

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
AUTOMÁTICA PARA EL CAMPUS ESFOT (ZONA 4)**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTROMECAÁNICA**

**GUANOTÁSIG YAGUANA LUIS HUMBERTO**

**luis.guanotasig@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: ING. PABLO ANDRÉS PROAÑO CHAMORRO**

**pablo.proano@epn.edu.ec**

**CODIRECTOR: ING. CARLOS ORLANDO ROMO HERRERA MSC.**

**carlos.romo@epn.edu.ec**

**Quito, Julio 2020**

## DECLARACIÓN

Yo, Guanotásig Yaguana Luis Humberto declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi auditoria; que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación -COESC-, soy titular de la obra en mención y otorgo una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional. Entregaré toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

Firma:



---

Luis Humberto Guanotásig Yaguana  
C.I: 1715996284  
Teléfono: 0981911295  
E-mail: luis.guanotasig@epn.edu.ec

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Luis Humberto Guanotásig Yaguana, bajo nuestra supervisión.



---

**Ing. Pablo Andrés Proaño Chamorro**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**Ing. Carlos Orlando Romo Herrera**  
**CODIRECTOR DEL PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco el apoyo incondicional de mi familia, que me ha brindado en este crecimiento profesional y los objetivos que hemos luchado por alcanzar en esta formación académica.

A nuestro director de proyecto el Ing. Pablo Proaño, por tener paciencia y orientarme en este año de estudio, dando las herramientas tecnológicas que ayudaron a este proyecto integrador y a nuestra vida profesional.

A los docentes de la ESFOT, por compartimos sus conocimientos técnicos y experiencias laborables en nuestra formación tecnológica en Electromecánica.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1. • Planteamiento del Problema. ....	1
1.2. • Justificación .....	1
1.3. • Objetivos .....	2
• General .....	2
• Específicos .....	2
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>3</b>
2.1. • Detalle de Procedimiento .....	3
<b>3.RESULTADO Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>5</b>
3.1. • Estudio de Condiciones y Requerimientos .....	5
• Condiciones actuales del sistema .....	5
• Diseño del sistema automático de iluminación .....	8
• Cálculo de luminarias para el proyecto.....	10
3.2. • Simulación Virtual Mediante Software DiaLux Evo .....	13
• Simulación en DiaLux (área de laboratorios).....	14
• Simulación en DiaLux (área de oficinas) .....	15
• Simulación en DiaLux (área Asociación de Tecnólogos).....	15
3.3. • Implementación del Sistema .....	16
• Cálculo de calibre del conductor eléctrico .....	17
• Selección del tipo de canalización.....	18
• Instalación de tubería Conduit.....	19
• Canalización del cable eléctrico .....	20
• Cálculo de corriente para dispositivos de protección.....	21
• Cálculo de consumo eléctrico .....	23
3.4. • Pruebas de Funcionamiento y Análisis de Resultados .....	23
• Medición de luxes .....	23
• Análisis de resultados .....	25
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>27</b>

4.1. • Conclusiones .....	27
4.2. • Recomendaciones .....	28
<b>5. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO A. PLANO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ZONA 4.....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXO B. DIAGRAMA UNIFILAR Y DE CONTROL.....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO C. INFORMES DIALUX.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO D: MANUAL DE OPERACIÓN.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO E: MANUAL DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>64</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Zona de Trabajo .....	5
<b>Figura 2.</b> Condiciones de Iluminación zona 4 .....	6
<b>Figura 3.</b> División de la zona 4.....	8
<b>Figura 4.</b> Área a Ser Iluminada .....	8
<b>Figura 5.</b> Poste en el Área de Laboratorios .....	9
<b>Figura 6.</b> Poste en el Área de Oficinas .....	9
<b>Figura 7.</b> Poste en el Área de Asociación de Tecnólogos .....	10
<b>Figura 8.</b> Luminaria Seleccionada .....	12
<b>Figura 9.</b> Distribución de Luminarias .....	13
<b>Figura 10.</b> Reflectores con Orientación de Enfoque (Área de Laboratorios) .....	14
<b>Figura 11.</b> Intensidad Lumínica (Área de Laboratorios .....	14
<b>Figura 12.</b> Reflectores con Orientación de Enfoque (Área de Oficinas) .....	15
<b>Figura 13.</b> Intensidad Lumínica (Área de Oficinas) .....	15
<b>Figura 14.</b> Reflectores con Orientación de Enfoque (Área Asociación de Tecnólogos)....	16
<b>Figura 15.</b> Intensidad Lumínica (Área Asociación de. Tecnólogos).....	16
<b>Figura 16.</b> Instalación de Tubo Conduit y Cajetín Galvanizados.....	17
<b>Figura 16.</b> Instalación de Tubo Conduit y Cajetín Galvanizados.....	19
<b>Figura 17.</b> Colocación de Luminarias.....	19
<b>Figura 18.</b> Diagrama de Cableado Eléctrico .....	20
<b>Figura 19.</b> Cableado Eléctrico y Nuevas Luminarias.....	20
<b>Figura 19.</b> Cableado Eléctrico y Nuevas Luminarias.....	21
<b>Figura 20.</b> Ubicación del Tablero de Control zona 4 .....	22
<b>Figura 21:</b> Dispositivo de Programación y Protección Eléctrica .....	23
<b>Figura 22.</b> Partes y Teclas del LUXÓMETRO .....	24
<b>Figura 23.</b> LUXÓMETRO MAVIJU WH1010B.....	24
<b>Figura 24:</b> Mediciones zona 4 Luminarias Apagadas .....	25
<b>Figura 25.</b> Mediciones zona 4, Luminarias Encendidas .....	25

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Niveles de Iluminación Recomendado .....	6
<b>Tabla 2.</b> Datos para Cálculo de Luminarias.....	10
<b>Tabla 3.</b> Cálculo de Coeficiente de Mantenimiento .....	11
<b>Tabla 4.</b> Especificaciones Generales de las Luminarias .....	12
<b>Tabla 5.</b> Tipos de Calibre para Cable Eléctrico .....	18
<b>Tabla 6:</b> Conductores Admisibles en Tuberías Conduit Metálica .....	18
<b>Tabla 7.</b> Dispositivos Incorporados al Tablero de Control zona 4.....	21
<b>Tabla 8.</b> Horarios Programados al Temporizador.....	22
<b>Tabla 9.</b> Lectura de Niveles de Iluminación en la zona 4 .....	25



## RESUMEN

El objetivo de este proyecto es renovar el sistema eléctrico de iluminación externo en la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) de la Escuela Politécnica Nacional, para el beneficio y confort de docentes, estudiantes y guardias de seguridad que transitan por áreas de circulación en el Campus en horarios nocturnos.

El presente proyecto se encuentra estructurado en cuatro capítulos distribuidos de la siguiente manera:

En el primer capítulo se toma en cuenta el estado del sistema de iluminación externo que utilizaba la ESFOT, además se menciona los objetivos y la justificación para ejecutar este proyecto.

En el segundo capítulo se lleva a cabo una explicación de la metodología y procesos metodológicos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto.

En el tercer capítulo se describe el proyecto del sistema eléctrico de iluminación externo que se implementó en el Campus ESFOT, con la ayuda del Software DiaLux se realizó la simulación de toda zona 4 iluminada, con el fin de comprobar si cumple la intensidad lumínica requerida para la instalación de los reflectores. Además, se explica que la implementación del sistema eléctrico de iluminación externo de la zona 4 se encuentra dividido en tres áreas para cubrir todos los espacios oscuros y por último se realizó las pruebas de funcionamiento, las cuales fueron verificadas en toda la zona 4.

Finalmente, en el cuarto capítulo se hace referencia a conclusiones y recomendaciones que se presentaron en la implementación e instalación eléctrica de este proyecto.

## ABSTRACT

The objective of this project is project is renewing the external electrical lighting system for Technologists Training School of the National Polytechnic School (ESFOT) to beneficiate and comfort to the teachers, students and security guards that they take care this area in this Campus in nocturnal schedules.

This project is structured in four chapters distributed as follows:

In the first chapter it is considered the lighting system that the ESFOT used, also we are mention the objectives and justifications to excuse the project.

In the second chapter we have an explanation of the methodological processes that have been used in the development of this project.

In the third chapter we have the lighting system project to will be replace to the antique external illumination, also with software DiaLux that it does the simulation of the design to check if this meets requirements to its installation for electrical lighting. Also, it is explained that the implementation of the external lighting electrical system of zone 4 is divide into three areas to cover all the dark areas and finally the functional tests are carried out, which were verified in all of zone 4

Finally, in the fourth chapter it refers to conclusions and recommendations that were presented in the implementation and electrical installation for this project.

# **1. INTRODUCCIÓN.**

## **1.1. Planteamiento del Problema.**

Una buena iluminación en lugares peatonales garantiza la visibilidad a los usuarios, reduciendo accidentes. También incide en la prevención de diversos delitos, aumentando el sentido de seguridad personal, así como de las aulas, oficinas y áreas recreativas. El servicio de alumbrado público es uno de los que mayor demanda la población, en virtud del crecimiento urbano y su relación directa con la imagen urbana y la seguridad pública. (de Buen R., Hernández P., & Navarrete B., 2016)

La Escuela de Formación de Tecnólogos, por donde transitan diariamente docentes, estudiantes y el personal de seguridad no tenía la condición adecuada de iluminación en horarios nocturnos, dando lugar a un estado de inseguridad en las personas, lo que es peor podría ocasionar accidentes.

El sistema de iluminación externo de las áreas recreativas y áreas peatonales de la Escuela de Formación de Tecnólogos no funcionaban, debido a fallas eléctricas, falta de mantenimiento y finalizó su vida útil.

Por estos motivos se realizó la implementación de un sistema eléctrico de iluminación en el Campus ESFOT para la zona 4, teniendo en cuenta que la luz artificial implementada en otras zonas de la Escuela Politécnica Nacional ha beneficiado a las personas que utilizan las instalaciones por la noche.

## **1.2. Justificación.**

Al implementar un sistema eléctrico de iluminación externo en el Campus ESFOT se cuenta con luz artificial en diferentes áreas recreativas, dando seguridad y confort para los docentes, estudiantes y guardias de seguridad que laboran en horarios nocturnos con la finalidad que puedan transitar fácilmente a las aulas, oficinas o lugares de trabajo.

Se instalaron reflectores tipo LED (light-emitting diode), que garantizan los niveles de iluminación adecuados en espacios descubiertos, tales como: áreas recreativas y vías públicas en el Campus ESFOT, teniendo en cuenta que los beneficios de las luminarias son: ahorro energético, mayor eficiencia lumínica, menos contaminantes, entre otras.

Al instalar el sistema de iluminación en la zona 4, se estableció los tiempos mínimos necesarios de iluminación para el desarrollo de actividades que tiene lugar en las áreas recreativas del Campus ESFOT, sin olvidar la seguridad y comodidad de los estudiantes y

docentes, llevando a cabo una programación automática de las luminarias por medio de un temporizador.

### **1.3. Objetivos.**

#### **▪ General.**

Implementar un sistema de iluminación automático para el campus ESFOT (zona 4).

#### **▪ Específicos.**

Los objetivos específicos que se desarrollaron son los siguientes:

- Realizar un estudio de condiciones y requerimientos del sistema de iluminación.
- Implementar el sistema de iluminación.
- Implementar el sistema de control automático.
- Realizar las pruebas y análisis del sistema de iluminación.
- Elaborar un manual de operación y mantenimiento.

## **2. METODOLOGÍA.**

El desarrollo del presente proyecto se lo realizó de acuerdo con una investigación exploratoria, el cual está basada en la información que se obtuvo de las personas que trabajan y estudian en el Campus ESFOT, mencionando la falta de iluminación artificial en horas de la noche.

Para la implementación del sistema de iluminación automático se empleó el criterio de Investigación aplicada, la cual se desarrolla en el planteamiento del problema y la solución basados en la utilización de conocimientos técnicos adquiridos a lo largo de toda la carrera académica.

### **2.1. Detalle de Procedimiento.**

Se verificó las condiciones en las que se encontraba el sistema de iluminación externo en el Campus ESFOT, en el cual se determinó que no estaba en funcionamiento. Por lo tanto, se retiró todo el material de iluminación dañado para reciclarlos.

Se realizaron cálculos de corriente, voltaje y potencia del sistema de iluminación, con los resultados obtenidos se determinaron el consumo de energía eléctrica y el calibre de los conductores.

El cableado eléctrico, al estar expuesto a la intemperie está protegido por tubos Conduit en toda la zona 4. Para los reflectores se tuvo en cuenta el grado de protección IP de acuerdo con la Norma Internacional CEI 60529. Se dimensionaron los luxes por área para evitar espacios oscuros.

Los reflectores se encienden por medio de un temporizador y el encendido automático está por la mañana entre las 04h00 a 06h00y por las noches entre las 18h00 a 22h00, colaborando al ahorro energético y evitando la contaminación lumínica.

Se realizó el respectivo plano esquemático en el programa AUTOCAD toda el área de la zona 4 para distribuir los reflectores y hacer los planos eléctricos de conexión.

Se utilizó el programa Dialux Evo 7, para los cálculos de los niveles de iluminación adecuados en las áreas oscuras y determinar el tipo de reflector que para el proyecto de iluminación en la zona 4. Además, se comprobó que los reflectores seleccionados para Campus ESFOT permiten un ambiente seguro y agradable.

Se implementó el diseño de iluminación externo, de acuerdo con el plano eléctrico y la simulación del programa DiaLux, que comprenden el total de reflectores a utilizar, el cableado eléctrico, un tablero de control y la conexión eléctrica a la red principal.

Los reflectores tienen las opciones de una conexión eléctrica tanto a 120 (V) como a 220 (V). Sin embargo, se eligió una conexión bifásica con el fin de reducir la corriente eléctrica producida por la cantidad de reflectores instalados en la zona 4.

Después de haber instalado los reflectores junto con el cableado eléctrico y el tablero de control, se procedió a las pruebas de funcionamiento del sistema de iluminación, comparándolos con la simulación realizada en el programa Dialux. Mediante el uso de un luxómetro se hizo la medición de los niveles de iluminación en distintos puntos de la zona 4.

Para la elaboración del manual de operación y mantenimiento se presentan el diagrama unifilar, plano eléctrico del sistema de iluminación automático, cronograma de mantenimiento preventivo y correctivo, manual de programación del temporizador y manual del sistema de iluminación

### 3. RESULTADO Y DISCUSIÓN.

El proyecto de iluminación automático en el Campus ESFOT fue implementado por un grupo de estudiantes que culminaron sus estudios en la carrera de Electromecánica, el proyecto se lo dividió en cinco zonas y el objetivo principal es instalar una iluminación adecuada en la zona 4 como se indica en la Figura 1.

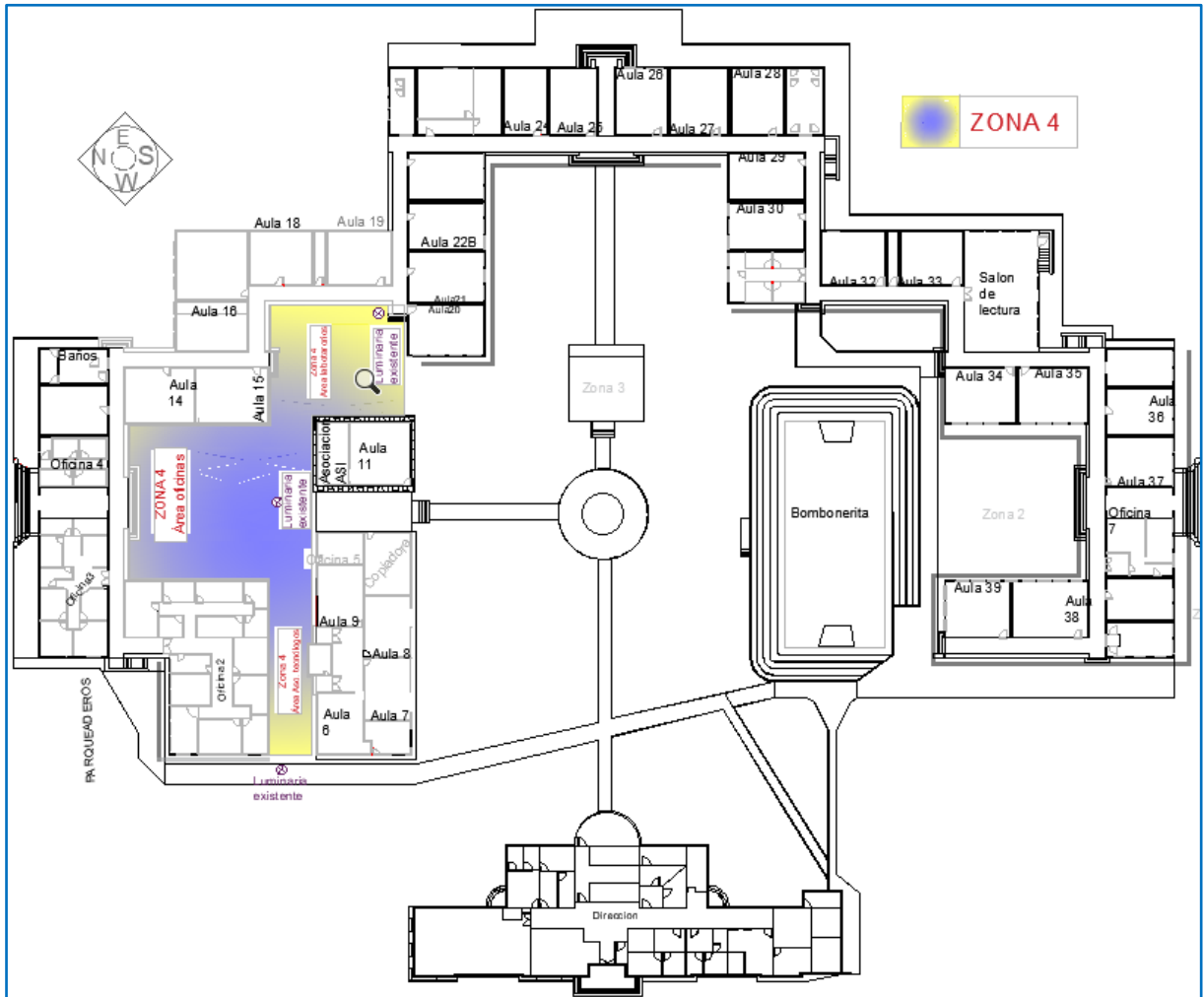


Figura 1. Zona de trabajo

Fuente. (Propia)

#### 3.1. Estudio de Condiciones y Requerimientos.

- **Condiciones actuales del sistema**

Al revisar el espacio que comprende la zona 4, se determinó que las luminarias de los postes (ver Figura 2) no cubren todas las áreas de la zona 4, para transitar a diferentes lugares del Campus ESFOT.



