

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

PROYECTO DE VINCULACIÓN

**REDISEÑO LUMINOTÉCNICO PARA EL PARQUE CENTRAL DE
NAYÓN**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
TECNÓLOGO ELECTROMECAÁNICO**

ESTEBAN ENRIQUE ANCHATUÑA FLORES

esteban.anchatuna@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, agosto 2020

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Esteban Enrique Anchatuña Flores, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente 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:



Esteban Enrique Anchatuña Flores
C.I: 1723264188
Teléfono:0986107131 – (02)3190457
e-mail: esteban.anchatuna@epn.edu.ec

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Esteban Enrique Anchatuña Flores en el diseño de este, bajo nuestra supervisión.

Firma:

Firma:

Ing. Pablo Andrés Proaño Chamorro
Director del Proyecto

Ing. Carlos Orlando Romo Herrera
Codirector del Proyecto

AGRADECIMIENTO

A mi familia, quienes son y serán mis pilares y con quienes he superado muchas adversidades. Gracias por estar ahí en todo momento, por mantenerme de pie y no dejar que abandone mis sueños.

A mi padre Enrique Anchatuña, quien con su ejemplo de superación, me ha enseñado día a día que todo puede ser posible, sin importar cuán difícil parezca la situación, todo tiene solución siempre y cuando esté dispuesto a dar lo mejor de mí. Gracias papito por estar ahí a mi lado, ayudándome en todo momento, sea en el área estudiantil como profesional.

A mi madre Irma Flores, quien con su carácter super fuerte, me ha hecho reflexionar en muchas ocasiones y quien me ha motivado a seguir firme en mis metas y aconsejarme día a día. Gracias mamita por estar siempre a mi lado.

A mi hermano Santiago Anchatuña, que a pesar de todos los problemas que tenemos, como todo hermano, sé que siempre estas y estarás ahí para mí. Gracias niño.

A mi abuelita Carmela Mediavilla, gracias por todo abuelita.

A Anthony (Tony) Flores, mi pana de alma.

A la señora Aura Bolaños (Doña Aurita), a quien considero como mi abuelita, siempre recordare sus palabras y ahora ilumina el cielo como una estrella.

Al pequeño Mathieu Sebastián, mi estrellita que ilumina el cielo.

Al equipo de rugby de las Escuela Politécnica Nacional “Búhos EPN RC” y su fundador Freddy C, con quienes hemos pasado buenos y malos momentos y haberme enseñado los valores del rugby y el trabajo en equipo. Gracias por permitirme ser parte de ustedes.

A los Ingenieros Pablo Proaño, Abraham Loja y Carlos Romo, gracias por haberme guiado y ayudado en el desarrollo de este trabajo.

Gracias a todos los Ingenieros de la Carrera de Electromecánica de la prestigiosa Escuela de Formación de Tecnólogos, por haber compartido sus conocimientos durante mi vida estudiantil.

GRACIAS TOTALES

Esteban Anchatuña Flores

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia, quienes me han apoyado en este largo camino, que sin ellos no hubiera sido posible llegar hasta este punto de mi carrera técnica profesional, y que, gracias a sus consejos, han sabido guiarme.

También a la Escuela Politécnica Nacional, en especial a la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), instituto de educación superior que abrió sus puertas para que pueda formarme profesionalmente en el ámbito técnico-tecnológico, y su personal docente, quienes compartieron sus conocimientos de una forma espectacular y poder alcanzar mi meta.

Esteban Anchatuña Flores

“Now you see that I've become

So much stronger than before

I'll raise a voice you can't ignore

Look into my eyes you'll find

A red mist of rage that flows

With the force of wild tides

I reach my goal”

“Illumishade - Rise”

