

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN
AUTOMÁTICO PARA EL CAMPUS ESFOT (ZONA 3)**

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

LOACHAMIN JARRIN JESSICA LIZBETH

jessica.loachamin@epn.edu.ec

GUAMAN MOLINA JOSE DAVID

jose.guaman@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. PROAÑO CHAMORRO PABLO ANDRÉS

pablo.proano@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. ROMO HERRERA CARLOS ORLANDO

carlos.romo@epn.edu.ec

Quito, Julio 2018

DECLARACIÓN

Nosotros, Jessica Lizbeth Loachamín Jarrín y José David Guamán Molina declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Jessica Lizbeth Loachamín Jarrín

Jose David Guamán Molina

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Jessica Lizbeth Loachamin Jarrin y el Sr. José David Guamán Molina, bajo mi supervisión.

Ing. Pablo Proaño Chamorro

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Carlos Romo Herrera

CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros Padres, que con su aliento y motivación nunca dejaron de apoyarnos en cada momento que parecíamos desfallecer durante todo nuestro periodo académico.

Agradecemos a nuestro director de proyecto la Ing. Pablo Proaño, por su predisposición y tiempo brindado para culminar con satisfacción nuestro trabajo final.

Agradecemos a la ESFOT, profesores de la Institución por todo el conocimiento y consejos impartidos a lo largo de nuestro paso por tan noble institución.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Objetivos.....	2
2. METODOLOGÍA.....	3
2.1. Formulación metodológica utilizada.....	3
2.2. Pasos metodológicos.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
3.1. Diseño del sistema de Iluminación.....	5
3.1.1 Diseño área del parque.....	7
3.1.2 Diseño área del área central.....	10
3.2. Simulación virtual mediante software Dialux.....	16
3.2.1 Simulación del área del parque.....	16
3.2.2 Simulación del área central.....	17
3.3. Instalación de canalización.....	20
3.3.1 Canalización área del parque.....	20
3.3.2 Canalización área central.....	21
3.4. Cableado desde el tablero hacia las luminarias.....	24
3.4.1. Cableado área del parque.....	24
3.4.2. Cableado área central.....	28
3.5. Pruebas y análisis de resultados.....	32
3.5.1 Medición Lumínica.....	32
3.5.2 Caídas de Voltaje.....	37
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
4.1. Conclusiones.....	40
4.2. Recomendaciones.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	44
ANEXO A. INFORMES DIALUX.....	44
ANEXO B. DIAGRAMAS ELÉCTRICOS Y DE CONTROL.....	57
ANEXO C. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO.....	62
ANEXO D. MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	71
ANEXO E. TERMINOLOGÍAS.....	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonas de trabajo.....	5
Figura 2: División de la Zona 3.....	7
Figura 3: Instalaciones en mal estado.....	8
Figura 4: Infraestructura deteriorada.....	8
Figura 5: Distribución de las luminarias del parque.....	9
Figura 6: Luminaria seleccionada.....	10
Figura 7: Área a ser iluminada.....	11
Figura 8: Poste existente en el área.....	11
Figura 9: Luminarias fuera de servicio.....	12
Figura 10: Luminaria seleccionada.....	14
Figura 11: Distribución de luminarias.....	16
Figura 12: Intensidad lumínica.....	17
Figura 13: Luminarias con enfoque al piso.....	18
Figura 14: Luminarias con ángulo de enfoque.....	18
Figura 15: Intensidad lumínica.....	19
Figura 16: Intervención de ductos.....	21
Figura 17: Tubería eléctrica conduit EMT ½ (in) galvanizado.....	22
Figura 18: Unión de tubería eléctrica Conduit ½ (in) galvanizado.....	22
Figura 19: Acople de tubería eléctrica Conduit ½ (in) galvanizado.....	22
Figura 20: Cajetín metálico rectangular.....	22
Figura 21: Abrazadera metálica para tubería de ½ (in).....	23
Figura 22: Toma de distancias para ubicación de tubería EMT.....	23
Figura 23: Canalización del área.....	24
Figura 24: Esquema del cableado eléctrico del parque.....	24
Figura 25: Cableado de luminarias.....	25
Figura 26: Instalación de Varilla Cooperweld.....	25
Figura 27: Nuevas luminarias.....	26
Figura 28: Tablero de control del parque.....	28
Figura 29: Esquema del cableado eléctrico área central.....	29
Figura 30: Cableado de luminarias.....	29
Figura 31: Nuevas luminarias.....	30
Figura 32: Tablero de control área central (CM3).....	32
Figura 33: Equipo de medición Fluxómetro.....	33
Figura 34: Medición área central; luminarias apagadas.....	33
Figura 35: Medición área central; luminarias encendidas.....	34
Figura 36: Medición área del parque; luminarias apagadas.....	35
Figura 37: Medición área del parque; luminarias encendidas.....	36
Figura 38: Medición de voltaje; área de parque.....	37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Nivel de iluminación recomendada.	6
Tabla 2: Datos generales de la luminaria.	10
Tabla 3: Datos generales de la locación.....	12
Tabla 4: Datos generales de las luminarias.	14
Tabla 5: Resultados obtenidos.....	17
Tabla 6: Resultados obtenidos.....	19
Tabla 7: Elementos tablero del Parque.....	26
Tabla 8: Elementos tablero del Área Central.	30
Tabla 9: Cantidad de Luxes medidos en el área central.	34
Tabla 10: Cantidad de Luxes medidos en el área del parque.....	36

RESUMEN

En el presente proyecto se diseña e implementa un nuevo sistema de iluminación para el campus de la Escuela de Formación de Tecnólogos de la Escuela Politécnica Nacional enfocada en el bienestar de los estudiantes, docentes y transeúntes que hacen uso de estos espacios.

En el primer capítulo se hace reseña de las condiciones del sistema de iluminación con el que contaba la ESFOT, además señala los objetivos y la justificación para realizar este proyecto.

En el segundo capítulo se realiza una descripción de la metodología y los pasos metodológicos que fueron empleados para la ejecución del presente proyecto.

En el tercer capítulo se puede encontrar el diseño del sistema a ser implementado cumpliendo con las normas vigentes del Ecuador, adicional se hace la simulación del diseño en el Software DiaLux que ayudará a verificar si el diseño cumple con los estándares establecidos.

También hace la descripción de la implementación del sistema de iluminación en las dos áreas y se finaliza con la realización de pruebas en las que certificarán que el sistema funciona según lo establecido en el diseño.

En el cuarto capítulo se hace mención a las conclusiones y recomendaciones que se fueron adquiriendo en el trascurso de la ejecución de este proyecto.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Planteamiento del problema.

Actualmente los centros educativos cumplen con una función clave en la sociedad, donde es importante contar con un sistema de iluminación eficiente que ayude a potenciar el ambiente académico, donde los estudiantes se sientan más seguros, de esta manera se fortalece la imagen y reputación de los centros educativos.

A simple vista la ESFOT presenta deficiencia de iluminación en los exteriores de sus aulas y espacios verdes, esto se vuelve un inconveniente ya que las actividades se desarrollan en horario matutino, vespertino y nocturno.

Debido a la falta de iluminación en los predios de la “ESFOT” los estudiantes, empleados, docentes y visitantes en general tienen dificultad en llevar a cabo las diferentes actividades que se realizan cotidianamente en el horario nocturno.

Además el servicio de guardianía contratado por la “Escuela Politécnica Nacional” tiene ciertas dificultades al realizar sus labores nocturnas, ya que las áreas con poca iluminación son empleadas para realizar actos que atentan contra la imagen de la institución.

1.2. Justificación.

Para solventar este inconveniente se implementó un sistema de iluminación automático en el campus de la “ESFOT”, el cual cuenta con luminarias LED y su control se realiza mediante temporizadores permitiendo que las mismas se enciendan a determinadas horas del día, lo que reduce el consumo de energía eléctrica.

De esta manera los estudiantes, docentes y transeúntes sienten un mayor confort y seguridad al caminar por las áreas de la “ESFOT”, porque al culminar sus actividades en el horario nocturno pueden transitar con mejor visibilidad y seguridad por el campus, debido a que actualmente cuenta con un sistema iluminación adecuado facilitando el desplazamiento por las mismas.

Este sistema también ayuda con el trabajo que realiza la empresa de guardianía precautelando los bienes de la “Escuela Politécnica Nacional”, la seguridad de sus docentes, empleados y estudiantes.

1.3. Objetivos.

El principal objetivo de este trabajo es Implementar un sistema de iluminación automático para el campus ESFOT (Zona 3).

Los objetivos específicos a cumplir son los siguientes:

- Determinar las condiciones actuales del área.
- Diseñar el sistema de iluminación, cableado y tablero de control para la sección a iluminarse (memoria, hojas técnicas, planos).
- Implementar el sistema de iluminación.
- Realizar las pruebas pertinentes que avalen el funcionamiento del sistema.
- Redactar manual operación y mantenimiento.

2. METODOLOGÍA.

El desarrollo del presente trabajo se ha llevado a cabo en función a la investigación aplicada y del desarrollo experimental buscando la generación de conocimiento con la aplicación directa a los problemas de la iluminación de la ESFOT. (Lozada, 2014)

2.1. Formulación metodológica utilizada.

Se realizó la implementación de las luminarias utilizando el criterio de una investigación experimental que se embarca dentro de la investigación aplicada, donde se modificó la realidad en la que se encontraba la ESFOT con el propósito de crear un ambiente que permite realizar con normalidad diferentes actividades que se desarrollan dentro de la institución en horario nocturno.

2.2. Pasos metodológicos.

Se comprobó las condiciones del sistema de iluminación, el mismo que no se encontraba operativo en los exteriores de la ESFOT, se procedió a retirar todos los elementos que se encontraban deteriorados y fueron reemplazados según el diseño.

El estudio de las luminarias que fueron instaladas se realizó en base a normas cumpliendo con los valores mínimos de Lúmenes. Para ello, se calculó la demanda total de energía tomando en cuenta la cantidad de luminarias calculadas, la ubicación de cada luminaria y los niveles de corriente para la selección de los equipos de control a ser instalados, teniendo en cuenta el tiempo que permanecerán activas las luminarias (factor de utilización).

Las luminarias son controladas mediante un temporizador, el cual controlará la activación de las lámparas de 04h00 a 06h00 en horario diurno y de 18h30 a 22h00 en el horario nocturno de esta manera la ESFOT colabora con el medio ambiente reduciendo el consumo de energía eléctrica.

Finalmente a través del software DiaLux Evo 7 que entre sus atributos permite generar el diseño, cálculo y la simulación de luz en espacios simples, pisos enteros,

edificios y escenas exteriores, se verificó que los elementos seleccionados para la implementación crean un sistema confiable y seguro.

Después de realizar el estudio de las luminarias se procede a realizar los planos de conexión.

Se procedió a implementar el diseño realizado en toda la Zona 3, la cual se divide en dos áreas de estudio el central y del parque de la ESFOT. Se instaló según lo señalado en los planos desarrollados: la acometida, la cantidad de luminarias, el tablero de control y la conexión a la red.

El sistema de iluminación cuenta con una alimentación bifásica debido a la naturaleza de las luminarias que conformarán el sistema, también elegida de esta manera para reducir aún más las corrientes a generarse por la cantidad de lámparas a ser instaladas.

Una vez finalizada la instalación de todas la lámpara y los tableros de control, se realizó las pruebas al sistema para poder analizar los resultados obtenidos en la simulación del Software DiaLUX, mediante las mediciones de la cantidad de Luxes en diferentes puntos con la ayuda de un luxómetro.

Después de haber realizado las pruebas pertinentes de funcionamiento, con los conocimientos adquiridos y con las hojas técnicas de los elementos instalados se procedió a redactar el manual de operación y mantenimiento del sistema.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Este es un proyecto macro realizado por un grupo de diez estudiantes de la carrera Electromecánica, este proyecto se ha dividido en cinco zonas y la zona sobre la cual se va a trabajar en este enunciado es la ZONA 3 como lo muestra la figura 1.

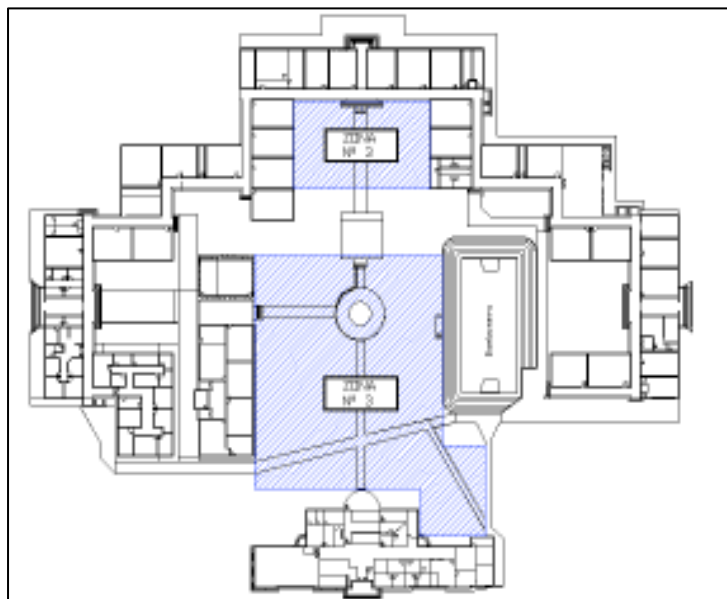


Figura1: Zonas de trabajo.

Fuente: Propia.

3.1. Diseño del sistema de Iluminación.

El presente proyecto está enfocado en el cumplimiento de los niveles de iluminación requeridos por las normas vigentes, brindando seguridad y confort a las personas que transitan por las instalaciones de la ESFOT en altas horas de la noche.

Por lo que se rigió al cumplimiento del DECRETO EJECUTIVO 2393; reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

En el artículo 56 del decreto menciona que los niveles mínimos en todos los lugares de trabajo y de tránsito deben ser dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para garantizar que el personal pueda efectuar sus labores con seguridad y

sin daño para los ojos. Los niveles mínimos de iluminación se consideran mediante la siguiente tabla 1.

Tabla 1: Nivel de iluminación recomendada.

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

Fuente: (Rivadeneira, 1986).

En función del decreto antes mencionado se considera 20 (lx) que es aplicable para pasillos, patios y lugares de paso, pero debido a que se están instalando cámaras de seguridad en la ESFOT y diferentes actividades que suelen efectuar en los alrededores se toma el siguiente valor de la tabla siendo de 50 (lx) para el presente estudio.

La zona de estudio será dividida en dos áreas: Área central y Área del parque, debido a que se encuentran en diferentes locaciones se las analizarán de manera independiente, a continuación en la figura 2 se indica las áreas de estudio.

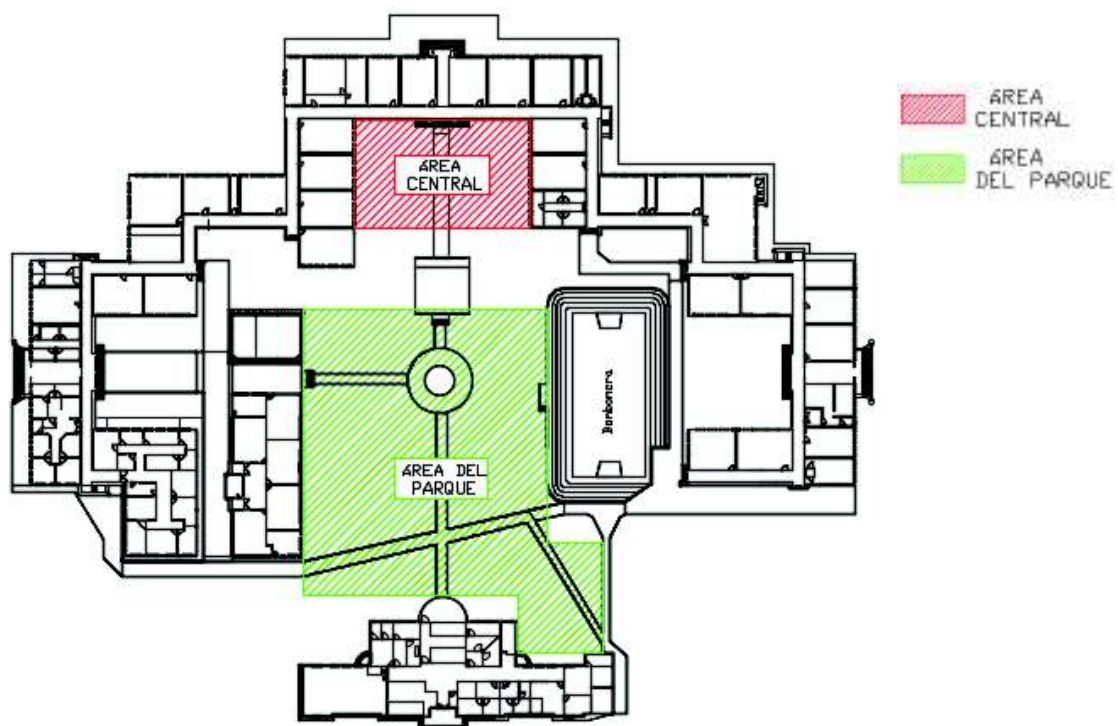


Figura 2: División de la Zona 3.