**Figura 2.** Condiciones de iluminación zona 4

**Fuente.** (Propia)

Los niveles de iluminación recomendados para el presente proyecto dependen de las actividades que se realizan en la zona 4 en horas de la noche, como tránsito en el Campus ESFOT del personal docente, estudiantes y guardias de seguridad.

Por lo tanto, es necesario utilizar tablas técnicas con referencia de niveles mínimos de iluminación para que las personas puedan desempeñar varias labores con seguridad y sin daño a la visión humana.

Los niveles de iluminación se las tomarán en consideración mediante la Tabla 1.

**Tabla 1.** Niveles de Iluminación Recomendado

TAREAS Y CLASES DE LOCAL	Luminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
<b>ZONAS GENERALES DE EDIFICIOS</b>			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos.	100	150	200
<b>CENTROS DOCENTES</b>			
Aulas, laboratorios.	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
<b>OFICINAS</b>			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias.	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación.	500	750	1000
<b>COMERCIOS</b>			
Comercio tradicional	300	500	750



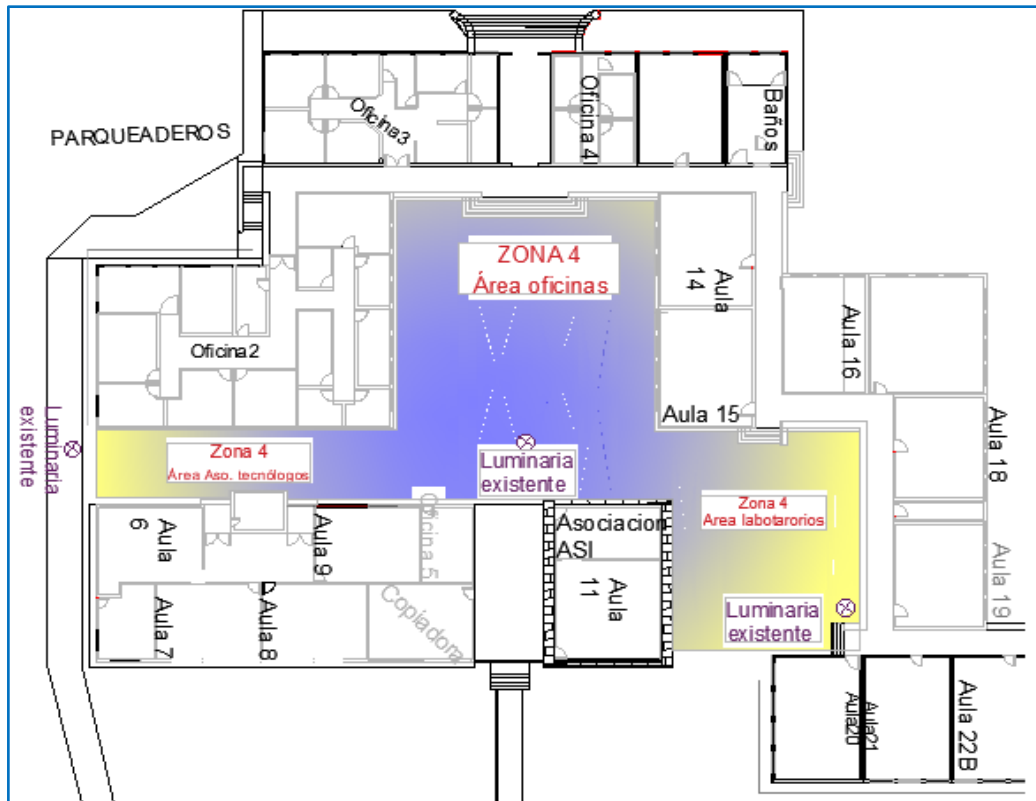
Grandes superficies, supermercados, salones de muestra.	500	750	1000
<b>INDUSTRIA (EN GENERAL)</b>			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
<b>VIVIENDAS</b>			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

**Fuente.** (García Fernández & Boix Aragonés, 2018)

De la Tabla 1, los niveles de iluminación para las zonas de circulación indican las luminancias desde 50 (lux) hasta 100 (lux) para dar un ambiente de iluminación adecuado en la zona 4.

La zona 4 al distribuirse en diferentes partes del Campus ESFOT, fue dividida en tres áreas: área de laboratorios, área de oficinas y área de Asociación de Tecnólogos, como indica la Figura 3.

El objetivo de separar la zona 4 en tres áreas independientes, es distribuir los reflectores uniformemente y de forma que la iluminación sea la adecuada.

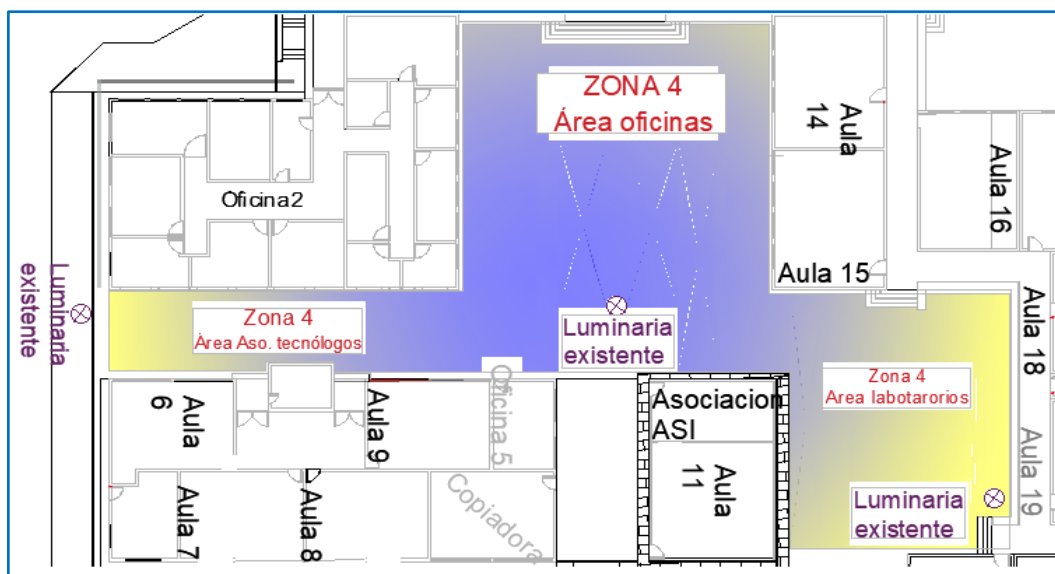


**Figura 3.** División de la zona 4

**Fuente.** (Propia)

- **Diseño del sistema automático de iluminación.**

La zona 4 comprende desde el aula ET-19 hasta el centro de recreación y cultura (Asociación de Tecnólogos) que cubre el área de 783 (m<sup>2</sup>) para el cálculo de luminarias, como se indica en la Figura 4.



**Figura 4.** Área para iluminar.

**Fuente.** (Propia)

En el área de laboratorios está colocado un poste de 11 (m) de altura, con una luminaria de 9600 (lm) y 20 (W), la cual se enciende automáticamente por una fotocelda y se encuentra ubicada en la parte lateral del área como se indica en la Figura 5.



**Figura 5.** Poste en el área de laboratorios.

**Fuente.** (Propia)

En el área de oficinas existe un poste de 11 (m) de altura, con dos luminarias (una averiada) y está ubicado en la parte central como se indica en la Figura 6.



**Figura 6.** Poste en el área de oficinas

**Fuente.** (Propia)

En el área de Asociación de Tecnólogos existe un poste de 11 (m) de altura, una luminaria y está ubicado en la parte lateral como se indica en la Figura 7.



**Figura 7.** Poste en el área de Asociación de Tecnólogos

**Fuente.** (Propia)

- **Cálculo de luminarias para el proyecto.**

- a. **Datos del área por iluminar.**

En la Tabla 2 se especifican los datos principales para la ubicación e instalación de las luminarias.

**Tabla 2.** Datos para Cálculo de Luminarias

Altura de montaje	3.7 (m)
$h'$ = Altura de trabajo (luminosidad desde el suelo)	0 (m)
Nivel de iluminación mínima (Tabla 1)	50 (lux)
$H$ = Altura sobre plano de trabajo	3,7 (m)
$S$ = Superficie del espacio	783 (m <sup>2</sup> )

**Fuente.** (Propia)

- b. **Coeficiente de utilización (CU).**

El coeficiente de utilización da una relación entre el número de lúmenes que emite el reflector y los que llegan al plano ideal de trabajo, por lo general las casas comerciales de fabricación de lámparas proporcionan tablas de coeficientes de utilización de cada lámpara en su página web. (Giménez, Antón, Villa, & María, 2017)

El fabricante determina el valor medio entre los alumbrados de tipo ambiental y funcional, el cual proporciona el valor de:  $CU = 0,7$ . ("Proyectores Floodlight LED," 2019)

### c. Coeficiente de mantenimiento (Cm)

El coeficiente de mantenimiento representa entre el flujo de luz del reflector y el grado de limpieza. Además, depende también del grado de suciedad ambiental externa y la limpieza de las áreas externas.

Al ser reflectores nuevos se seleccionó el siguiente valor de la Tabla 3.

**Tabla 3.** Cálculo de Coeficiente de Mantenimiento

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (Cm)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

**Fuente.** (Giménez et al., 2015)

### d. Cálculo del Flujo Luminoso (Fl).

Es la potencia luminosa del reflector o el brillo que es emitido por una fuente de luz, su unidad de medida es el "Lumen".(Giménez et al., n.d.)

$$Fl = \frac{E \cdot S}{CU \cdot Cm} \quad \text{Ec. 1}$$

$$Fl = \frac{50 \cdot 783}{0,7 \cdot 0,8} = 69910,71 \text{ (lm)} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

**Fl** = Flujo de lúmenes necesarios para iluminación del área (lm).

**E** = Nivel de iluminación (lux), mínima seleccionada en la Tabla 1.

**S** = Superficie a ser iluminada (m<sup>2</sup>).

**CU** = Coeficiente de utilización.

**Cm** = Coeficiente de mantenimiento.

### e. Selección del tipo de luminarias.

Las luminarias seleccionadas son reflectores tipo LED que son de diseño compacto y es ideal para lugares externos, cumplen con la luminosidad para cubrir las áreas oscuras del Campus ESFOT. Además, se las pueden encontrar en el mercado local fácilmente en caso de reemplazarlas (ver Figura 8).



**Figura 8.** Luminaria seleccionada

**Fuente.** (Propia)

Los reflectores instalados son de grado de protección IP65 los cuales están adecuados para evitar la filtración de agua y polvo, además su vidrio es templado esmerilado antirreflejante para evitar deslumbramientos a las personas que transitan por las áreas peatonales y recreativas del Campus ESFOT. En el mercado se lo encuentra como reflector Led Ledvance Floodlight 50 (W) 3000 (K) y con las especificaciones generales detalladas en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Especificaciones Generales de las Luminarias.

Fabricante	OSRAM
Descripción	LEDVANCE FLOODLIGHT 3000 (K)
Número de catálogo	-
Cantidad por lámpara (und)	1
Largo (mm)	216,0
Ancho (mm)	187,5
Alto (mm)	62,0
Tipo de protección	IP65
Luminosidad Inicial (lm)	4500
Coefficiente de utilización	0,8 %
Tensión nominal (V)	120...240
Potencia Nominal (W)	50,00

**Fuente.** ("Proyectores Floodlight LED," 2019)

**f. Cantidad de luminarias requeridas.**

Una vez calculado el flujo luminoso utilizando la Ecuación 2, junto con la luminosidad inicial de la luminaria escogida (ver Tabla 4), se calculó la cantidad de reflectores necesarios para toda la zona 4 utilizando la Ecuación 3.

$$\# \text{ Luminarias} = \frac{FI}{LI} \quad \text{Ec. 3}$$

$$\# \text{ Luminarias} = \frac{69910,71 \text{ (lm)}}{4500 \text{ (lm)}} \approx 15,53 = 16 \text{ (und)} \quad \text{Ec. 4}$$

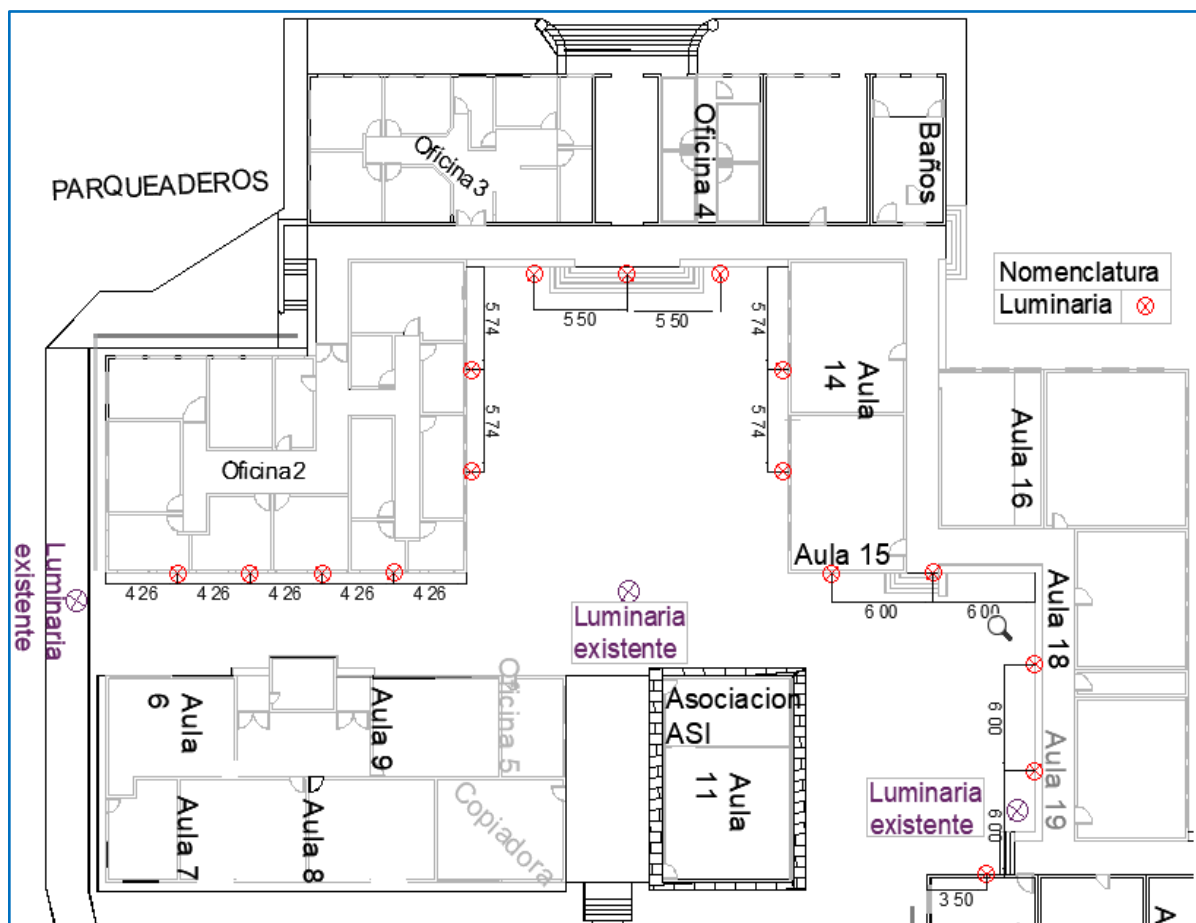
Donde:

**# Luminarias** = Número de luminarias necesarias para el área (und)

**FI** = Flujo de lúmenes necesarios para iluminación del área (lm).

**LI** = Luminosidad inicial de la luminaria escogida (lm).

En la zona 4 se instalaron 16 lámparas repartidas uniformemente como se muestra en la Figura 9.



**Figura 9.** Distribución de luminarias

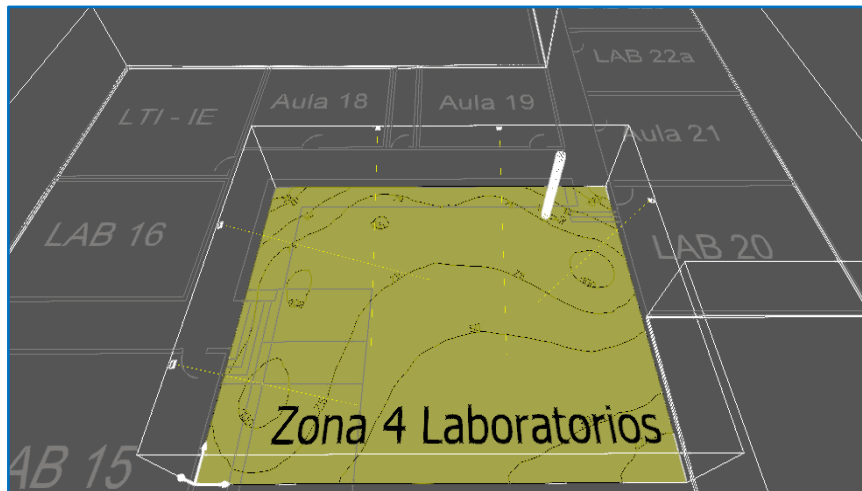
Fuente. (Propia)

### 3.2. Simulación Virtual Mediante Software DiaLux Evo.

Se ubicaron los reflectores en el plano desarrollado en AutoCad, de acuerdo con el número de luminarias calculadas anteriormente y con la ayuda del programa DiaLux Evo, se realizó su respectiva simulación y se comprobó si las luminarias emiten los lúmenes adecuados para las tres áreas de la zona 4.

