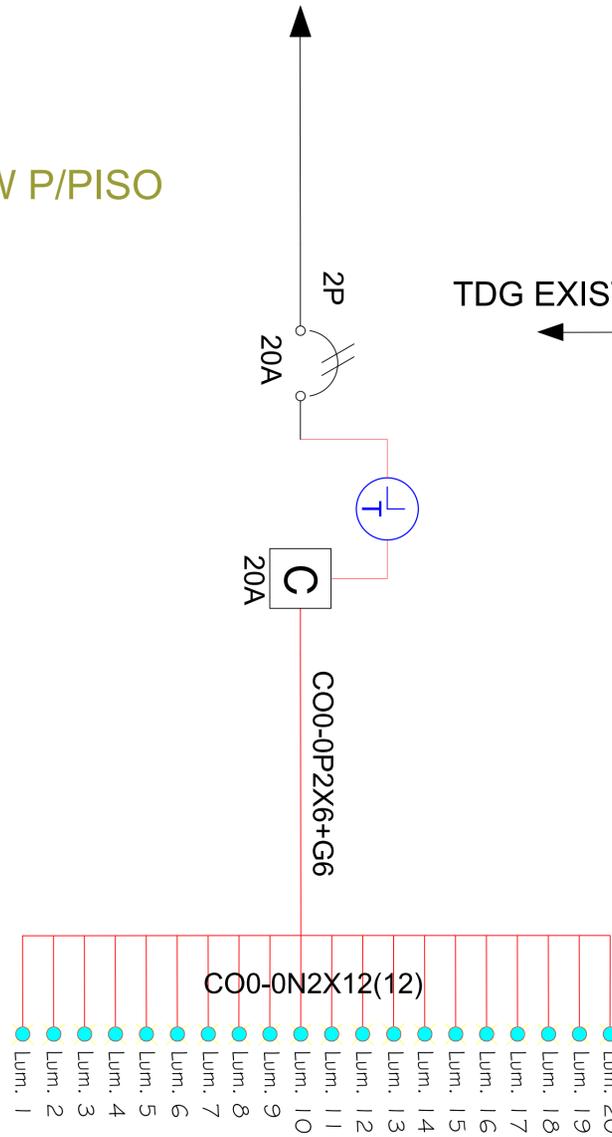
## LUMINARIA CIRCULAR MANGUERA LED 66W

TDG EXISTENTE



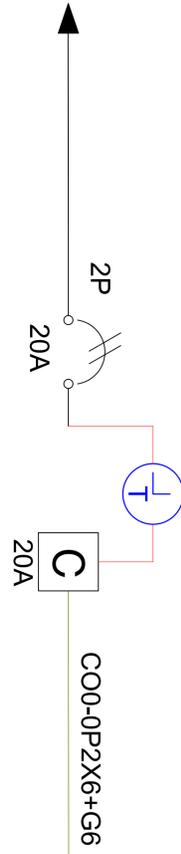
## LUMINARIA LED 15W CON POSTE ORNAMENTAL

TDG EXISTENTE



## LUMINARIA TIPO ESTACA LED 7W P/PISO

TDG EXISTENTE



TCI

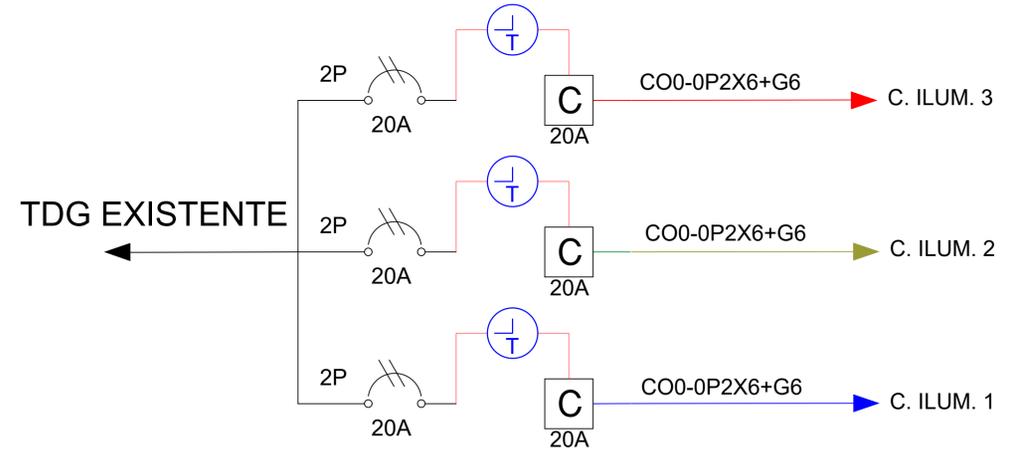


DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL  
ESC-----GRAFICA

### SIMBOLOGÍA

DESCRIPCIÓN	PROYECTADO
CONTACTOR	C
POSTE ORNAMENTAL 0.4 MT CON LUMINARIA LED 15 W	●
RED SUBTERRÁNEA DE BAJO VOLTAJE	-----
TIMER PROGRAMABLE	⊕
LUMINARIA TIPO ESTACA P/PISO 7W	⊖
BANCO DE DUCTOS	▨
BANCO DE DUCTOS EXISTENTE	▨
POZO EXISTENTE	⊠
POZO PARA ACOMETIDAS Y ALUMBRADO POZO TIPO A	⊠
PUESTA A TIERRA	⊕
LUMINARIA CIRCULAR C/MANGUERA LED 66w SOBREPUESTA	⊕
TABLERO DE CONTROL	⊕

### PROYECTO ELÉCTRICO:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL AUTOMATIZADA PARA LA ENTRADA DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**

PROYECTISTA:

LENDER ALDAIR RÍOS ARAUJO

PROPIETARIO:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

PROVINCIA:

LOJA

CANTÓN:

LOJA

FECHA:

MARZO/2024

CONTIENE:

DIAGRAMAS UNIFILARES

ESCALA: TAMAÑO

1/200

LAMINA:

A1

3 / 3

## **Anexo 6. Formato de cálculo caída de tensión proyectado e implementado**

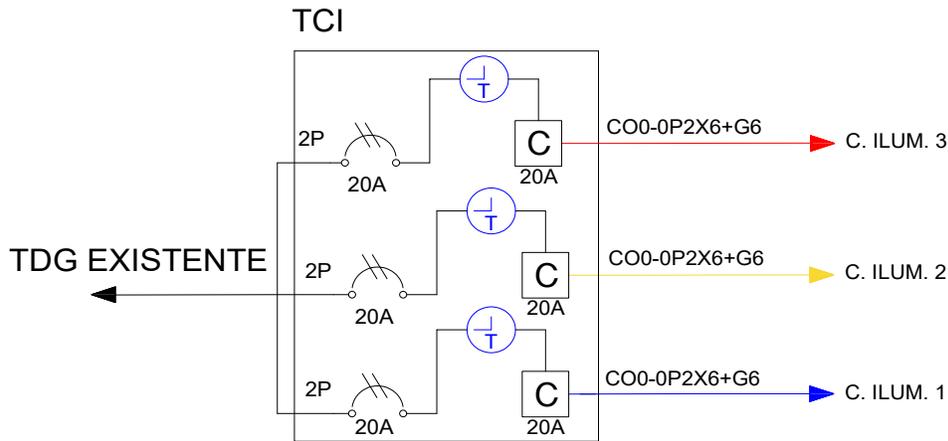
**ANEXO 6**

Responsabilidad Lender Aldair Rios Araujo	<b>CAIDA DE TENSION RED B/T</b>	HOJA: 1 / 1
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL AUTOMATIZADA PARA LA ENTRADA DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		FECHA: ABR/2024

**UBICACIÓN**

Provincia : LOJA  
 Cantón. : LOJA  
 Parroquia : PUNZARA  
 Dirección : Ciudadela Universitaria, Av. Reinaldo Espinoza, sector La Argelia

B/T (V) = 240/120



Tramo	Ref.	Longitud (m)	DM [kVA]	# Fases / # cond.	CONDUCTOR		% Caída de tensión		
					Tipo y Calibre AWG	FDV (KVA-m) para 1% DV	KVA-m	DV% Parcial	DV% Acumulado
<b>DV% (PUNTO DE ARRANQUE - SEGÚN LECTURAS)</b>									
								0.00	
TGM-PZE4		26	0.72	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	18.65	0.10	0.10
PZE4-PZ1		13	0.29	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	3.73	0.02	0.12
PZ1-PZ2		3	0.22	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.65	0.00	0.12
PZ2-PZ3		10	0.14	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	1.43	0.01	0.13
PZ3-LM1		5.37	0.07	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.39	0.01	0.14
PZE4-PZ4		21	0.29	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	6.03	0.03	0.13
PZ4-PZ5		11	0.22	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	2.37	0.01	0.15
PZ5-PZ6		9	0.14	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	1.29	0.01	0.15
PZ6-LM2		6	0.07	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.43	0.01	0.16
TGM-PZE4		26	0.75	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	19.39	0.10	0.10
PZE4-PZ1		13	0.19	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	2.47	0.01	0.12
PZ1-PZ2		3	0.14	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.41	0.00	0.12
PZ2-PZ3		10	0.08	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.84	0.00	0.12
PZ3-LM11		12.9	0.01	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.10	0.00	0.13
PZE4-PZ4		21	0.43	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	9.11	0.05	0.15
PZ4-PZ5		11	0.27	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	3.01	0.02	0.17
PZ5-PZ6		9	0.20	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	1.78	0.01	0.18
PZ6-LM4		18.85	0.01	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.14	0.00	0.18
TGM-PZE4		26	0.33	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	8.48	0.05	0.05
PZE4-PZ1		13	0.11	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	1.48	0.01	0.05
PZ1-PZ2		3	0.07	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.20	0.00	0.05
PZ2-LM5		6.64	0.02	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.11	0.00	0.06
PZE4-PZ4		21	0.13	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	2.74	0.01	0.06
PZ4-PZ5		11	0.08	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.90	0.00	0.07
PZ5-PZ6		9	0.03	2F/3C	CO0-0P2X6+G6	185	0.29	0.00	0.07
PZ6-LM6		4.5	0.02	2F/3C	CO0-0N2X12(12)	75	0.07	0.00	0.07
<b>VALOR MÁXIMO DE CAÍDA DE TENSION A LA LUMINARIA MAS LEJANA</b>								<b>0.18</b>	

**NOTA:** El color azul representa a las luminarias circulares, el color amarillo representa a las luminarias de piso tipo estaca, y el color rojo representa a las luminarias de piso tipo poste.