Fuente: Propia.

3.1.1 Diseño área del parque.

Es un espacio de 1157 (m²), misma que cuenta con un camino adoquinado por el cual transitan las personas y un área de césped el cual es empleado por los estudiantes para descansar.

Esta área contaba con un sistema de iluminación obsoleto, misma que estaba fuera de funcionamiento pues no se encontraba en óptimas condiciones, debido a que el cableado estaba deteriorado por el paso del tiempo, no contaba con el grado de protección IP adecuado y se observaba que no se había realizado mantenimiento, como se indica en la figura 3 y figura 4.



Figura 3: Instalaciones en mal estado.

Fuente: Propia.



Figura 4: Infraestructura deteriorada.

Fuente: Propia.

En base a la inspección que se realizó al Área del Parque y al alcance del proyecto se utilizó la parte civil y los postes del sistema de iluminación que ya se encontraban instalados, en la figura 5 se observa la distribución de los postes donde serán colocadas las lámparas.

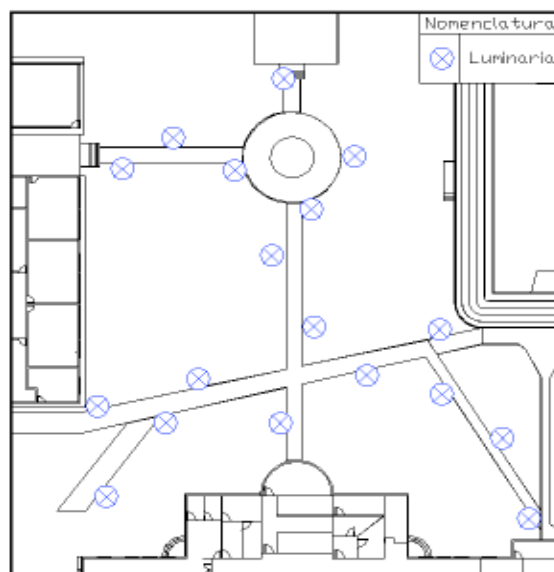


Figura 5: Distribución de las luminarias del parque

Fuente: Propia.

Se realizó la instalación de 18 luminarias en la infraestructura existente, y se consideró la potencia de las luminarias que se encontraban instaladas.

Al tratarse de un área exterior se seleccionó lámparas IP65, su significado en inglés Internacional Protection, grado de protección que se da normalmente a los equipos electrónicos, el primer dígito marca el nivel de protección sobre los objetos que no deben penetrar en la envolvente y la segunda cifra indica el nivel de protección contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua, la luminaria es de color blanca tipo Farola como se muestra en la figura 6 y cuenta con las especificaciones que se describen en la tabla 2.



Figura 6: Luminaria seleccionada.

Fuente: Propia.

Tabla 2: Datos generales de la luminaria.

Fabricante	
Descripción	Led Farola
Número de catálogo	-
Número de lámparas/luminaria	1
Clasificación / IP protección	IP65
Emisión luminosa inicial (lm)	5000
Ángulo de Luz	120
Voltaje nominal (V)	110 / 240
Potencia nominal (W)	50

Fuente: Propia.

IP 65:

- Primer dígito (6): Ninguna entrada de polvo.
- Segundo dígito (5): el agua proyectada con la ayuda de una boquilla en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales.

3.1.2 Diseño área del área central.

Es un espacio de 699,85 (m²) efectivos para el cálculo de luminarias como lo indica la figura 7, ya que en el centro de esta área existe un poste metálico de 11 (m) de altura con dos luminarias de 9600 (lm) y 20 (W) como se muestra en la figura 8.

Actualmente solo se encuentra en funcionamiento una de las dos luminarias del poste.

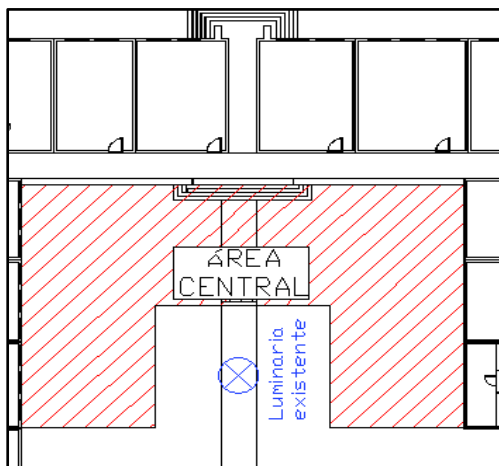


Figura 7: Área a ser iluminada.

Fuente: Propia.



Figura 8: Poste existente en el área.

Fuente: Propia.

En esta área se pudo visualizar la presencia de luminarias de tecnología obsoleta las cuales estaban quemadas y en mal estado como se lo muestra en la figura 9, además poseían conductores deteriorados con lo que se comprobó que el sistema se encontraba fuera de servicio.



Figura 9: Luminarias fuera de servicio.

Fuente: Propia.

Cálculo del número de luminarias requerido.

a) Datos generales del área a ser iluminada.

En la tabla 3 se establecen los parámetros de la locación en la cual se realizó la instalación de las luminarias.

Tabla 3: Datos generales de la locación.

Altura de colocación	3,76 (m)
Altura de trabajo = h'	0 (m)
Nivel de Iluminación requerida (50 foot-candle)	50,00 (lx)
A = Ancho	9,7 (m)
L = Largo	72,15 (m)
H = Altura sobre plano de trabajo	3,76 (m)
S = Superficie del espacio	699,85 (m ²)

Fuente: Propia.

Se considera el nivel de iluminación requerida de 50 (lx) debido a que en esta área ya cuenta con iluminación en los corredores y en las aulas, lo cual aumenta el nivel de iluminación. Cabe mencionar que con este valor no se afectará el confort de los estudiantes.

b) Coeficiente de utilización (C.U).

El factor de utilización es una medida del rendimiento del conjunto de luminarias, mismo que se define como el coeficiente entre flujo útil que llega a la calzada y el emitido por la lámpara. (E.T.S. Arquitectura)

En función del uso, se escoge los dos alumbrados tipo ambiental y funcional, obteniendo el valor medio de ambos mínimo a cumplir siendo un resultado de:

$$C.U = 0,7$$

c) Cálculo del Flujo luminoso.

Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo, la unidad de medida del flujo luminoso es el "Lumen". (E.T.S. Arquitectura)

$$FL = \frac{E \cdot S}{CU \cdot FM}$$

$$FL = \frac{50,00 \cdot 699,85}{0,7 \cdot 0,8}$$

$$FL = 62487,05$$

Dónde:

FL= Flujo de lúmenes requeridos para iluminar el área.

E= Intensidad de iluminación media.

S= Área a ser iluminada.

FM= Factor de mantenimiento otorgada por el fabricante, acorde a la disminución de la eficacia de la lámpara, el ensuciamiento de la luminaria ubicada en exteriores, ensuciamiento de paredes de instalación y supervivencia de luminaria es de 0,8.

d) Selección del tipo de luminaria.

Se seleccionó lámparas que cumplan con los siguientes requisitos: trabajo en exteriores, que tenga la capacidad de abarcar el área de luminosidad

deseada, además se consideró que las mismas se encuentren en el mercado local para poder contar con repuestos en el caso de llegar a ser necesarios. Al tratarse de un área exterior se seleccionó lámparas con grado de protección IP65 que protege a la lámpara contra el polvo y agua, color negra empotrable en la pared, de acuerdo a lo que se encontró en el mercado se selecciona la lámpara de la figura 10, con las características descritas en la tabla 4:



Figura 10: Luminaria seleccionada.

Fuente: Catalogo Osram

Tabla 4: Datos generales de las luminarias.

Fabricante	OSRAM
Descripción	LEDVANCE FLOODLIGHT
Número de catálogo	-
Número de lámparas/luminaria	1
Largo (mm)	216
Ancho (mm)	187,5
Alto (mm)	62
Clasificación / IP protección	IP65
Emisión luminosa inicial (lm)	4500
Factor de Mantenimiento	0,8 %
Voltaje nominal (V)	110 / 240
Potencia nominal (W)	50

Fuente: Propia

IP 65:

- Primer dígito (6): Ninguna entrada de polvo.
- Segundo dígito (5): el agua proyectada con la ayuda de una boquilla en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales.

e) Cantidad de luminarias requeridas.

De acuerdo a la cantidad de lúmenes calculados anteriormente y los lúmenes de la luminaria escogida, se calcula el número de luminarias requerido para esta área.

$$\# \text{ Luminarias} = \frac{\text{FL}}{\text{IL}}$$

$$\# \text{ Luminarias} = \frac{62487,054}{4500}$$

$$\# \text{ Luminarias} = \mathbf{13,89}$$

Dónde:

Luminarias= Cantidad de luminarias requeridas para iluminar el área.

F= Lúmenes requeridos para iluminar el área.

Iluminación inicial de luminaria = Emisión luminosa inicial de la lámpara seleccionada.

Esta área contará con 14 lámparas distribuidas de como se muestra en la figura 11.

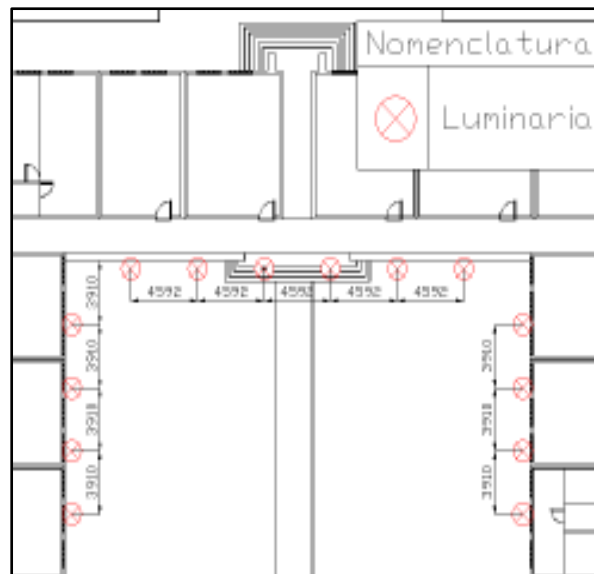


Figura 11: Distribución de luminarias.

Fuente: Propia.

3.2. Simulación virtual mediante software DiaLux.

Con la ayuda del Software DiaLux Evo7 se realiza la simulación de las luminarias acorde a la cantidad antes calculada, y en sus respectivas ubicaciones se comprobará si las luminarias escogidas emiten los lúmenes deseados en cada área.

3.2.1 Simulación del área del parque.

Previo a la simulación en programa DiaLux, se ingresan los planos del área para realizar la simulación de las luminarias tipo farolas de 50 (w) y 5000 (lm) seleccionadas anteriormente, colocadas según la distribución de la figura 5.

En la figura 12 se observa la representación gráfica que emite el DiaLux cuando se enciende la opción: visualización de diagramas de colores, los cuales representan la cantidad de luxes que son emitidas en el área.

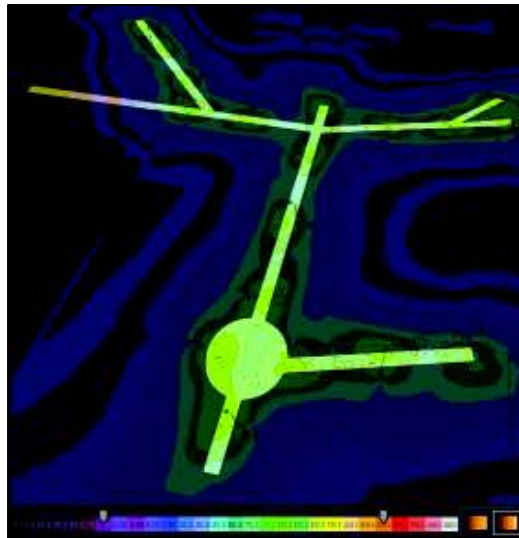


Figura 12: Intensidad lumínica.

Fuente: Propia.

También pueden ser vistos estos resultados en la tabla 5 que permite cuantificar los resultados de manera más comprensiva y objetivamente cumpliendo con el alcance especificado.

Tabla 5: Resultados obtenidos.

Intensidad lumínica perpendicular	
Media	69,5 (lx)
Mínima	0,48 (lx)
Máxima	134 (lx)

Fuente: Propia.

Gracias a la simulación en el programa DiaLux se pudo demostrar que el diseño desarrollado en el área del parque cumple con el mínimo de 50 (lx) requerido según el decreto Ejecutivo 2393. En el Anexo A se puede observar el informe que emite el programa DiaLux del área del parque.

3.2.2 Simulación del área central.

Según el cálculo realizado en la tabla 3 se ubican las 14 lámparas en el área central como se indicó en la figura 11, a una altura medida desde el piso a la parte superior de paredes laterales de 3,76 (m).

Se verificó que colocando las luminarias con el enfoque directo al piso se obtiene una concentración elevada de lúmenes al piso, adicionalmente se observa que el exceso de luz estaría ingresando por las ventanas que se encuentran en las paredes laterales y perdiendo luminosidad efectiva en piso como lo demuestra la figura 13.

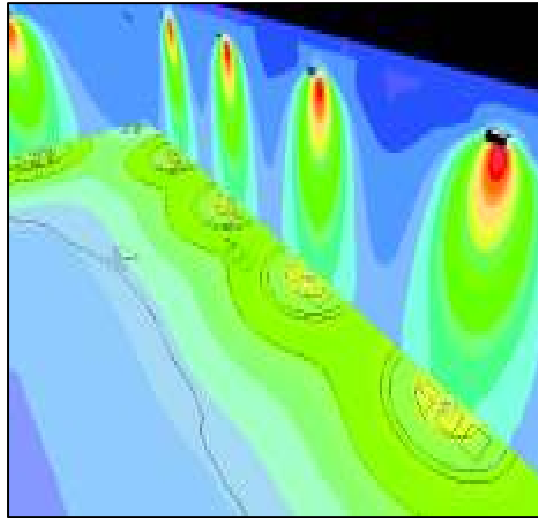


Figura 13: Luminarias con enfoque al piso.

Fuente: Propia.

Se realiza la correcta rotación de luminarias con un ángulo de enfoque de 30 grados para poder obtener un área mejor iluminada y proporcionalmente copada de luminosidad como lo demuestra la figura 14.

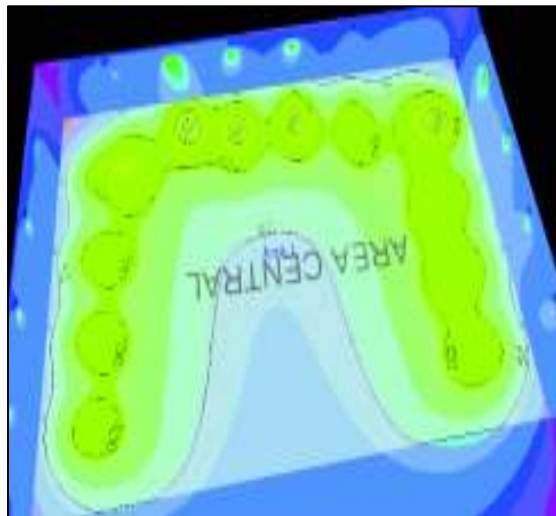


Figura 14: Luminarias con ángulo de enfoque.

Fuente: Propia.

En la figura 15 se observa la representación gráfica que emite el DiaLux mediante visualización de colores falsos, los cuales representan la cantidad de luxes que son emitidas en el área, en esta área se considera la iluminación del poste existente y de las luminarias a instalar.

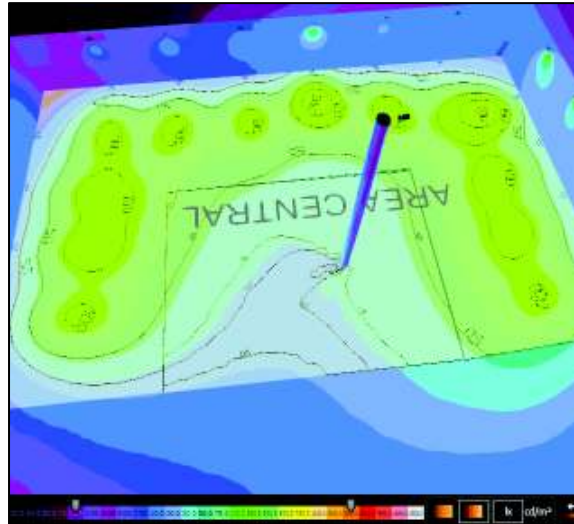


Figura 15: Intensidad lumínica.

Fuente: Propia.

También pueden ser vistos estos resultados en la tabla 6 que permite cuantificar los resultados de manera más comprensiva y observando que se cumple con el alcance especificado de 50 (lx)

Tabla 6: Resultados obtenidos.