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORIA	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos	3
1.4 Términos de Relevancia	4
2. METODOLOGIA	6
2.1 Tipos de Investigación	6
2.2 Descripción de la Metodología Utilizada	6
2.3 Pasos Metodológicos e Instrumentos Utilizados	7
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	9
3.1 Evaluación del Estado del Sistema Eléctrico (Instalaciones Lumínicas) del Parque Central de Nayón	9
3.2 Instrumentos Básicos de Medida para el Desarrollo del Análisis Lumínico.....	9
3.3 Estudio y Análisis del Actual Estado Lumínico del Parque Central de Nayón	11
3.4 Estudio de los Requerimientos del Sistema Lumínico del Parque Central de Nayón	15
3.5 Rediseño del Sistema de Iluminación	16
3.6 Definición del Área del Parque a ser Iluminada.....	17
3.7 Cálculo Luminotécnico del Alumbrado Público para El Parque Central.....	20
3.8 Simulación Virtual utilizando DIALux Software	23
3.9 Selección de Conductor para Luminarias	26
3.10 Diseño de Tablero de Control del Sistema Lumínico y Sistema Puesta a Tierra	33
3.11 Dimensionamiento de Elementos Eléctricos y Electromecánicos.....	33
3.12 Instalación de Canalización.....	39
3.13 Resumen de Elementos necesarios para la Nueva Instalación Eléctrica Lumínica y Consumos Energético del Parque Central de Nayón	40
3.14 Cotización Referencial de Material requerido para el Nuevo Sistema Lumínico	42

3.15	Manual de Mantenimiento Técnico de Las Nuevas Instalaciones Lumínicas.....	44
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
4.1	CONCLUSIONES.....	45
4.2	RECOMENDACIONES.....	46
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	47
6.	ANEXO.....	45
	ANEXO A: CUADRO DE PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL PARQUE CENTRAL DE NAYÓN.....	46
	ANEXO B: CUADRO DE PROBLEMAS DE ILUMINACIÓN ENCONTRADOS EN EL PARQUE CENTRAL DE NAYÓN.....	48
	ANEXO C: LUMINARIAS REFERENCIALES PARA EL ANÁLISIS LUMÍNICO.....	49
	ANEXO D: PLANOS TÉCNICOS PARA EL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN (UBICACIÓN).....	53
	ANEXO E: PLANOS TÉCNICOS PARA EL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN (PLANO ELÉCTRICO).....	54
	ANEXO F: PLANO TÉCNICO PARA EL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN (DIAGRAMA UNIFILAR O FUERZA).....	55
	ANEXO G: MANUAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Parque Central de Nayón (Vista desde Google Maps).....	1
Figura 3.1: Luxómetro	9
Figura 3.2: Pinza Amperimétrica.....	10
Figura 3.3: Distribucion de postes de alumbrado en el Parque Central.....	12
Figura 3.4: Iluminación general en el parque	13
Figura 3.5: Nomenclatura del Índice de Protección (Ingress Protection).....	18
Figura 3.6: Presentación de Philips Townguide Performer BDP 100-103 Series.....	19
Figura 3.7: Parque Central de Nayón (Senderos)	22
Figura 3.8: Parque Central de Nayón (Pileta).....	23
Figura 3.9: Parque Central de Nayón (Áreas verdes)	23
Figura 3.10: Diagrama de colores falsos	24
Figura 3.11: Características ilustrativa y demostración de luminarias seleccionadas.....	25
Figura 3.12: División de zonas de trabajo.....	26
Figura 3.13: Distribución de ramales de iluminación.....	27
Figura 3.14: Ejemplo representativo (referencial) de un tablero de control y varilla de cobre para sistema a tierra.	35
Figura 3.15: Ejemplo representativo (referencial) de un tablero de fuerza.....	35
Figura 3.16: Método practico para determinar la resistencia de tierra.....	36
Figura 3.17: Instalación de equipos para medición de resistencia del suelo.....	37
Figura 3.18: Medición de parámetros eléctricos en suelo.....	37
Figura 3.19: Tubería Eléctrica PVC corrugada.....	39
Figura 3.20: Elementos extras	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Partes del Luxómetro	10
Tabla 3.2: Partes de la Pinza Amperimétrica	10
Tabla 3.3: Iluminación de cada lámpara en el parque	11
Tabla 3.4: Voltaje en las luminarias y tipo de conductor.....	14
Tabla 3.5: Niveles de luminosidad mínimos requeridos, según las zonas de trabajo	16
Tabla 3.6: Significado de los números de protección	18
Tabla 3.7: Clases de protección eléctrica.	19
Tabla 3.8: Datos de fabricante	20
Tabla 3.9: Parámetros de trabajo para el nuevo sistema de iluminarias	20
Tabla 3.10: Distribución de ramales lumínicos de acuerdo a las zonas de trabajo	27
Tabla 3.11: Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 (v) y 60°C a 90°C. No más de 3 conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30°C.....	30
Tabla 3.12: Capacidad de protección en función del calibre del conductor.	32
Tabla 3.13: Resumen de demanda de potencia y protección de circuito.....	32
Tabla 3.14: Valores referenciales máximos de puesta a tierra.....	38
Tabla 3.15: Elementos necesarios para el sistema eléctrico de las iluminarias nuevas. .	40
Tabla 3.16: Resumen aproximado del consumo energético actual vs nuevo sistema	42
Tabla 3.17: Presupuesto Referencial	42