**ANEXO 6**

Responsabilidad Lender Aldair Rios Araujo	<b>CAIDA DE TENSIÓN RED B/T</b>	HOJA: 1 / 1
	<b>PROYECTO:</b> DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL AUTOMATIZADA PARA LA ENTRADA DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	FECHA: ABR/2024

**UBICACIÓN**  
 Provincia : LOJA  
 Cantón. LOJA  
 Parroquia : PUNZARA  
 Dirección Ciudadela Universitaria, Av. Reinaldo Espinoza, sector La Argelia

B/T (V) = 240/120

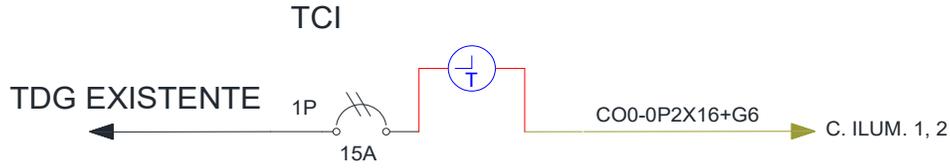


DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL  
 ESC-----GRAFICA

Tramo		DM [kVA]	# Fases / # cond.	CONDUCTOR		% Caída de tensión		
Ref.	Longitud (m)			Tipo y Calibre AWG	FDV (KVA-m) para 1% DV	KVA-m	DV% Parcial	DV% Acumulado
<b>DV% (PUNTO DE ARRANQUE - SEGÚN LECTURAS)</b>								<b>0.00</b>
TGM-PZE4	26	0.14	1F/2C	CO0-0N2X12(12)	19	3.73	0.20	0.20
PZ3-LM2	34.37	0.07	1F/2C	CO0-0N2X16(16)	19	2.47	0.13	0.33
TGM-PZE4	26	0.05	1F/2C	CO0-0N2X12(12)	19	1.19	0.06	0.06
PZ3-LM6	37.6	0.05	1F/2C	CO0-0N2X16(16)	19	1.72	0.09	0.15
TGM-PZE4	26	0.05	1F/2C	CO0-0N2X12(12)	19	1.27	0.07	0.07
PZ2-LM3	25.78	0.02	1F/2C	CO0-0N2X16(16)	19	0.42	0.02	0.09
<b>VALOR MÁXIMO DE CAÍDA DE TENSIÓN A LA LUMINARIA MAS LEJANA</b>								<b>0.33</b>

**NOTA:** El color blanco representa a las luminarias circulares, el color celeste representa a las luminarias de piso tipo estaca, y el color celeste claro representa a las luminarias de piso tipo poste.

## **Anexo 7. Resultados de la simulación en Dialux**



## **Diseño y Construcción de Iluminación Ornamental Automatizada para la Entrada de la FEIRNNR de la Universidad Nacional de Loja**

La FEIRNNR se localiza la parroquia Punzara, sector La Argelia de la ciudad de Loja. Oferta la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, impartida en sus instalaciones.

### **Objeto**

Av. Pío Jaramillo Alvarado, ciudad universitaria Guillermo Falconí Espinosa, sector La Argelia

## Contenido

Portada .....	
Contenido .....	
Descripción .....	

### Terreno 1

Plano de situación de luminarias .....	
Objetos de cálculo / Escena de luz 1 .....	
Objeto de resultado de superficies 1 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 4 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 5 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 6 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 7 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 9 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 11 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 13 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 15 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 19 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 21 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 24 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 27 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 29 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 31 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 33 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 36 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 38 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 40 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 42 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	

## Contenido

Objeto de resultado de superficies 44 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 45 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 47 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 50 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 52 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Objeto de resultado de superficies 53 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) .....	
Superficie de cálculo 20 / Escena de luz 1 / Intensidad lumínica horizontal .....	



## Descripción

La entrada a la FEIRNNR, rodeada en su mayoría por edificaciones y una abundante flora, se encuentra en gran parte a oscuras. Aunque existen proyectos de iluminación, estos no cubren toda la entrada, lo que hace que la necesidad de una iluminación adecuada sea cada vez más urgente. Además, la falta de luz no solo afecta la visibilidad, sino que también puede representar un riesgo para la seguridad de los estudiantes, visitantes y trabajadores. Implementar una solución de iluminación completa no solo embellecería el entorno, sino que también mejoraría la seguridad y la experiencia general de quienes transitan por esta área.

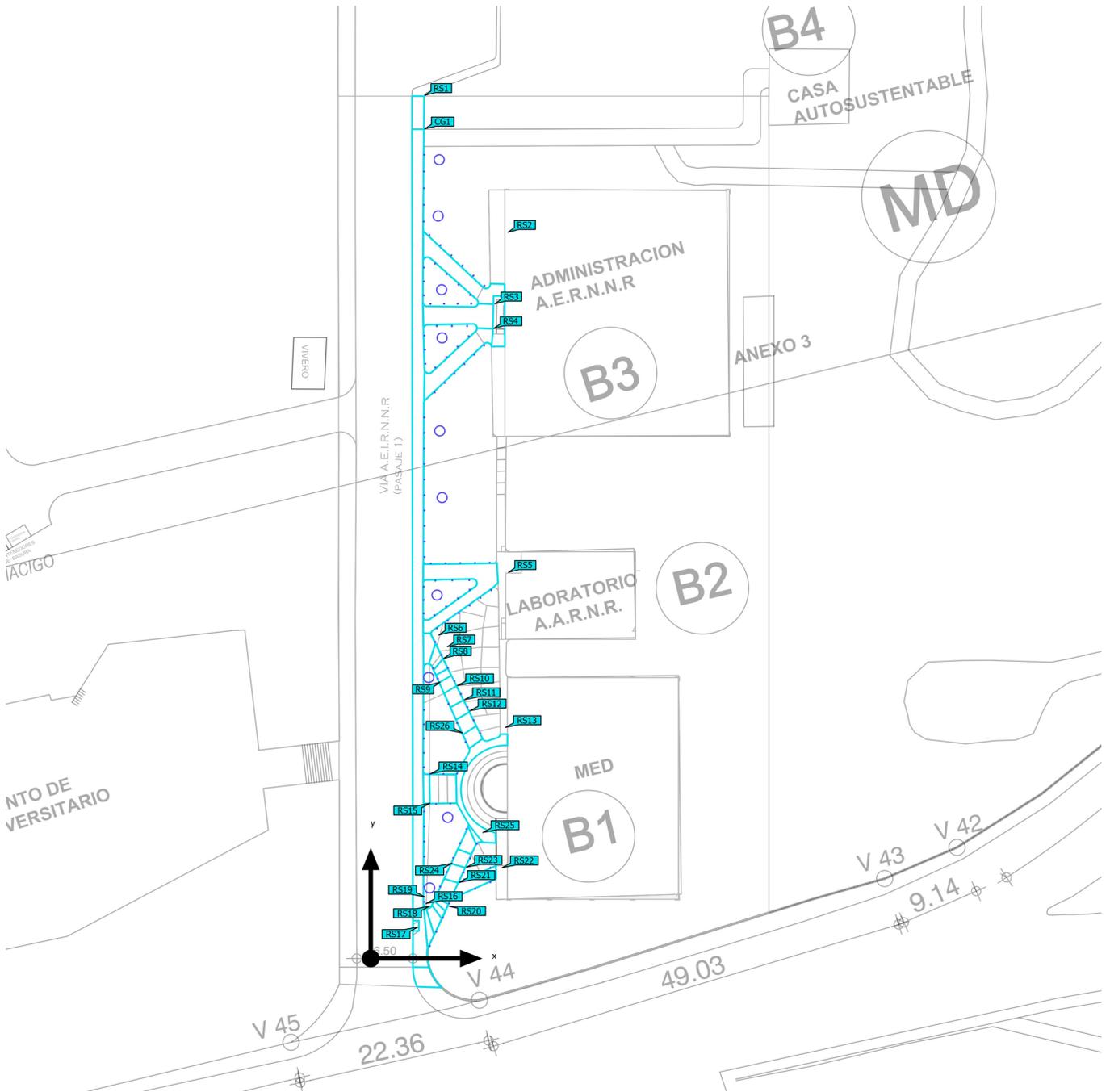
Terreno 1

### Plano de situación de luminarias



Terreno 1 (Escena de luz 1)

### Objetos de cálculo



Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	Ø	mín	máx	U <sub>o</sub> (g <sub>1</sub> )	g <sub>2</sub>	Índice
Objeto de resultado de superficies 1 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.100 m	41.8 lx	0.50 lx	2823 lx	0.012	0.000	RS1
Objeto de resultado de superficies 1 Densidad lumínica Altura: 0.100 m	5.70 cd/m <sup>2</sup>	0.068 cd/m <sup>2</sup>	385 cd/m <sup>2</sup>	0.012	0.000	RS1
Objeto de resultado de superficies 4 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.105 m	61.3 lx	3.61 lx	1295 lx	0.059	0.003	RS2
Objeto de resultado de superficies 4 Densidad lumínica Altura: 0.105 m	9.08 cd/m <sup>2</sup>	0.53 cd/m <sup>2</sup>	192 cd/m <sup>2</sup>	0.058	0.003	RS2
Objeto de resultado de superficies 5 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.105 m	76.5 lx	7.29 lx	209 lx	0.095	0.035	RS3
Objeto de resultado de superficies 5 Densidad lumínica Altura: 0.105 m	11.3 cd/m <sup>2</sup>	1.08 cd/m <sup>2</sup>	31.0 cd/m <sup>2</sup>	0.096	0.035	RS3
Objeto de resultado de superficies 6 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.105 m	63.9 lx	6.08 lx	1363 lx	0.095	0.004	RS4
Objeto de resultado de superficies 6 Densidad lumínica Altura: 0.105 m	9.46 cd/m <sup>2</sup>	0.90 cd/m <sup>2</sup>	202 cd/m <sup>2</sup>	0.095	0.004	RS4
Objeto de resultado de superficies 7 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.100 m	55.7 lx	5.36 lx	1354 lx	0.096	0.004	RS5
Objeto de resultado de superficies 7 Densidad lumínica Altura: 0.100 m	7.60 cd/m <sup>2</sup>	0.73 cd/m <sup>2</sup>	185 cd/m <sup>2</sup>	0.096	0.004	RS5
Objeto de resultado de superficies 9 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.101 m	47.3 lx	10.8 lx	1322 lx	0.23	0.008	RS6

Terreno 1 (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

Objeto de resultado de superficies 9 Densidad lumínica Altura: 0.101 m	7.01 cd/m <sup>2</sup>	1.60 cd/m <sup>2</sup>	196 cd/m <sup>2</sup>	0.23	0.008	RS6
Objeto de resultado de superficies 11 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.130 m	88.8 lx	14.7 lx	1411 lx	0.17	0.010	RS7
Objeto de resultado de superficies 11 Densidad lumínica Altura: 0.130 m	13.2 cd/m <sup>2</sup>	2.17 cd/m <sup>2</sup>	209 cd/m <sup>2</sup>	0.16	0.010	RS7
Objeto de resultado de superficies 13 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.160 m	117 lx	32.1 lx	1038 lx	0.27	0.031	RS8
Objeto de resultado de superficies 13 Densidad lumínica Altura: 0.160 m	17.3 cd/m <sup>2</sup>	4.75 cd/m <sup>2</sup>	154 cd/m <sup>2</sup>	0.27	0.031	RS8
Objeto de resultado de superficies 15 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.190 m	122 lx	39.8 lx	1334 lx	0.33	0.030	RS9
Objeto de resultado de superficies 15 Densidad lumínica Altura: 0.190 m	18.1 cd/m <sup>2</sup>	5.89 cd/m <sup>2</sup>	198 cd/m <sup>2</sup>	0.33	0.030	RS9
Objeto de resultado de superficies 19 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.250 m	72.1 lx	9.72 lx	1052 lx	0.13	0.009	RS10
Objeto de resultado de superficies 19 Densidad lumínica Altura: 0.250 m	10.7 cd/m <sup>2</sup>	1.44 cd/m <sup>2</sup>	156 cd/m <sup>2</sup>	0.13	0.009	RS10
Objeto de resultado de superficies 21 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.280 m	41.1 lx	4.70 lx	1317 lx	0.11	0.004	RS11
Objeto de resultado de superficies 21 Densidad lumínica Altura: 0.280 m	6.09 cd/m <sup>2</sup>	0.70 cd/m <sup>2</sup>	195 cd/m <sup>2</sup>	0.11	0.004	RS11
Objeto de resultado de superficies 24 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.320 m	58.4 lx	2.83 lx	1311 lx	0.048	0.002	RS12