Intensidad lumínica perpendicular	
Media	68,3 (lx)
Mínima	2,52 (lx)
Máxima	207 (lx)

Fuente: Propia.

Gracias a la simulación en el programa DiaLux se pudo demostrar que el diseño desarrollado en el área del parque cumple con el mínimo de luxes requerido según el decreto Ejecutivo 2393. En el Anexo A se puede observar el informe que emite el programa DiaLux del área central.

3.3. Instalación de canalización.

Una vez ya confirmado que el diseño cumple con los requerimientos establecidos se procedió a la instalación del sistema, al ser diferentes áreas se considera dos tipos de implementaciones diferentes ya que en el área del parque se considera una instalación subterránea mientras que en el área central es aérea.

3.3.1 Canalización área del parque.

En esta área se tiene diferentes tramos de infraestructura previamente instalada que interconectan los postes en los que serán montadas las luminarias, por lo que previo a la instalación se evaluó que los ductos se encuentren en buen estado y puedan ser empleados en la nueva instalación permitiendo el paso libre de las guías para poder realizar el cableado, la tubería instaló acorde a la National Electrical Code, capítulo 9; porcentaje de sección del conducto y tubería para conductores, con un diámetro de $\frac{1}{2}$ (in) por el cual pasaban libremente los tres conductores número 12 AWG, se elige este tipo de cable debido a la corriente que va a circular en el circuito de iluminación acorde a National Electrical Code tabla 210.24 con un rating máximo de operación de 20 (A), con estos parámetros se garantiza que al momento de pasar los cables no sufra un maltrato excesivo que pueda ocasionar fallas.

En base al análisis del estado que se encontraba el Área del Parque se hizo el cambio de los elementos que estaban deteriorados como lo es parte de la infraestructura (ductos subterráneos) que no eran aptos para poder ser empleados ya que estos tenían agua o no permitía el paso de la guía por lo que estos tramos fueron intervenidos como lo muestra la figura 16, realizando el cambio de los ductos deteriorados y se instalaron cajetines de paso para la intersección de cableado.

En los empalmes ejecutados se utilizaron borneras conectoras y fueron aisladas mediante cinta tape dieléctrica.



Figura 16: Intervención de ductos.

Fuente: Propia.

3.3.2 Canalización área central.

Gracias a la inspección realizada previamente se procedió al desmontaje de los ductos (mangueras plásticas) que se encontraban instalados, como se eliminó esta infraestructura, la instalación es completamente nueva.

Al contar con un techo saliente en paredes laterales se puede garantizar que la instalación no estará expuesta directamente a la humedad excesiva o chorros de agua como lo es la lluvia y acorde a National Electrical Code capítulo 9 tabla 1 porcentaje de sección transversal de conductos y tubos para conductores se emplea tubería eléctrica metálica EMT de $\frac{1}{2}$ (in) como se ve en la figura 17, uniones como se ve en la figura 18, acoples como se ve en la figura 19, cajetines rectangulares de revisión como se ve en la figura 20, que serán empleados para la instalación de luminarias y abrazaderas metálicas para la sujeción de dichos elementos como se ve en la figura 21.



Figura 17: Tubería eléctrica conduit EMT ½ (in) galvanizado.

Fuente: Catálogo Crouse Hinds



Figura 18: Unión de tubería eléctrica Conduit ½ (in) galvanizado.

Fuente: Catálogo Crouse Hinds



Figura 19: Acople de tubería eléctrica Conduit ½ (in) galvanizado.

Fuente: Catálogo Crouse Hinds



Figura 20: Cajetín metálico rectangular.

Fuente: Catálogo Crouse Hinds



Figura 21: Abrazadera metálica para tubería de ½ (in).

Fuente: Catálogo Crouse Hinds

En función del diseño previamente presentado se realiza las mediciones de distancias entre luminarias a 3910 (mm) en los laterales y 4592 (mm) en el transversal para la ubicación de la tubería y los cajetines metálicos como se muestra en la figura 22 para posteriormente poder instalar las luminarias.



Figura 22: Toma de distancias para ubicación de tubería EMT.

Fuente: Propia.

Una vez que se establecieron los puntos en los cuales se deben instalar los elementos para poder ubicar las luminarias se procedió a instalar tanto la tubería eléctrica EMT de ½ (in) de la figura 17, como los cajetines de la figura 20, mismos que son asegurados con las abrazaderas de la figura 21 y espaciadas uniformemente según las distancias de la figura 11. La instalación la podemos visualizar en la figura 23.



Figura 23: Canalización del área.

Fuente: Propia.

3.4. Cableado desde el tablero hacia las luminarias.

Una vez instalada la infraestructura del sistema se procederá a realizar el cableado desde el tablero de control hacia las luminarias, en el Anexo B se encontrarán los planos eléctricos de las dos áreas.

3.4.1. Cableado área del parque.

Se procedió a realizar el cableado de las luminarias en el Área del Parque de acuerdo a la figura 24:

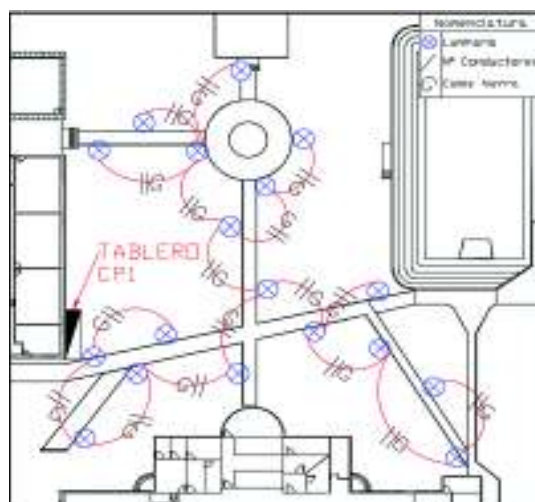


Figura 24: Esquema del cableado eléctrico del parque.

Fuente: Propia.

El cableado eléctrico se lo realizó con tres conductores flexibles # 12 AWG, color negro y rojo para fases y el color verde para tierra como lo indica la figura 25.



Figura 25: Cableado de luminarias.

Fuente: Propia.

Para esta área que no contaba con puesta a tierra se realizó la instalación acorde a National Electrical Code Sección 2; puesta a tierra de sistema de electrodos, mediante Varilla Cooperweld de $\frac{1}{2}$ (in), enterrada en aproximadamente 2 (m) de profundidad conectado al sistema de iluminación con un conductor 12 AWG, que permite una adecuada difusión a tierra de las corrientes de falla que se puedan presentar en el sistema eléctrico instalado como lo muestra la figura 26.



Figura 26: Instalación de Varilla Cooperweld.

Fuente: Propia.

Finalmente se realizó la instalación de las nuevas luminarias del parque como lo muestra la figura 27.



Figura 27: Nuevas luminarias.

Fuente: Propia.

El tablero de control se encuentra ubicado en la parte posterior de la Asociación de estudiantes de la ESFOT como lo muestra la figura 28, el tablero consta de los siguientes elementos descritos en la tabla 7:

Tabla 7: Elementos tablero del Parque.

ELEMENTOS CABLERO DEL PARQUE	
CANT (UND)	DESCRIPCIÓN
1	Breaker 2p, 16 (A), 110/220 (V)
1	Timmer dig, 15 (A), 110/220 (V)
1	Fusible cerámico Ø10x38; 10 (A)

Fuente: Propia.

- **Cálculo de la corriente total del sistema a 110 (V)**

Datos:

Tensión de alimentación: 110 (V)

Potencia de Lámpara: 50 (W)

Potencia Total = Potencia de lámpara X Número de lámparas

Potencia Total = 50 (W) x 18

Potencia Total = 900 (W)

$$\text{Corriente Total} = \frac{\text{Potencia Total}}{\text{Voltaje}}$$

$$\text{Corriente Total} = \frac{900 \text{ (W)}}{110 \text{ (V)}}$$

$$\text{Corriente Total} = \mathbf{8.18 \text{ (A)}}$$

Corriente para el Breaker = Corriente Total x Factor de Seguridad

$$\text{Corriente para el Breaker} = 8.18(\text{A}) \times 1.15$$

$$\text{Corriente para el Breaker} = \mathbf{9.407(\text{A})}$$

Corriente total del sistema a 220 (V)

Tensión de alimentación: 220 (V)

Potencia de Lámpara 50 (W)

Potencia Total = Potencia de lámpara X Número de lámparas

$$\text{Potencia Total} = 50 \text{ (W)} \times 18$$

$$\text{Potencia Total} = 900 \text{ (W)}$$

$$\text{Corriente Total} = \frac{\text{Potencia Total}}{\text{Voltaje}}$$

$$\text{Corriente Total} = \frac{900 \text{ (W)}}{220 \text{ (V)}}$$

$$\text{Corriente Total} = \mathbf{4.09 \text{ (A)}}$$

Corriente para el Breaker = Corriente Total x Factor de Seguridad

$$\text{Corriente para el Breaker} = 4.09(\text{A}) \times 1.15$$

$$\text{Corriente para el Breaker} = \mathbf{4.70(\text{A})}$$

Actualmente las luminarias se encuentran trabajando con un voltaje de línea de 220 (V), en caso de ser requerido la instalación es apta para trabajar con un voltaje de 110 (V), cabe mencionar que al tener un menor voltaje de alimentación la corriente se elevará generando un mayor consumo, razón por la cual se ha seleccionado un Breaker de 16 (A) ya que al momento de realizar la instalación no se pudo encontrar uno de 10 (A). El cable seleccionado es el # 12 AWG de cobre, esto acorde a la cantidad de corriente que circulará por el circuito y según lo definido por la National Electrical Code (máximo de circulación de corriente por un conductor.)

El temporizador es seleccionado acorde a la corriente que trabajará el circuito y a las características que se necesita en la programación habitual de encendido y apagado.

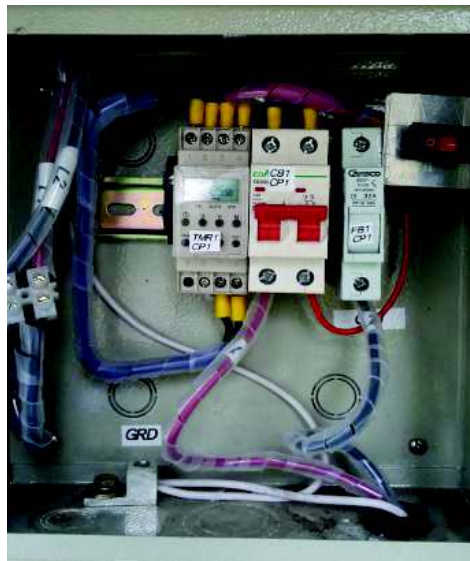


Figura 28: Tablero de control del parque.

Fuente: Propia.

3.4.2. Cableado área central.

Se procedió a realizar el cableado de las luminarias en el área central de acuerdo a la figura 29.

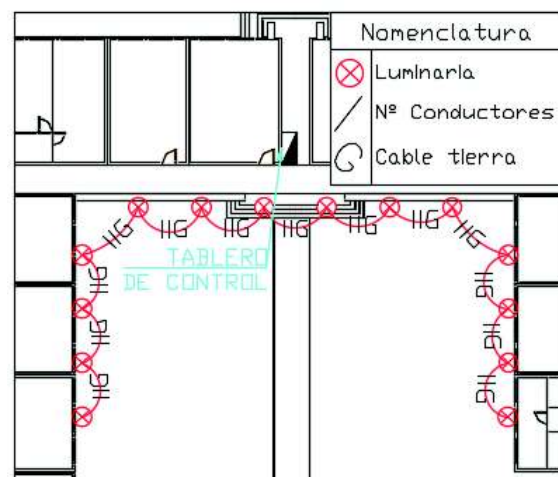


Figura 29: Esquema del cableado eléctrico área central.

Fuente: Propia.

El cableado eléctrico se lo realiza con tres conductores flexibles # 12 AWG, color negro y rojo para fases y el color verde para tierra como lo muestra la figura 30.



Figura 30: Cableado de luminarias.

Fuente: Propia.

Finalmente se realizó la instalación de las nuevas luminarias del área central como lo muestra la figura 31.



Figura 31: Nuevas luminarias.

Fuente: Propia.

El tablero de control se encuentra ubicado en el corredor que sale en dirección a la calle Toledo como lo indica la figura 32, el tablero consta de los siguientes elementos descritos en la tabla 8:

Tabla 8: Elementos tablero del Área Central.

ELEMENTOS CABLERO ÁREA CENTRAL	
CANT (UND)	DESCRIPCIÓN
1	Breaker 2p, 16 (A), 110/220 (V)
1	Timmer dig, 15 (A), 110v/220 (V)
1	Rele Electromagnetico, 16A; 220 (V)
1	Fusible cerámico Ø10x38; 10 (A)

Fuente: Propia.

- **Corriente total del sistema a 110 (V)**

Datos:

Tensión de alimentación: 110 (V)

Potencia de Lámpara: 50 (W)

Potencia Total = Potencia de lámpara X Número de lámparas

Potencia Total = 50 (W) x 14

Potencia Total = 700 (W)

$$\text{Corriente Total} = \frac{\text{Potencia Total}}{\text{Voltaje}}$$

$$\text{Corriente Total} = \frac{700 \text{ (W)}}{110 \text{ (V)}}$$

$$\text{Corriente Total} = 6.36(\text{A})$$

Corriente para el Breaker = Corriente Total x Factor de Seguridad

$$\text{Corriente para el Breaker} = 6.36(\text{A}) \times 1.15$$

$$\text{Corriente para el Breaker} = 7.31(\text{A})$$

- **Corriente total del sistema a 220 (V)**

Tensión de alimentación: 220 (V)

Potencia de Lámpara 50 (W)

Potencia Total = Potencia de lámpara X Número de lámparas

$$\text{Potencia Total} = 50 (\text{W}) \times 14$$

$$\text{Potencia Total} = 700 (\text{W})$$

$$\text{Corriente Total} = \frac{\text{Potencia Total}}{\text{Voltaje}}$$

$$\text{Corriente Total} = \frac{700 (\text{W})}{220 (\text{V})}$$

$$\text{Corriente Total} = 3.18 (\text{A})$$

Corriente para el Breaker = Corriente Total x Factor de Seguridad

$$\text{Corriente para el Breaker} = 3.18(\text{A}) \times 0.15\%$$

$$\text{Corriente para el Breaker} = 3.66(\text{A})$$

Actualmente las luminarias se encuentran trabajando con un voltaje de línea de 220 (V) bifásicos, en caso de ser requerido la instalación es apta para trabajar con un voltaje de 110 (V), cabe mencionar que al tener un menor voltaje de alimentación la corriente se elevará generando un mayor consumo, razón por la cual se ha seleccionado un Breaker de 16 (A) ya que al momento de realizar la instalación no se pudo encontrar uno de 10 (A). El cable seleccionado es el # 12 AWG de cobre,

esto acorde a la cantidad de corriente que circulará por el circuito y según lo definido por la National Electrical Code (máximo de circulación de corriente por un conductor) El temporizador es seleccionado acorde a la corriente que trabajará el circuito y a las características que se necesita en la programación habitual de encendido y apagado.

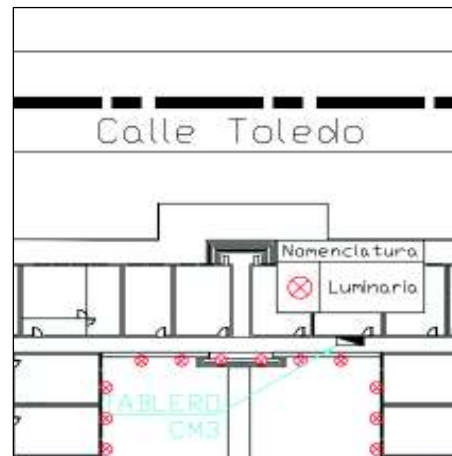


Figura 32: Tablero de control área central (CM3).

Fuente: Propia.

3.5. Pruebas y análisis de resultados.

Este capítulo tiene como objetivo verificar el que las luminarias instaladas emitan la cantidad de luxes establecidos según el diseño realizado en el capítulo anterior y de igual manera verificar que la acometida instalada para las luminarias se encuentre en óptimas condiciones garantizando el estado eléctrico de la instalación.

Se realizaron las siguientes pruebas en las áreas que fueron intervenidas con la implementación.

- Medición lumínica.
- Caídas de voltaje.

3.5.1 Medición Lumínica.

Se tomaron varias mediciones de la cantidad de luxes que emiten las luminarias en varios puntos de las dos áreas.

Las medidas fueron tomadas con las luminarias encendidas y con las luminarias apagadas, estas mediciones se realizarán con la ayuda de un equipo Fluxómetro de la línea Magnaflux que tiene rangos de lectura digital ajustables desde 0, 200, 2000 y 20000 (lx) como se aprecia en figura 33.