RESUMEN

El proyecto realizado, permitió evaluar las condiciones actuales de iluminación e instalación eléctrica del Parque Central de Nayón, detectando fallos como son la falta de iluminación y los requerimientos necesarios para realizar el rediseño del sistema de iluminación, mantenimiento técnico y protección del personal que se encargará de realizar el plan de mantenimiento del sistema de iluminación.

El presente documento escrito, consta de cuatro capítulos, los cuales están resumidos de la siguiente forma.

Capitulo uno, abarca temas como la introducción al proyecto, el planteamiento al problema donde se justifica las razones del porque la necesidad de implementar el proyecto.

Capitulo dos, abarca el tipo de metodología utilizada para la elaboración del análisis del proyecto y los pasos o actividades requeridas para cumplir con los objetivos planteados.

Capitulo tres, abarca el análisis y resultado, de acuerdo al método utilizado para la elaboración del nuevo sistema de iluminación, incluyendo el manual de mantenimiento, como referencia para elaborar un plan de mantenimiento del sistema lumínico.

Capitulo cuatro, abarca el tema de conclusiones y recomendaciones, referentes al proyecto.

ABSTRACT

The research carried out, allowed overhaul the current condition both illumination and electrical installations on Nayón Central Park, identify problems as lack of illumination and establish the requirements to prepare a new illumination system design, a maintenance plan and personal protection, focusing in persons who going to make the maintenance to illumination system, basing a previous plan.

This writing document has four chapter, which are summarized of following form

Chapter one, include the following topics like the project introduction, problem statement where is justifying the reason of why is necessary the project implement.

Chapter two, include the following topics like methodology used to make the project analysis and the required steps or activities to reach the planted objectives.

Chapter three, include the following topics like the analysis and results, about the methodology used to elaboration of new illumination system, including maintenance manual, as reference to make maintenance plan of illumination system.

1. INTRODUCCION

El Parque Central de Nayón, uno de los puntos atractivos para el turismo, está ubicada en la parroquia del mismo nombre, entre las calles Pablo Calero, Atahualpa, General Eloy Alfaro y Antonio José de Sucre, cuyas coordenadas son 0°09'24"S 78°26'22"W (-0.1580651,-78.4410453).



Figura 1.1: Parque Central de Nayón (Vista desde Google Maps)
Fuente: (Google,2020)

El presente proyecto: “REDISEÑO LUMINOTÉCNICO PARA EL PARQUE CENTRAL DE NAYÓN”, es parte de los proyectos de vinculación con la sociedad que mantiene la Escuela Politécnica Nacional (EPN), en específico la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT-EPN) y se basó en la evaluación de las condiciones actuales de iluminación e instalaciones eléctricas del Parque Central de Nayón, detectando fallos como son falta de iluminación en algunas áreas del parque, iluminarias dañadas, cables eléctricos en mal estado y proceder al diseño de una instalación eléctrica eficiente y segura que se adapten a la demanda actual de los usuarios.

Además, se utilizó el software DIALUX 4.13, para la simulación del nuevo sistema de iluminación para el parque central, verificando su eficiencia en los nuevos diseños.