Terreno 1 (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

Objeto de resultado de superficies 24 Densidad lumínica Altura: 0.320 m	8.65 cd/m <sup>2</sup>	0.42 cd/m <sup>2</sup>	194 cd/m <sup>2</sup>	0.049	0.002	RS12
Objeto de resultado de superficies 27 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.350 m	16.9 lx	2.11 lx	648 lx	0.12	0.003	RS13
Objeto de resultado de superficies 27 Densidad lumínica Altura: 0.350 m	2.51 cd/m <sup>2</sup>	0.31 cd/m <sup>2</sup>	96.0 cd/m <sup>2</sup>	0.12	0.003	RS13
Objeto de resultado de superficies 29 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.200 m	17.8 lx	5.68 lx	35.5 lx	0.32	0.16	RS14
Objeto de resultado de superficies 29 Densidad lumínica Altura: 0.200 m	2.43 cd/m <sup>2</sup>	0.78 cd/m <sup>2</sup>	4.85 cd/m <sup>2</sup>	0.32	0.16	RS14
Objeto de resultado de superficies 31 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.300 m	36.3 lx	11.3 lx	93.7 lx	0.31	0.12	RS15
Objeto de resultado de superficies 31 Densidad lumínica Altura: 0.300 m	5.38 cd/m <sup>2</sup>	1.67 cd/m <sup>2</sup>	13.9 cd/m <sup>2</sup>	0.31	0.12	RS15
Objeto de resultado de superficies 33 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.101 m	22.8 lx	2.22 lx	1293 lx	0.097	0.002	RS16
Objeto de resultado de superficies 33 Densidad lumínica Altura: 0.101 m	3.38 cd/m <sup>2</sup>	0.33 cd/m <sup>2</sup>	191 cd/m <sup>2</sup>	0.098	0.002	RS16
Objeto de resultado de superficies 36 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.130 m	63.0 lx	5.07 lx	12549 lx	0.080	0.000	RS17
Objeto de resultado de superficies 36 Densidad lumínica Altura: 0.130 m	9.33 cd/m <sup>2</sup>	0.75 cd/m <sup>2</sup>	1858 cd/m <sup>2</sup>	0.080	0.000	RS17
Objeto de resultado de superficies 38 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.160 m	78.6 lx	15.8 lx	1313 lx	0.20	0.012	RS18

Terreno 1 (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

Objeto de resultado de superficies 38 Densidad lumínica Altura: 0.160 m	11.6 cd/m <sup>2</sup>	2.34 cd/m <sup>2</sup>	194 cd/m <sup>2</sup>	0.20	0.012	RS18
Objeto de resultado de superficies 40 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.190 m	100 lx	24.3 lx	1754 lx	0.24	0.014	RS19
Objeto de resultado de superficies 40 Densidad lumínica Altura: 0.190 m	14.9 cd/m <sup>2</sup>	3.60 cd/m <sup>2</sup>	260 cd/m <sup>2</sup>	0.24	0.014	RS19
Objeto de resultado de superficies 42 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.220 m	122 lx	27.8 lx	1272 lx	0.23	0.022	RS20
Objeto de resultado de superficies 42 Densidad lumínica Altura: 0.220 m	18.1 cd/m <sup>2</sup>	4.12 cd/m <sup>2</sup>	188 cd/m <sup>2</sup>	0.23	0.022	RS20
Objeto de resultado de superficies 44 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.250 m	70.6 lx	28.9 lx	1357 lx	0.41	0.021	RS21
Objeto de resultado de superficies 44 Densidad lumínica Altura: 0.250 m	10.5 cd/m <sup>2</sup>	4.27 cd/m <sup>2</sup>	201 cd/m <sup>2</sup>	0.41	0.021	RS21
Objeto de resultado de superficies 45 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.250 m	83.1 lx	6.03 lx	1341 lx	0.073	0.004	RS22
Objeto de resultado de superficies 45 Densidad lumínica Altura: 0.250 m	11.3 cd/m <sup>2</sup>	0.82 cd/m <sup>2</sup>	183 cd/m <sup>2</sup>	0.073	0.004	RS22
Objeto de resultado de superficies 47 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.280 m	76.4 lx	11.3 lx	1301 lx	0.15	0.009	RS23
Objeto de resultado de superficies 47 Densidad lumínica Altura: 0.280 m	11.3 cd/m <sup>2</sup>	1.68 cd/m <sup>2</sup>	193 cd/m <sup>2</sup>	0.15	0.009	RS23
Objeto de resultado de superficies 50 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.320 m	72.8 lx	8.34 lx	1307 lx	0.11	0.006	RS24

Terreno 1 (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

Objeto de resultado de superficies 50 Densidad lumínica Altura: 0.320 m	10.8 cd/m <sup>2</sup>	1.23 cd/m <sup>2</sup>	194 cd/m <sup>2</sup>	0.11	0.006	RS24
Objeto de resultado de superficies 52 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.350 m	79.7 lx	11.6 lx	1265 lx	0.15	0.009	RS25
Objeto de resultado de superficies 52 Densidad lumínica Altura: 0.350 m	11.8 cd/m <sup>2</sup>	1.71 cd/m <sup>2</sup>	187 cd/m <sup>2</sup>	0.14	0.009	RS25
Objeto de resultado de superficies 53 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.350 m	60.9 lx	3.24 lx	1312 lx	0.053	0.002	RS26
Objeto de resultado de superficies 53 Densidad lumínica Altura: 0.350 m	9.02 cd/m <sup>2</sup>	0.48 cd/m <sup>2</sup>	194 cd/m <sup>2</sup>	0.053	0.002	RS26

Superficie de cálculo

Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_z$	Índice
Superficie de cálculo 20 Intensidad lumínica horizontal Altura: 1.700 m	10.4 lx	0.22 lx	105 lx	0.021	0.002	CG1

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo

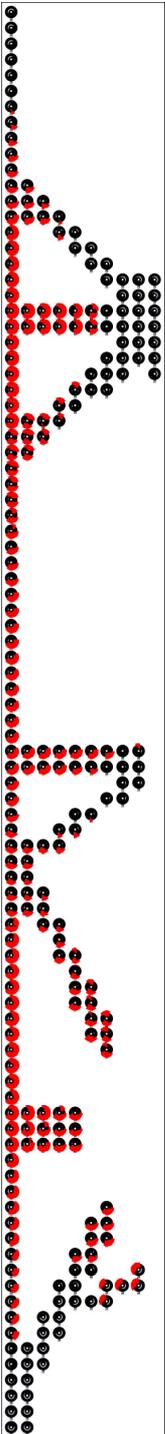
Superficie de cálculo 20 (UGR)

Máx. deslumbramiento a	300°
máx	>30
Nominal	-
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.700 m
Índice	CG1

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo

Superficie de cálculo 20 (UGR)



Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objetos de cálculo

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

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 1



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 1 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.100 m	41.8 lx	0.50 lx	2823 lx	0.012	0.000	RS1

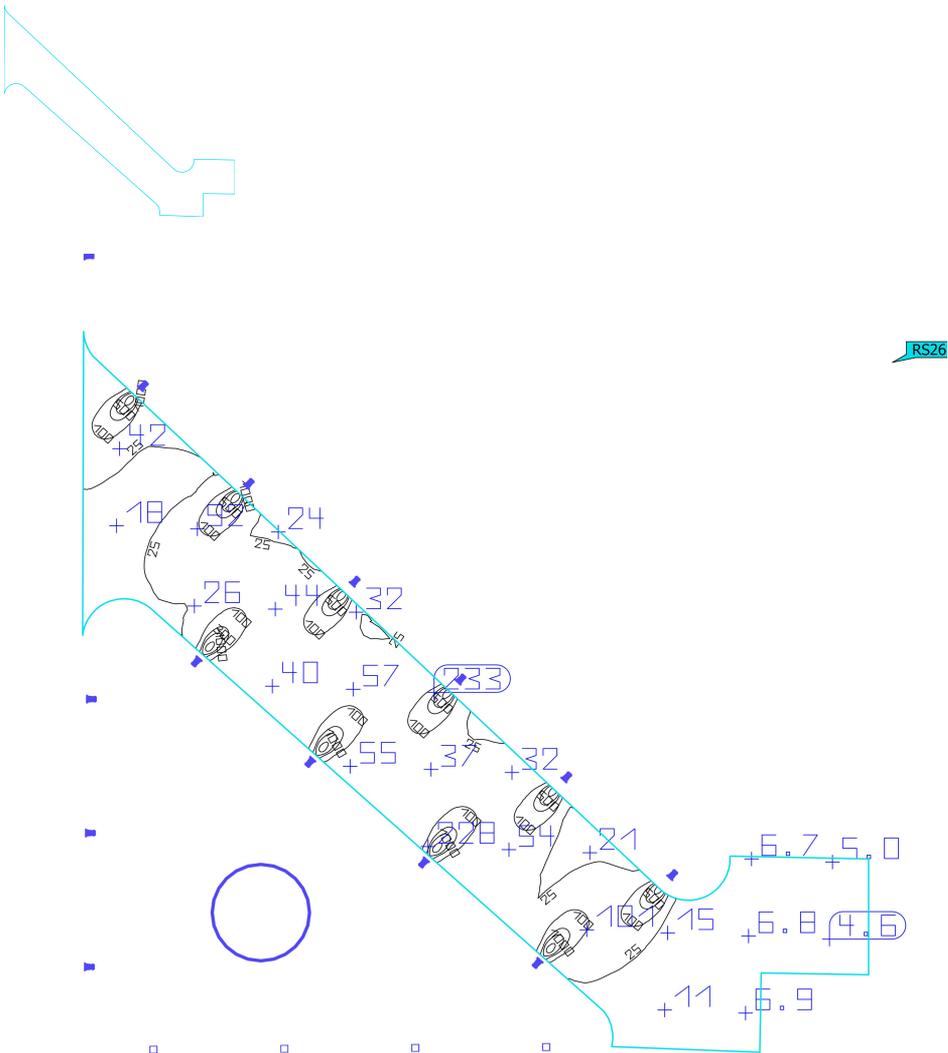
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 4



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 4 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.105 m	61.3 lx	3.61 lx	1295 lx	0.059	0.003	RS26

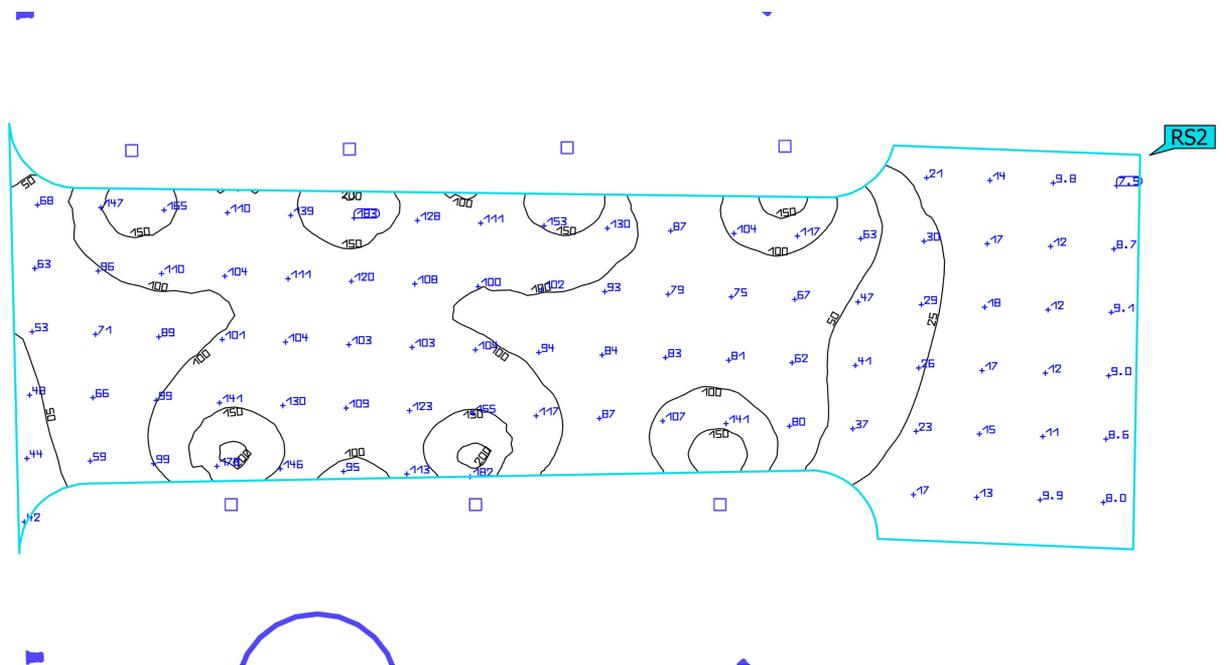
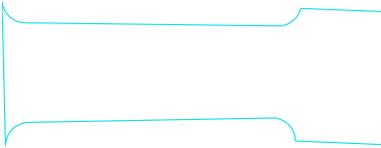
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 5