Figura 33: Equipo de medición Fluxómetro.

Fuente: Propia.

- **a) Pruebas del área central.**

Se realizó la medición de la cantidad de luxes existentes en 14 puntos ubicados en el piso, con las luminarias apagadas como lo muestra la figura 34 y con las luminarias encendidas como lo muestra la figura 35 arrojando los datos que se ven reflejados en la tabla 9.



Figura 34: Medición área central; luminarias apagadas.

Fuente: Propia.



Figura 35: Medición área central; luminarias encendidas.

Fuente: Propia.

Tabla 9: Cantidad de Luxes medidos en el área central.

ITEM	UBICACIÓN DEL ÁREA	PUNTO N°	CANTIDAD (lx) Luminarias Sin implementar	CANTIDAD (lx) Luminarias implementadas
1	Derecha	1	4,8	71.7
2	Derecha	2	4,2	70.7
3	Derecha	3	3,4	86
4	Derecha	4	2,7	65.0
5	Centro	5	4,9	88.9
6	Centro	6	5	77.9
7	Centro	7	5,2	87.4
8	Centro	8	5,8	88.9
9	Centro	9	4,9	78.5
10	Centro	10	4,8	80
11	Izquierda	11	4,8	85.9
12	Izquierda	12	6,6	81.13
13	Izquierda	13	7,1	82
14	Izquierda	14	7,6	68.9
PROMEDIO LUXES			5,13	80.08

Fuente: Propia.

Las mediciones de la cantidad de luxes tomadas en distinto lugares con las luminarias apagadas del área central fueron por debajo de los 10 (lx) e incluso existían sitios donde poseían 0,03 (lx). Al tomar la medición de la cantidad de luxes con las luminarias encendidas en los mismos puntos que fueron medidos

inicialmente con las luminarias apagadas, se observa que la intensidad lumínica aumento más del 100%.

Al comparar el promedio de luxes medido con el promedio de luxes emitido por el programa DiaLux se verificar un margen de error de 17%.

Se puede concluir que el sistema cumple con el requerimiento de tener un promedio mínimo entre 50 (lx).

- **Pruebas del área del parque.**

De igual manera se verifico la cantidad de luxes existentes en el área del parque, tomados en 18 puntos medidos en el suelo, con las luminarias apagadas como lo muestra la figura 36 y con las luminarias encendidas como lo muestra la figura 37 arrojando los datos que se ven reflejados en la tabla 10.



Figura 36: Medición área del parque; luminarias apagadas.

Fuente: Propia.

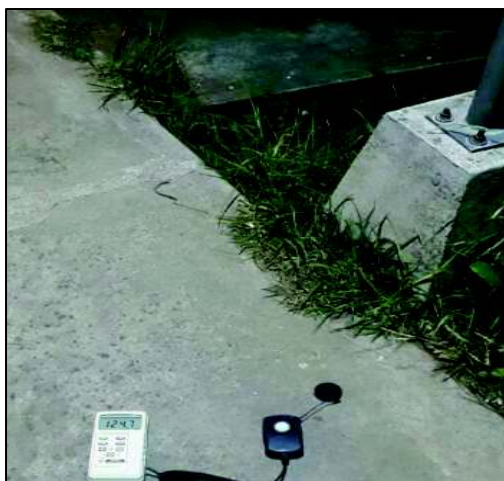


Figura 37: Medición área del parque; luminarias encendidas.

Fuente: Propia.

Tabla 10: Cantidad de Luxes medidos en el área del parque.

ITEM	UBICACIÓN DEL ÁREA	PUNTO N°	CANTIDAD (LUX) Luminarias sin implementar	CANTIDAD (LUX) Luminarias Implementadas
1	Lum. # 1	1	5,2	89.4
2	Lum. # 2	2	5,7	91.1
3	Lum. # 3	3	4,98	67.2
4	Lum. # 4	4	3,23	70.1
5	Lum. # 5	5	5,12	89.2
6	Lum. # 6	6	2,92	73.9
7	Lum. # 7	7	1,78	68
8	Lum. # 8	8	1,54	77.7
9	Lum. # 9	9	1,53	75
10	Lum. # 10	10	1,45	83.1
11	Lum. # 11	11	2,02	76.8
12	Lum. # 12	12	1,98	80.1
13	Lum. # 13	13	2,06	69
14	Lum. # 14	14	1,84	66.9
15	Lum. # 15	15	1,23	85.8
16	Lum. # 16	16	2,01	91.2
17	Lum. # 17	17	3,04	94.9
18	Lum. # 18	18	5,4	77.4
PROMEDIO LUXES			2,95	79.27

Fuente: Propia.

Al tomar las medición de la cantidad de luxes se comprobó la cantidad de luxes con las luminarias encendidas tomados en los mismos puntos que fueron medidos inicialmente con las luminarias apagadas, se observa que la intensidad lumínica aumento más del 100%.

Al comparar el promedio de luxes medido con el promedio de luxes emitido por el programa DiaLux se verificar un margen de error de 14%.

Se puede concluir que el sistema cumple con el requerimiento de tener un promedio mínimo de 50 (lx).

Al realizar la medición lumínica se pudo verificar que la cantidad de luxes aumento al implementar las luminarias, de esta manera se determinó que el sistema de iluminación implementado en la Zona 3 si cumple con la cantidad mínima de luxes establecidas en el Decreto Ejecutivo 2393.

3.5.2 Caídas de Voltaje.

Se procede a verificar que el voltaje que se encuentra en la línea de alimentación general este dentro de los parámetros en los cuales las luminarias puedan operar sin afectar su correcto funcionamiento.

Para esto se considera el voltaje inicial que se encuentra en el tablero de control, es decir que una vez que se encuentra implementado el tablero de control se procede a verificar el voltaje de la red eléctrica con la que va a trabajar las luminarias, como se indica en la siguiente figura 38 el voltaje inicial que se encuentra en la red eléctrica es de 220,4 (V) en el área del parque.



Figura 38: Medición de voltaje; área de parque.

Fuente: Propia.

En base a esto se toma como referencia el tramo final de la red eléctrica ya que es el que tendrá mayor pérdida al tener una mayor distancia de cableado y los diferentes empalmes que se realizarán para diversificar la red hacia el resto de luminarias, según el fabricante del cable se puede considerar una resistencia de 0,67 (Ω) cada 100 (m) de cable, el tramo de mayor distancia tiene 94 (m) que será la distancia a considerar con lo que se calcula la resistencia del cable de la siguiente forma:

$$\text{Resistencia de línea} = 94 \text{ (m)} \cdot 0,67 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\text{Resistencia de línea} = 0,6298 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Para considerar el voltaje que se tendrá en el fin de la línea se toma en cuenta la resistencia de línea por dos ya que son dos líneas de 110 (V) como se indica a continuación.

$$\text{Resistencia Total} = 2 \cdot \text{Resistencia de línea}$$

$$\text{Resistencia Total} = 2 \cdot 0,6298 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\text{Resistencia Total} = 1,2596 \text{ (}\Omega\text{)}$$

En base a los cálculos antes mencionados se considera despreciable la caída de tensión que se generara en el cableado ya que la resistencia máxima en el circuito será de 1,2596 (Ω) y al trabajar con un voltaje de 220,4 (V) presentes en la línea se puede considerar despreciable esta resistencia.

Una vez que se implementó el cableado se procede a medir el voltaje que se encuentra en fin de la línea de red eléctrica distribuida para las luminarias que es de 214,6 (V).

Entonces

$$\text{Voltaje Inicial} = 220,4 \text{ (V)} \quad / \quad \text{Voltaje Final} = 214,6 \text{ (V)}$$

Acorde a National Electrical Code párrafos 210.19 y 215.2 recomienda que la caída de tensión combinada para el alimentador más el circuito ramal no deberá exceder al 5% máximo en el circuito.

$$\text{Caída de Tensión} = \text{Voltaje inicial} \times 5\%$$

Caída de Tensión= $220,4 \text{ (V)} \times 0,05$

Caída de Tensión= $11,02 \text{ (V)}$

Entonces la máxima caída de tensión permitida en el circuito bajo norma NEC es de $209,38 \text{ (V)}$.

Caída de Tensión Circuito= Voltaje inicial – Voltaje Final

Caída de Tensión Circuito= $220,4 \text{ (V)} - 214,6 \text{ (V)}$

Caída de Tensión Circuito= $5,8 \text{ (V)}$

La caída de tensión en el circuito de luminarias instaladas es del 2,7%, que sería aceptable bajo National Electrical Code.

En base a las pruebas previas se puede garantizar el correcto funcionamiento de las luminarias ya que el voltaje presente en la línea está dentro de los parámetros determinados por el fabricante de las luminarias.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

- Se diseñó e implementó un sistema de iluminación automático en la ZONA 3 que comprende el área central de las aulas y el parque general de la ESFOT.
- Con las diferentes pruebas se logró verificar que el circuito eléctrico diseñado e implementado opera de forma adecuada permitiendo un correcto funcionamiento de las luminarias y arrojando la cantidad lumínica que había sido propuesta inicialmente.
- Las mediciones realizadas con el luxómetro tanto en el área central como en el área del parque cumplen con la cantidad mínima de 50 (lx) establecidas en el Decreto Ejecutivo 2393.
- El uso del software DiaLux fue de gran ayuda para comprender de mejor manera el comportamiento de la cantidad de luxes y enfoque que emiten las luminarias LED, con esto también se verificó que se ilumina toda el área deseada.
- El sistema de iluminación automático hace que las luminarias se enciendan cuando sea estrictamente necesario, de esta manera se alarga la vida útil de las luminarias, adicionalmente la ESFOT ahorrará energía eléctrica, colaborando con el medio ambiente.
- Al poseer un tablero de control propio para cada área hace que el mantenimiento y ubicación de cualquier defecto sea más fácil de encontrarlo o realizarlo.
- Se pudo apreciar que la tecnología Led empleada en las luminarias instaladas genera un mayor beneficio ya que tienen un consumo energético menor y su tiempo de vida útil es más amplio.
- En el desarrollo del cableado de las áreas se pudo visualizar la importancia de emplear materiales que vayan acorde a la instalación que se está realizando, ya que se pudo encontrar cableado antiguo en mal estado por no cumplir con normativas de instalación.

4.2. Recomendaciones.

- Como trabajo futuro, se puede proponer la gestión de un tablero de control principal que permita incluir las diferentes zonas y centralizar el control en un solo punto.
- Al momento de dimensionar la tubería eléctrica EMT, tener en cuenta el número de cables que se podrán pasar por allí esto para que no sufra ningún corte por forcejeo cuando se está halando de un punto a otro.
- De ser necesario frotar al cableado con lubricante tipo gel J35 para que pueda pasar por la tubería EMT y no sufra cortes.
- Para evitar pérdidas, cortos u otros, utilizar borneras en empalmes.
- Por más corta que sea la distancia a cruzar el cable utilizar alambre galvanizado como guía para no dañar la chaqueta de cableado.
- Leer el manual de funcionamiento mostrado en el anexo C del sistema, para manipular de forma correcta el tablero de control y no generar daños o fallas en las luminarias.
- Hacer inspecciones visuales periódicamente cada tres meses para verificar que el sistema no haya sido modificado o los elementos del sistema hayan sido retirados.
- Para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema los elementos deben ser identificados de tal manera que sean de fácil reconocimiento para el personal que realiza este tipo de trabajos y lo puedan realizar de manera correcta.

BIBLIOGRAFÍA

Anguis, J. F.-O. (2015). ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DE LAS ZONAS VERDES. *HOJAS DIVULGADORAS*, 20.

Angulo, P. (2014, Septiembre). *Blog de Pablo Angulo*. Retrieved from <http://pabloangulo.blog.epn.edu.ec/wp-content/uploads/sites/174/2014/09/EI-Contactor-Electromagn%C3%A9tico.pdf>

Brunk. (2015, Enero). *Brunk Technology*. Retrieved from <http://brunk.es/es/pulsadores-interruptores/2726-pulsador-metalico-rojo-155mm-de-diametro-circuito-abierto.html>

Digital, R. (2016, 02 13). *Qué es la iluminación LED*. Retrieved from Revista Digital: <http://bibliotecaprofesional.com/que-es-la-iluminacion-led/>

E.T.S. Arquitectura . (n.d.). Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docte%20C%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20I%C3%BAmen.es.pdf>

EPN. (2013, 11). *PRESENTACIÓN DEL PROYECTO HUELLA ECOLÓGICA NACIONAL*. Retrieved from ESCUELA POLITECNICA NACIONAL: <http://www.epn.edu.ec/presentacion-del-proyecto-huella-ecologica-nacional/>

Explico Fácil. (2016, Febrero 22). *Explico Fácil*. Retrieved from <http://www.explicofacil.com/2016/02/la-importancia-de-una-buena-fuente-de.html>

Halper, G. E. (1995). *El ABC de las intalaciones electricas residenciales*. Mexico, D.F., Mexico.

Harper, E. (1993). *Scribd*. Retrieved Enero 3, 2018, from Guia practica para el calculo de instalaciones electricas: <https://es.scribd.com/document/338675802/Guia-Practica-para-el-Calculo-de-Instalaciones-Electricas-Gilberto-Enriquez-Harper-pdf>

Indutech. (2017, Enero). *Electrónica y Electricidad*. Retrieved from http://indperu.com/index.php?route=product/product&product_id=58

María, J. G. (n.d.). http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3408/621322G18_2_anexo.pdf;sequence=2. Retrieved from MANUAL EN DIALux PARA ILUMINACION GENERAL

Marín, J. G. (n.d.). *MANUAL EN DIALux PARA ILUMINACION GENERAL*. Retrieved from

http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3408/621322G182_anexo.pdf;sequence=2

NFPA 70. (2014). *National Electrical Code*. Massachusetts: Copyright National Fire Protection Association.

Rivadeneira, L. F. (1986, Noviembre 17). *Scribd*. Retrieved Febrero 18, 2018, from Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores:
<https://docs.google.com/document/d/1Xe6JzsYFDQH0UXPSWvEXBU6oljl4rmvh-i5OMiHSlg4/edit?ts=5a961515>

Schneider Electric España, S. (2010, Abril). Guía de diseño de instalaciones eléctricas 2010 según normas internacionales IEC. Barcelona, España.

ANEXOS.

ANEXO A. INFORMES DIALUX.

Índice

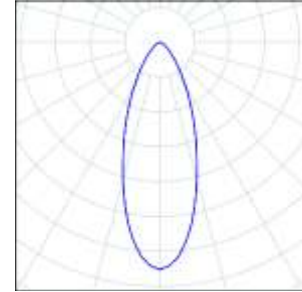
ANEXO A

Lista de luminarias	2
Puesta en funcionamiento de grupos de control	2
ANEXO A	
HAVELLSSYLVANIA - FLOODLED 48 6500K WIDE (1xLÁMPARA 1)	3
Thorn Lighting - OLSYS1 10L70-740 STR BP8 CL2 [STD] (1xLED 24 W)	5
AREA TOTAL	
Plano de situación de luminarias.....	7
AREA PARQUE	
UTIL CAMINERAS PARQUE / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente).....	9
ÁREA CENTRAL	
Plano útil 17 / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente).....	11

CANTIDAD

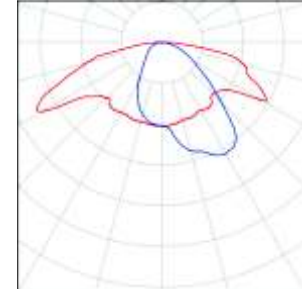
14 HAVELLSSYLVANIA - 0047715 FLOODLED 48 6500K WIDE
 Emisión de luz 1
 Lámpara: 1xLÁMPARA 1
 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.00%
 Flujo luminoso de lámparas: 4500 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 4455 lm
 Potencia: 53.0 W
 Rendimiento lumínico: 84.1 lm/W

Indicaciones colorimétricas
 1xLÁMPARA 1: CCT 5000 K, CRI 79



18 Thorn Lighting - 96274079 OLSYS1 10L70-740 STR BP8 CL2 [STD]
 Emisión de luz 1
 Lámpara: 1xTIPO 2
 Grado de eficacia de funcionamiento: 100%
 Flujo luminoso de lámparas: 5000 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 5000 lm
 Potencia: 50.0 W
 Rendimiento lumínico: 100.0 lm/W

Indicaciones colorimétricas
 1xTIPO 2: CCT 4500 K, CRI 80



ANEXO A

Nº	Grupo de control	Luminaria
1	Grupo de control 70	1 x HAVELLSSYLVANIA - 0047715 FLOODLED 48 6500K WIDE 3 x HAVELLSSYLVANIA - 0047715 FLOODLED 48 6500K WIDE 10 x HAVELLSSYLVANIA - 0047715 FLOODLED 48 6500K WIDE
2	Grupo de control 72	11 x Thorn Lighting - 96274079 OLSYS1 10L70-740 STR BP8 CL2 [STD] 7 x Thorn Lighting - 96274079 OLSYS1 10L70-740 STR BP8 CL2 [STD] 1 x Thorn Lighting - 96274079 OLSYS1 10L70-740 STR BP8 CL2 [STD]

Escena de luz 1

Grupo de control	Valor de atenuación	Grupo de control	Valor de atenuación
Grupo de control 70	100%	Grupo de control 72	100%

HAVELLSSYLVANIA 0047715 FLOODLED 48 6500K WIDE 1xLÁMPARA 1

FloodLED 48 is an ultra-thin, rugged LED floodlight for facade and general lighting.