- **Simulación en DiaLux (área de laboratorios).**

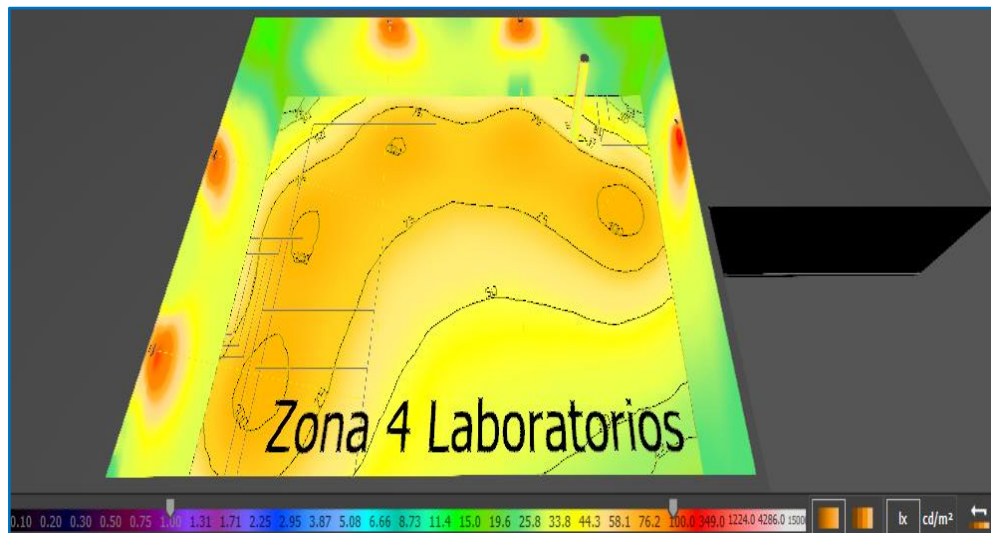
Se distribuyeron 5 reflectores en el área de laboratorios a una altura de 3,7 (m) y con el programa DiaLux se hizo una orientación de enfoque para su correcta ubicación. como indica la Figura 10.



**Figura 10.** Reflectores con orientación de enfoque (área de laboratorios)

**Fuente.** (Propia)

Con la ayuda del programa DiaLux se realizó la simulación para comprobar si la intensidad lumínica está dentro de los rangos de los niveles de iluminación recomendados para zonas de circulación como muestra en la Figura 11.



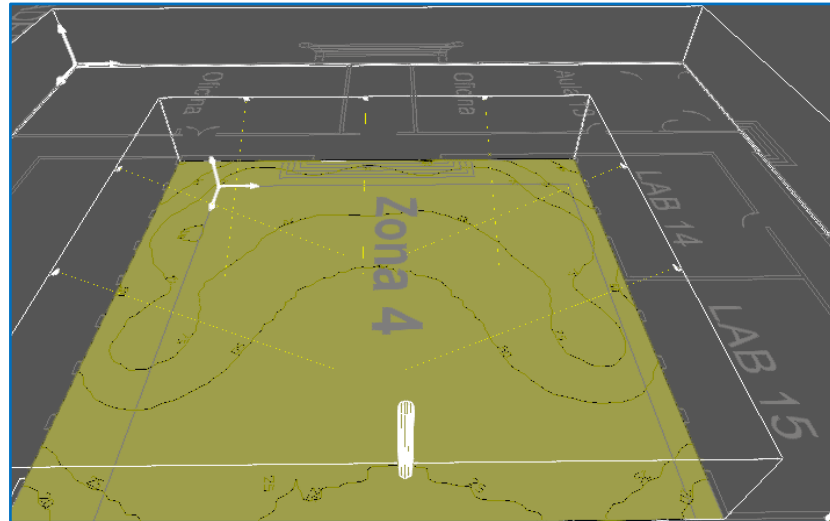
**Figura 11.** Intensidad lumínica (área de laboratorios)

**Fuente.** (Propia)



- **Simulación en DiaLux (área de oficinas).**

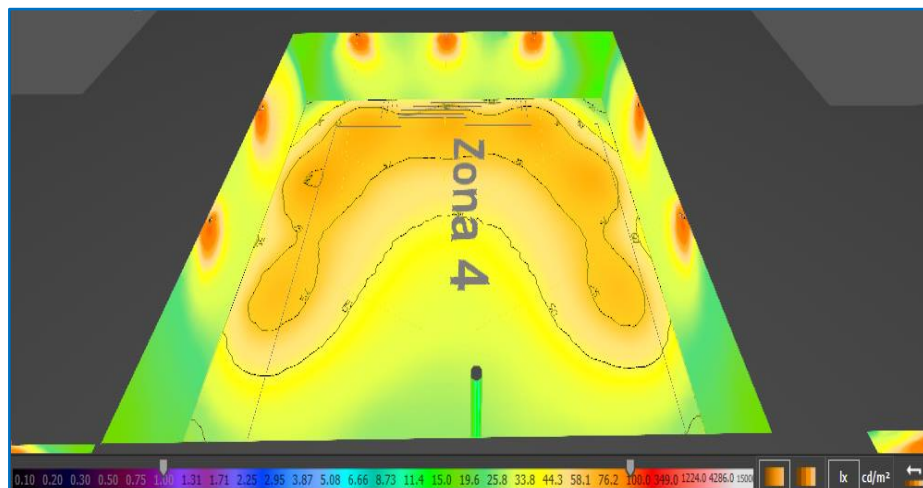
En el área de oficinas se distribuyeron 7 reflectores como muestra la Figura 12, con una altura de 3,7 (m) y su orientación de enfoque se lo realizó nuevamente con el programa DiaLux para su ubicación óptima.



**Figura 12.** Reflectores con orientación de enfoque (área de oficinas)

**Fuente.** (Propia)

Se realizó la simulación en el programa DiaLux en el área de oficinas y se comprobó que la intensidad lumínica está dentro del rango de iluminación recomendado como se muestra en la Figura 13.

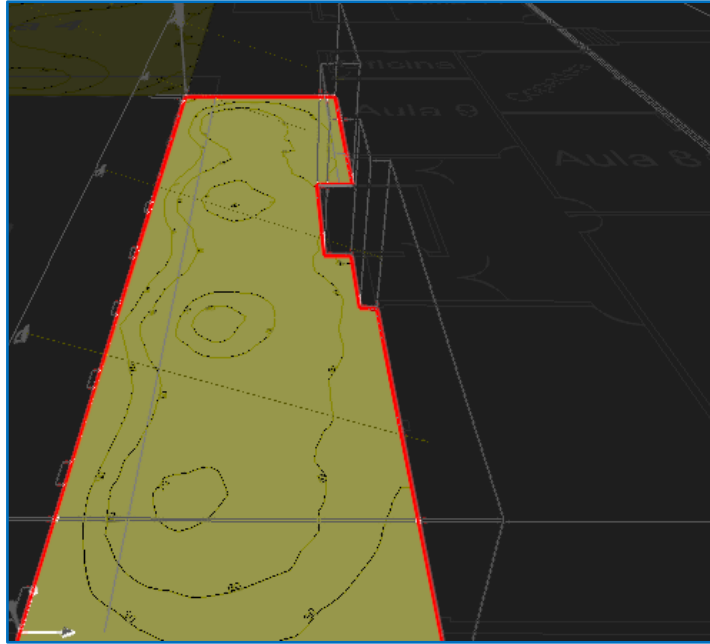


**Figura 13.** Intensidad lumínica (área de oficinas)

**Fuente.** (Propia)

- **Simulación en DiaLux (área Asociación de Tecnólogos)**

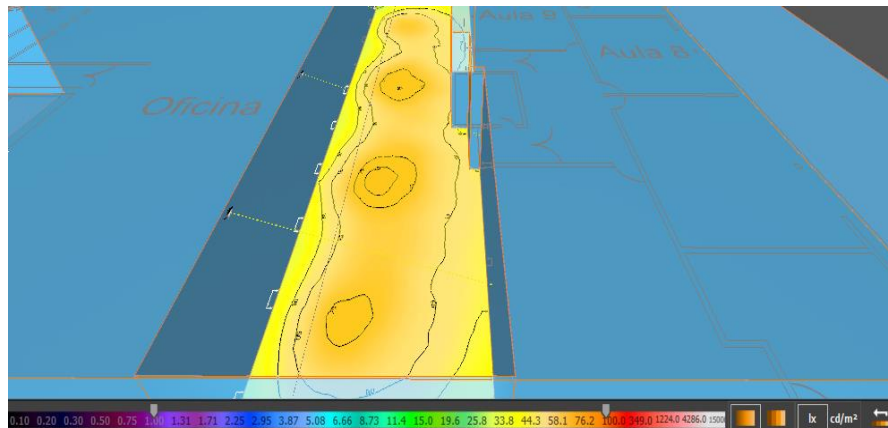
En el área de Asociación de Tecnólogos se distribuyeron 4 reflectores para la orientación de enfoque con el programa DiaLux (ver Figura 14)



**Figura 14.** Reflectores con orientación de enfoque (área Asociación de Tecnólogos)

**Fuente.** (Propia)

En la simulación desarrollada en el programa DiaLux para el área de Asociación de Tecnólogos (ver Figura 15), se determinó la intensidad lumínica está dentro del rango de iluminación recomendado.



**Figura 15.** Intensidad lumínica (área Asociación de Tecnólogos)

**Fuente.** (Propia)

### 3.3. Implementación del Sistema.

Después de cumplir con los requerimientos del sistema de iluminación, se realizó el cálculo de los conductores eléctricos con las respectivas protecciones eléctricas para la zona 4. Además, se determinó el tipo de canalización para los cables eléctricos ya que se encuentran ubicados en las áreas externas del Campus ESFOT.

- **Cálculo de calibre del conductor eléctrico.**

Para determinar el calibre del conductor, se tomó en cuenta la potencia máxima posible que pueden alcanzar los reflectores LEDVANCE OSRAM (ver Figura 16).



**Figura 16.** Máxima potencia posible del reflector.

**Fuente.** (Catálogo LEDVANCE OSRAM)

Además, se determinó el total de luminarias instaladas en la zona 4 multiplicado por la potencia máxima posible alcanzada del reflector mencionado anteriormente sobre el voltaje conectado al sistema eléctrico de iluminación.

$$I_{\max} = \frac{C_{lu} \cdot P_{lu}}{V} \quad \text{Ec. 5}$$

$$I_{\max} = \frac{16 \text{ (und)} \cdot 225 \text{ (W)}}{220 \text{ (V)}} = 16,4 \text{ (A)} \quad \text{Ec. 6}$$

**I máx.**= Corriente máxima (A).

**C<sub>lu</sub>** = Cantidad de luminarias calculadas para la zona 4 por unidad (und).

**P<sub>lu</sub>** = Potencia máxima posible por luminaria (W).

**V** = Voltaje nominal.

Con la corriente máxima calculada anteriormente, se determinó el calibre del conductor eléctrico por medio de tablas técnicas (Colombiano, Técnicas, Certificación, & De, 2016), que indican los tipos de cables a utilizar de acuerdo con el flujo eléctrico que circula por el cable eléctrico, se toma la Tabla 5 para la selección del conductor.

**Tabla 5.** Tipos de Calibre para Cable Eléctrico.

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos Conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre	
	(mm) <sup>2</sup>	(AWG) o (kcmil)	(mm) <sup>2</sup>	(AWG) o (kcmil)
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8

**Fuente.** (Colombiano, Técnicas, Certificación, & De, 2016)

Se determinó el cable eléctrico de calibre # 12 (AWG) por transportar una corriente nominal de hasta 20 (A). Además, el conductor soporta la temperatura de operación y no daña su aislamiento.

- **Selección del tipo de canalización.**

Para la canalización de los cables, se escogió el tubo Conduit, respecto al calibre del conductor eléctrico señalado en la Tabla 5, el cual se escogió en función de la cantidad de cables eléctricos que pasan por el tubo Conduit como indica la Tabla 6.

**Tabla 6:** Conductores Admisibles en Tuberías Conduit Metálica

CALIBRE AWG	DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO CONDUIT (Pulgadas, mm)									
	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
	13	19	25	32	38	51	64	76	89	102
14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81

4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44

**Fuente.** (Componentes de las Instalaciones Eléctricas, 2018)

La opción de una tubería metálica galvanizada de ½ pulgada como indica en la Tabla 6 es la más adecuada, indica que se puede canalizar hasta 6 conductores eléctricos de calibre # 12 (AWG) de una forma amplia en toda la instalación eléctrica de iluminación en la zona 4.

- **Instalación de tubería Conduit.**

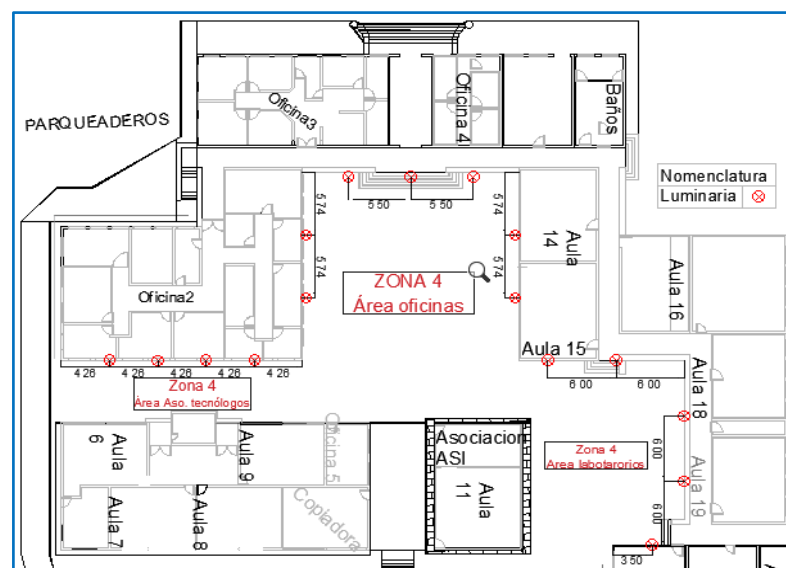
La parte externa de la zona 4 en el Campus ESFOT tiene el tumbado con acabados de madera (ver Figura 17), en el cual se instaló la tubería tipo Conduit de ½ pulgada junto con uniones, acoples, abrazaderas y cajetines rectangulares de metal galvanizado para evitar su oxidación.



**Figura 17.** Instalación de tubo conduit y cajetín galvanizados.

**Fuente.** (Propia)

La instalación de la tubería Conduit junto con los cajetines rectangulares metálicos galvanizados se realizó en base al plano de distribución de las luminarias que se indica a lo largo de toda la zona 4 como muestra la Figura 18.



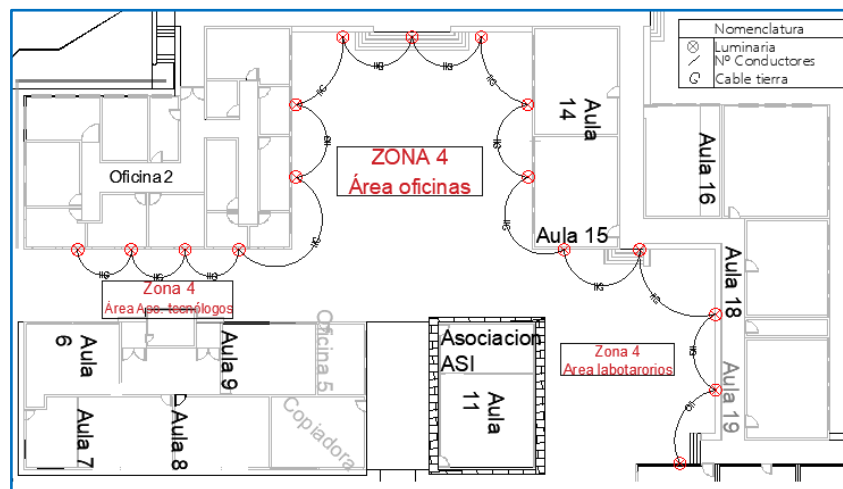
**Figura 18.** Colocación de luminarias.

**Fuente.** (Propia)

- **Canalización del cable eléctrico.**

Para la canalización de los cables eléctricos por los tubos Conduit se utilizaron tres conductores # 12 (AWG). Además, los cables están instalados de acuerdo con el código de colores para cables eléctricos, el cable verde para la conexión a tierra, el cable rojo y el cable negro para cada fase.

Son cables eléctricos de cobre y de varios hilos para ser más flexibles al momento de la canalización dentro de los tubos Conduit. La instalación de los conductores eléctricos más la ubicación de cada de luminaria se observa en la Figura 19.



**Figura 19.** Diagrama de cableado eléctrico zona 4.

**Fuente.** (Propia)

Una vez canalizada la tubería Conduit con cables eléctricos # 12 (AWG) e instalados los cajetines metálicos, se instalaron las nuevas luminarias al tumbado como se indica en la Figura 20. Además, la conexión de las luminarias se lo realizó de la siguiente forma: el cable rojo al cable marrón, el cable negro al cable azul y el cable verde al cable verde-amarillo de cada luminaria para el funcionamiento a 220 (V).