La recolección de información y elaboración se realizó desde el día 13 de diciembre del 2019 hasta el día 10 de julio del 2020, fecha en la cuál se realizó la entrega del informe final, rediseños técnicos de planos del nuevo sistema lumínico y manual de mantenimiento a las autoridades del GAD de Nayón en conjunto con las Autoridades de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT-EPN).

En la recopilación de información, participaron 4 compañeros de la carrera de electromecánica, de la materia instalaciones eléctricas.

1.1 Planteamiento del Problema

Los sistemas de alumbrado público y urbano son de gran importancia tanto en temas de seguridad local como de vías públicas, fortaleciendo las vías de circulación y espacios verdes. (Santos, 2018).

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Nayón, cuenta con personal encargado del mantenimiento, supervisión e instalación de los sistemas tanto eléctricos como mecánicos. (Nayón - Gobierno Parroquial, 2019).

La falta de conocimiento en los fundamentos teóricos de electricidad y mecánica, al igual que el desconocimiento o falta de capacitación en temas de seguridad y calidad para la realización de los trabajos diarios, dificulta al personal encargado del sistema de luminarias, realizar los trabajos de mantenimiento. Las instalaciones del sistema lumínico deberán ser realizadas por personal capacitado, para asegurar el cumplimiento de las normativas de calidad y seguridad que rigen en el país. (NEC, 2018)

La precaria presencia lumínica en el Parque Central de Nayón, Estadio, Coliseo y Calles Principales, hace que dichos lugares presenten inconvenientes para el desplazamiento de los habitantes, sea este por el mal estado del cableado eléctrico o por una inadecuada implementación del sistema de alumbrado público en el sector. La falta de conocimientos técnicos acerca de sistemas lumínicos llega a afectar a los pequeños negocios aledaños ya que la mayoría de trabajos de adecuaciones, ampliaciones y mantenimientos son realizados en base a mingas y colaboraciones de la población. (ForjasEstilo, 2017).

A través de un estudio realizado, utilizando tanto normas o estándares nacionales como son NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción), Reglamento de Seguridad en Ambientes Laborales (Decreto Ejecutivo 2393) e internacional como es la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), se planteó realizar las adecuaciones del sistema de iluminación, para el fácil desplazamiento de personas, realización de actividades nocturnas y resaltar los elementos de intereses a los alrededores como son ornamentación natural (árboles) del parque, juegos infantiles y pileta central.

Mediante el estudio realizado, se planteó la implementación de un nuevo sistema de iluminación para el Parque Central de Nayón, de acuerdo a las normas de alumbrado público vigentes por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), acerca de alumbrado público ornamental. (Bravo V.; Rendon L.; Salazar G., 2015).

1.2 Justificación

Los principales beneficiarios del proyecto son los habitantes de Nayón, quienes recurren al parque central a realizar actividades nocturnas como paseos o interactuar con el resto de habitantes.

La Escuela Politécnica Nacional y en particular la Escuela de Formación de Tecnólogos, tienen como propósito el impulsar el desarrollo de convenios, alianzas estratégicas o cartas de compromisos con entes tanto públicos como privados con el fin de integrar funciones de la Institución de Educación Superior y Tecnológico con el sector social para desarrollar objetivos que sean de bienestar común. (Escuela Politécnica Nacional - Escuela de Formación de Tecnólogos - Unidad de Vinculación con las Sociedad).

A través del estudio se busca realizar las readecuaciones necesarias del sistema de alumbrado del Parque Central de Nayón (beneficiarios) por medio de los estudiantes de la Carrera de Tecnología Electromecánica (proponentes), rediseñando el sistema de iluminación del Parque Central de Nayón, mediante el uso de equipos de medición como pinza amperimétrica o multímetro para comprobar los diferentes parámetros eléctricos como es el flujo de corriente de cada línea de tensión y luxómetro para determinar la intensidad lumínica adecuada para el sitio ,valorización del estado actual de las instalaciones lumínicas del parque y crear una base para el mejoramiento de la infraestructura, solventando las necesidades del GAD de Nayón (Escuela de Formación de Tecnólogos).