Features

- Up to 6000 Lumens
- 80W LED luminaire
- Ultraflat housing
- High efficient thermal design: ta -30°C - +60°C
- Tight binning selection of LEDs: CRI 75-80
- 3 light temperatures: 3500K intermediate white, 4500K Cool white & 6500K Daylight
- 2 beam angles: Narrow at 17° & Wide at 45°
- Energy saving LED luminaire: Up to 70 lm/W
- High protection class: IP65
- Heavy-duty die-cast housing: IK08

Grado de eficacia de funcionamiento: 99.00%

Flujo luminoso de lámparas: 4500 lm

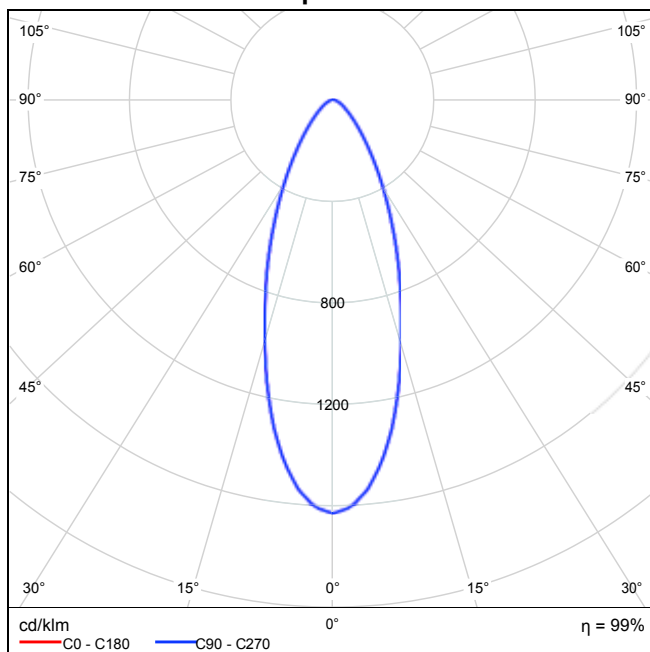
Flujo luminoso de las luminarias: 4455 lm

Potencia: 53.0 W

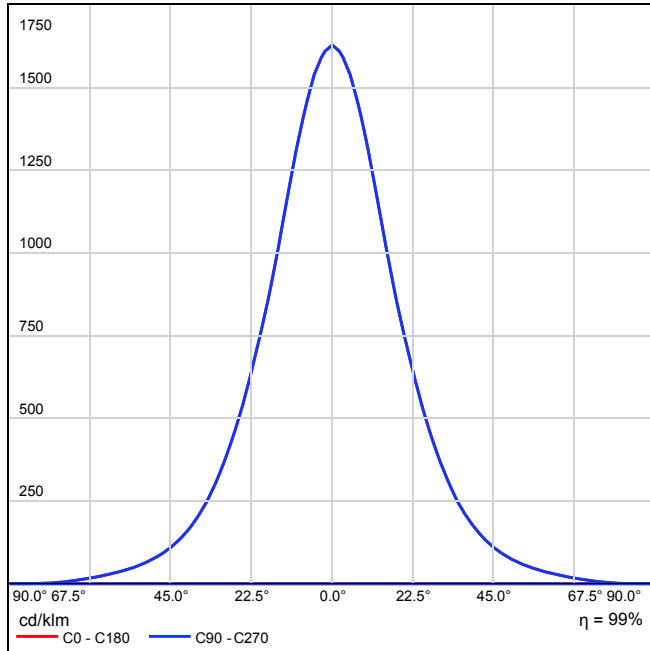
Rendimiento lumínico: 84.1 lm/W

Indicaciones colorimétricas

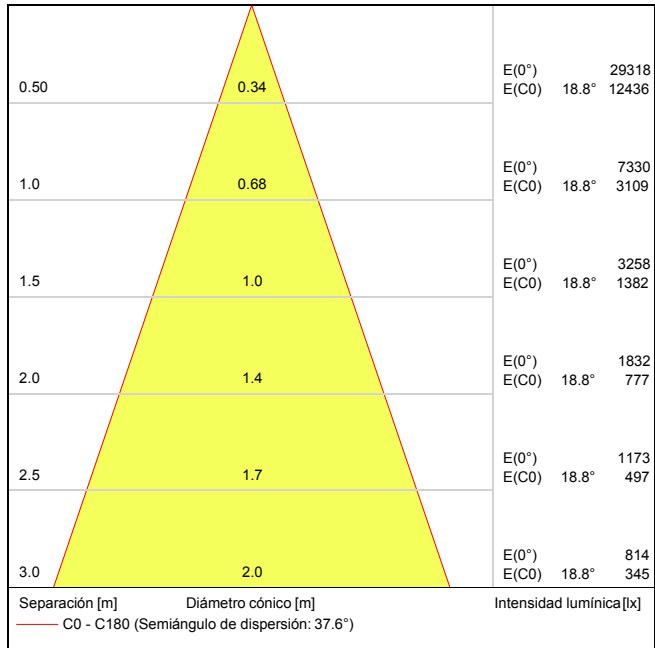
1xLÁMPARA 1: CCT 3000 K, CRI 79

Emisión de luz 1 / CDL polar

Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Thorn Lighting 96274079 OLSYS1 10L70-740 STR BP8 CL2 [STD] 1xLED 24 W



An LED lantern with street distribution for urban street lighting applications. electronic bi-power. Class II electrical, IP66, IK08. Body: die-cast aluminium (AS9U), powder coated silver-grey (RAL 9006). Enclosure: clear polycarbonate. Optics: polycarbonate. Supplied in one box, ready to install. Mounting attachments to be ordered separately. Equipped with power reduction circuit, effective 3 hours before and 5 hours after a calculated midnight. Complete with 4000K LED

Dimensions: 330 x 225 x 59 mm

Total power: 24 W

Weight: 2.8 kg

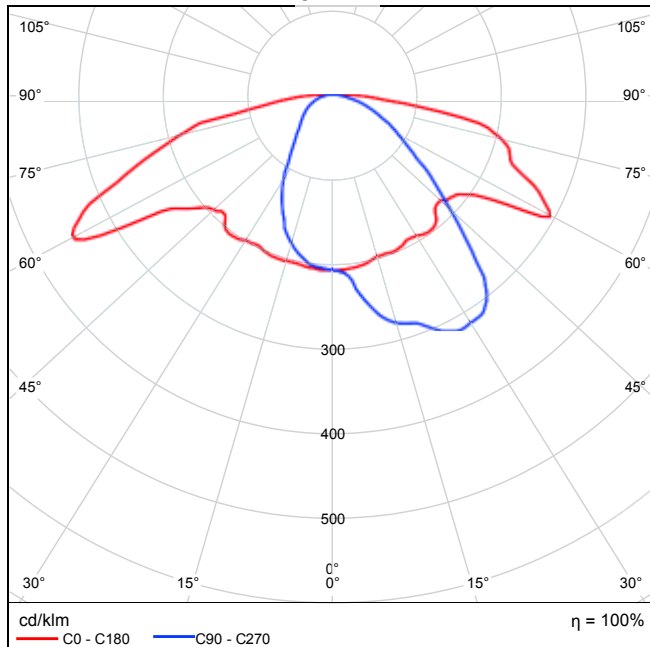
Scx: 0.07 m²

N° de pedido: 96274079

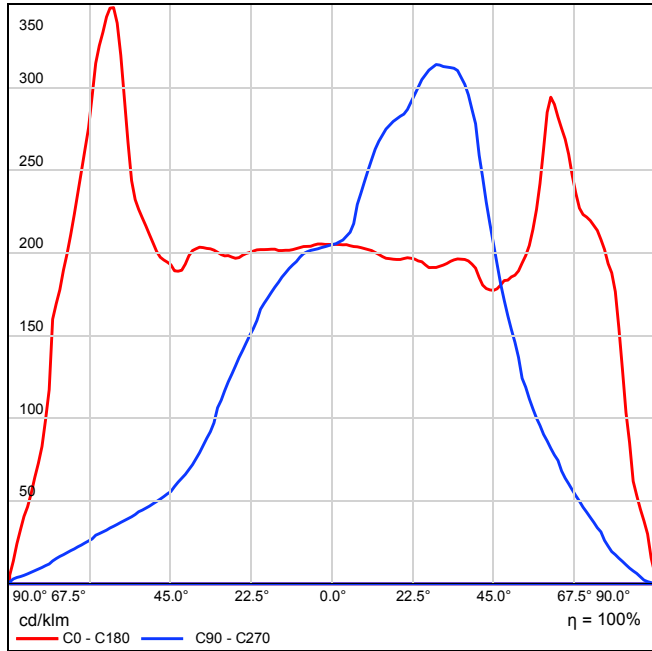
Grado de eficacia de funcionamiento: 100%
 Flujo luminoso de lámparas: 5000 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 5000 lm
 Potencia: 50.0 W
 Rendimiento lumínico: 100.0 lm/W

Indicaciones colorimétricas
 1xLED 24 W: CCT 4500 K, CRI 80

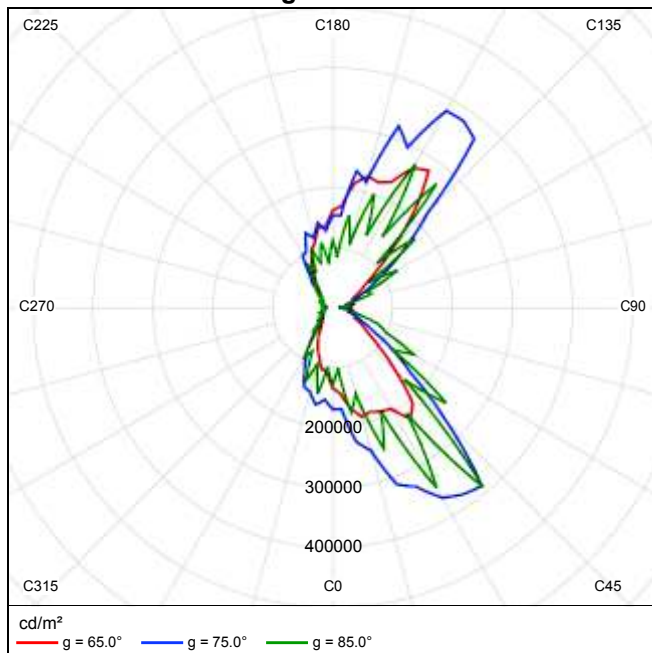
Emisión de luz 1 / CDL polar



Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



AREATOTAL



HAVELLSSYLVANIA 0047715 FLOODLED 48 6500K WIDE

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	82.252	10.200	3.760
2	77.660	10.200	3.760
3	73.068	10.200	3.760
4	68.476	10.200	3.700
5	63.871	10.200	3.760
6	59.288	10.200	3.760
7	54.865	13.978	3.760
8	54.744	17.927	3.760
9	54.885	21.943	3.760
10	54.907	25.970	3.760
11	86.673	13.978	3.760
12	86.590	17.991	3.760
13	86.727	22.094	3.760
14	86.748	26.085	3.760

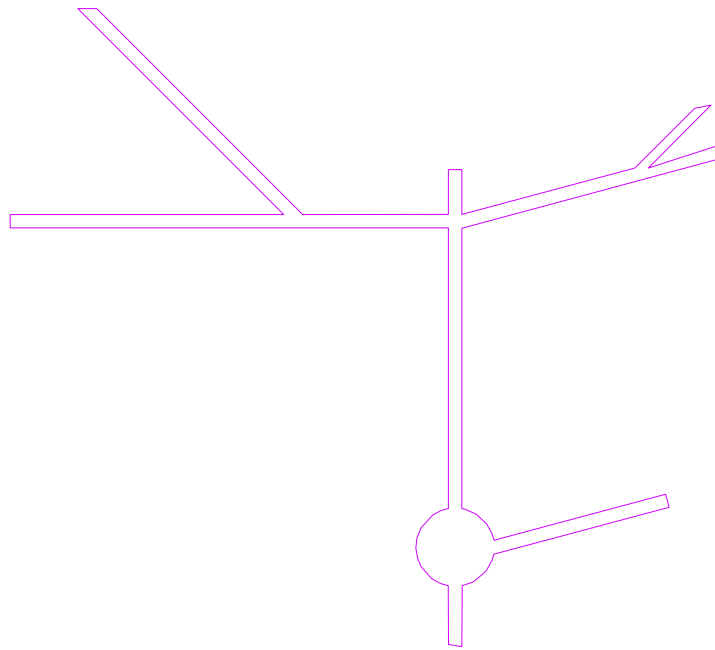
Thorn Lighting 96274079 OLSYS1 10L70-740 STR BP8 CL2 [STD]

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
15	67.000	54.877	3.247
16	71.549	49.530	3.220
17	74.503	55.800	3.220
18	82.095	56.150	3.247
19	89.450	59.650	3.246

AREA PARQUE / Plano de situación de luminarias

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
20	69.960	60.354	3.220
21	71.526	69.314	3.247
22	69.897	79.421	3.247
23	94.404	89.400	3.247
24	92.140	94.450	3.247
25	79.223	85.150	3.247
26	86.776	88.844	3.247
27	71.589	88.511	3.247
28	62.010	84.785	3.247
29	54.100	83.150	3.247
30	51.795	90.391	3.247
31	44.020	95.640	3.247
32	40.333	101.697	3.247
33	68.150	24.900	11.000

UTIL CAMINERAS PARQUE / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)



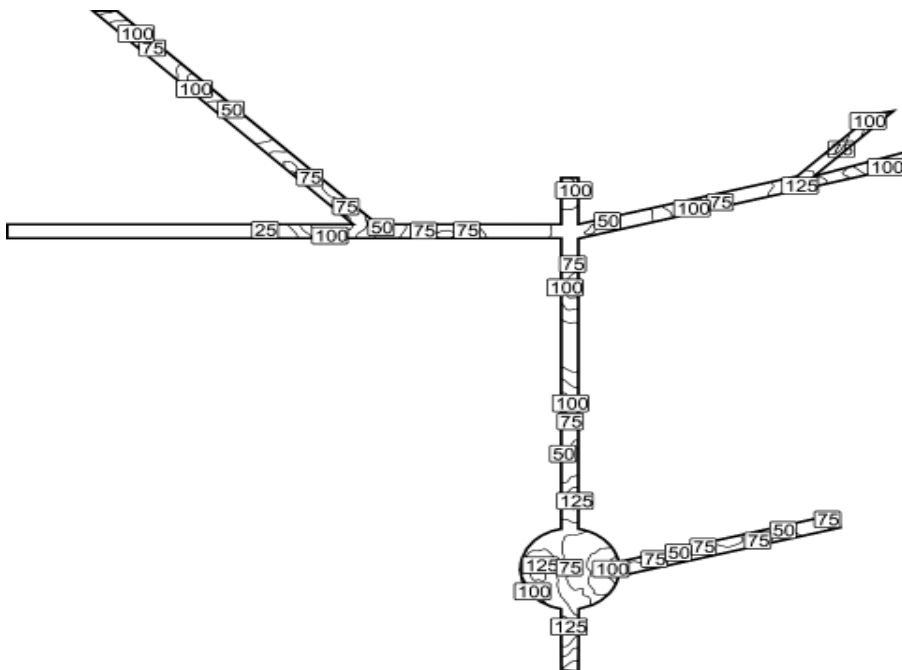
UTIL CAMINERAS PARQUE: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)