**Figura 20.** Cableado Eléctrico y Nuevas Luminarias.

**Fuente.** (Propia)

▪ **Cálculo de corriente para dispositivos de protección.**

Para la protección del sistema de iluminación, se calcula la corriente nominal que pasa por el sistema, el cual se obtiene con los valores nominales del voltaje como la potencia total del circuito eléctrico.

$$I_n = \frac{\text{Potencia activa (W)}}{\text{Voltaje nominal (V)} \cdot \text{Factor de potencia}} \quad \text{Ec. 6}$$

$$I_n = \frac{800 \text{ (W)}}{220 \text{ (V)} \cdot \cos(0.9)} = 3,6 \text{ (A)} \quad \text{Ec. 7}$$

**I máx.**= Corriente nominal (A).

**P** = Potencia nominal activa (W).

**V** = Voltaje nominal.

Como podemos ver en la Figura 21, la lectura de la corriente tomada con la pinza amperimétrica se relaciona con respecto a lo calculado en la Ecuación 7.



**Figura 21.** Medición de corriente zona 4.

**Fuente.** (Propia)

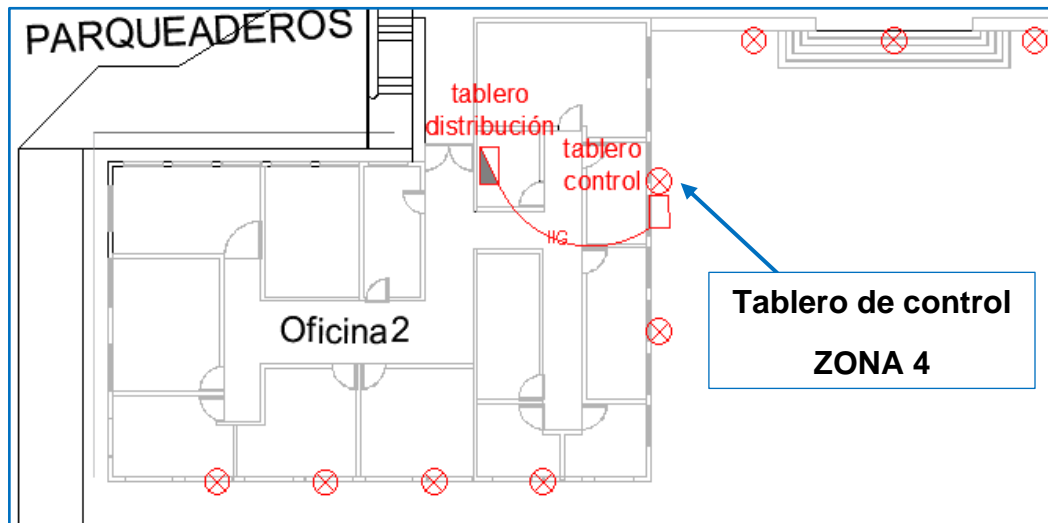
Para que el sistema de iluminación en la zona 4 funcione de forma automática, se implementó un tablero de control que consta de los siguientes dispositivos descritos en la Tabla 7:

**Tabla 7.** Dispositivos Incorporados al Tablero de Control zona 4

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Breaker bipolar 1 polos, 6 (A)	2 und
Temporizador digital 15 (A), 220 (V)	1 und
Porta fusible 10 (A) 110(V)	1 und
Relé electromecánico 16 (A), 220 (V)	1 und

**Fuente.** (Propia)

El tablero de control se lo instaló bajo cubierta y en la parte superior de una de las paredes de la oficina N°2 de los profesores del Campus ESFOT como indica en la Figura 22.



**Figura 22.** Ubicación del Tablero de Control zona 4.

**Fuente.** (Propia)

Los reflectores están conectados a un voltaje de 220 (V), con un temporizador digital para la programación diaria de encendido y apagado de las mismas, con el objetivo de tener un bajo consumo de energía eléctrica y alargar la vida útil de los reflectores. El temporizador tiene la programación que indica en la Tabla 8.

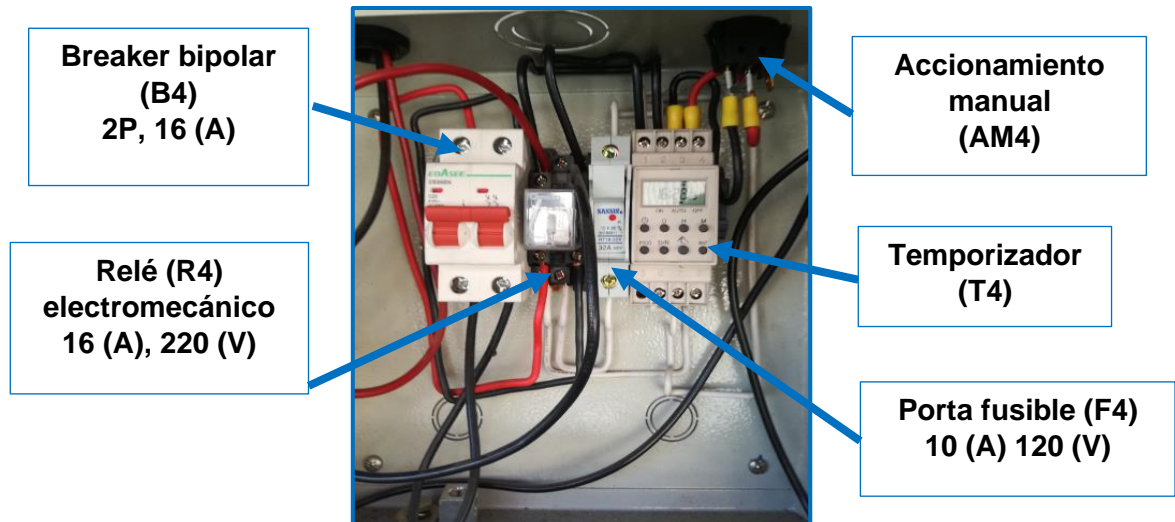
**Tabla 8.** Horarios Programados al Temporizador.

Lunes a Domingo	Horas
MAÑANA	04:00 hasta 06:00
NOCHE	18:30 hasta 22:00

**Fuente.** (Propia)

El temporizador se seleccionó de acuerdo con el voltaje que funciona el sistema de iluminación 220 (V). Además, se instalaron los sistemas de protección eléctrico en el interior del tablero de control como indica la Figura 23.





**Figura 23:** Dispositivo de Programación y Protección Eléctrica

Fuente: Propia

- **Cálculo de consumo eléctrico.**

Para el cálculo de consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona 4, se tomó en cuenta el intervalo de tiempo encendido de las luminarias que se menciona en la Tabla 8.

**Datos:**

Funcionamiento de luminarias (mañana) = 2 horas.

Funcionamiento de luminarias (noche) = 3 horas 30 minutos.

Potencia por luminaria = 0,05 (kW).

Cantidad de luminarias = 16 (und).

$$\text{Consumo Mensual} = 16 \text{ (und)} \cdot 0,05 \text{ (kW)} \cdot (\text{N}^{\circ} \text{ horas}) \cdot (\text{N}^{\circ} \text{ días}) \quad \text{Ec. 8}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 16 \text{ (und)} \cdot 0,05 \text{ (kW)} \cdot 5,5 \text{ (h)} \cdot 30 \text{ (días)} \quad \text{Ec. 9}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 132,5 \text{ (kWh)}$$

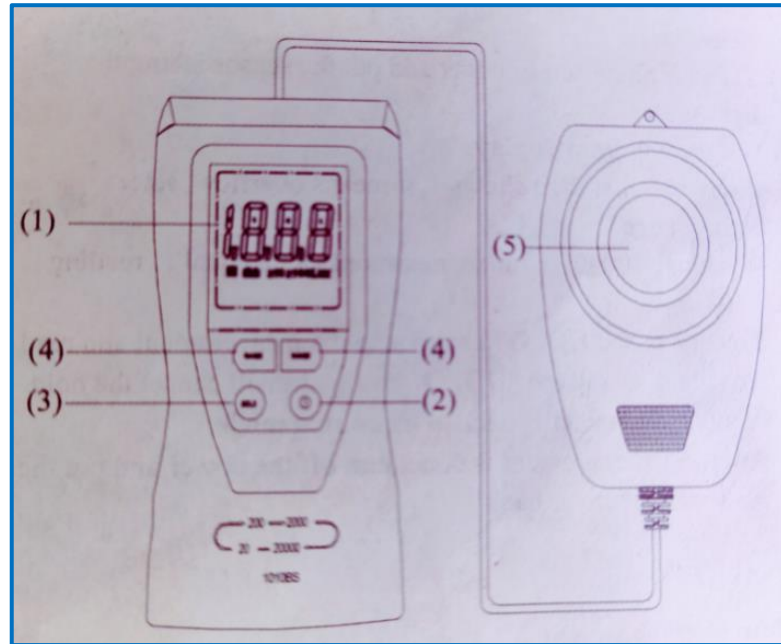
### 3.4. Pruebas de Funcionamiento y Análisis de Resultados.

Las pruebas de funcionamiento del sistema de iluminación, se realizaron con el fin de comprobar si la cantidad de luxes corresponden a la simulación que se realizó anteriormente en el software DiaLux. Además, se revisaron las conexiones realizadas con los reflectores y los cables eléctricos, para garantizar el buen funcionamiento del sistema eléctrico.

- **Medición de luxes.**

Para la medición de cantidad de luxes por cada luminaria instalada se utilizó un instrumento de medición digital llamado LUXÓMETRO de marca Maviju (WH1010B), el cual permite hacer

la medición instantánea de la luminancia real de un ambiente o área determinada. Las partes principales y teclas de función se muestran en la Figura 24.



**Figura 24.** Partes y Teclas del LUXÓMETRO

**Fuente.** (Propia)

- (1) Pantalla.
- (2) Botón de encendido.
- (3) Botón de pausa de lectura lumínica.
- (4) Botones de rango 200/2000/20000/200000.
- (5) Fotosensor.

El LUXÓMETRO digital WH1010B (Figura 25), maneja diferentes rangos de lectura ajustables. El dispositivo fue programado de acuerdo con la distancia que se mide con relación al reflector y con la cantidad de luxes que emite la lámpara.



**Figura 25.** LUXÓMETRO MAVIJU WH1010B

**Fuente.** (Propia)

- **Análisis de resultados.**

Con los reflectores apagados y en horas de la noche, se procedió a la lectura de datos con el Luxómetro en varias partes de la zona 4 (ver Tabla 9); a pesar de tener iluminación de los postes, se obtuvo una medición inferior a las recomendadas, como indica en la Figura 26.



**Figura 26:** Mediciones zona 4 con Luminarias Apagadas.

**Fuente.** (Propia)

Al momento de tomar las lecturas de los luxes con los reflectores encendidos como se indica en la Figura 27, se obtuvo un aumento en la intensidad lumínica en más del 100 %.



**Figura 27.** Mediciones Zona 4, Luminarias Encendidas

**Fuente:** Propia

Las lecturas registradas en varios puntos de la zona 4 con el Luxómetro se los ven reflejados en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Lectura de Niveles de Iluminación en la zona 4

<b>N.º del Reflector</b>	<b>Ubicación del reflector</b>	<b>Reflectores apagados</b>	<b>Reflectores encendidos</b>
1	Área 1	0,6 lux	99,3 lux
2	Área 1	1,5 lux	94,1 lux
3	Área 1	2,4 lux	89,6 lux

4	Área 1	1,9 lux	84,2 lux
5	Área 1	2,2 lux	89,5 lux
6	Área 2	1,8 lux	91,3 lux
7	Área 2	3,9 lux	89,7 lux
8	Área 2	2,1 lux	84,3 lux
9	Área 2	4,6 lux	70,8 lux
10	Área 2	1,9 lux	78,0 lux
11	Área 2	0,9 lux	80,5 lux
12	Área 2	1,8 lux	69,6 lux
13	Área 3	2,6 lux	77,9 lux
14	Área 3	1,7 lux	86,3 lux
15	Área 3	0,8 lux	81,5 lux
16	Área 3	3,2 lux	79,2 lux
<b>PROMEDIO LUXES</b>		<b>2,1 lux</b>	<b>77,4 lux</b>

**Fuente.** (Propia)

Al cotejar el promedio de luxes de las lecturas tomadas en la zona 4 con el promedio reflejado en el simulador DiaLux se comprobó un margen de error del 16%.

Con las lecturas tomadas de los reflectores encendidos por la noche en la zona 4, se verificó que la implementación del sistema de iluminación en las tres áreas cumple la cantidad mínima de luxes, en relación con la simulación realizada en el programa DiaLux.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones.

- Al revisar la iluminación en las áreas externas del Campus ESFOT por las noches, se estableció que los niveles de iluminación no eran los óptimos para el tránsito del personal docente, estudiantes y guardias de seguridad.
- El programa DiaLux tuvo un papel importante al analizar la intensidad lumínica reflejada en cada área oscura de la zona 4 y los parámetros de ubicación aceptable de cada reflector para cubrir la zona a iluminar.
- La selección de los dispositivos de protección eléctrica que se implementaron en el tablero de control, se lo realizó en base a la corriente total que operan los reflectores, para evitar daños al sistema de iluminación cuando exista alguna falla eléctrica.
- Los reflectores que se encuentran instalados en la zona externa están bajo cubierta, evitando así la exposición de condiciones climáticas y la posibilidad de extender la vida útil de estos.
- La programación del temporizador en intervalos de tiempos mínimos, hacen que los reflectores se activen cuando sea necesario, colaborando en el bajo consumo de energía eléctrica y evitando la contaminación lumínica.
- Las pruebas de funcionamiento de los reflectores en la zona 4, fueron realizados con un Luxómetro, verificando que los niveles de iluminación son los correctos y aportando a una buena iluminación a las personas que transitan por el Campus ESFOT.
- La comparación de luxes entre los datos obtenidos con el Luxómetro en la zona 4 y los datos reflejados en el programa DiaLux nos dio un margen de error del 16 %, el cual están dentro de los niveles de iluminación recomendados.

## **4.2. Recomendaciones.**

- Manipular el sistema de iluminación y el tablero de control con la energía eléctrica desactivada desde el tablero de distribución ubicado en la oficina N.º 2, de no ser posible, utilizar los equipos de protección tales como: botas y guantes dieléctricos, gafas y casco.
- Hacer un mantenimiento periódico de los reflectores como: limpieza de la pantalla y ajuste de los tornillos para mantener el ángulo de enfoque.
- Realizar un mantenimiento preventivo en los dispositivos de protección eléctrico ubicados en el tablero de control, por ejemplo: revisar que los contactos estén atornillados y bien ajustados, si algún cable está desconectado se deberá revisar antes el diagrama eléctrico de conexiones para conectarlo.
- Revisar el código de colores para cables eléctricos, con el fin de poder identificar las fases y neutro del sistema de iluminación, facilitando la manipulación a las personas que realicen mantenimiento preventivo y correctivo de los reflectores como el tablero de control.
- Hacer una revisión técnica del reflector que no funcione correctamente, desde las conexiones en los cables eléctricos hasta la parte interna de la lámpara, de no existir arreglo para el reflector cambiarlo por otro de características similares.