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 5 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.105 m	76.5 lx	7.29 lx	209 lx	0.095	0.035	RS2

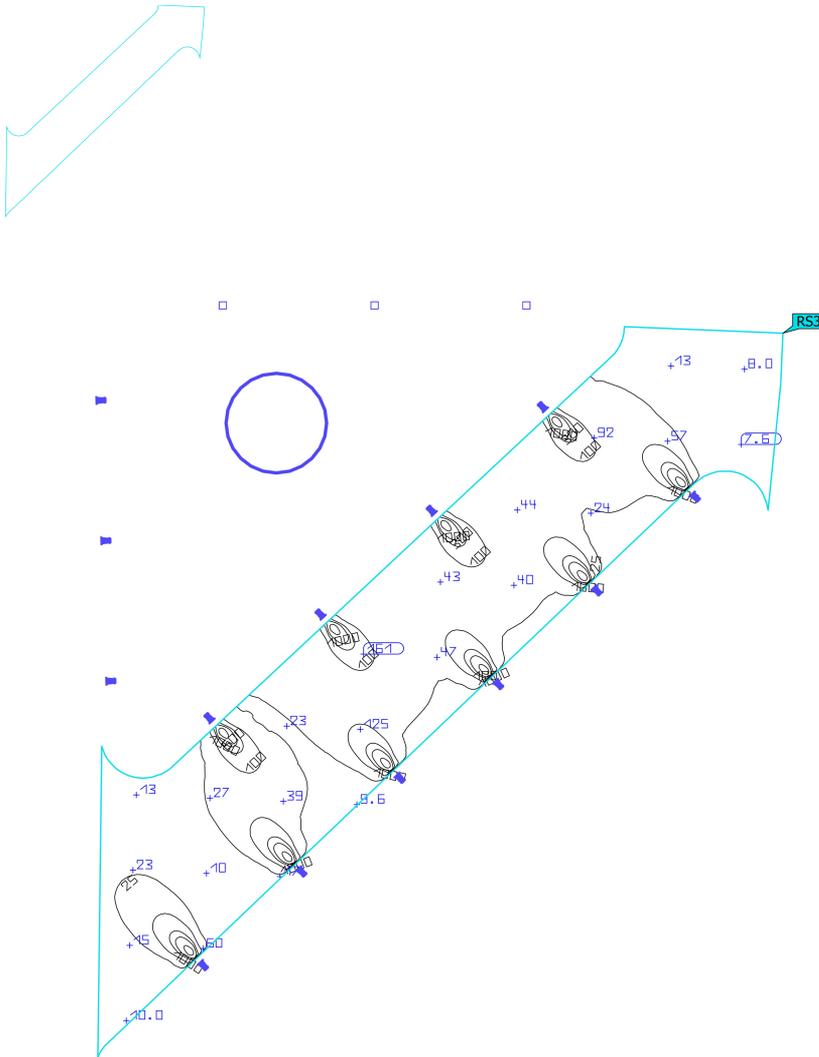
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 6



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 6 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.105 m	63.9 lx	6.08 lx	1363 lx	0.095	0.004	RS3

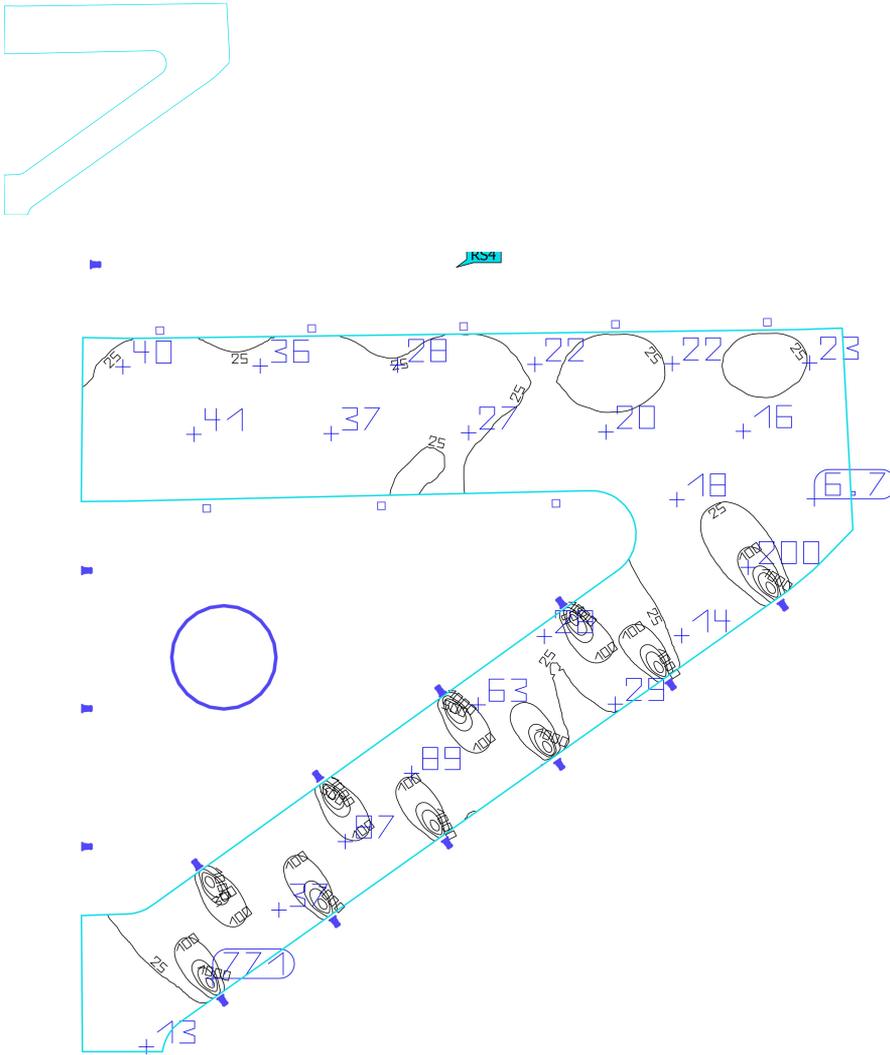
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 7



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 7 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.100 m	55.7 lx	5.36 lx	1354 lx	0.096	0.004	RS4

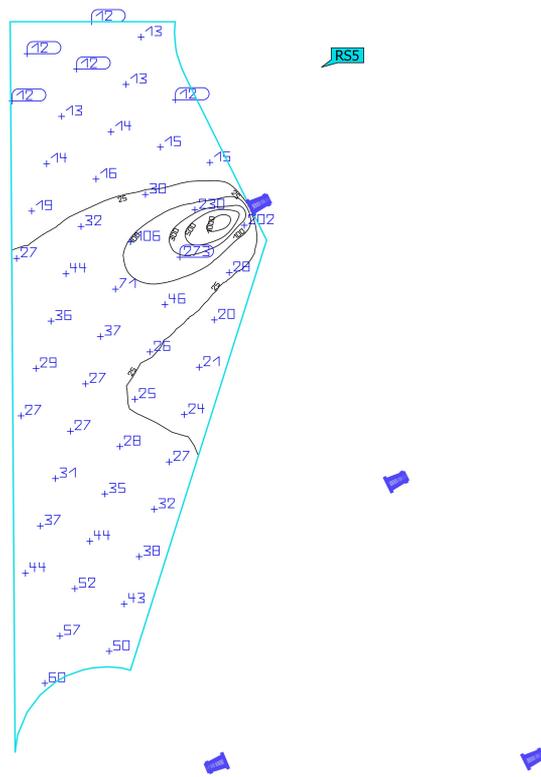
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 9



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 9 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.101 m	47.3 lx	10.8 lx	1322 lx	0.23	0.008	RS5

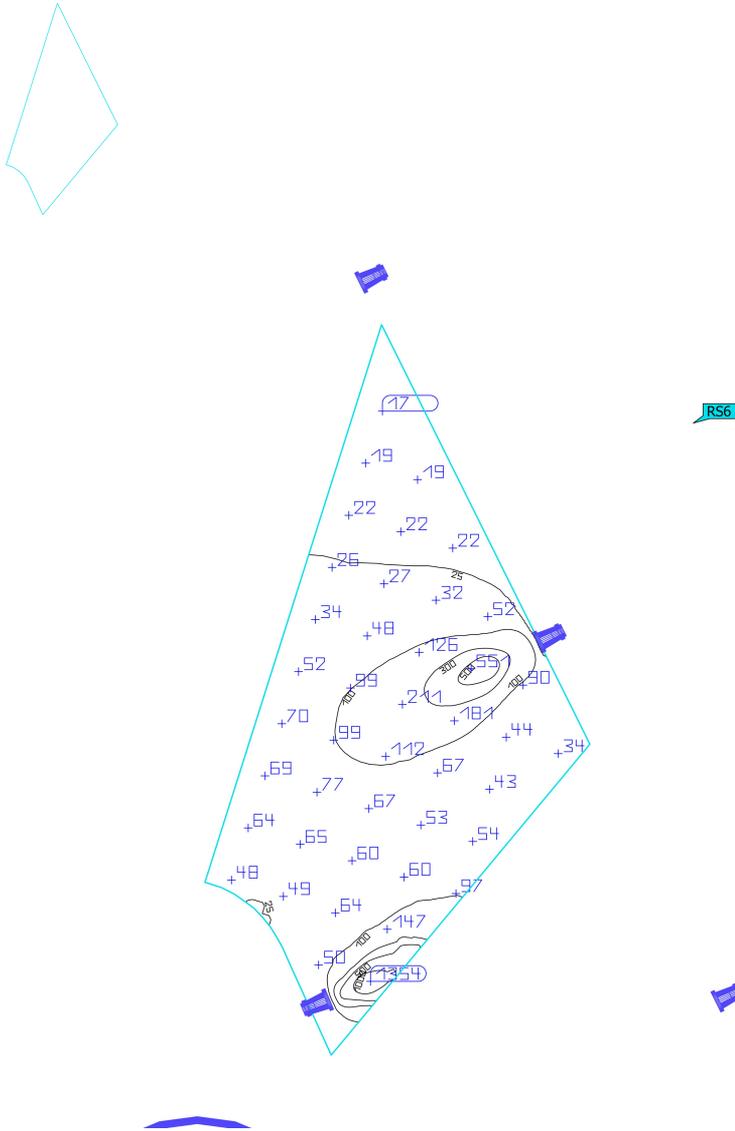
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 11



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 11 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.130 m	88.8 lx	14.7 lx	1411 lx	0.17	0.010	RS6