Escena de luz: Escena de luz 1

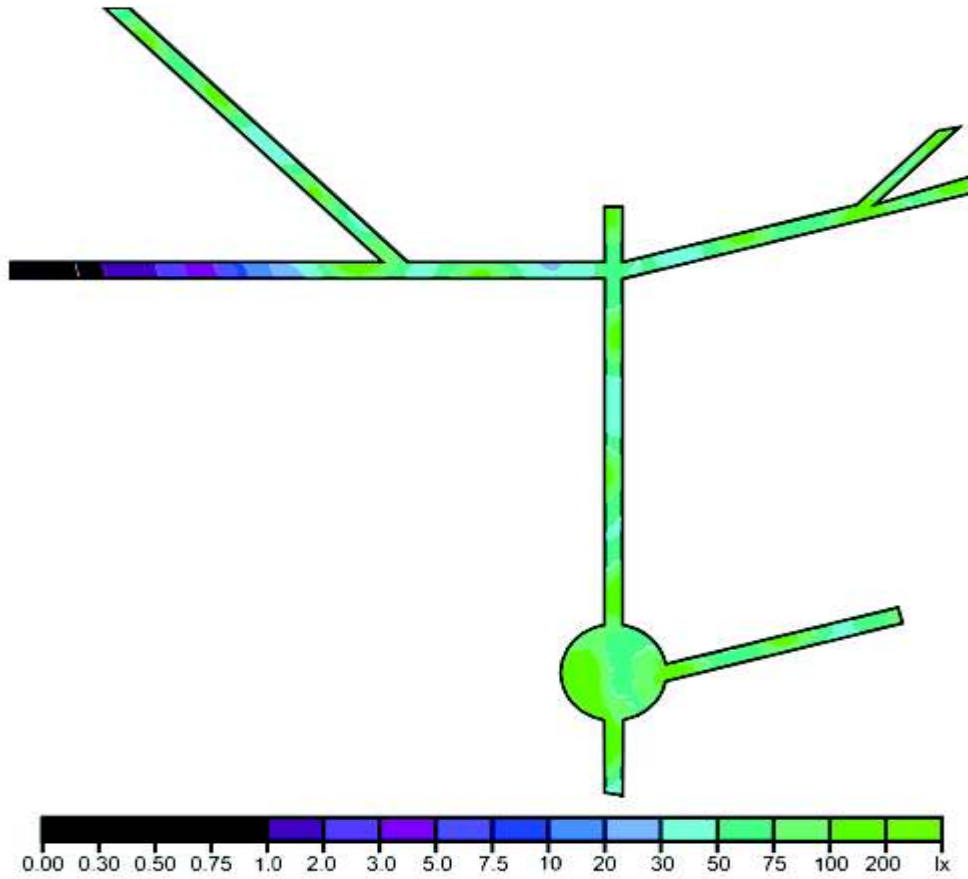
Media: 69.5 lx (Nominal: ≥ 50.0 lx), Min: 0.48 lx, Max: 134 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00

Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000

Isolíneas [lx]

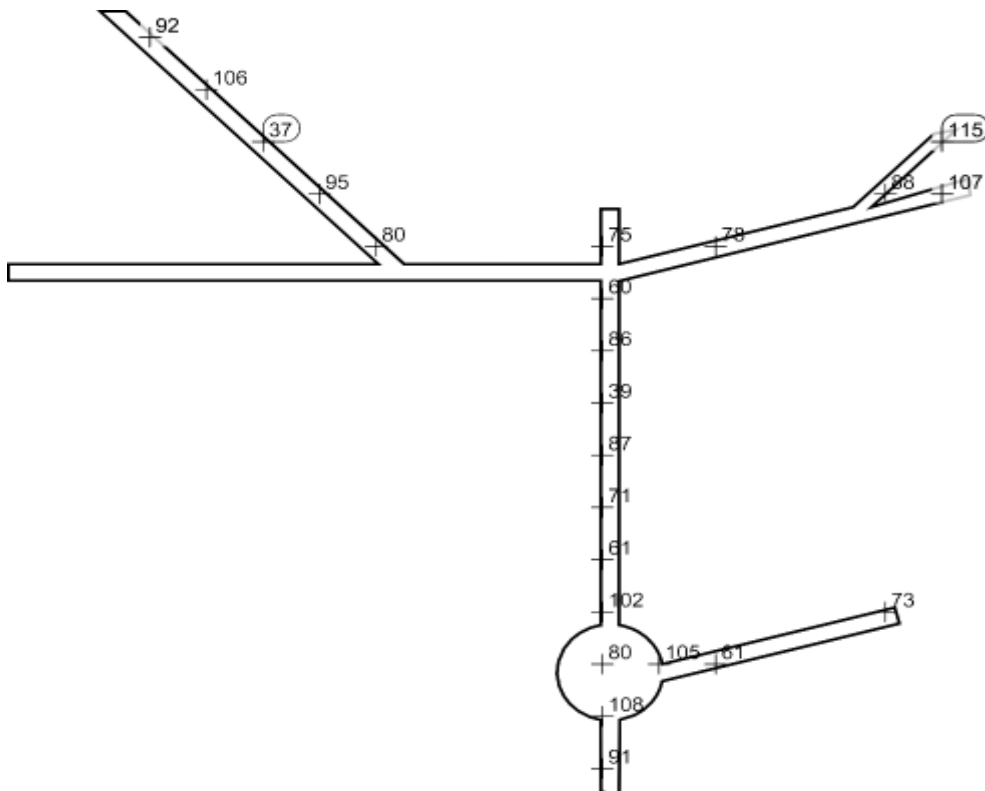


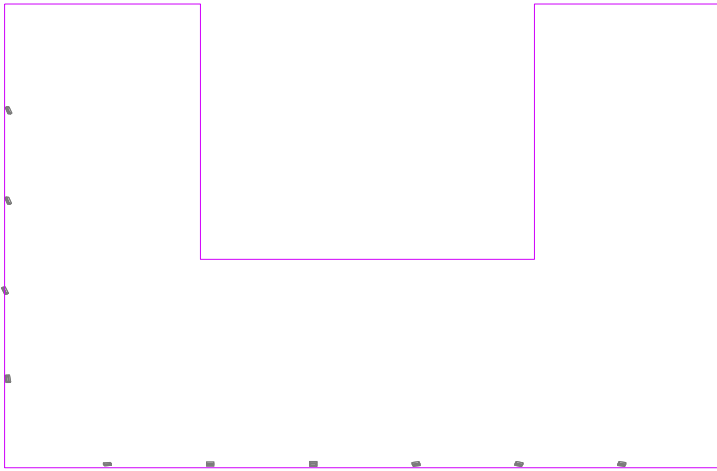
Colores falsos [lx]



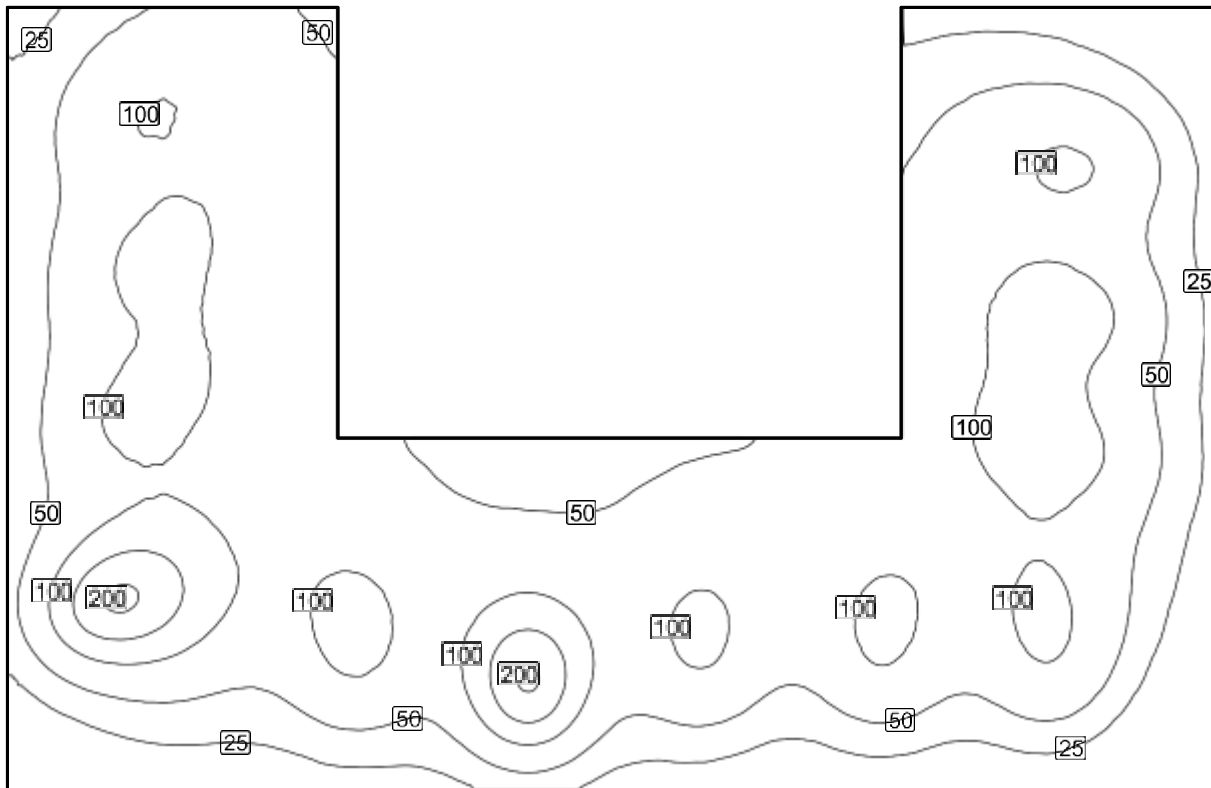
Escala: 1 : 500

Sistema de valores [lx]



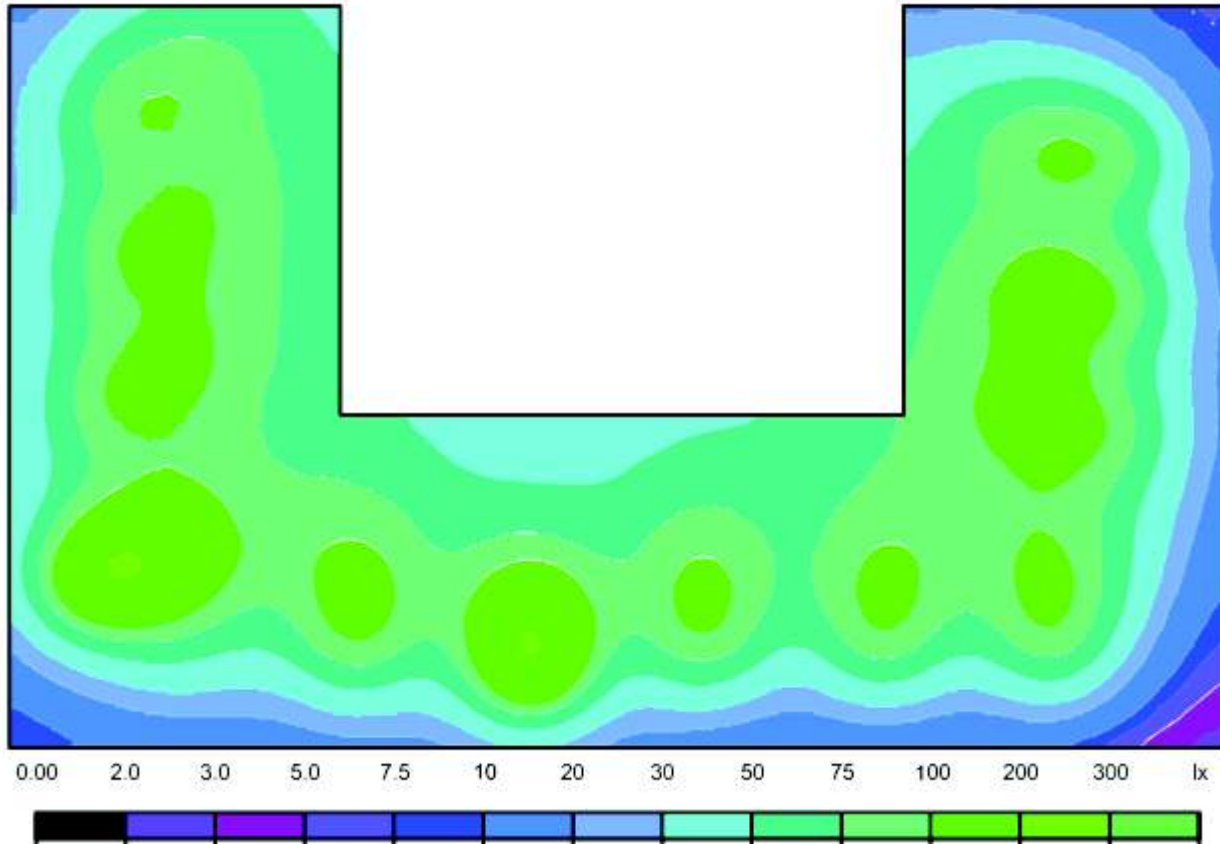
Plano útil 17 / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)**Plano útil 17: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)****Escena de luz: Escena de luz 1**

Media: 68.2 lx (Nominal: ≥ 50.0 lx), Min: 2.53 lx, Max: 207 lx, Mín./medio: 0.04, Mín./máx.: 0.01
Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

Isolíneas [lx]

Escala: 1 : 200

Colores falsos [lx]

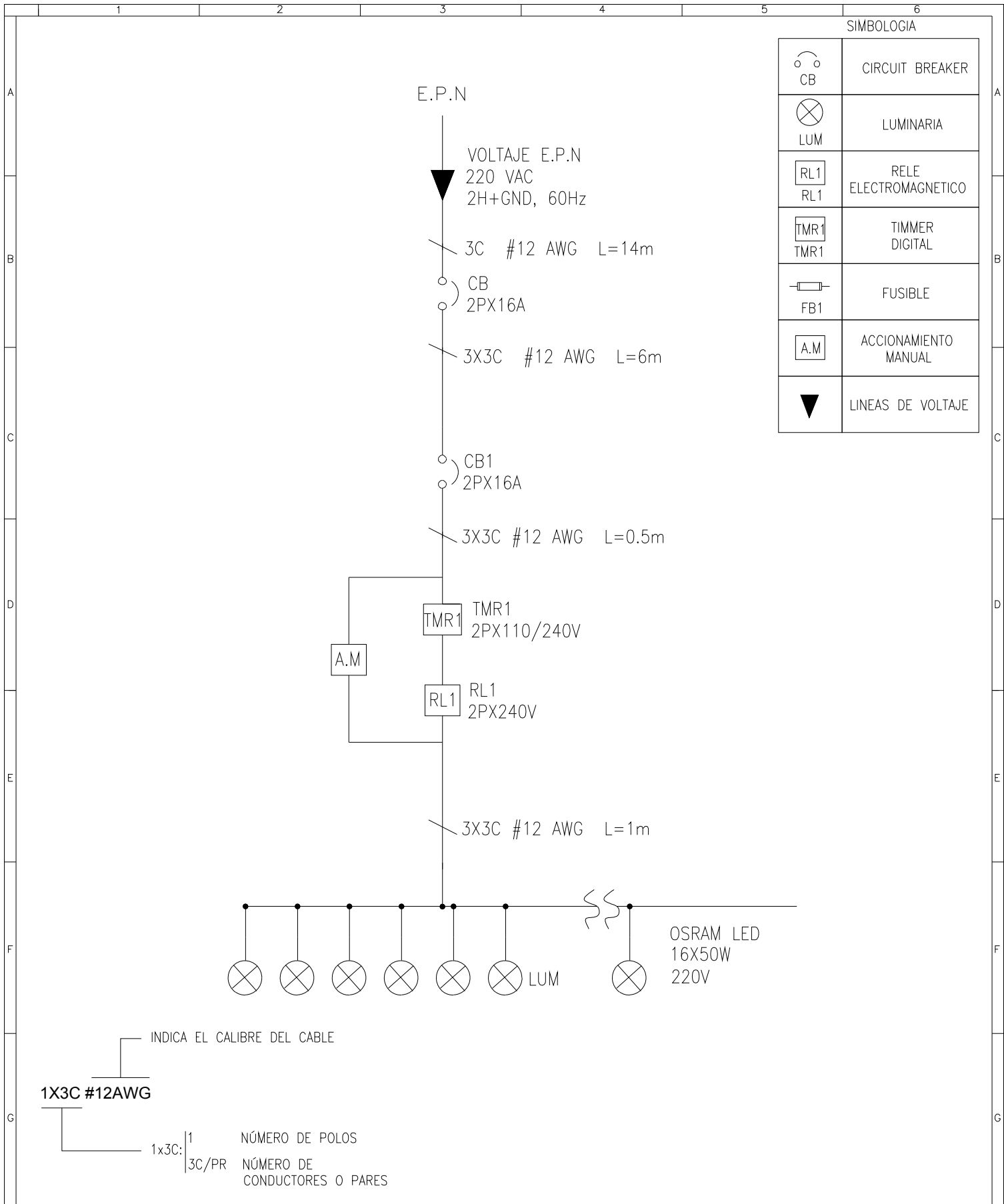


Sistema de valores [lx]

+32	+70	+75	+54							+27	+31	+25	+11
+47	+98	+87	+61							+49	+81	+88	+30
+47	+100	+95	+65							+58	+84	+84	+32
+51	+102	+93	+64							+71	+107	+112	+40
+56	+114	+92	+62							+79	+109	+96	+35
+52	+96	+86	+71	+59	+47	+44	+52	+57	+64	+82	+103	+98	+36
+88	<u>183</u>	+109	+95	+86	+74	+73	+81	+81	+81	+95	+95	+80	+25
+59	+107	+71	+89	+91	+136	+134	+87	+82	+77	+88	+85	+73	+14
+14	+22	+24	+31	+34	+66	+65	+32	+27	+25	+27	+26	+21	<u>5.7</u>

Escala: 1 : 200

ANEXO B. DIAGRAMAS ELÉCTRICOS Y DE CONTROL.