## 5. BIBLIOGRAFÍA.

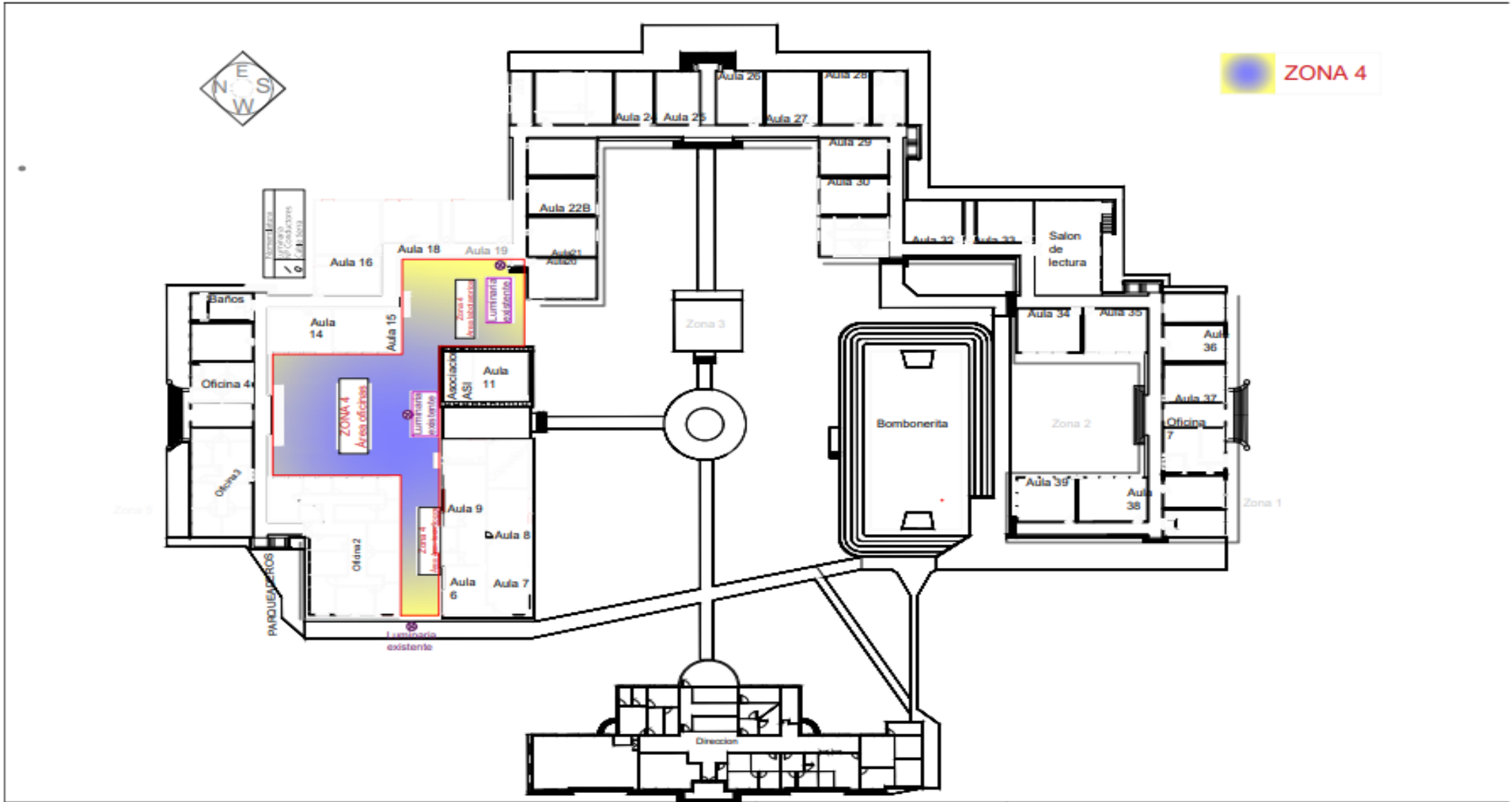
- ABB. (2015). Corrección del factor de potencia y filtrado de armónicos de las instalaciones eléctricas. Cuaderno de Aplicaciones Técnicas.
- Ballester, J., & Olmos y Anguís, F. (2015). Iluminación artificial de las zonas verdes. In Hojas Divulgadoras.
- Colombiano D. N, D. (2016). Norma técnica NTC colombiana 2050 código eléctrico colombiano icontec e: colombian electrical code \_República de colombia.
- de Buen R., O., Hernández P., F., & Navarrete B., J. I. (2016). Análisis de la evolución del consumo eléctrico del sector residencial entre 1982 y 2014 e impactos de ahorro de energía por políticas públicas. Cuadernos de La CONUEE, Número 1.
- De, C., & Casaño. (Junio de 2016). Revista Ingenium, 1(1), 2519–1403. Obtenido de <https://doi.org/10.18259/ing.2016007>
- García Fernández, J., & Boix Aragonès, O. (2018). Luminotècnia : il·luminació de interiors y exteriors. Departament d'Enginyeria Elèctrica.
- García, S. (2015). Organización y Gestión del Mantenimiento de instalaciones. España, Valencia: Ediciones PMM Institute for Learning.
- Giménez, B., Antón, M., Villa, P., & María, R. (2017). Luminotecnia: Cálculo según el método de los lúmenes.
- González Ríos, I. (2017). La contaminación lumínica: implicaciones urbanísticas, demaniales y de eficiencia energética. Revista de Estudios de La Administración Local y Autonómica. Obtenido de <https://doi.org/10.24965/reala.v0i307.9616>
- Ixtaina, Pablo; Presso, Matías; Ferreyra, J. (2015). Deslumbramiento en dispositivos led. Revista Luminotecnia.
- Labán, J. H. (2018). Análisis, Diseño y Selección de Alternativas de Iluminación para Alumbrado Público con nuevas tecnologías.” tesis de grado.
- López Arias, S. (2015). Iluminación Y Alumbrado Público. informe de regulaciones. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2012.03.018>
- Morillas Núñez, R. M., & de Andrés Díaz, J. R. (2016). Estudio de casos: renovación del alumbrado público en el municipio de casarabonela. convocatoria de comunicaciones científicas.

- Morillas Núñez, R. M., & de Andrés Díaz, J. R. (2017). Estudio de casos: renovación del alumbrado público en el municipio de Casarabonela. convocatoria de comunicaciones científicas.
- Plas Andrade, L. (2015). Protección de Sistemas Eléctricos contra agentes ambientales. Ciencia Unemi. Obtenido de <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol3iss4.2010pp56-63p>
- Rodríguez, J., & Llano, C. (2015). Guía para el diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando Dialux.
- Rodríguez-Jiménez, C. E., Carretero-Ayuso, M. J., & Claro-Ponce, J. C. . (2018). Influencia de las infiltraciones en la rehabilitación energética de la envolvente. El caso del plan de actuaciones en el parque público residencial de Andalucía. Informes de La Construcción.
- Saavedra, e., j. Rey, f., & luyo, j. (2019). Sistemas de iluminación, situación actual y perspectivas. revista científica. Obtenido de <https://doi.org/10.21754/tecnia.v26i2.57>



## **ANEXOS**

### ANEXO A. PLANO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ZONA 4

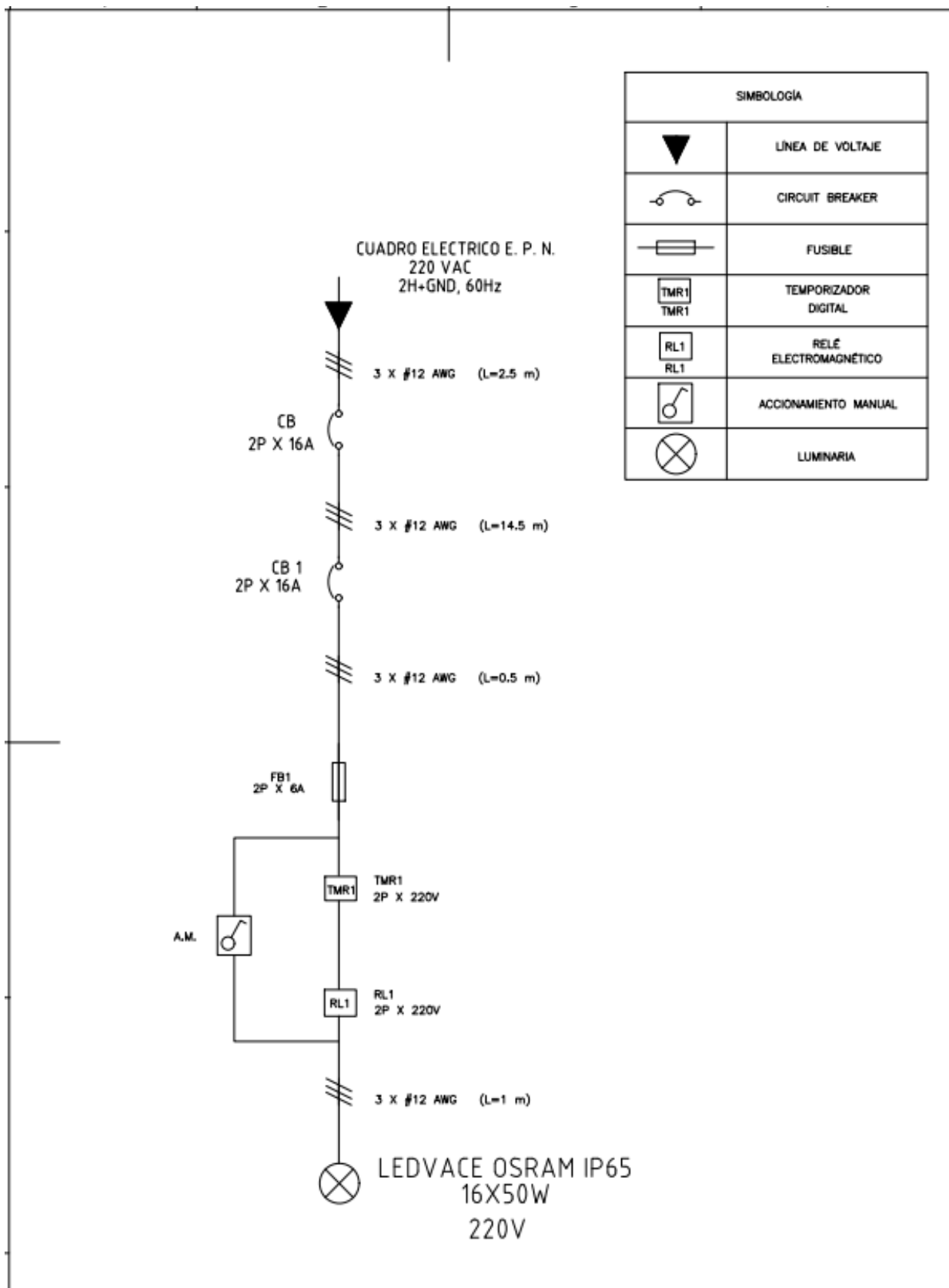


## ANEXO A

TEMA:  
 PLANO ESFO:  
 EDIFICIO PRINCIPAL

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	GUANOTASIG LUIS
ESFO - ILUMINACION EXTERNA	ROMERO MIGUEL
ESCALA : 1:2	

## ANEXO B. DIAGRAMA UNIFILAR Y DE CONTROL.



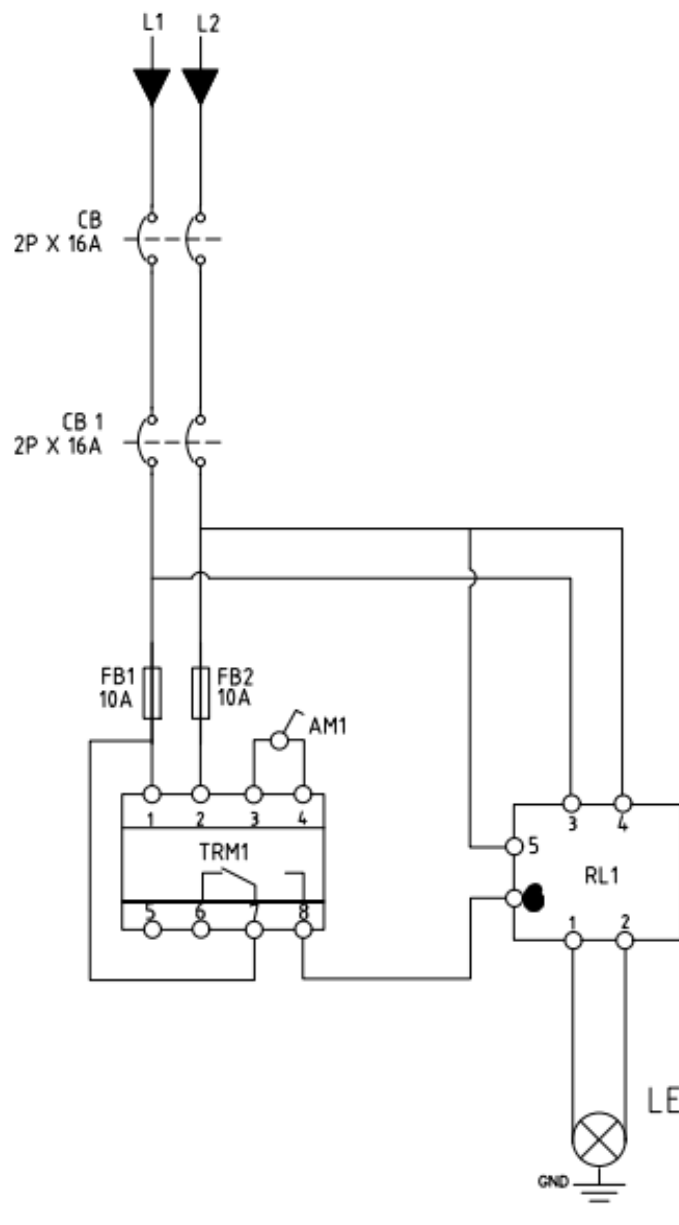
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
"ESFOT"

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
PARA EL CAMPUS ESFOT "ZONA 4"

### DIAGRAMA UNIFILAR

	DIBUJADO	COAUTOR	APROBADO	ESCALA:	TAMAÑO	HOJA
POR:	Luis Guanotósig		Ing. Pablo Proaño	1:20	A4	1 de 2
FECHA:	01/04/2020		---/---/----			

L2  
 CUADRO ELECTRICO E. P. N.  
 220 V



SIMBOLOGIA	
	LÍNEAS DE VOLTAJE
	CIRCUIT BREAKER
	FUSIBLE
	TEMPORIZADOR DIGITAL
	RELE ELECTROMAGNÉTICO
	ACCIONAMIENTO MANUAL
	LUMINARIA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
 "ESFOT"

### DIAGRAMA ELÉCTRICO

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
 PARA EL CAMPUS ESFOT "ZONA 4"

	DIBUJADO	COAUTOR	APROBADO	ESCALA:	TAMAÑO	HOJA
POR:	Luis Guanotásig		Ing. Pablo Proaño	1:20	A4	2 de 2
FECHA:	01/04/2020		---/--/----			

## ANEXO C. INFORMES DIALUX.

Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

# DIALux

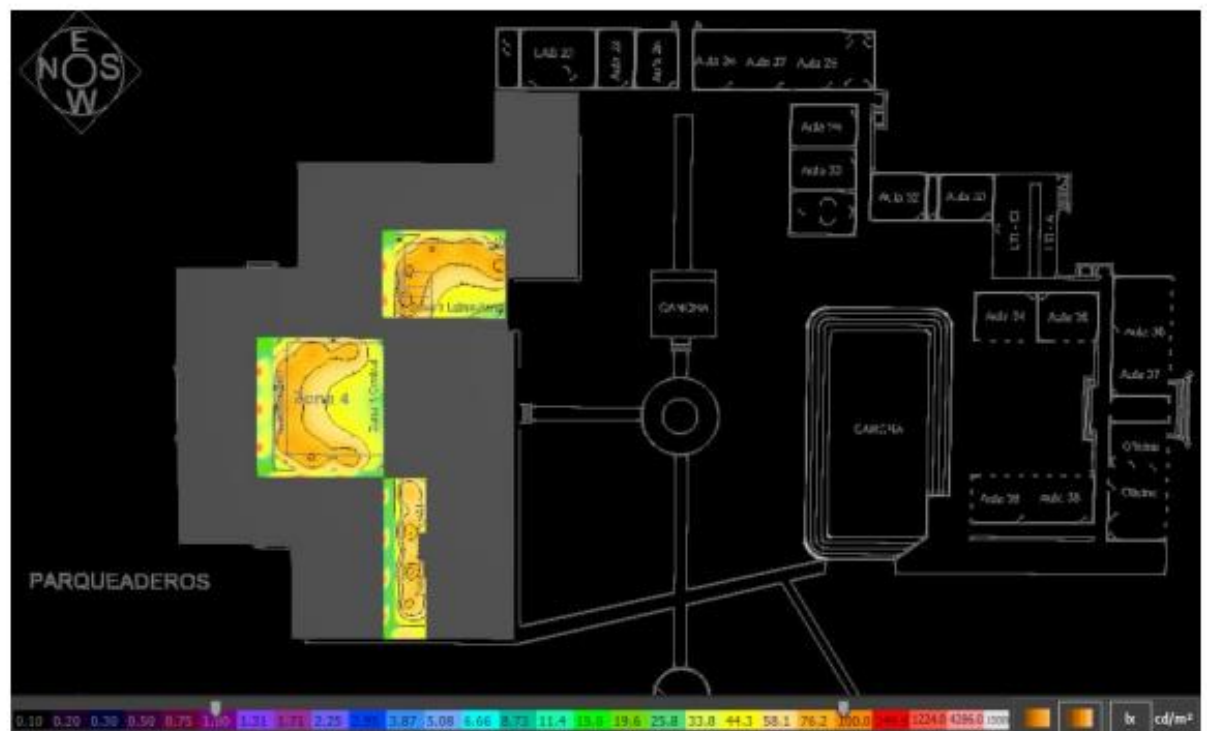
Anexo A/ZONA 4 / Lista de luminarias

### Anexo A/ZONA 4

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
16	LEDVANCE - 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK Emisión de luz 1 Lámpara: 1xFLOODLIGHT 50 W 3000 K IP65 BK Fotometría absoluta Flujo luminoso de las luminarias: 4500 lm Potencia: 50.0 W Rendimiento lumínico: 90.0 lm/W  Indicaciones colorimétricas 1xFLOODLIGHT 50 W 3000 K IP65 BK: CCT 3259 K, CRI 80		

Flujo luminoso total de lámparas: 72000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 72000 lm, Potencia total: 800.0 W, Rendimiento lumínico: 90.0 lm/W

## Anexo A/ZONA 4



Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

DIALux

Terrno 1 / Edificación 1 / Planta (1ive) 1 / LEDVANCE 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W3000 K IP65 BK 1xFLOODLIGHT 50 W 3000 K IP65 BK / LEDVANCE - FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK ( 1xFLOODLIGHT 50 W 3000 K IP65 BK)

## LEDVANCE 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK 1xFLOODLIGHT 50 W 3000 K IP65 BK



Floodlight with symmetrical light output with 50 W. Product features:  
Luminaire efficacy: up to 110 lm/W. Symmetrical beam angle: 100° x 100°. Mounting bracket for up to 180° tilting. Type of protection: IP65. Impact resistance: IK07. Ambient temperature in operation: -20...+50 °C. Connection via 1 m cable, wiring required. Product benefits:  
Frosted cover made of tempered glass for uniform illumination. Optimized weight and size due to compact design. No upper light output ratio (ULOR 0%) when mounted at 0° tilt. Energy savings of up to 90 % compared to halogen lamp floodlights. 3 years guarantee.  
Areas of application: Replacement for floodlights with halogen lamps. Car parks and underpasses. Garages. Public areas. Building facades. Construction areas. D-sign according to EN 60598-2-24 for fire-risk commercial unit, f. e. by accumulation of dust.