1.3 Objetivos

Rediseñar el sistema luminario del Parque Central de Nayón

Objetivos Específicos

- Evaluar el estado del sistema eléctrico (instalaciones lumínicas) del Parque Central de Nayón.
- Determinar los requerimientos del sistema lumínico del Parque Central de Nayón.

- Diseñar el sistema de iluminación, cableado y tablero de control para el sistema lumínico del Parque Central de Nayón.
- Elaborar un manual técnico de mantenimiento de las nuevas instalaciones lumínicas del Parque Central.
- Capacitar al personal de Nayón encargado del mantenimiento del sistema lumínico.

1.4 Términos de Relevancia

Alumbrado Público Ornamental: Iluminación de áreas públicas como parques, plazas, espacios deportivos abiertos, iglesias, piletas, monumentos y similares, que difieren de los niveles establecidos por regulación para alumbrado público general, dado que estos obedecen a criterios estéticos determinados por el gobierno autónomo descentralizado o por organismos estatales competentes. (NEC, 2018)

Deslumbramiento: Condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancia, o como consecuencia de contrastes de luz. (NEC, 2018)

Lumen (lm): Unidad de flujo luminoso, que indica la cantidad total de luz emitida por una fuente luminosa, sin importar la dirección a la cual se proyecte. (NEC, 2018)

Lux (lx): Cantidad de luz proyectada sobre una superficie ($lx=lm/m^2$). Permite cuantificar la cantidad total de luz y la intensidad de la iluminación sobre una superficie. Lux hace referencia a iluminancia. (NEC, 2018)

Flujo Luminoso (ϕ): Potencia emitida en forma de radiación luminosa a la cual el ojo humano es sensible. Su símbolo es (ϕ) y su unidad es el lumen (**lm**). (NEC, 2018)

Iluminancia (E): Densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su símbolo es (**E**) y puede expresarse en lux (**lx**), o en lumen por metro cuadrado (lm/m^2). (NEC, 2018)

Interruptor Termomagnético: Elemento de maniobra y protección, diseñado para abrir o cerrar un circuito de forma manual o automática, cuando detecta la presencia de una sobrecorriente con respecto al valor nominal. (NEC, 2018)

Neutro o Conductor Puesta a Tierra: Elemento que conduce corriente o el exceso de corriente que existe en una instalación eléctrica, intencionalmente conectado un punto a tierra. (NEC, 2018)

Tablero de Control o de Distribución: Compartimientos diseñados para ensamblarse como un solo conjunto, en el cual incluye elementos de conexión, dispositivos de protección contra sobrecorriente y puede estar equipado con interruptores para el accionamiento de circuitos de alumbrado, tomacorrientes y cargas especiales. (NEC, 2018).

2. METODOLOGIA

El presente documento se elaboró en base a los estudios exploratorios y descriptivos con enfoque cuantitativo, ya que se basa en la observación de problemas o falencias existentes en el sistema de iluminación del Parque Central de Nayón y en la recolección de datos del sistema de iluminación del parque, efectuando mediciones técnicas en el sistema.

2.1 Tipos de Investigación

Investigación Exploratoria

Esta investigación tiene como objetivo la examinación de un tema o problema de investigación estudiada, del cual surgen muchas dudas o no se había abordado antes. (Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio y Roberto Hernández Sampieri, 2014).

Este estudio, permitió la recolección de la mayor cantidad de información referente al sistema lumínico actual del parque y cuáles son sus falencias que deben ser corregidas a través de una investigación más completa, estableciendo prioridades de investigación.

Método Descriptivo

Esta investigación busca especificar las propiedades, características, procesos que son sometidos a análisis. Este método permite medir y recoger información de forma independiente o conjunta sobre los conceptos o variables referidas, sin indicar como las variables medidas se relacionan. (Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio y Roberto Hernández Sampieri, 2014).

Al ser un enfoque cuantitativo, permitió establecer patrones de comportamiento, mediante el análisis del uso de datos recolectados.

Esta metodología fue aplicada para examinar los resultados recolectados de las mediciones realizadas en el campo (Parque), a través de instrumentos de medida como son el luxómetro y multímetro.