SIMBOLOGIA

	CIRCUIT BREAKER
	LUMINARIA
	RELE ELECTROMAGNETICO
	TIMMER DIGITAL
	FUSIBLE
	ACCIONAMIENTO MANUAL
	LINEAS DE VOLTAJE

INDICA EL CALIBRE DEL CABLE

1X3C #12AWG

1x3C: 1 NÚMERO DE POLOS
3C/PR NÚMERO DE CONDUCTORES O PARES

REVISIONES					INGENIERIA / REGISTRO DISEÑO	FIRMA	FECHA	INSTITUCIÓN :		
DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	REVISO	APROBO	DIBUJANTE :			ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL "ESFOT"		
DIAGRAMA UNIFILAR	09/04/18	DGU	JLO	PPR	GUAMAN/LOACHAMIN		09/04/18	DESCRIPCIÓN : DIAGRAMA DE UNIFILAR: ÁREA CENTRAL		
					GUAMAN/LOACHAMIN		09/04/18	PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOMÁTICO PARA EL CAMPUS ESFOT ZONA 3		
					REVISADO P. PROAÑO		09/04/18	DIBUJO N° : ANEXO-B		
					PROYECTO : ESFOT		09/04/18	HOJA : 2 DE 4		
					APROBACION GRAL : ESFOT		09/04/18	REV. A		
								TAMAÑO : A4		
								ESCALA : 1:20		



ALIMENTACIÓN SUMINISTRADA
POR E.P.N

2Ø A 2H+GND
220V

L1 L2

CB
2PX16A

CB1
2PX16A








FB1
10A

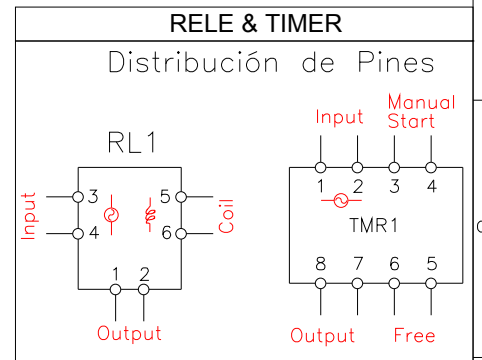
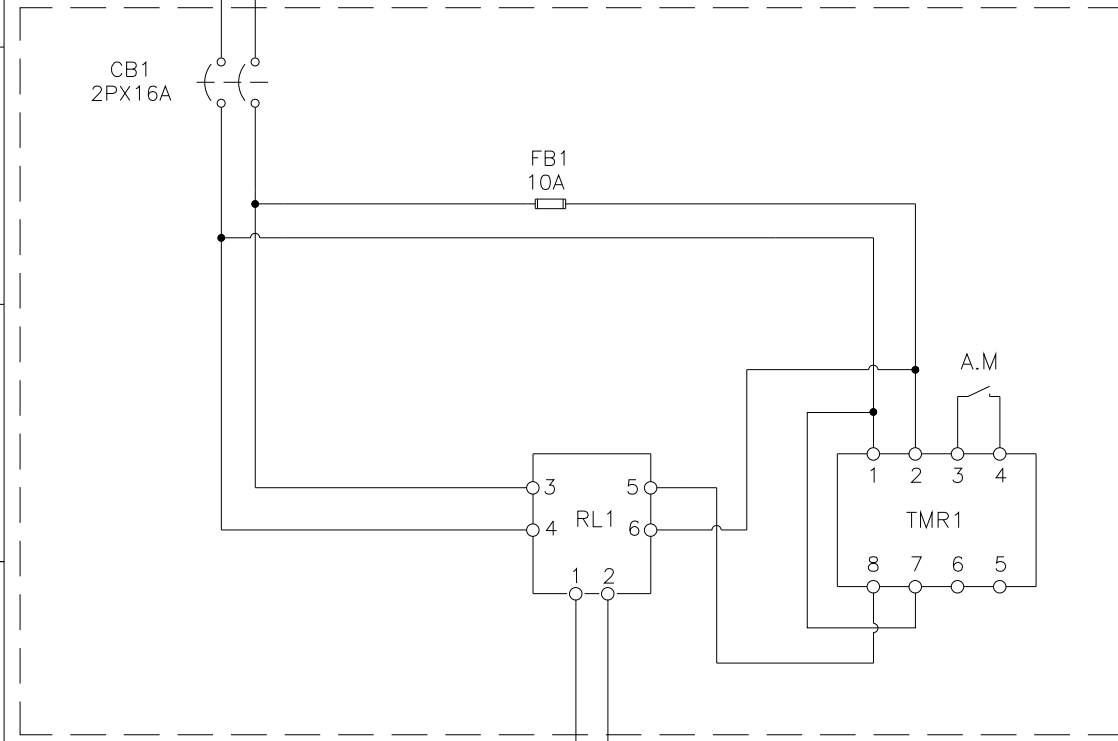
CM3

A.M

OSRAM LED
16X50W
220V


SIMBOLOGIA

	CIRCUIT BREAKER
	LUMINARIA
	RELE ELECTROMAGNETICO
	TIMMER DIGITAL
	FUSIBLE
	ACCIONAMIENTO MANUAL
	LINEAS DE VOLTAJE



CM3: LIMITE DE TABLERO IMPLEMENTADO







REVISIONES				
DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	REVISO	APROBO
DIAGRAMA ELÉCTRICO	09/04/18	DGU	JLO	PPR

INGENIERIA / REGISTRO DISEÑO	FIRMA	FECHA
DIBUJANTE : GUAMAN/LOACHAMIN		09/04/18
DISEÑO : GUAMAN/LOACHAMIN		09/04/18
REVISADO : P.PROAÑO		09/04/18
PROYECTO : ESFOT		09/04/18
APROBACION GRAL : ESFOT		09/04/18



TAMARO : A4
ESCALA : 1:20

INSTITUCIÓN :	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL "ESFOT"		
DESCRIPCIÓN :	DIAGRAMA ELÉCTRICO: ÁREA CENTRAL		
PROYECTO :	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOMÁTICO PARA EL CAMPUS ESFOT ZONA 3		
DIBUJO N°:	ANEXO-B	HOJA :	1 DE 4
REV.:	A		

	CIRCUIT BREAKER
	LUMINARIA
	TIMMER DIGITAL
	FUSIBLE
	LINEAS DE VOLTAJE
	ACCIONAMIENTO MANUAL

E.P.N

VOLTAJE E.P.N
220 VAC
2H+GND, 60Hz

3C #12 AWG L=9m

CB
2PX16A

3X3C #12 AWG L=3.5m

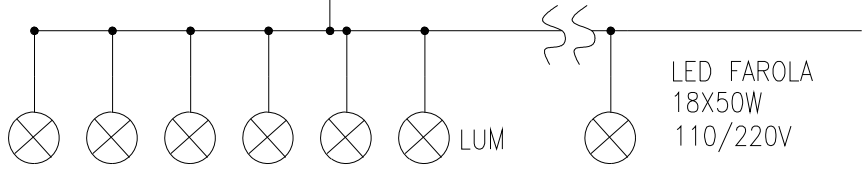
CB1
2PX16A

3X3C #12 AWG L=0.5m

A.M

TMR1
2PX110/240V

3X3C #12 AWG L=3m



LED FAROLA
18X50W
110/220V

INDICA EL CALIBRE DEL CABLE

1X3C #12AWG

1x3C: 1 NÚMERO DE POLOS
3C/PR NÚMERO DE CONDUCTORES O PARES

REVISIONES					INGENIERIA / REGISTRO DISEÑO	FIRMA	FECHA	INSTITUCIÓN :		
DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	REVISO	APROBO	DIBUJANTE :			ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL "ESFOT"		
DIAGRAMA UNIFILAR	09/04/18	DGU	JLO	PPR	GUAMAN/LOACHAMIN		09/04/18	DESCRIPCIÓN :		
					GUAMAN/LOACHAMIN		09/04/18	DIAGRAMA UNIFILAR: ÁREA DEL PARQUE		
					REVISADO			PROYECTO :		
					P.PROAÑO		09/04/18	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOMÁTICO PARA EL CAMPUS ESFOT ZONA 3		
					PROYECTO :			DIBUJO N°:		
					ESFOT		09/04/18	ANEXO-B		HOJA :
					APROBACION GRAL :			ESCALA : 1:20		4 DE 4
					ESFOT		09/04/18			REV. A

	CIRCUIT BREAKER
	LUMINARIA
A.M	ACCIONAMIENTO MANUAL
	TIMMER DIGITAL
	FUSIBLE
	LINEAS DE VOLTAJE

ALIMENTACIÓN SUMINISTRADA POR E.P.N

2Ø A 2H+GND
220V
L1 L2

CB
2PX16A

CB1
2PX16A

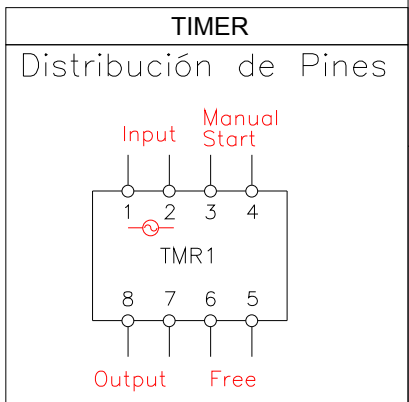
FB1
10A

A.M

TMR1

GND LED FAROLA
18x50W
110/220V

CP1



CP1: LIMITE DE TABLERO IMPLEMENTADO

REVISIONES					INGENIERIA / REGISTRO DISEÑO	FIRMA	FECHA	INSTITUCIÓN :		
DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	REVISO	APROBO	DIBUJANTE :			ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		
DIAGRAMA ELÉCTRICO	09/04/18	DGU	JLO	PPR	GUAMAN/LOACHAMIN		09/04/18	"ESFOT"		
					DISEÑO :		09/04/18	DESCRIPCIÓN :		
					GUAMAN/LOACHAMIN			DIAGRAMA ELÉCTRICO: ÁREA DEL PARQUE		
					REVISADO :			PROYECTO :		
					P.PROAÑO		09/04/18	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOMÁTICO PARA EL CAMPUS ESFOT ZONA 3		
					PROYECTO :		09/04/18	DIBUJO N° :		
					ESFOT			ANEXO-B		
					APROBACION GRAL :		09/04/18	TAMARO : A4	HOJA :	REV.
					ESFOT			ESCALA : 1:20	3 DE 4	A

ANEXO C. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO.

El presente documento tiene como objetivo la descripción y ubicación de los tableros de control del Sistema de luminarias de la Zona 3 y la forma de operación de los mismos.

ÁREA CENTRAL.

- Descripción del tablero de distribución.

El tablero principal de distribución se encuentra ubicado en el corredor de esta área central, este tablero se conectó las dos líneas & tierra con la ayuda de dos breakers que se encuentran identificados (CM3), como se muestra en la figura C1.



Figura C1: Tablero principal de distribución área central.

Fuente: Propia.

- Descripción del tablero de control.

El tablero de control se encuentra ubicado en el corredor que sale en dirección a la calle Toledo, este tablero energiza al sistema de luminarias de esta área como lo indica la figura C2.



Figura C2: Tablero de control.

Fuente: Propia.

El tablero de control cuenta con los siguientes elementos visualizados en la figura C3.

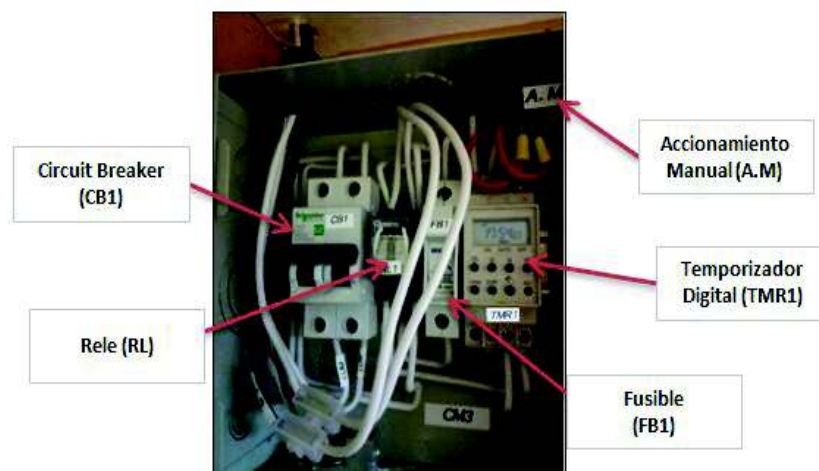


Figura C3: Elementos del tablero de control.

Fuente: Propia.

- a) CB1 (Circuit Breaker).- La alimentación llega a un Breaker 16(A), esta protección trabaja con la corriente eléctrica, es decir al circular una corriente que exceda el valor nominal, este dispositivo entrará en acción y realizará la apertura del circuito. Para restablecer la energía eléctrica al sistema se lo debe resetear.

- b) TMR1 (Temporizador).- El encendido y apagado de las luminarias es controlado por un temporizador que cuenta con una batería interna que es irremplazable, por lo que su vida útil es de aproximadamente 10 años.

En la figura C4 se detallan la botones de programación del temporizador.

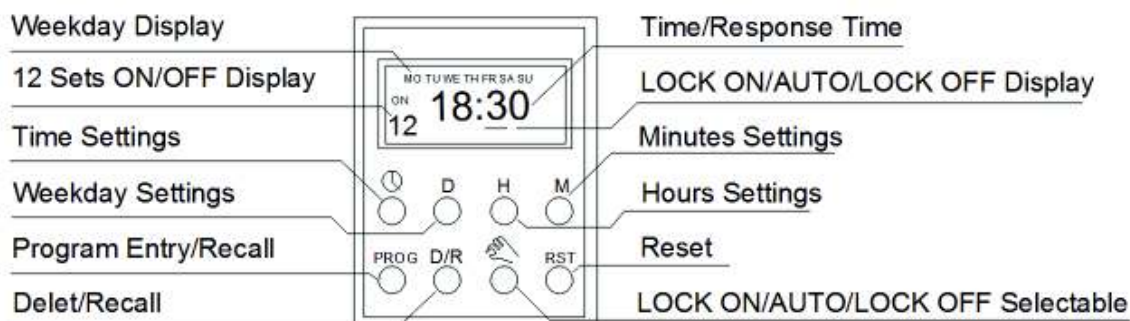


Figura C4: Programación del temporizador.

Fuente: Propia.

Para realizar cambios de la programación del temporizador se lo realizara según lo detallado a continuación:

INSTRUCCIONES PARA CONFIGURACIÓN DE TIMER (TMR):

(I) FUNCIÓN DEL BOTON A PRESIONAR:


- (1) ⌚ : Indicación del reloj
- (2) D : Restablecimiento del día
- (3) H : Restablecimiento de la hora
- (4) M : Restablecimiento de los minutos
- (5) PROG : 12 juegos de ajustes programables ON.OFF Configuraciones, Pantalla 1 ON, 1 OFF 12 ON, 12 OFF
- (6) D/R : Eliminar / Recordar
- (7) : LOCK ON/AUTO/LOCK OFF Seleccionable

(II) Configuración del reloj:


- (1) Presionar “⌚ ” y “D” juntos hasta que se muestre la fecha correcta.
- (2) Presionar “⌚ ” y “H” juntos hasta que se muestre la hora correcta.

(3) Presionar “⌚” y “M” juntos hasta que se muestre los minutos correctos

(III) CONFIGURACIÓN DEL TEMPORIZADOR:

- (1) Presionar “PROG” (Temporizador 1^{er} modo encendido)
- (2) Presionar “D” parar en la fecha solicitada (15 Modos diferentes: 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 seleccionable)
- (3) Presionar “H” parar en la hora requerida.
- (4) Presionar “M” parar en el minuto requerido.
- (5) Presionar “PROG” (Temporizador 1^{er} modo apagado).
- (6) Repetir 2-4
- (7) Repetir 1-6 hasta que el modo 12^{do} apagado del temporizador este configurado.
- (8) Se puede presionar “PROG” para doble comprobación.
- (9) Presionar “” a “AUTO” para el temporizador inicial.
- (10) Presionar “⌚” para reanudar la hora actual.

(IV) Encendido el dispositivo, el temporizador debe estar en modo “AUTO”.

(V) Presionar “”, pantalla LCD “LOCK ON” \rightleftarrows “AUTO” \rightleftarrows “LOCK OFF” para operación manual. Detener en “AUTO” para el funcionamiento automático.

(VI) Para cancelaciones, Presionar “D/R” luego “ - - - ” se visualiza en la pantalla LCD para confirmar cancelar. Se puede presionar “D/R” nuevamente para reanudar la configuración inicial.