### Fotometría absoluta

Flujo luminoso de las luminarias: 4500 lm

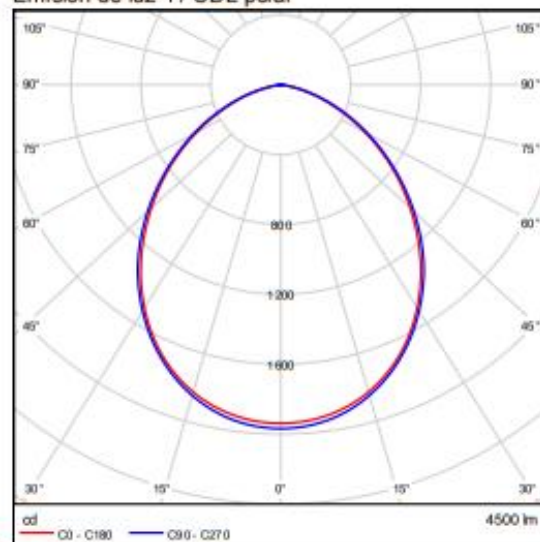
Potencia: 50.0 W

Rendimiento lumínico: 90.0 lm/W

### Indicaciones colorimétricas

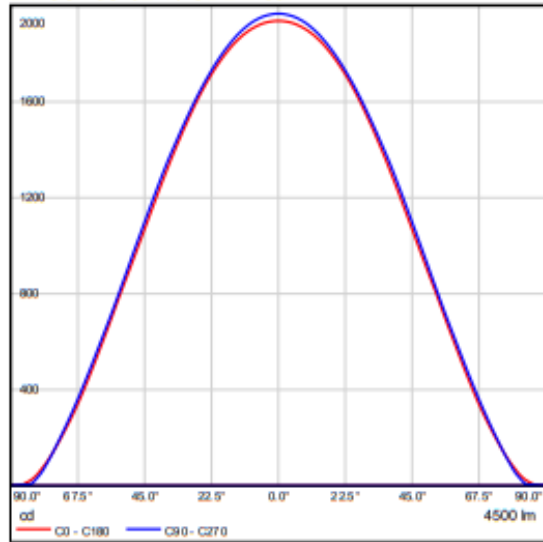
1xFLOODLIGHT 50 W 3000 K IP65 BK: CCT 3259 K, CRI 80

### Emisión de luz 1 / CDL polar

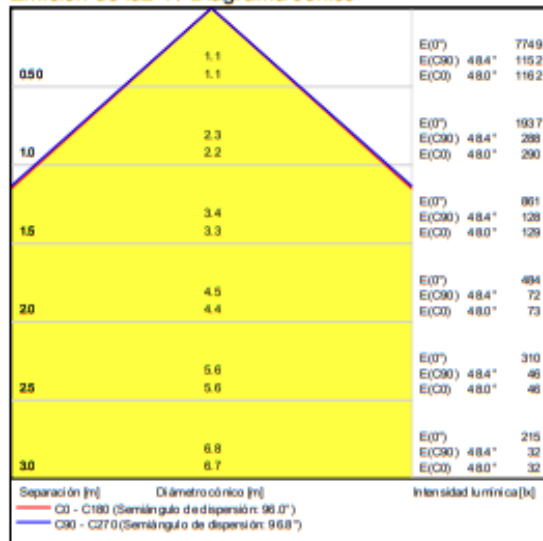


Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / LEDVANCE 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W3000 K IP65 BK %FLOODLIGHT 50 W 3000 K IP65 BK / LEDVANCE - FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK ( %FLOODLIGHT 50 W 3000 K IP65 BK)

Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico





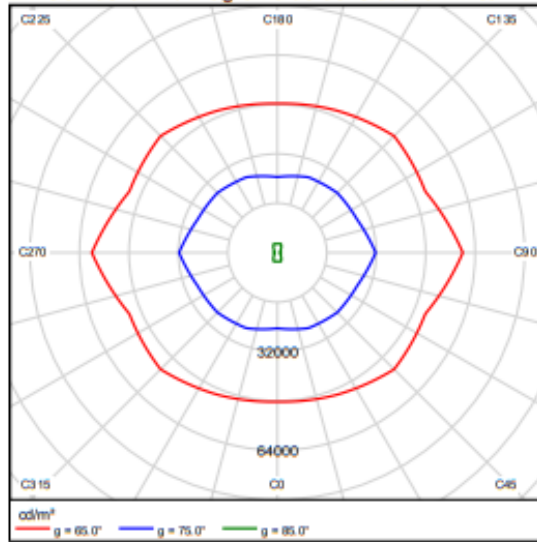
Anexo AZONA 4

23/08/2019

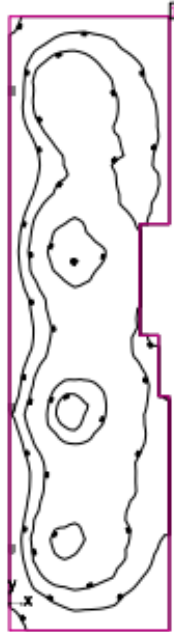
**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / LEDVANCE 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W3000 K IP65 BK 1x FLOODLIGHT  
50 W 3000 K IP65 BK / LEDVANCE - FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK ( 1x FLOODLIGHT 50 W 3000 K IP65 BK)

## Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



## Zona 4 Aso. ESFOT



Altura interior del local: 3.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 27.7%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil (Zona 4 Aso. ESFOT)	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	59.0 (≥ 50.0)	25.8	82.7	0.44	0.31

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 LEDVANCE - 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK	4500	50.0	90.0
Suma total de luminarias	13500	150.0	90.0

Potencia específica de conexión:  $1.12 \text{ W/m}^2 = 1.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia  $133.54 \text{ m}^2$ )

Consumo: 160 kWh/a de un máximo de 4700 kWh/a

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

Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Zona 4 Aso. ESFOT / Plano de situación de luminarias

**Zona 4 Aso. ESFOT**

LEDVANCE 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Factor de degradación
1	0.000	19.314	3.700	0.80
2	0.000	7.396	3.700	0.80
3	0.000	2.084	3.700	0.80

Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Zona 4 Aso. ESFOT / Plano útil (Zona 4 Aso. ESFOT) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)

**Plano útil (Zona 4 Aso. ESFOT) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**

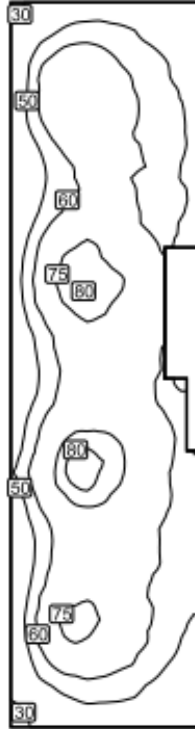
Plano útil (Zona 4 Aso. ESFOT): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)  
Escena de luz: Escena de luz 1  
Media: 59.0 lx (Nominal:  $\geq 50.0$  lx), Min: 25.8 lx, Max: 82.7 lx, Min./medio: 0.44, Min./máx.: 0.31  
Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

**DIALux**Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Zona 4 Aso. ESFOT / Plano 011 (Zona 4 Aso. ESFOT) / Iluminancia perpendicular  
(Adaptativamente)

Isolíneas [lx]



Escala: 1 : 200

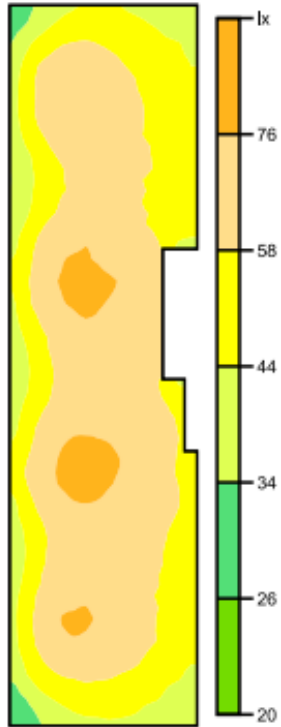
Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (rta) 1 / Zona 4 Aso. ESFOT / Plano 011 (Zona 4 Aso. ESFOT) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 200

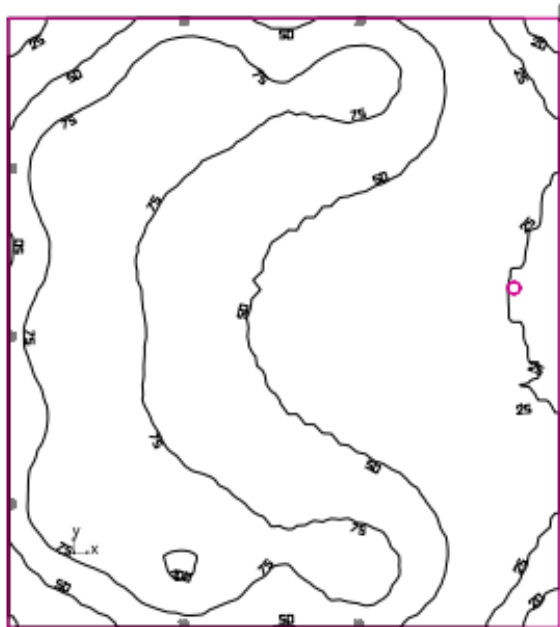
Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Zona 4 Aso. ESFOT / Plano 011 (Zona 4 Aso. ESFOT) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)

Sistema de valores [lx]

3	3	4	4	4	4	4	38
3	4	5	5	5	4	4	41
4	5	5	5	5	4	4	44
4	5	7	7	5	5	5	46
4	5	7	7	5	5	5	46
4	5	7	7	5	5	5	48
4	5	5	5	5	5	5	48
3	5	5	5	5	5	5	48
3	4	5	5	5	5	5	48
3	5	5	5	5	5	5	48
4	5	5	5	5	5	5	47
4	5	7	7	7	5	5	41
4	5	7	7	7	7	5	45
5	5	7	7	7	7	5	46
4	5	7	7	7	7	5	44
4	5	5	5	5	5	5	44
4	5	5	5	5	5	5	43
4	5	5	5	5	5	5	55
4	5	5	7	7	5	5	56
4	5	7	7	7	7	5	61
4	5	7	7	7	7	5	62
5	5	7	7	7	7	5	55
5	5	7	7	7	7	5	56
4	5	7	7	7	7	5	56
4	5	5	7	7	5	5	54
4	5	5	7	7	5	5	52
4	5	5	7	7	5	5	52
4	5	7	7	7	5	5	52
4	5	7	7	7	5	5	51
4	5	7	7	7	5	5	48
4	5	5	5	5	5	5	47
4	5	5	5	5	5	5	44
3	4	4	5	5	4	4	40
2	3	4	4	4	4	3	37

Escala: 1 : 200

## Zona 4 Central



Altura interior del local: 3.800 m, Grado de reflexión: Techo 69.7%, Paredes 50.0%, Suelo 27.7%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil (Zona 4 Central)	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	58.2 (≥ 50.0)	18.3	102	0.31	0.18

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
7 LEDVANCE - 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK	4500	50.0	90.0
Suma total de luminarias	31500	350.0	90.0

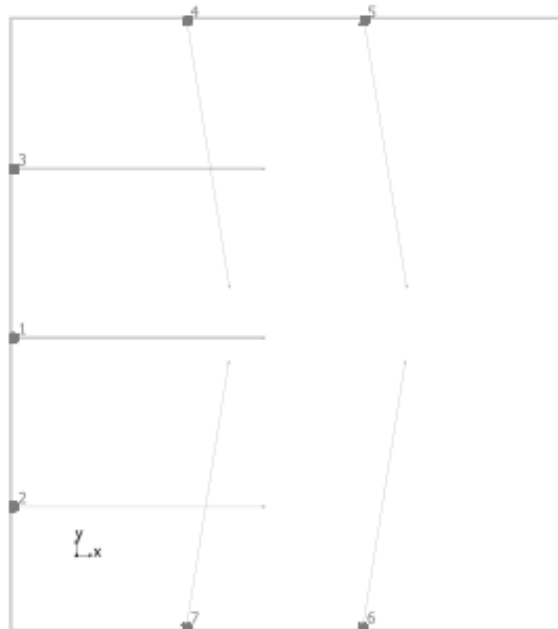
Potencia específica de conexión:  $0.98 \text{ W/m}^2 = 1.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia 358.28 m<sup>2</sup>)

Consumo: 380 kWh/a de un máximo de 12550 kWh/a

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



## Zona 4 Central



LEDVANCE 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK

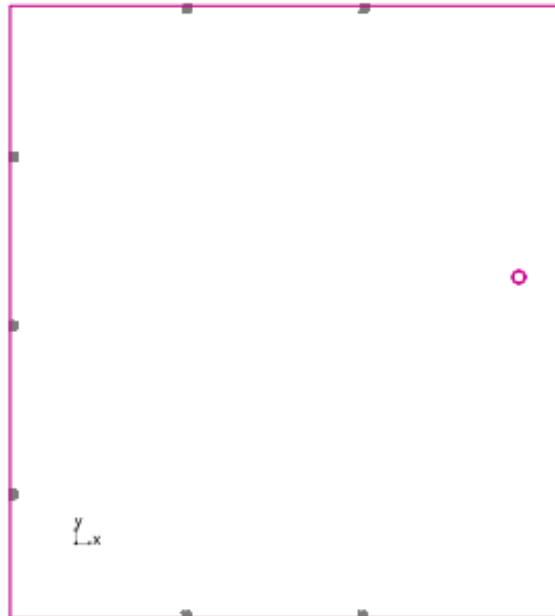
Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Factor de degradación
1	-2.135	7.076	3.700	0.80
2	-2.135	1.582	3.700	0.80
3	-2.135	12.564	3.700	0.80
4	3.627	17.457	3.700	0.80
5	9.385	17.457	3.700	0.80
6	9.338	-2.447	3.700	0.80
7	3.605	-2.447	3.700	0.80

Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (Ive) 1 / Zona 4 Central / Plano útil (Zona 4 Central) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)

**Plano útil (Zona 4 Central) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)**

Plano útil (Zona 4 Central): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)

Escena de luz: Escena de luz 1

Media: 58.2 lx (Nominal:  $\geq$  50.0 lx), Min: 18.3 lx, Max: 102 lx, Min./medio: 0.31, Min./máx.: 0.18

Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

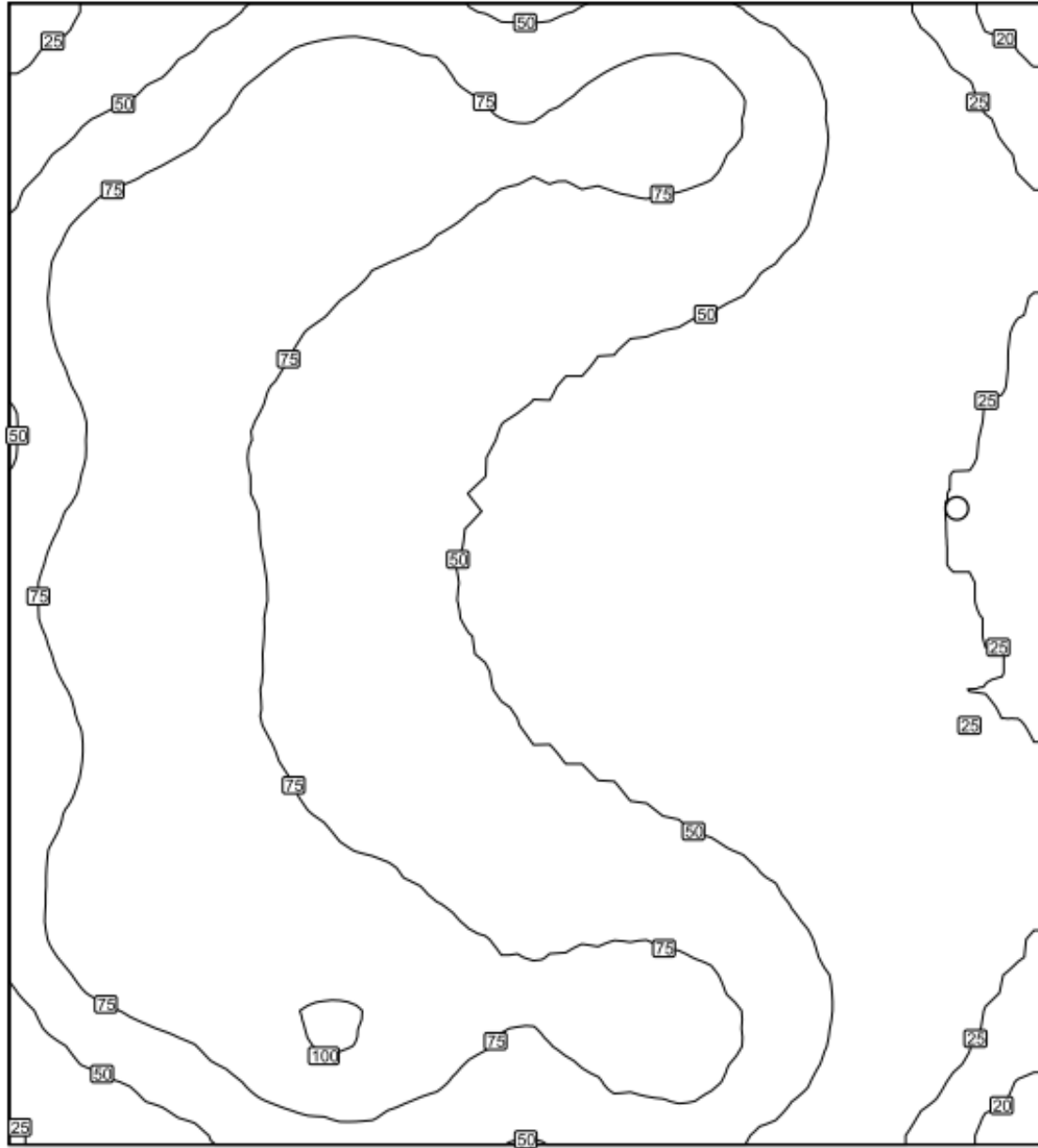
Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