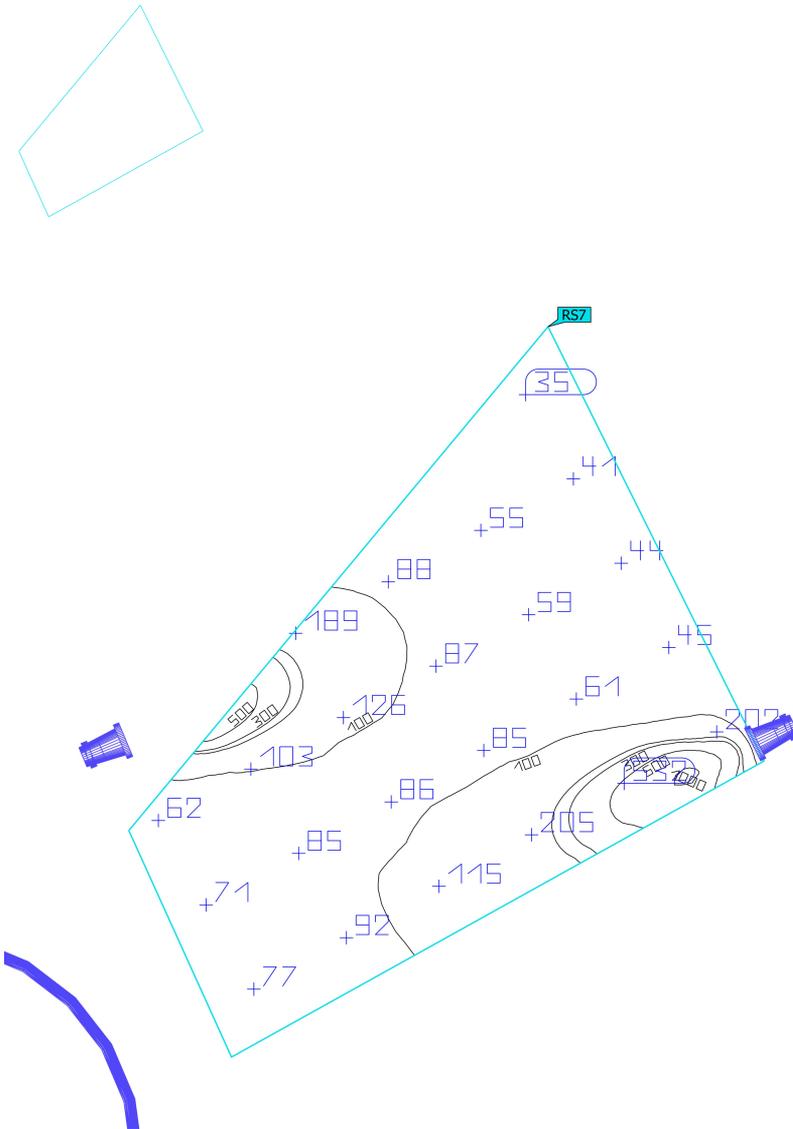
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 13



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 13 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.160 m	117 lx	32.1 lx	1038 lx	0.27	0.031	RS7

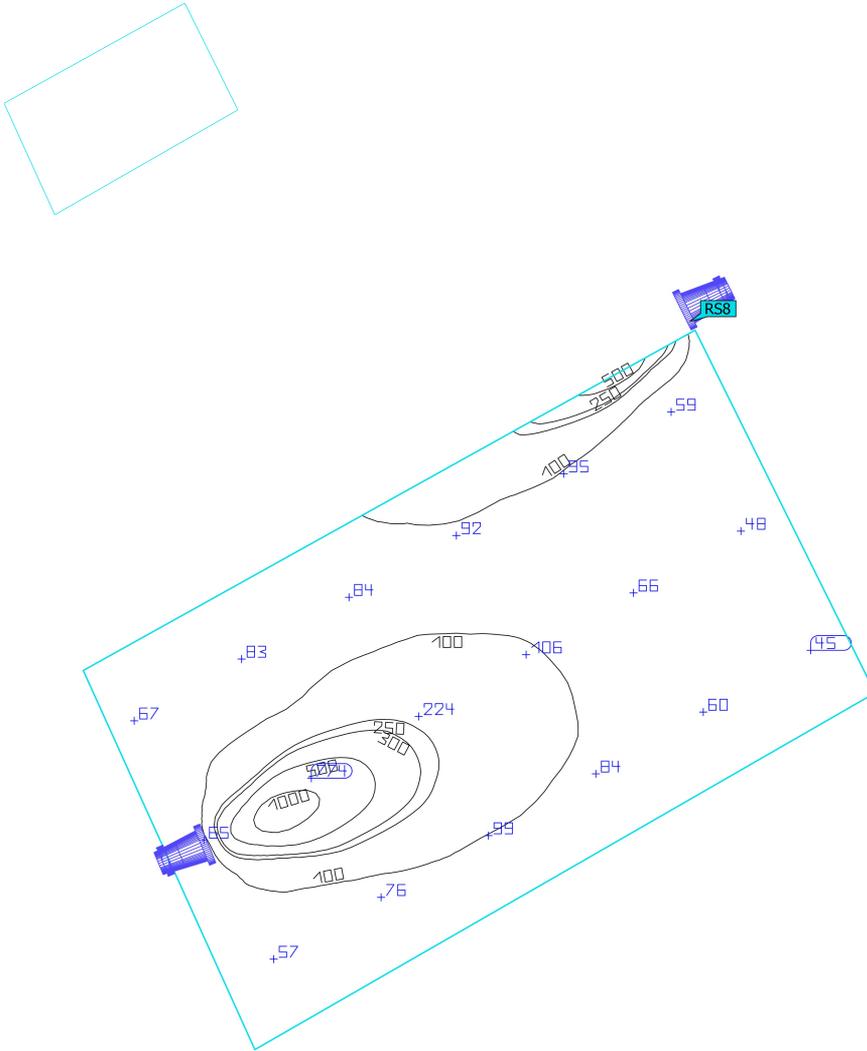
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 15



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 15 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.190 m	122 lx	39.8 lx	1334 lx	0.33	0.030	RS8

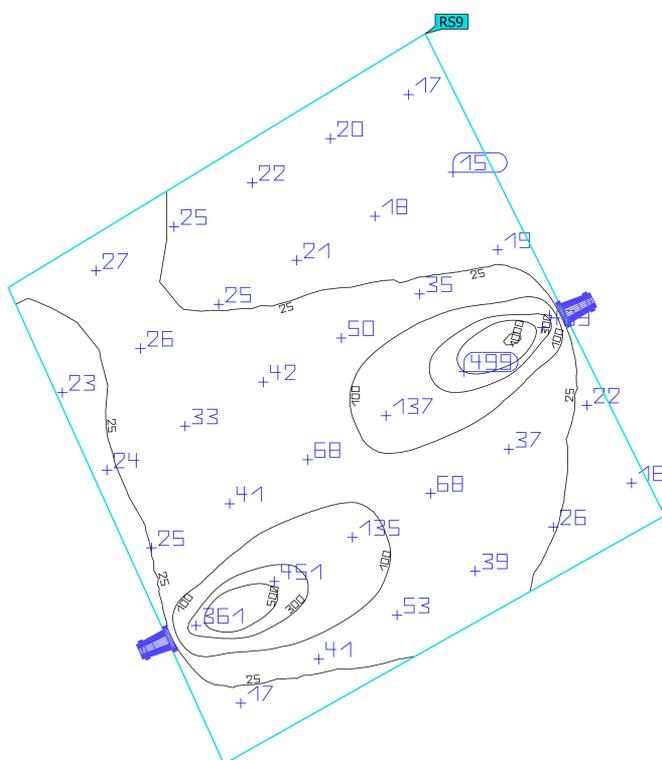
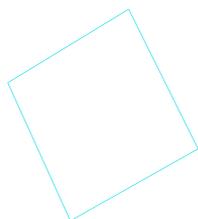
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 19



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 19 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.250 m	72.1 lx	9.72 lx	1052 lx	0.13	0.009	RS9

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

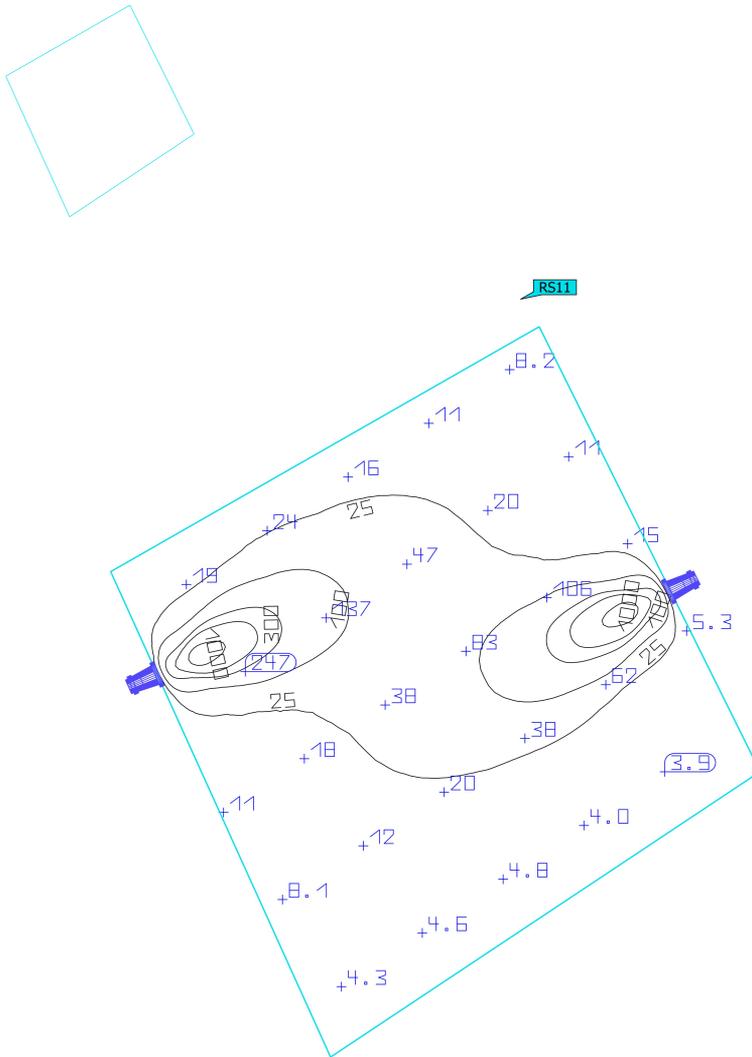
Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.



Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 24



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 24 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.320 m	58.4 lx	2.83 lx	1311 lx	0.048	0.002	RS11

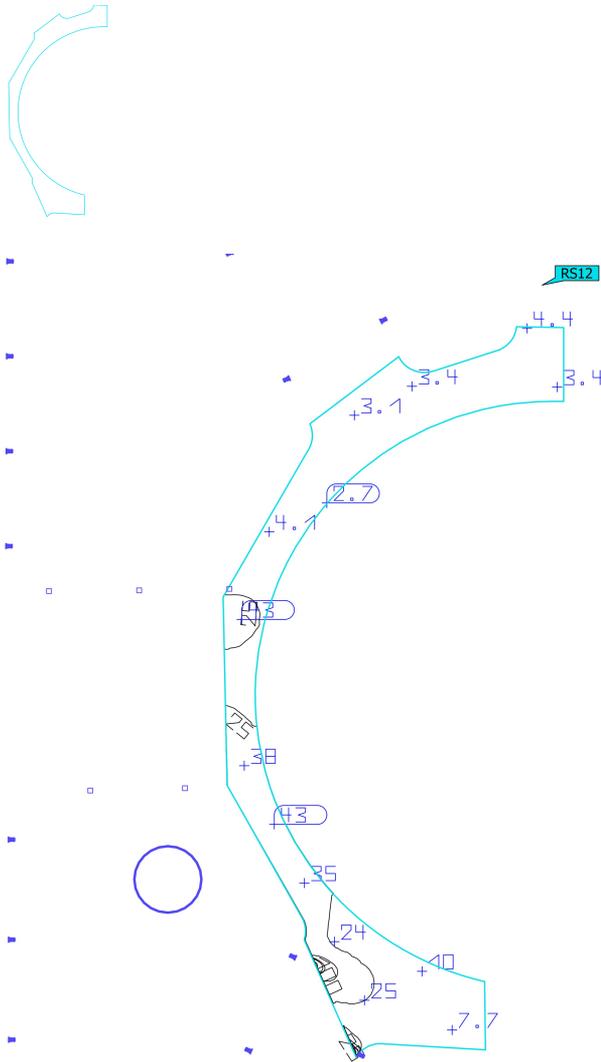
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 27



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 27 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.350 m	16.9 lx	2.11 lx	648 lx	0.12	0.003	RS12

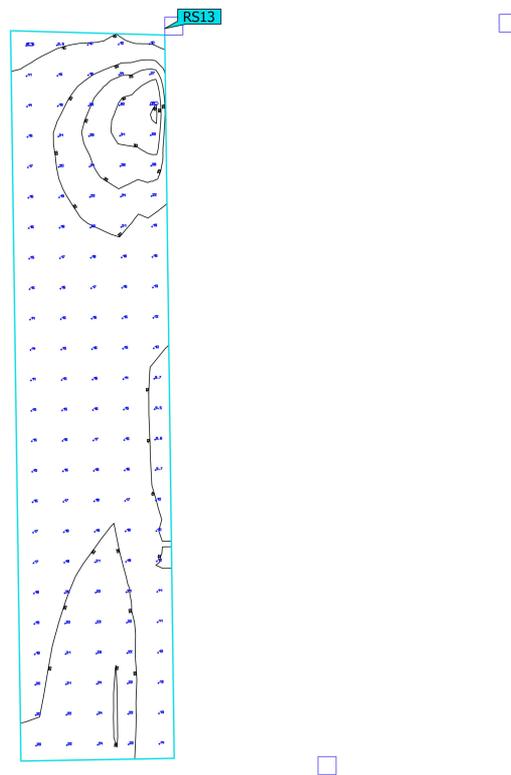
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 29



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 29 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.200 m	17.8 lx	5.68 lx	35.5 lx	0.32	0.16	RS13

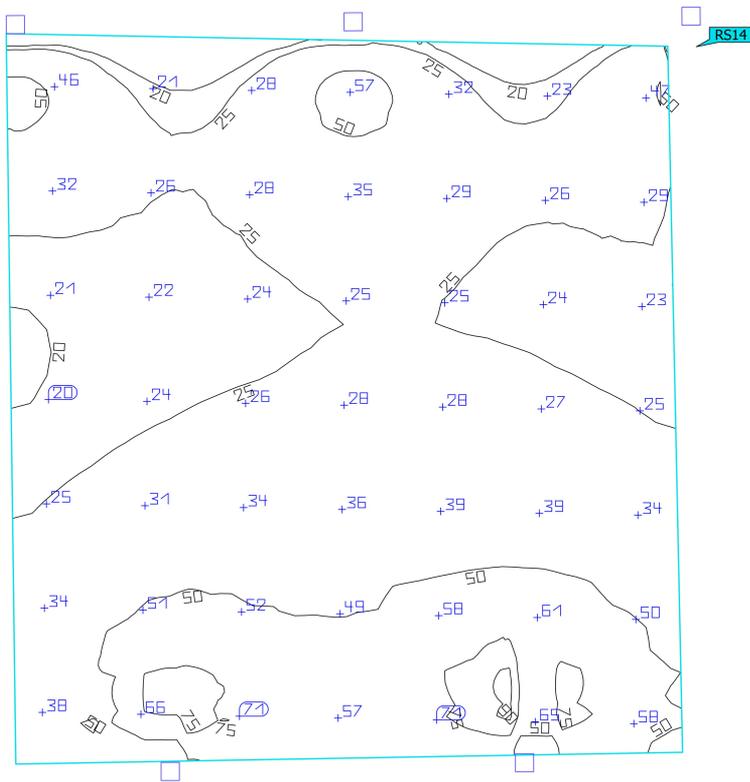
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 31



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 31 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.300 m	36.3 lx	11.3 lx	93.7 lx	0.31	0.12	RS14

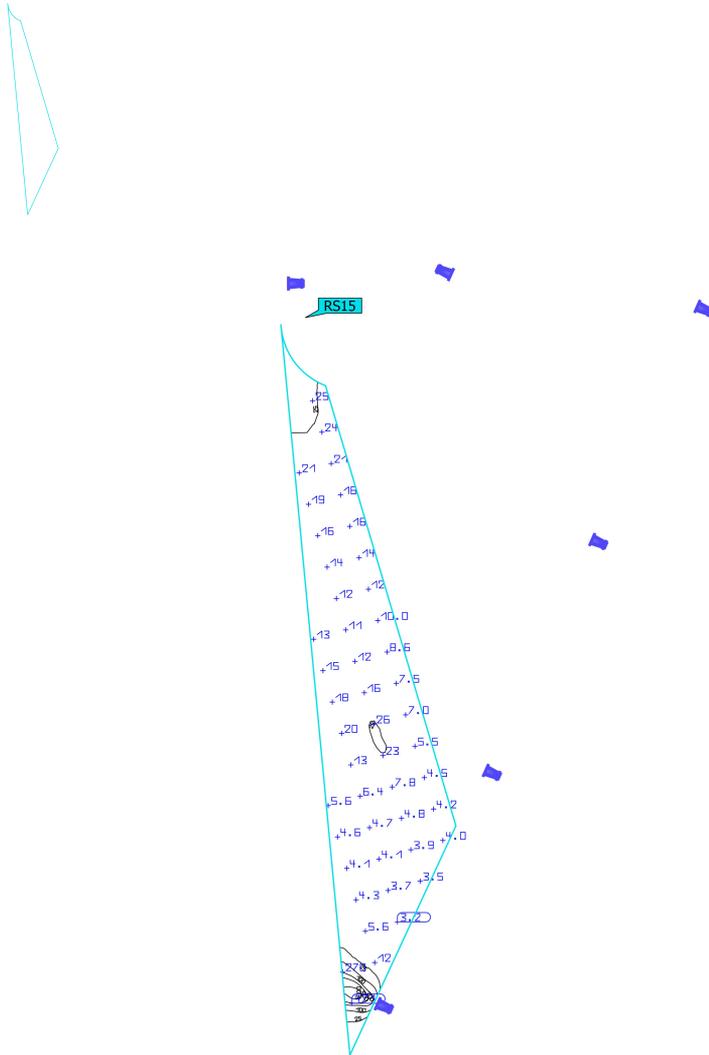
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 33



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 33 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.101 m	22.8 lx	2.22 lx	1293 lx	0.097	0.002	RS15

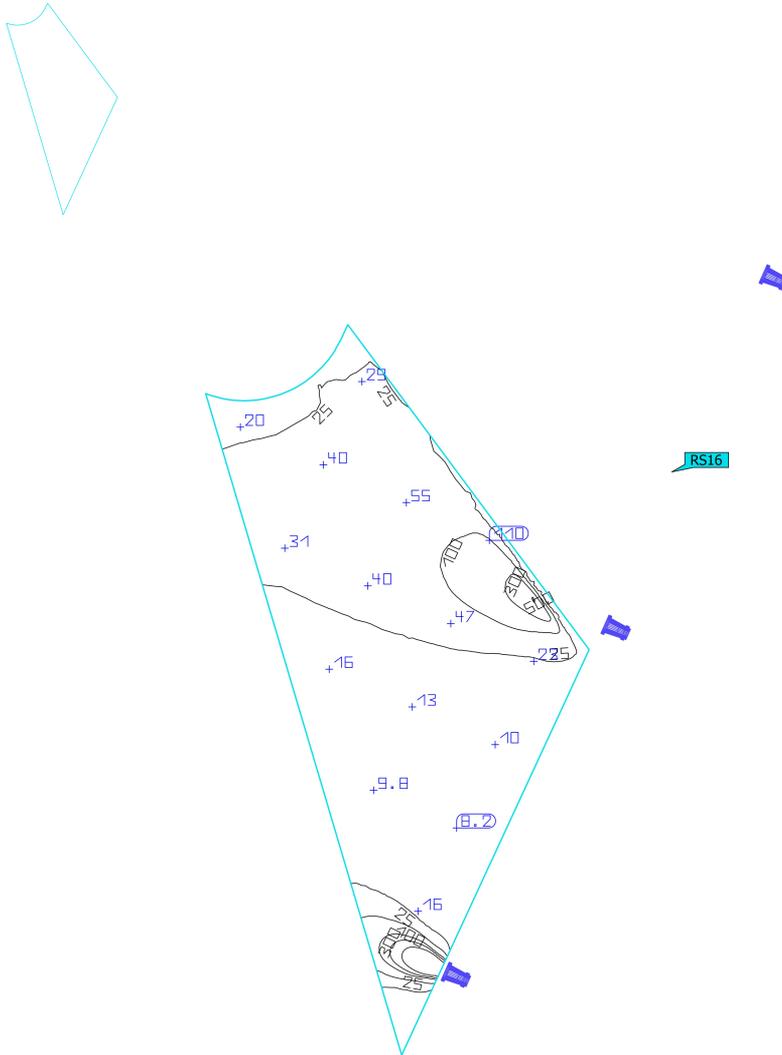
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 36



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 36 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.130 m	63.0 lx	5.07 lx	12549 lx	0.080	0.000	RS16

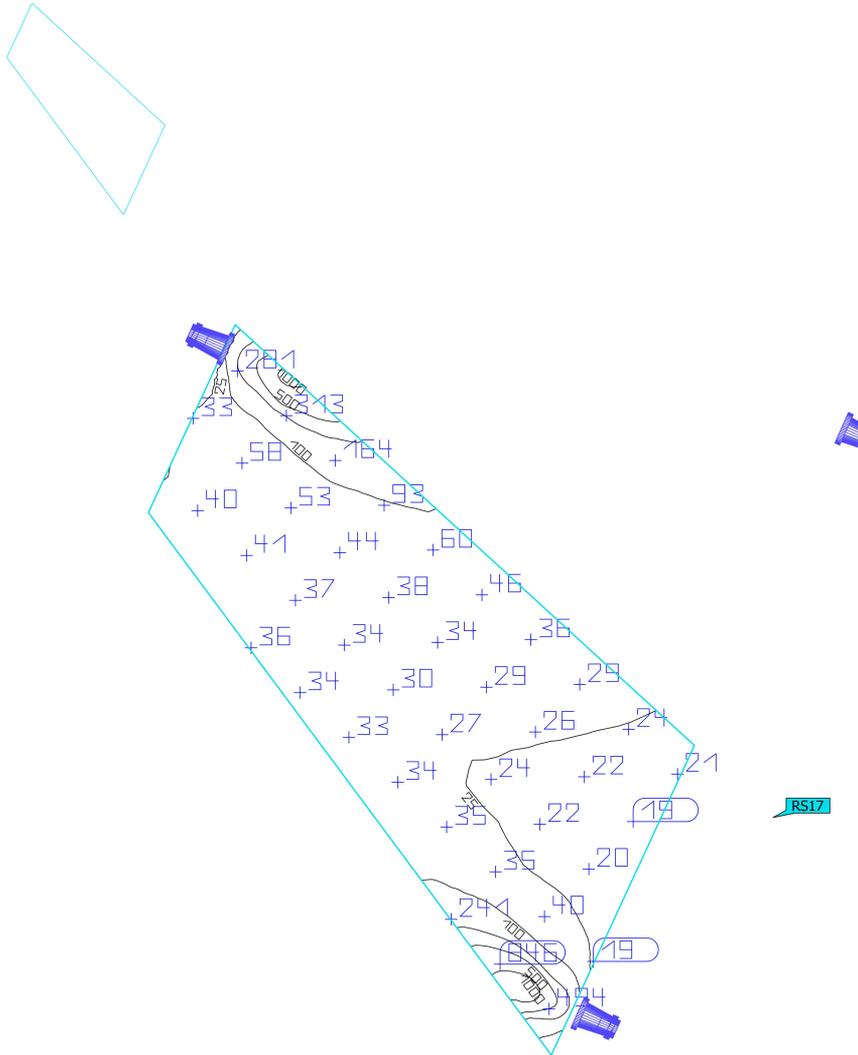
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 38