2.2 Descripción de la Metodología Utilizada

El proyecto consistió en realizar un análisis profundo del estado actual del sistema lumínico del Parque Central de Nayón, en donde se observó la realidad del sistema lumínico en la

que se encuentra, con el propósito de crear un ambiente amigable que permita desarrollar las diversas actividades cotidianas en la parroquia en los horarios vespertino y nocturno (18:00 a 00:00).

2.3 Pasos Metodológicos e Instrumentos Utilizados

Evaluar el Estado del Sistema Eléctrico (Instalaciones Lumínicas) del Parque Central de Nayón.

Se realizó un reconocimiento de las instalaciones lumínicas actuales para determinar los requerimientos más importantes en el sistema lumínico del GAD de Nayón.

Determinar los Requerimientos del Sistema Lumínico del Parque Central de Nayón.

Se realizó las mediciones tanto de luminosidad a través de un luxómetro, comprobación de líneas de tensión y parámetros eléctricos utilizando la pinza amperimétrica y multímetro, comprobando si se cumple o no con la normativa para sistemas de alumbrado público del país.

Diseñar el Sistema de Iluminación, Cableado y Tablero de Control para el Sistema Lumínico del Parque Central de Nayón.

Se dimensionó el sistema de iluminación y sus componentes basándose en el uso de nomenclatura de elementos eléctricos y cableado, normas de seguridad de sistemas lumínicos de acuerdo a las normas técnicas INEN-NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción) e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) vigentes en el país, utilizando el software de dibujo asistido por computador AUTOCAD y DIALux 4.13 para el rediseño del sistema de iluminación del parque.

Elaborar el Manual Técnico de Mantenimiento de las Nuevas Instalaciones Lumínicas del Parque Central.

Se elaboró el manual, informe final y propuesta del nuevo sistema lumínico, para el sistema de alumbrado público del Parque Central de Nayón con sus respectivas sugerencias y rediseño.

Capacitar al Personal de Nayón encargado del Mantenimiento del Sistema Lumínico.

Se realizó la presentación y capacitación para el mantenimiento y futura implementación dirigido al personal técnico encargado del sistema de iluminación, a través de recursos digitales como presentaciones en PowerPoint.

Mediciones con Luxómetro

A través de un luxómetro, se procedió a la medición de la cantidad de luz o iluminación que existe en el parque y recolección de datos para su análisis.

Mediciones con Multímetro / Pinza Amperimétrica

Utilizando un multímetro- pinza amperimétrica, se procedió a comprobar las líneas de tensión de las luminarias actuales y con el amperímetro se midió la cantidad de corriente que pasa por las líneas de tensión de las luminarias.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Evaluación del Estado del Sistema Eléctrico (Instalaciones Lumínicas) del Parque Central de Nayón

Se inicio con la evaluación y análisis del funcionamiento del sistema lumínico actual del parque central y sus deficiencias, tales como son la falta de iluminación, luminarias dañadas, cableado en mal estado y afectaciones a la estructura de las lámparas por causas ambientales, determinando el estado de los elementos que componen al sistema y poder definir los requerimientos y condiciones a mejorar para desarrollar el proyecto descrito.

3.2 Instrumentos Básicos de Medida para el Desarrollo del Análisis Lumínico.

Luxómetro

El luxómetro (Figura 3.1) utilizado, es un instrumento técnico de medida, el cuál detecta cierta cantidad de luz o iluminación a través de su sensor o detector de luz (1) y mostrando el resultado a través de su pantalla LCD (3) en unidades de lux (lx). La cantidad de luz se transforma en una señal eléctrica a través de un circuito adaptador, cuyo resultado se muestra en la pantalla (3). En la tabla 3.1, se detalla las características principales del instrumento de medida.