**DIALux**

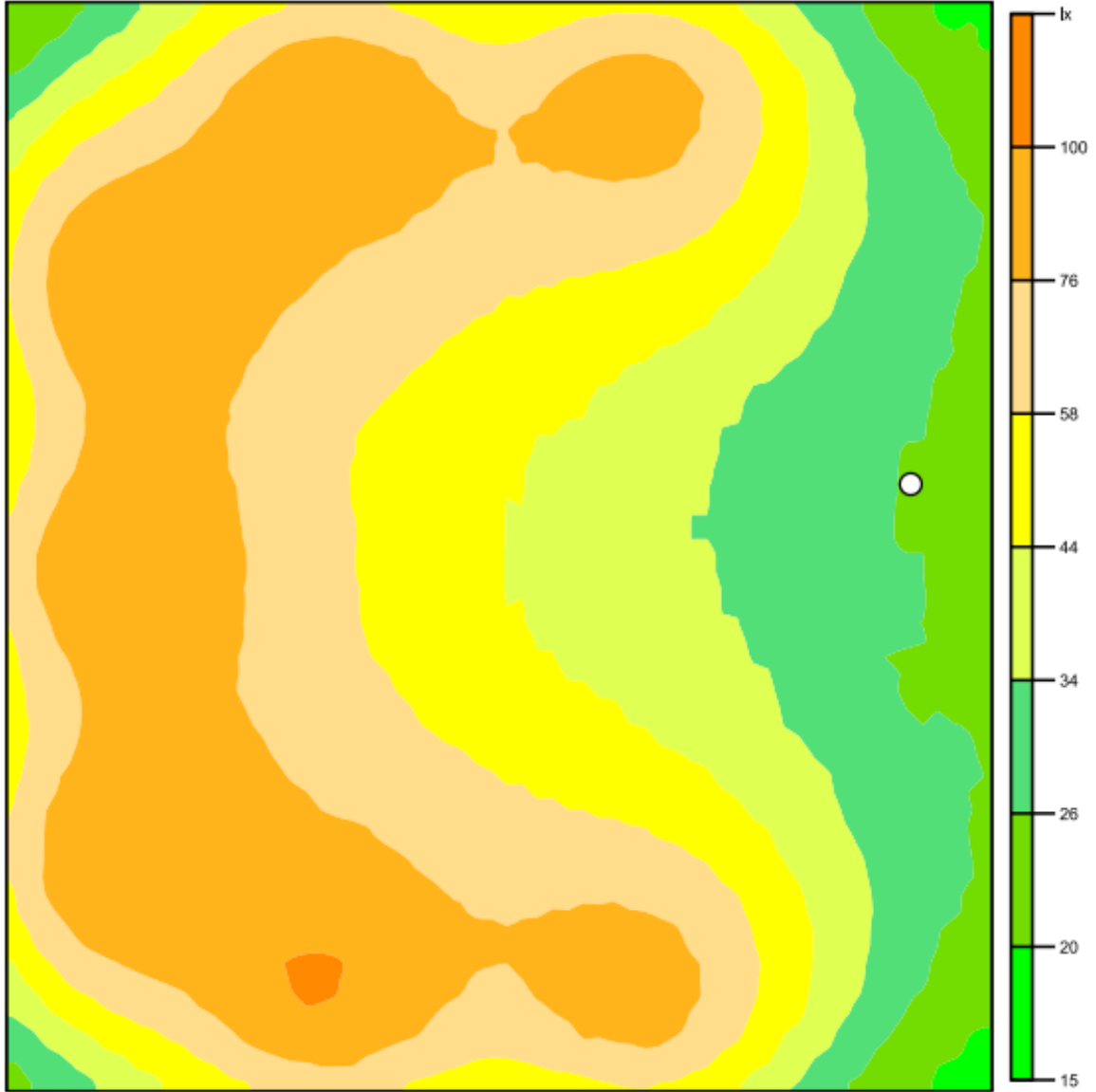
Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Zona 4 Central / Plano 03 (Zona 4 Central) / Iluminancia perpendicular (Adaptivamente)

Isolíneas [lx]



Escala: 1 : 103

Colores falsos [lx]



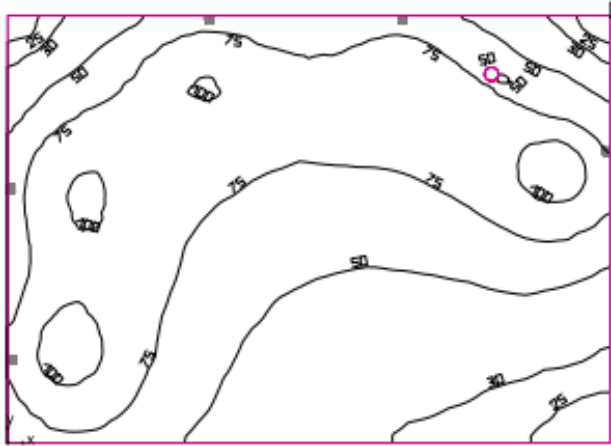
Escala: 1 : 109

## Sistema de valores [lx]

+27	+42	+64	+81	+73	+59	+70	+71	+49	+30	(21)
+48	+68	+84	+97	+85	+76	+82	+80	+57	+34	+26
+72	+92	+87	+83	+75	+68	+67	+62	+49	+35	+27
+76	+94	+83	+71	+63	+57	+52	+47	+39	+32	+26
+65	+85	+76	+64	+55	+48	+44	+39	+32	+30	+24
+74	+90	+77	+62	+52	+45	+39	+35	+31	+28	○ +23
+83	+94	+79	+63	+53	+45	+40	+37	+31	+28	+25
+71	+86	+77	+65	+57	+49	+44	+39	+34	+28	+25
+71	+90	+83	+72	+64	+58	+53	+47	+39	+31	+27
+81	+98	+92	+86	+77	+69	+68	+62	+48	+35	+27
+62	+82	+92	(100)	+88	+77	+84	+80	+56	+36	+25
+35	+52	+71	+86	+74	+61	+74	+72	+48	+29	(21)

Escala: 1 : 103

## Zona 4 Laboratorios



Altura interior del local: 3.800 m, Grado de reflexión: Techo 69.6%, Paredes 50.0%, Suelo 27.7%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil (Zona 4 Laboratorios)	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	65.9 ( $\geq 50.0$ )	21.4	109	0.32	0.20

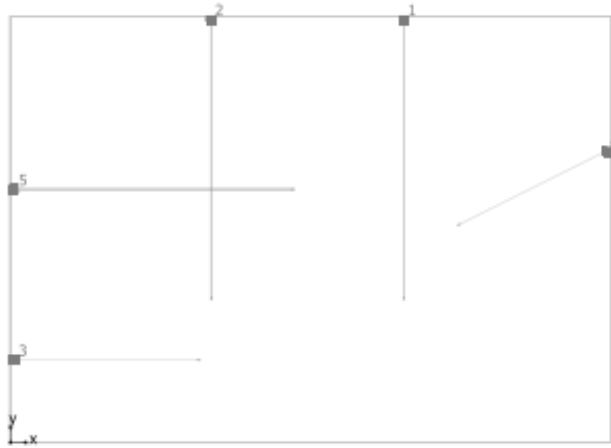
# Luminaria	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento luminoso [lm/W]
5 LEDVANCE - 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK	4500	50.0	90.0
Suma total de luminarias	22500	250.0	90.0

Potencia específica de conexión:  $1.16 \text{ W/m}^2 = 1.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia 215.97 m<sup>2</sup>)

Consumo: 270 kWh/a de un máximo de 7600 kWh/a

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

## Zona 4 Laboratorios



LEDVANCE 4058075097568 FLOODLIGHT 50 50 W 3000 K IP65 BK

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Factor de degradación
1	11.435	12.381	3.700	0.80
2	5.832	12.381	3.700	0.80
3	0.000	2.399	3.700	0.80
4	17.443	8.441	3.700	0.80
5	0.000	7.359	3.700	0.80

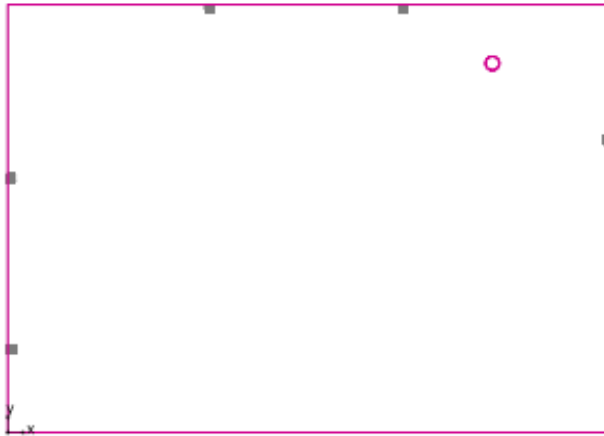
Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

DIALux

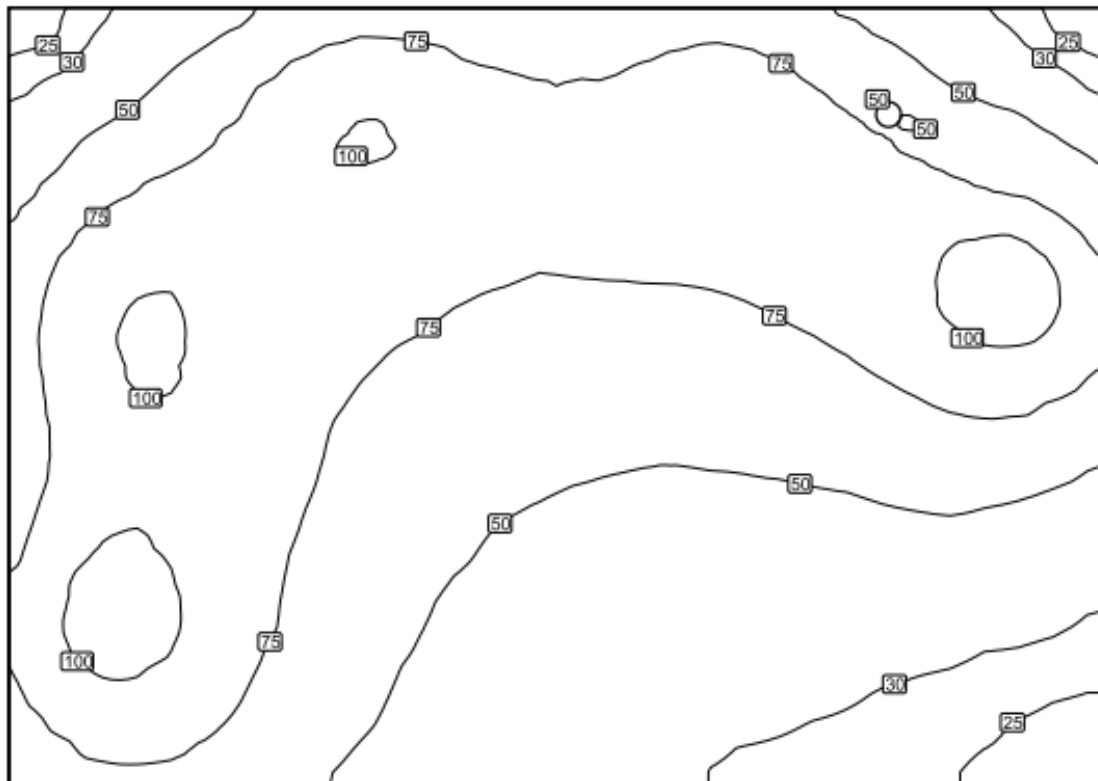
Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Zona 4 Laboratorios / Plano útil (Zona 4 Laboratorios) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)

## Plano útil (Zona 4 Laboratorios) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)



Plano útil (Zona 4 Laboratorios): Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)  
 Escena de luz: Escena de luz 1  
 Media: 65.9 lx (Nominal:  $\geq 50.0$  lx), Min: 21.4 lx, Max: 109 lx, Min./medio: 0.32, Min./máx.: 0.20  
 Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

## Isolíneas [lx]



Escala: 1 : 100



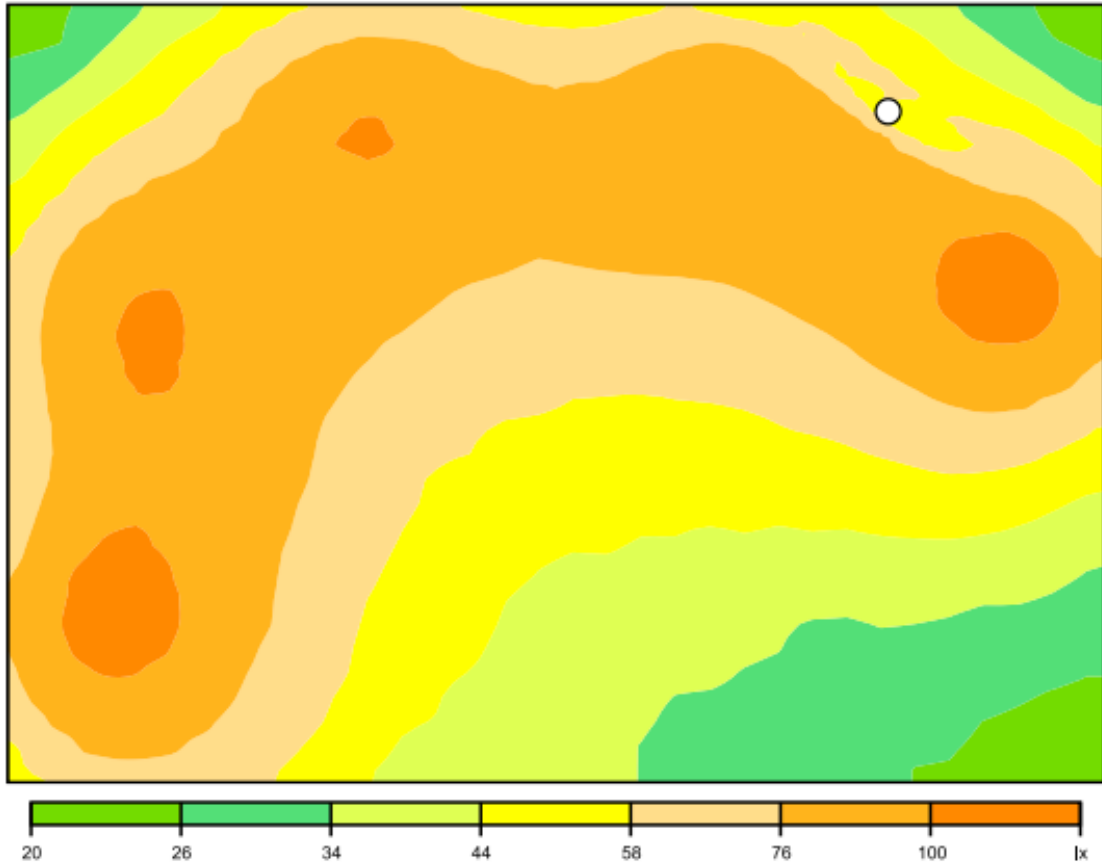
Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

**DIALux**

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Zona 4 Laboratorios / Plano 03 (Zona 4 Laboratorios) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 100

Anexo A/ZONA 4

23/08/2019

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Zona 4 Laboratorios / Plano 03 (Zona 4 Laboratorios) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)

Sistema de valores [lx]

+26	+40	+58	+77	+79	+67	+65	+77	+66	+54	+40	+27
+43	+61	+79	+99	+98	+86	+85	+97	+94	+77	+59	+50
+64	+86	+90	+93	+89	+83	+82	+88	+90	+91	+96	+78
+80	+101	+94	+84	+77	+71	+69	+71	+77	+88	+105	+100
+79	+100	+92	+78	+67	+61	+58	+59	+63	+70	+82	+76
+78	+96	+96	+73	+59	+53	+49	+49	+50	+54	+57	+51
+92	+104	+86	+67	+54	+46	+43	+41	+41	+40	+39	+36
+94	+104	+82	+62	+49	+42	+37	+36	+33	+32	+30	+28
+72	+93	+69	+55	+43	+39	+36	+31	+30	+28	+26	+23

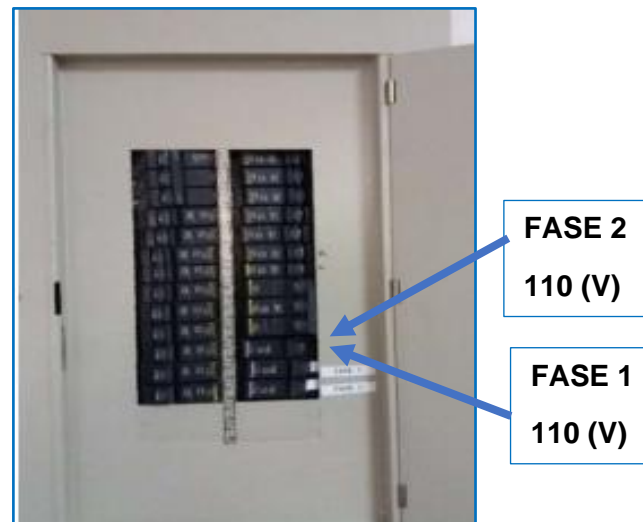
Escala: 1 : 100

## ANEXO D: MANUAL DE OPERACIÓN.

El manual de operación tiene como objetivo, detallar la especificación y ubicación de los componentes utilizados en el sistema de iluminación el cual son: el tablero de control y los reflectores de la zona 4, para su respectivo mantenimiento.