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 38 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.160 m	78.6 lx	15.8 lx	1313 lx	0.20	0.012	RS17

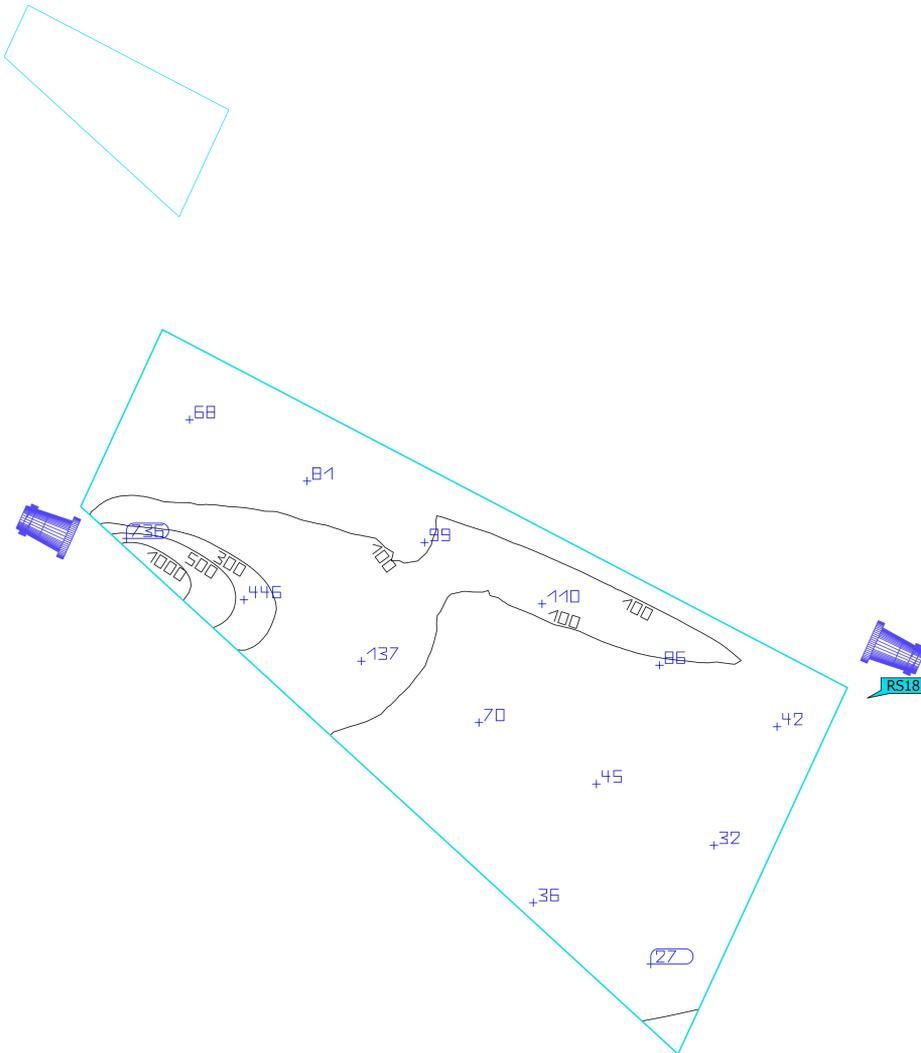
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 40



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 40 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.190 m	100 lx	24.3 lx	1754 lx	0.24	0.014	RS18

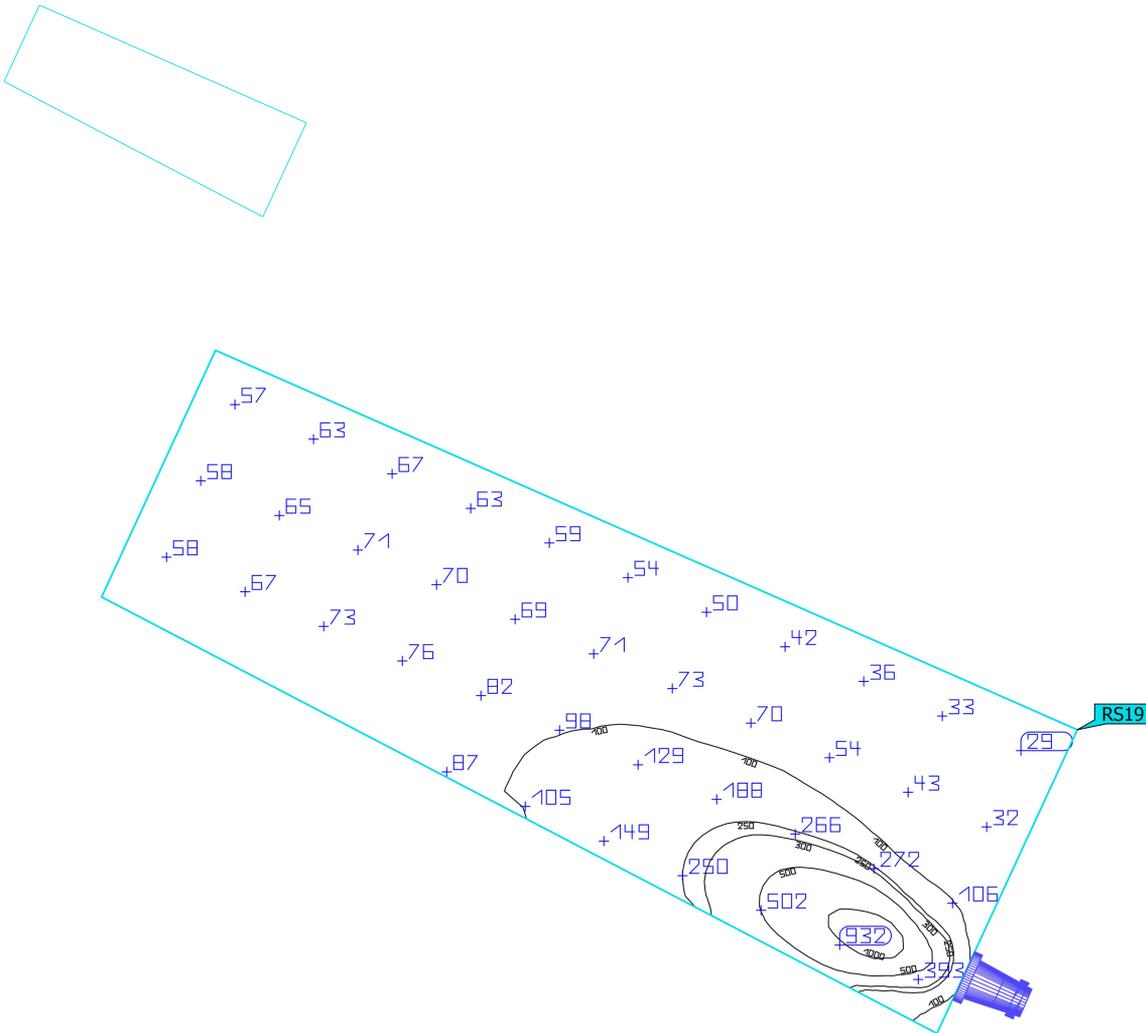
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 42



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 42 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.220 m	122 lx	27.8 lx	1272 lx	0.23	0.022	RS19

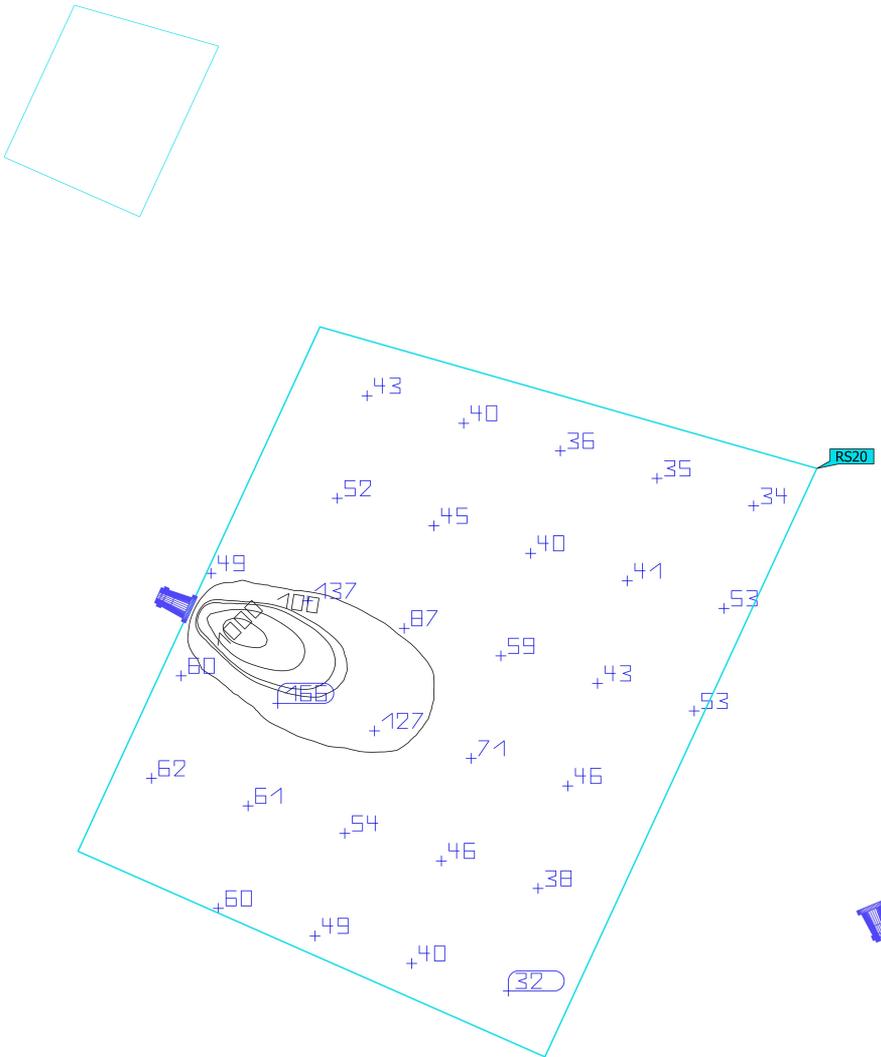
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 44



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 44 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.250 m	70.6 lx	28.9 lx	1357 lx	0.41	0.021	RS20