NOTA:

- (1) Para la función “ON/AUTO/OFF”, solo la posición “AUTO” puede operar automáticamente según cualquier configuración. Si la pantalla LCD muestra “LOCK ON”, la consola se mantendrá “ON”, y no se desactivara

automáticamente “OFF”. Si aparece en la pantalla “LOCK OFF”, se mantendrá “OFF” continuamente y no “ON”

- (2) El consume de energía de los aparatos eléctricos conectados deben estar dentro de los valores limitantes del equipo.
 - (3) Es necesario reiniciar el interruptor de tiempo antes de la configuración.
 - (4) Como este interruptor de tiempo incluye una batería de Ni-Cd, entonces recargar la batería por 10 minutos si la pantalla LCD no está clara o desaparece también es necesario reiniciar el interruptor del temporizador.
- c) RL1 (Relé).- Este es un elemento de fuerza que permite el paso de energía hacia las luminarias, la señal que activa el relé es dada por el temporizador.
 - d) FB1 (Fusible).- Se encuentra instalado un fusible de 10(A) debido a la cantidad de corriente que circulará por el circuito ya antes mencionado y calculado para proteger al temporizador siendo este el dispositivo más frágil del sistema adicionalmente por recomendación del fabricante.
 - e) A.M. (Accionamiento Manual).- En la parte superior externa del tablero de control se encuentra instalado un interruptor, el cual puede ser accionado en cualquier momento por el personal autorizado para encender o apagar las luces anulando la programación del temporizador.

- Descripción de luminarias.

Para la revisión de las luminarias el sistema cuenta con cajetines individuales de revisión y borneras, esto para ser inspeccionadas en caso de que alguna luminaria tenga falla.

AREA DEL PARQUE

- Descripción del tablero de distribución.

El tablero principal de distribución del área central se encuentra ubicado en el interior de la asociación general de los estudiantes de la ESFOT, de este tablero se conectó las dos líneas de alimentación, este breaker se encuentra identificado como LUM, como se muestra en la figura C5.

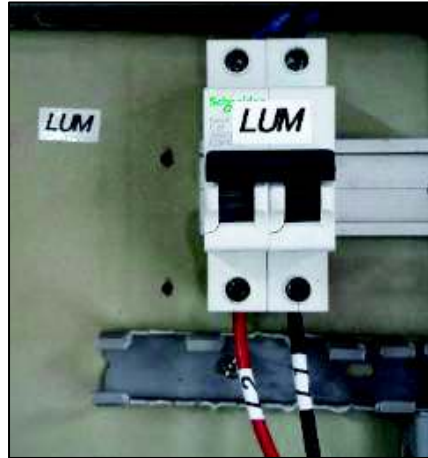


Figura C5: Tablero principal de distribución

Fuente: Propia.

- Descripción del tablero de control.

El tablero de control se encuentra ubicado en lado exterior de la asociación general de estudiantes ESFOT junto al parque, este tablero energiza al sistema de luminarias de esta área como lo indica la figura C6.



Figura C6: Tablero de control.

Fuente: Propia.

El tablero de control cuenta con los siguientes elementos visualizados en la figura C7.

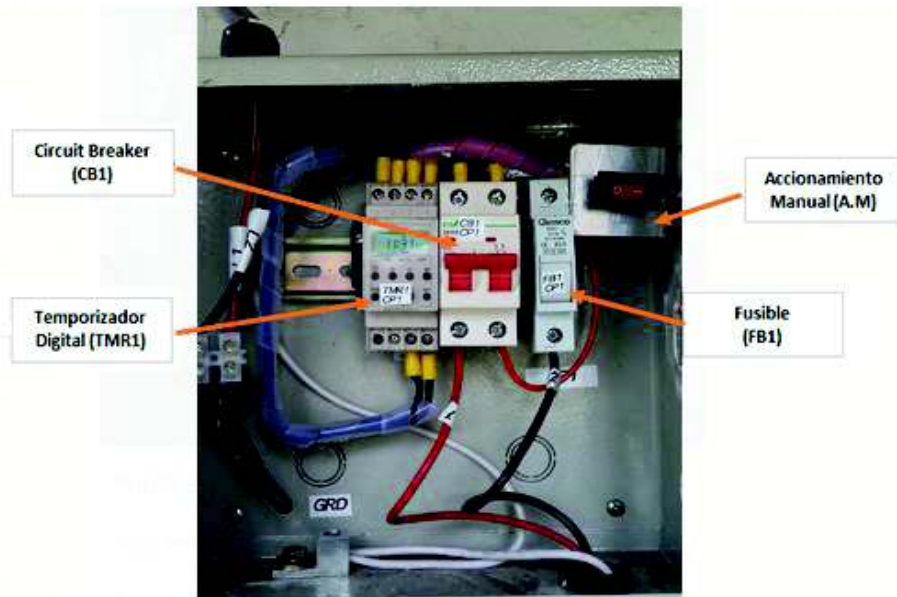


Figura C7: Elementos del tablero de control.

Fuente: Propia.

- a) CB1 (Circuit Breaker).- La alimentación llega a un Breaker de 16(A), en un caso remoto en el que la corriente eléctrica que por el circula en el circuito excede el valor nominal, este dispositivo cortará el paso de corriente, y quedará abierto el circuito. Para restablecer la energía eléctrica al sistema se lo debe resetear.
- b) TMR1 (Temporizador).- El encendido y apagado de las luminarias es controlado por un temporizador que cuenta con una batería interna que es irremplazable, por lo que su vida útil es de aproximadamente 10 años.
- En la figura C8 se detallan la botones de programación del temporizador.

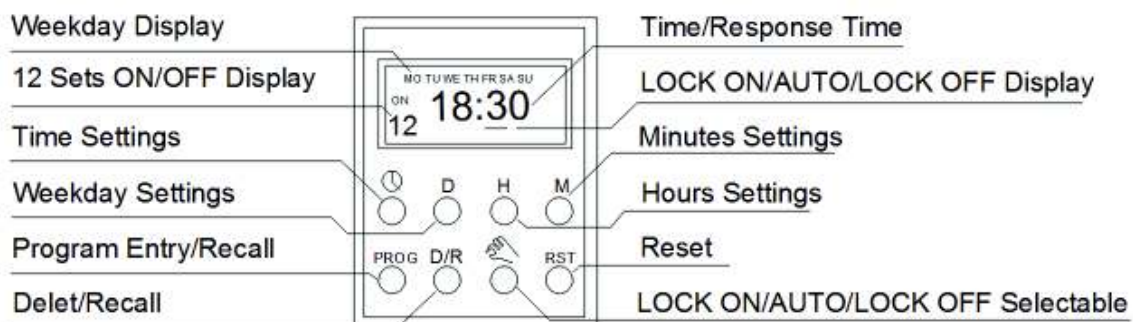


Figura C8: Programación del temporizador.

Fuente: Propia.

Para realizar cambios de la programación del temporizador se lo realizara según lo detallado en las Instrucciones del TIMER del Área Central.

- c) FB1 (Fusible).- De acuerdo a corriente que circulará por el circuito y por recomendación de fabricante del temporizador se encuentra instalado un fusible de 10(A) para protegerlo, al ser el más vulnerable.
- d) A.M. (Accionamiento Manual).- En la parte superior externa del tablero de control se encuentra instalado un interruptor, el cual puede ser accionado en cualquier momento por el personal autorizado para encender o apagar las luces anulando la programación del temporizador.

- Descripción de luminarias.

Para la revisión de las luminarias el sistema cuenta con cajetines individuales de revisión y borneras, para ser inspeccionadas en caso de que alguna luminaria tenga falla.

FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS

El sistema de funcionamiento abarca para las dos áreas que se ha trabajado a lo largo del proyecto:

- Área Central
- Área del Parque

A continuación se detalla el funcionamiento de los sistemas.

Cada área cuenta con un tablero de control de alimentación que fue designado por el área técnica de la Escuela Politécnica Nacional acorde a cargas de cada tablero que tenían disponible. El sistema de energía asignado fue de dos líneas de 110 (V). De esta manera el circuito de luminarias trabajará con una fuente de alimentación de 220 (V).

Para que entre en funcionamiento el circuito de luminarias verificar que en breaker asignado por la EPN cuenta con los 220 (V), este alimentará al tablero de control de

cada área los cuales cuentan con los siguientes elementos descritos anteriormente en cada sección:

- Un Breaker (CB)
- Un temporizador (TMR)
- Un relé (RL)
- Un fusible (FB)

Previo al ingreso a funcionamiento de luminarias verificar que los bornes de cada equipo se encuentren correctamente ajustados, verificar que no exista cruce de líneas (realizar un megado rápido de resistividad con multímetro).

Los tableros cuentan con dos accionamientos: automático y manual:

- **Accionamiento automático:**

Los tableros poseen un breaker (CB) con el cual podemos controlar el paso de la energía a todo el circuito, entonces se energizará el temporizador (TMR) y este empezará a trabajar según lo programado: para que se encienda en horario matutino de 4:00 a 6:00 am y en horario nocturno de 18:30 a 22:00 pm. En caso que se requiera cambiar los horarios de funcionamiento de las luminarias se puede realizar con la ayuda del Anexo B párrafo: INSTRUCCIONES PARA CONFIGURACIÓN DE TIMER (TMR)

- **Accionamiento manual:**

El tablero de control en la parte interna cuenta con un interruptor (A.M) el cual hará que las luminarias se enciendan independientemente del temporizador, por posibles usos fuera de horario establecido en (TMR), adicionalmente para realizar el mantenimiento de las luminarias y pruebas de funcionamiento.

La posición de trabajo de este interruptor es normalmente abierta para funcionamiento ubicarlo en normalmente cerrado, después del uso que se haya efectuado las luminarias en modo manual ubicar el interruptor en posición inicial señalada para que pueda trabajar normalmente en modo automático el cual fue diseñado el circuito.

ANEXO D. MANUAL DE MANTENIMIENTO.

El sistema de iluminación instalada deberá poseer un adecuado mantenimiento para que no exista una reducción en la eficiencia del sistema de luminarias por factores externos como lo son suciedad, lluvia, vientos excesivos entre otros o por daños propios de las luminarias.

Para esto se contempla el siguiente cronograma detallado en la tabla D1:

Tabla D1: Tabla de mantenimiento.

ACTIVIDAD	PERIODICIDAD	MATERIALES
Inspección visual	Trimestral	Linterna
Limpieza de tableros y luminarias	Semestral	Franela, brocha
Reajuste y ubicación de lámparas	Semestral	Destornillador
Reajuste de borneras	Semestral	Destornillador

Fuente: Propia.

A continuación se detallan las actividades:

- Inspecciones visuales.- Revisando la existencia de polvos, cajetines de revisión sin tapas, tableros de control sin seguridad, luminarias defectuosas y tuberías pandeadas.
- Limpieza de tableros y luminarias.- En el caso de visualizar polvos se deberá realizar la limpieza en los tableros con una brocha sacando de la caja la suciedad y en las luminarias se retira el polvo con franelas húmedas.
- Reajuste y ubicación de lámparas.- Si al realizar la limpieza de las luminarias estas se mueven o ya se encuentren aflojadas por cualquiera que sea el

motivo, se la debe volver a ajustar del extremo derecho de la luminaria con un ángulo aproximado de 30° desde el sujetador hacia la zona de iluminación como lo indica la figura D1.

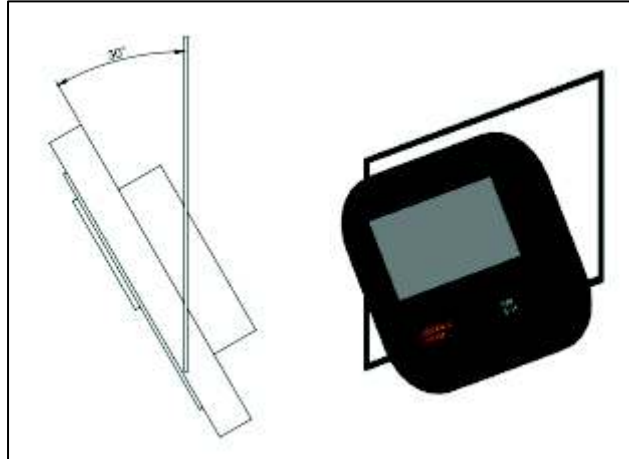


Figura D1: Ángulo de enfoque de luminaria.

Fuente: Propia.

- Reajuste de borneras.- Se deberá realizar el ajuste semestralmente de las borneras del sistema, el ajuste debe ser firme y no apretar mucho para no dañar el cable o las borneras de conexión.

Los problemas que usualmente suelen presentarse en el tablero de distribución e instalación, son sencillos de solucionar siempre y cuando se tenga en stock con los elementos mencionados en la tabla D2.

Tabla D2: Problemas comunes en instalación.

CAUSA	ELEMENTO	ACCIÓN
Cortocircuito e interrupción de electricidad en tablero principal	2 (Und) Breaker 1p, 16 (A), 220 (V)	Desactivar y Activar mando mecánico.
Cortocircuito e interrupción de electricidad en tablero de control	Breaker 2p, 16 (A), 220 (V)	Desactivar y Activar mando mecánico.
Cortocircuito en luminarias	Fusible cerámico Ø10x38; 10 (A)	Tener stock de Fusible cerámico Ø10x38; 10 (A) para su reemplazo.
Luminaria está enfocando en un solo punto	Lámpara Led Osram	Lámpara giratoria y rotativa, enfocar a 30 grados respecto al piso con perillas movibles.
Fallo Funcionamiento Timer	Timer Digital, 15 (A); 110/220 (V)	Verificar conexiones acorde a diagramas ANEXO B, o por posible fallo de batería se deberá reemplazar el Timer y el funcionamiento únicamente será manual hasta el reemplazo del Timer.

Fuente: Propia.

ANEXO E. TERMINOLOGÍAS.

Breaker: Es el elemento que permite abrir o cerrar un circuito en tensión, interrumpiendo o estableciendo una circulación de intensidad. Opera bajo el control de la protección y su apertura, coordinada con la de otros interruptores, permite aislar el punto en que se ha producido la falla.

Cable AWG: Los conductores pueden ser de dos tipos Sólidos e Hilados, los conductores sólidos están compuestos por un conductor único de un mismo material, mientras que los conductores hilados están compuestos de varios conductores trenzados. El diámetro de un conductor hilado varía al de un conductor sólido si son del mismo AWG y dependerá del número de hilos que tenga.

Coefficiente de utilización (C.U): El factor de utilización es una medida del rendimiento del conjunto de luminarias, mismo que se define como el coeficiente entre flujo útil que llega a la calzada y el emitido por la lámpara

DECRETO EJECUTIVO 2393; reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Flujo Luminoso (F): Es la parte de la potencia radiante total emitida por la fuente de luz capaz de afectar el sentido de la vista.

Fusible: El fusible es dispositivo utilizado para proteger dispositivos eléctricos y electrónicos. Este dispositivo permite el paso de la corriente mientras ésta no supere un valor establecido.

Grado de Protección IP: Los grados de protección IP hacen referencia a una normativa internacional, que indica el nivel de protección de los equipos eléctricos o electrónicos frente a la entrada de agentes externos: La primera hace referencia a la entrada de agentes Sólidos externos y la segunda cifra hace referencia a la entrada de Agua.

Iluminancia o Nivel de iluminación: Es una magnitud característica del objeto iluminado, que indica la cantidad de luz que incide sobre su superficie, al ser iluminado por la fuente, la iluminancia se representa por la letra E, siendo su unidad el (lx).

Intensidad Luminosa: Es la cantidad de luz emitida, en un segundo y en una determinada dirección.

La varilla Copperweld: es un elemento bimetálico compuesto por un núcleo de acero y una película externa de cobre unidos metalúrgicamente. La capa de cobre brinda protección suficiente contra la corrosión del terreno y la varilla en conjunto permite una adecuada difusión a tierra de las corrientes de falla que se puedan presentar en el sistema eléctrico.

Relé: Dispositivo electromagnético que estimulado por una corriente eléctrica muy débil, abre o cierra un circuito en el cual se disipa una potencia mayor que en el circuito estimulador.

Software DIALux: es un software gratuito de DIAL que permite crear proyectos de iluminación profesionales. Este software está siendo utilizado por miles de diseñadores de iluminación en todo el mundo, y facilita la tarea de diseñar sistemas de iluminación tanto para interiores como exteriores.

Tablero de control: Panel donde se encuentran instrumentos para la conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución de una instalación eléctrica.

Timer o Temporizador: Un temporizador es un aparato con el que podemos regular la conexión o desconexión de un circuito eléctrico después de que se ha programado un tiempo. El elemento fundamental del temporizador es un contador binario, encargado de medir los pulsos suministrados por algún circuito oscilador, con una base de tiempo estable y conocida. El tiempo es determinado por una actividad o proceso que se necesite controlar. Se diferencia del relé, en que los contactos del temporizador no cambian de posición instantáneamente.

Tubería EMT: La tubería eléctrica metálica (E.M.T.) está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales, también es muy útil para cableado estructurado, manteniendo el cableado aislado, protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.