Figura 3.1: Luxómetro
Fuente: (URCERI Light Meter, 2018)

Tabla 3.1: Partes del Luxómetro

1	Sensor o detector de luz
2	Botón de encendido/apagado.
3	Pantalla LCD.
4	Botón de unidades (FC/Lux)

Fuente: (URCERI Light Meter,2018)

Multímetro / Pinza Amperimétrica

La pinza amperimétrica (Figura 3.2) utilizada, es un instrumento técnico de medida, el cual permitió realizar la medición de corriente que atraviesa por el circuito o línea eléctrica de las luminarias sin la necesidad de que las líneas sean abiertas, utilizando sus tenazas (1). También permite la verificación de voltaje en los terminales de alimentación de las luminarias utilizando sus puntas de medición (2), presentando los resultados a través de la pantalla (4) y determinando los rangos de medición que variaban entre 215 a 220 (V) (3). En la tabla 3.2, se detalla las características principales del instrumento de medida.

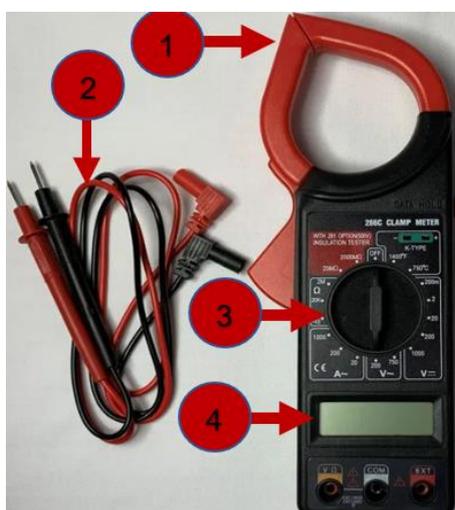


Figura 3.2:Pinza Amperimétrica

Fuente: (Propia)

Tabla 3.2: Partes de la Pinza Amperimétrica

1	Pinzas o tenazas
2	Puntas de medición.
3	Rangos y variables de medición
4	Pantalla LCD.

Fuente: (Propia)

3.3 Estudio y Análisis del Actual Estado Lumínico del Parque Central de Nayón

Se realizó el levantamiento técnico del sistema de alumbrado del Parque Central de Nayón, enfocando en los puntos más importantes como son:

- Iluminación.
- Voltaje.
- Calibre actual del cableado
- Estado de las luminarias.
- Distribución de los postes de alumbrado

Las mediciones de luxes realizadas en el parque, presentaban variaciones en la iluminación y encontrándose con zonas de niveles altos de deslumbramiento y otras con niveles deficientes de deslumbramiento.

La altura de cada poste lumínico actual varía entre los 3,80 (m) a 4,10 (m).

Para realizar la medición de luxes, se procedió a la señalización de los postes de iluminación total al interior del parque, mediante un código numérico LP-XX, siendo:

LP: Lámpara.

XX: Número de lámpara.

Obteniendo como resultando los siguientes datos (tabla 3.3).

Tabla 3.3: Iluminación de cada lámpara en el parque

Código Lámpara	Iluminación (lx)	Observaciones	Código Lámpara	Iluminación (lx)	Observaciones
LP-01		No Funciona	LP-21	46,1	
LP-02	97,8		LP-22	65,7	
LP-03	67,7		LP-23		No Funciona
LP-04	68,9		LP-24	68,3	
LP-05	65,6		LP-25	144,6	
LP-06	63		LP-26	90,6	
LP-07	72		LP-27	44,3	
LP-08	57,9		LP-28	94,3	
LP-09	29,6		LP-29	58,8	
LP-10		No Funciona	LP-30	86,4	

LP-11	45,4		LP-31	46,7	
LP-12	18,4		LP-32	57,8	
LP-13	53		LP-33	50,9	
LP-14	34,7		LP-34	52	
LP-15	110		LP-35	89,2	
LP-16	90		LP-36	28,5	
LP-17	152,9		LP-37	98,7	
LP-18	99,4		LP-38	96,5	
LP-19	95,7		LP-39	80,3	
LP-20	86		LP-Pileta		No Funciona

Fuente: (Propia)

De acuerdo a la señalización realizada en cada poste, se recreó el actual sistema de iluminación del Parque Central de Nayón, obteniendo el resultado que se muestra en la figura 3.4. Las lámparas son individuales, excepto en la pileta ya que esta cuenta con 2 lámparas internas.