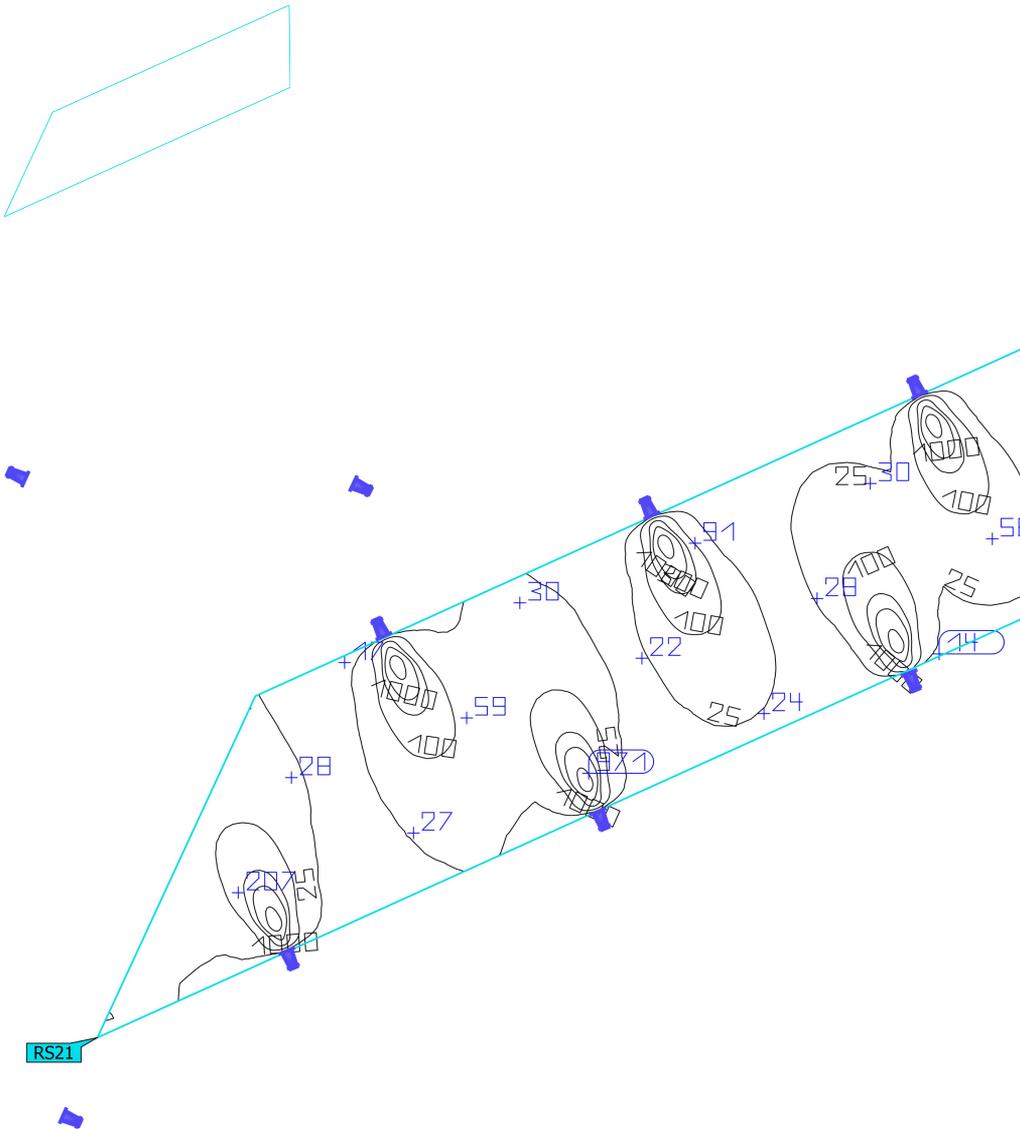
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 45



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 45 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.250 m	83.1 lx	6.03 lx	1341 lx	0.073	0.004	RS21

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

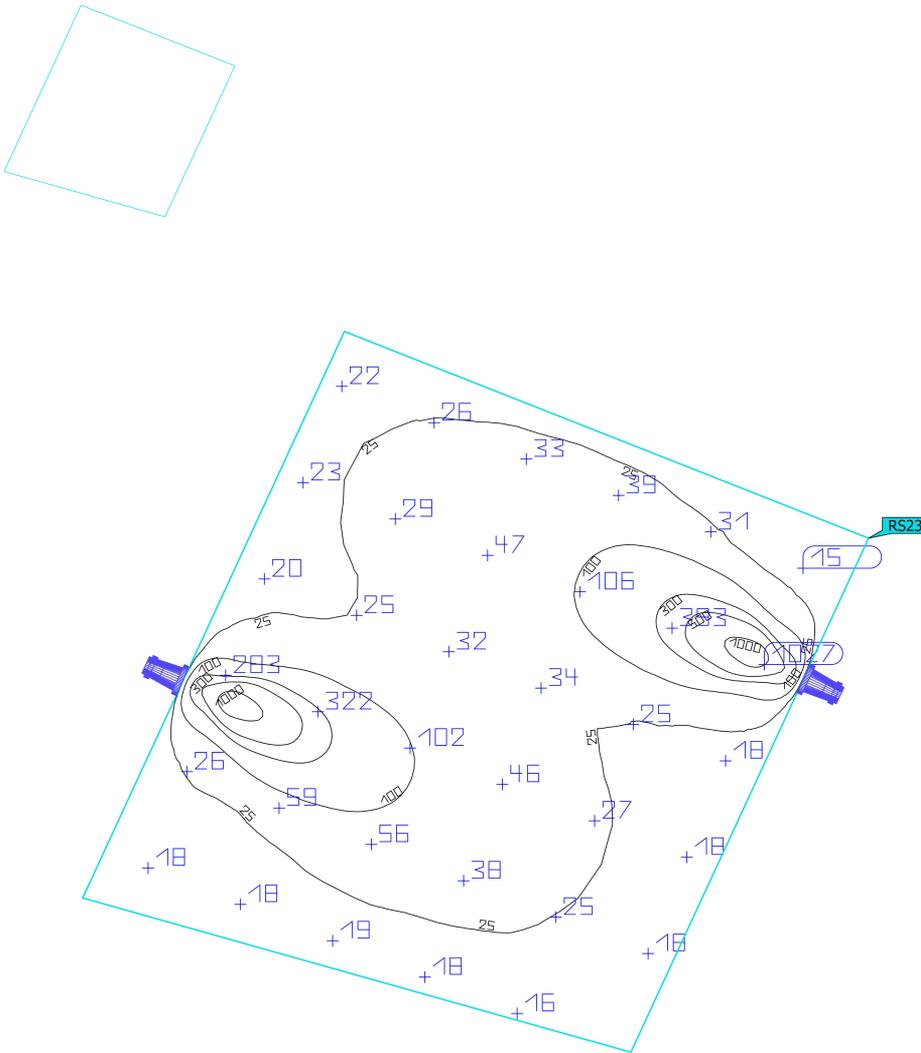
Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.



Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 50



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 50 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.320 m	72.8 lx	8.34 lx	1307 lx	0.11	0.006	RS23

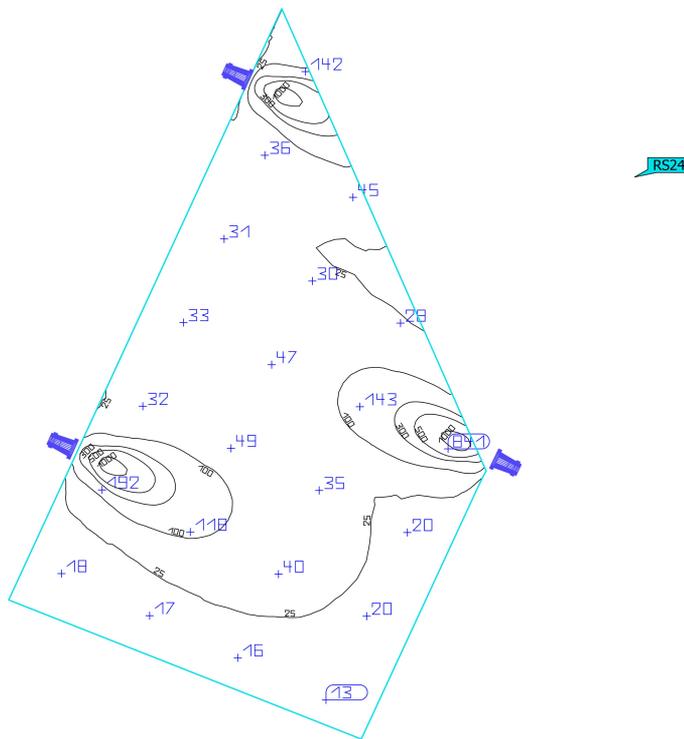
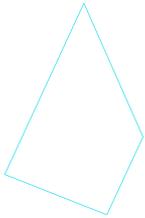
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Objeto de resultado de superficies 52



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Objeto de resultado de superficies 52 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.350 m	79.7 lx	11.6 lx	1265 lx	0.15	0.009	RS24

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

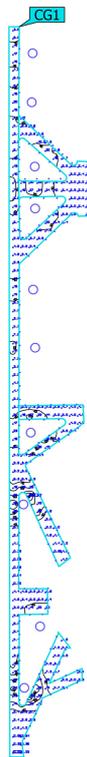
Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.



Terreno 1 (Escena de luz 1)

## Superficie de cálculo 20



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Superficie de cálculo 20 Intensidad lumínica horizontal Altura: 1.700 m	10.4 lx	0.22 lx	105 lx	0.021	0.002	CG1

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

Indicaciones para planificación:

El cálculo de los resultados se ha efectuado sin tomar en consideración objetos ni muebles. No se han determinado resultados en sus superficies.

## **Anexo 8. Presupuesto para la implementación de luminarias frente al Decanato**

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL AUTOMATIZADA PARA LA ENTRADA DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

### TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
	<b>PRELIMINARES</b>				
RUBRO - 001	CAJA DE PASO 20X20	U	1.00	44.92	44.92
RUBRO - 002	Conductor de cobre gemelo tipo TTU 2x16	M	50.00	0.78	39.00
RUBRO - 003	Conector GH 1-3P para conexión de luminarias	U	6.00	0.55	3.30
RUBRO - 004	Conductor de cobre gemelo tipo TTU 2x18	M	25.00	0.78	19.50
RUBRO - 005	Luminaria circular c/manguera LED, 3000k, 66 W	u	2.00	66.37	132.74
RUBRO - 006	Canalización con manguera de polietileno de 1/2"	M	50.00	0.91	45.50
RUBRO - 007	Luminaria tipo estaca p/piso, 3000k, 7W	u	6.00	13.03	78.18
RUBRO - 008	Luminaria led tipo poste 40 cm, 3000K, 15W	u	3.00	30.61	91.83
				<b>COSTO TOTAL</b>	<b>454.97</b>
<p><b>SON:</b> cuatrocientos cincuenta y cuatro dólares con noventa y siete centavos</p>					

**LENDER ALDAIR RIOS ARAUJO**  
**ESTUDIANTE**

## **Anexo 9. Certificación de la traducción al idioma inglés del resumen**

Loja, 10 de agosto de 2024

Lic. Karina Yajaira Martínez Luzuriaga

**LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN INGLÉS**

## **CERTIFICO:**

Yo, Karina Yajaira Martínez Luzuriaga con cédula de identidad Nro. 1104902679, **Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Inglés** por la Universidad Técnica Particular de Loja, con número de registro 1031-2022-2574017 en la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, señalo que el presente documento es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Titulación denominado **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL AUTOMATIZADA PARA LA ENTRADA DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**, elaborado por el Sr. Lender Aldair Rios Araujo, con cédula de identidad Nro. 0706214582, estudiante egresado de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Loja.



Firmado electrónicamente por:  
**KARINA YAJAIRA  
MARTINEZ LUZURIAGA**

Lic. Karina Yajaira Martínez Luzuriaga

C.I. 1104902679

REGISTRO SENESCYT N°: 1031-2022-2574017