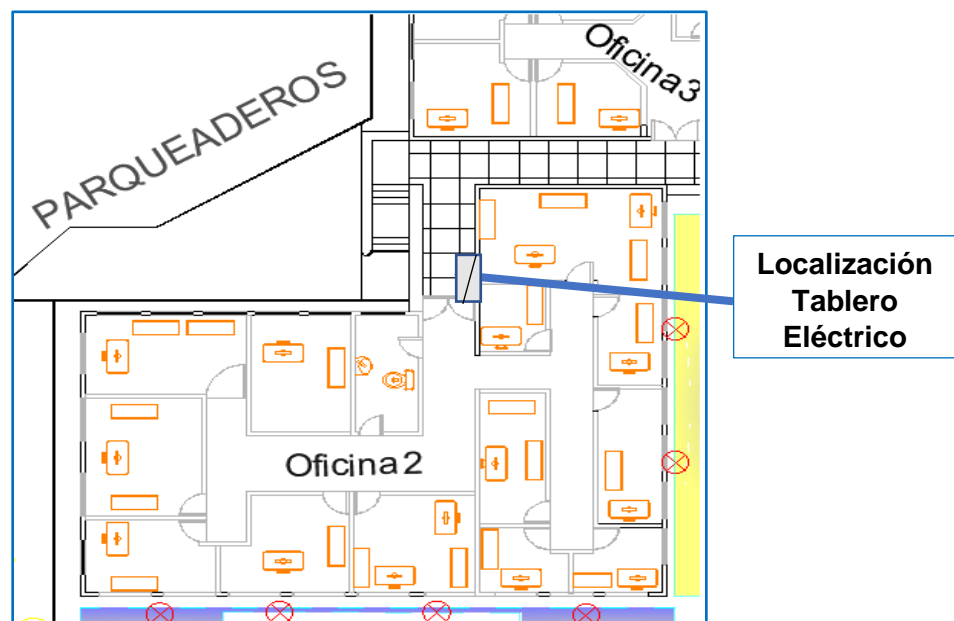
- **Tablero de distribución.**

El tablero de distribución eléctrico como muestra la figura D.1, se localiza detrás de la puerta principal de la oficina N°2 (oficina de Docentes de la ESFOT), como indica la figura D.2. El tablero de distribución se conectó por medio de dos disyuntores de 16 (A) a dos fases 220 (V) para la distribución hacia el tablero de control, siguiendo el código de colores para cables eléctricos, identificando al cable rojo para la FASE 1 y el cable negro para la FASE 2.



**Figura D.1:** Tablero Eléctrico Zona 4

**Fuente.** (Propia)

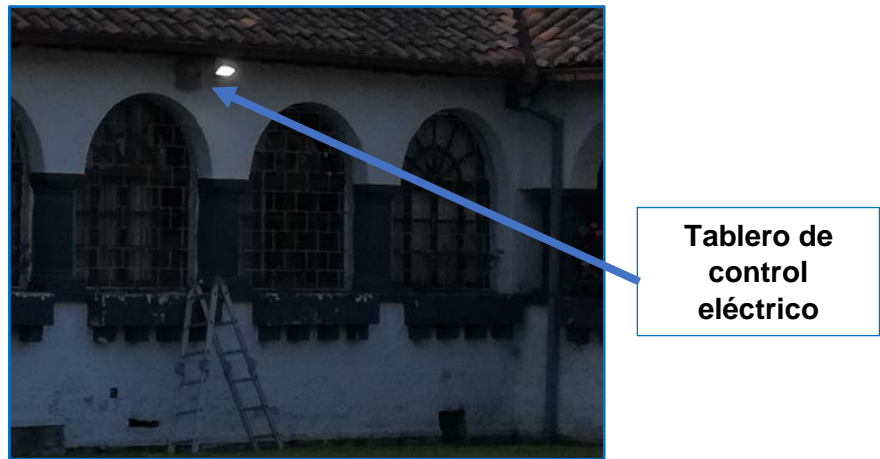


**Figura D.2.** Ubicación Tablero Eléctrico Zona 4

**Fuente.** (Propia)

- **Tablero de control eléctrico.**

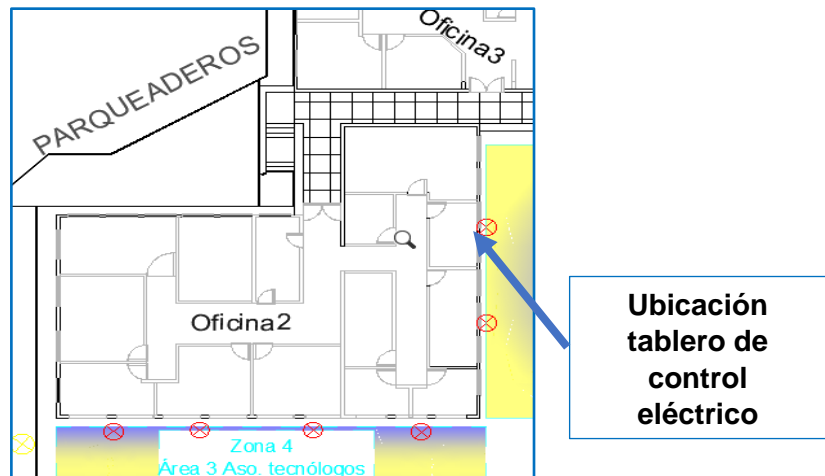
El tablero de control eléctrico contiene dispositivos para la conexión, control y protección de los reflectores en la zona 4 para que el sistema funcione correctamente. El tablero de control eléctrico está colocado en la parte superior de una de las ventanas de la oficina N°2, como lo indica en la figura D.3.



**Figura D.3.** Tablero de Control Eléctrico.

**Fuente.** (Propia)

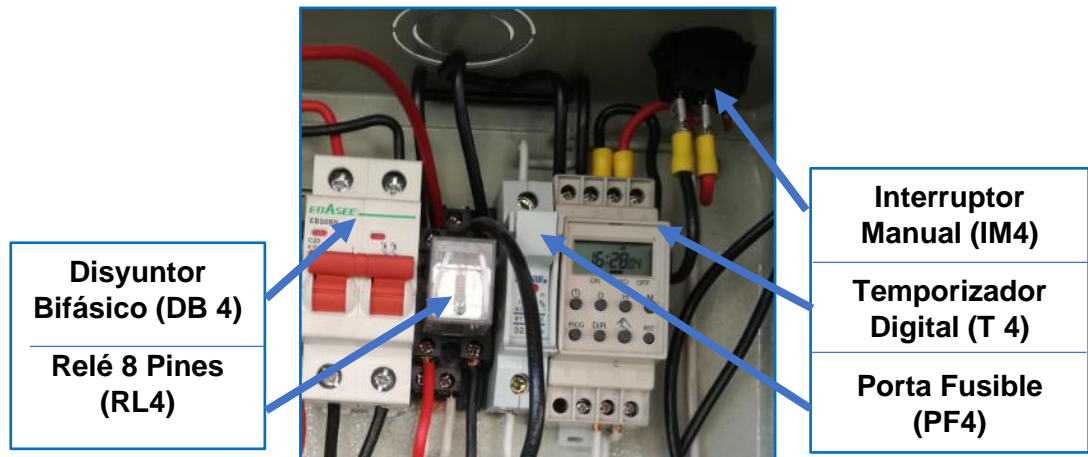
Como referencia más exacta de la ubicación del tablero de control eléctrico se encuentra indicado en el plano de la figura D.4.



**Figura D.4.** Ubicación Tablero de Control Eléctrico.

**Fuente.** (Propia)

El tablero de control eléctrico de la zona 4 contiene los siguientes dispositivos de protección y de control como indica en la figura D.5.

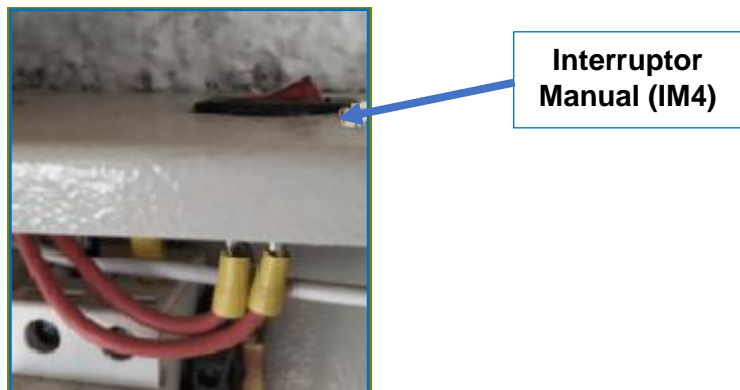


**Figura D.5.** Dispositivos del Tablero de Control Eléctrico.

**Fuente.** (Propia)

- **Interruptor Manual (IM4)**

El interruptor está instalado en la parte superior del tablero eléctrico de control, el cual el personal del Campus Esfot puede activar los reflectores de la zona 4 si están fuera del rango del tiempo automático de encendido programado en el temporizador digital (T4) o cuando sea necesario. (ver figura D.6)



**Figura D.6.** Interruptor Manual zona 4

**Fuente.** (Propia)

- **Temporizador Digital (T4)**

Dispositivo de control automático para la activación y desactivación de los reflectores por rangos de tiempo ahorrando energía eléctrica y alargando la vida útil de los mismos. (ver figura D.7)

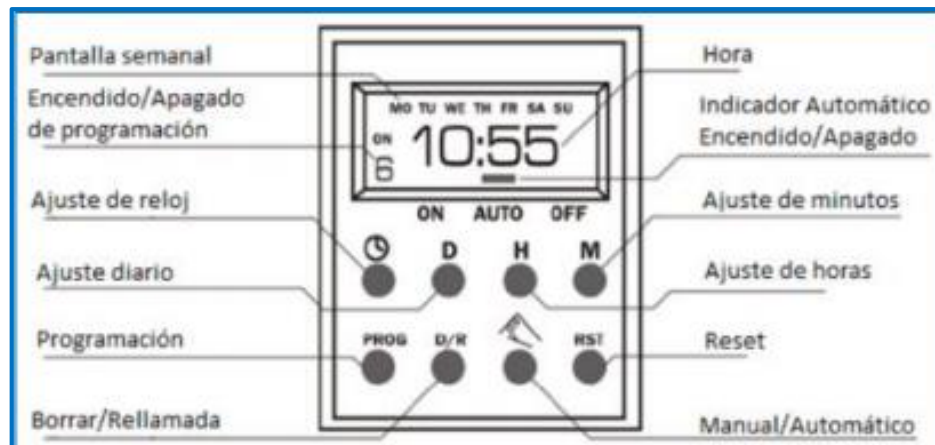


**Figura D. 7.** Temporizador Digital.

**Fuente.** (Propia)

El temporizador digital dispone de una pila fija e intercambiable y su tiempo de vida útil es aproximadamente de 10 años.

En la figura D.8 se indica la función de cada botón para la configuración del temporizador.



**Figura D8.** Vista Frontal del Temporizador

**Fuente.** (Propia)

Para la programación del reloj temporizador se lo realizó de acuerdo con la especificación de cada botón indicado a continuación.

#### I. FUNCIÓN DE CADA BOTÓN:

- 1) Programación del reloj (🕒)
- 2) Programación diaria (D)
- 3) Programación de horas (H)
- 4) Programación de minutos (M)
- 5) Programación (PROG): Disponibilidad de 12 programaciones. Despliega: 1 ON, 1 OFF, 2 ON, 2 OFF, .....12 ON, 12 OFF.
- 6) Borrar / Rellamada (D/R).
- 7) Programación Manual/Automático (👉)
- 8) Resetear (RTS)

## II. CONFIGURACIÓN DEL RELOJ:

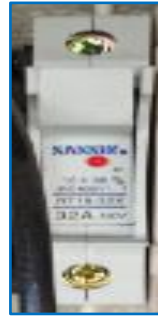
- 1) Seleccionar (🕒) y (D) juntos hasta seleccionar el día adecuado.
- 2) Seleccionar (🕒) y (H) juntos hasta seleccionar la hora adecuada.
- 3) Seleccionar (🕒) y (M) juntos hasta seleccionar los minutos adecuados.

## III. Configuración del temporizador:

- 1) Seleccionar (PROG): Programa la primera hora de encendido (Temporizador 1 ON)
  - 2) Seleccionar (D) para elegir los días a requerir.  
**1)MO TU WE TH FR SA SU; 2) MO; 3) TU; 4) WE; 5) TH; 6) FR; 7) SA; 8) SU; 9) MO TU WE TH FR; 10) SA SU; 11) MO TU WE TH FR SA; 12) MO WE FR; 13) TU TH SA; 14) MO TU WE; 15) TH FR SA.**
  - 3) Seleccionar (H) para la hora requerida.
  - 4) Seleccionar (M) para los minutos requeridos.
  - 5) Seleccionar (PROG): Programa la primera hora de apagado (Temporizador 1 OFF)
  - 6) Repetir los pasos del 2 al 4.
  - 7) Repetir los pasos del 1 al 6 para más programaciones existen 12 configuraciones.
  - 8) Seleccionar (PROG) para verificar las programaciones del temporizador.
  - 9) Seleccionar (👉) para modo automático (AUTO).
  - 10) Seleccionar (🕒) regresar a la hora actual.
- IV. Verificar si el temporizador este encendido la palabra (AUTO) en la pantalla para la función automática.
- V. Seleccionar (👉) para las opciones: (AUTO) automático; (LOCK ON) encendido continuo; (LOCK OFF) apagado continuo.
- VI. Al seleccionar (D/R) cancelará las programaciones, primero indicará en la pantalla (--:--) para confirmar la cancelación, luego presiona (D/R) para volver a la pantalla inicial.
- VII. Seleccionar (RST) para resetear al inicio de programar el temporizador.
- VIII. Si la pantalla del temporizador no es clara o desaparece, recargar el temporizador por 10 minutos ya que incluye una pila Ni-Cd

### ▪ Porta Fusible (PF4)

Dispositivo de protección eléctrica (figura D.9); contiene un fusible de 10 (A) para proteger el temporizador, para comprobar si funciona correctamente el fusible se lo podrá visualizar si el led de color rojo este encendido de la porta fusible, de lo contrario posiblemente el fusible este fundido su filamento por sobre corriente o cortocircuito.



**Figura D.9.** Porta Fusible Zona 4

**Fuente.** (Propia)

- **Relé (RL4)**

Dispositivo eléctrico de fuerza (figura D.10) que actúa como interruptor y se activa o desactiva los contactos por un electroimán, el reloj temporizador activa eléctricamente al relé para la activación de los reflectores.



**Figura D.10.** Relé 8 pines

**Fuente.** (Propia)

- **Disyuntor bifásico (DB4)**

Dispositivo eléctrico de protección térmica de dos polos (figura D.11), abre el circuito cuando incrementa el valor de la corriente nominal e impidiendo el paso de energía eléctrica, está conectado entre el tablero de distribución eléctrica al tablero de control, el disyuntor cuenta con un interruptor para cortar la energía del sistema de iluminación.



**Figura D.11.** Disyuntor bifásico

**Fuente.** (Propia)

- **Reflectores tipo LED**

Con 16 reflectores cubren la zona 4, son de tipo LED bajo en consumo de energía eléctrica y de luz blanca que beneficia una mejor claridad en las áreas intervenidas. Para la revisión de los empalmes de cada reflector cuenta con un cajetín metálico individual en la parte posterior como indica en la figura D.11.





**Figura D.11.** Reflectores Tipo LED  
**Fuente.** (Propia)

## ANEXO E: MANUAL DE MANTENIMIENTO

Para el sistema de iluminación se requiere un mantenimiento programado del sistema mecánico y eléctrico de los componentes contra los factores ambientales como: fuertes vientos y lluvia, con el fin de mantener el buen funcionamiento de los reflectores.

Para el manual de mantenimiento (ver tabla E.1) se especifica las actividades preventivas para evitar el mal funcionamiento del sistema de iluminación.

**Tabla E.1.** Mantenimiento Preventivo.

DISPOSITIVO	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	UTENSILIO
Tablero de control eléctrico	Limpieza interna y externa	Semestral	Brocha
Reflectores tipo LED	Limpieza y ajuste de tornillos	Semestral	Franela y hexagonal N.º 6
Dispositivos de protección	Ajuste de borneras	Anual	Destornillador aislado
Cajetín metálico	Revisión de empalmes	Anual	Destornillador, linterna, cinta aislante

**Fuente.** (Propia)

Por otra parte, el mantenimiento correctivo en el sistema de iluminación es cuando exista un fallo eléctrico y sea reparado por el personal técnico del Campus ESFOT.

En la tabla E.2 se especifica los problemas más comunes que pueden presentarse desde el tablero de distribución eléctrica hasta el tablero de control de los reflectores.

**Tabla E.2.** Mantenimiento Correctivo

PROBLEMA	ACCIÓN	DISPOSITIVO
Interrupción de electricidad en el tablero de distribución	Comprobar el interruptor termomagnético esté activado y voltaje en las fases del disyuntor principal	2 disyuntores de 1 polo 110 (V) / 16 (A)
Interrupción de electricidad en el tablero de control.	Comprobar el interruptor termomagnético esté activado y voltaje en las fases del disyuntor principal	Disyuntor de 2 polos 220(V) / 16 (A)

---

Foco tipo led color rojo de la porta fusible apagado	Revisión del filamento del fusible	Fusible 10 (A) Ø 10 x 38
Reflectores encendidos en horas no programadas.	Resetear el reloj temporizador de acuerdo con el manual de usuario.	Temporizador T4
Tubo Conduit energizada	Revisión de empalmes estén cubiertos con cinta aislante	Cables eléctricos Color rojo (fase 1) Color negro (fase 2)
Luminarias que parpadean o baja intensidad lumínica	Revisión de disyuntores en el tablero de distribución	Disyuntor 1 polo 110 (V) / 16 (A)

---

**Fuente.** (Propia)