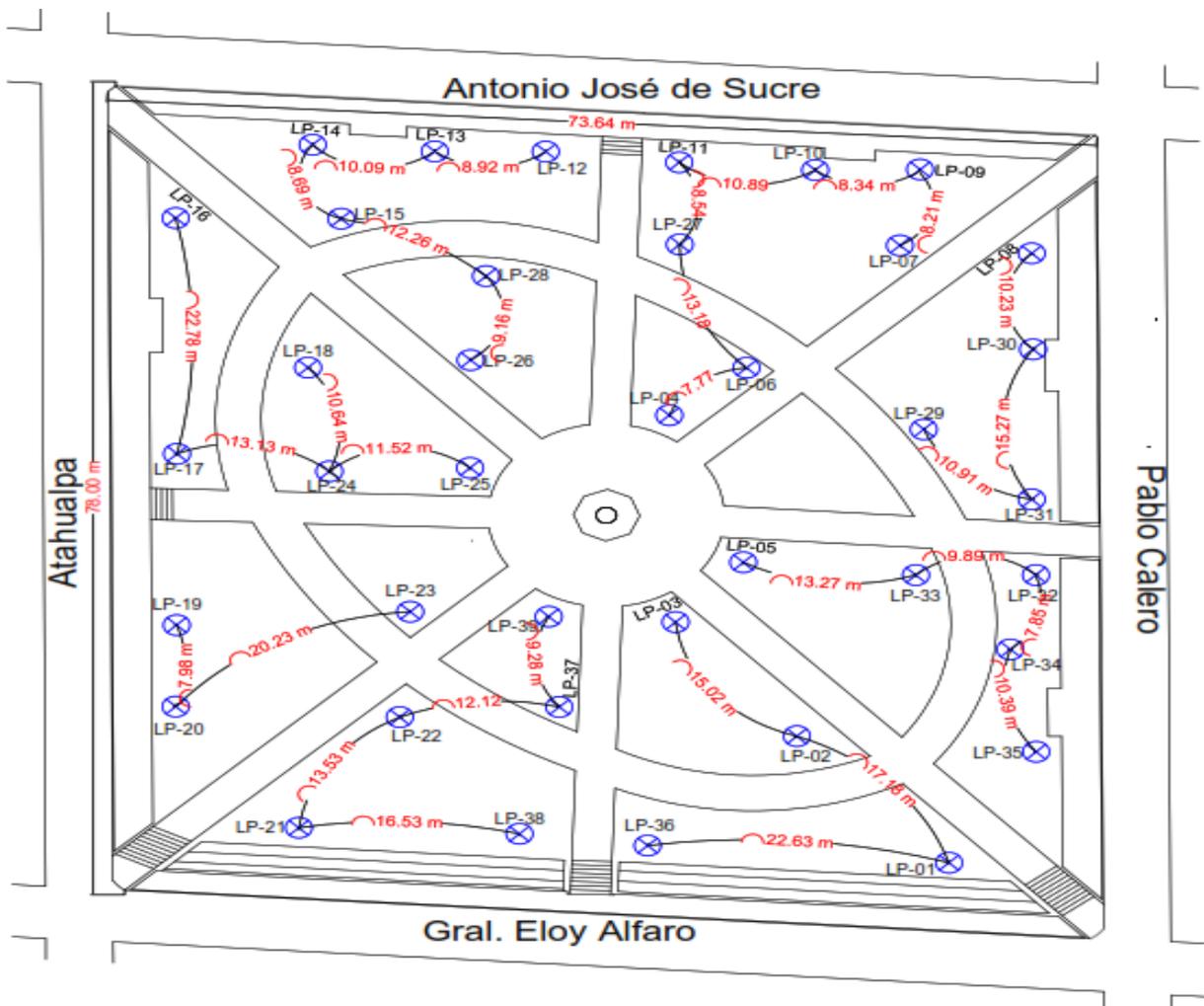


Figura 3.3: Distribución de postes de alumbrado en el Parque Central
Fuente: (Propia)

De igual formas, se realizó la toma de datos de iluminación en el parque, enfocado en los puntos de mayor afluencia y formando una matriz de 5 x 5, es decir 15,6 (m) de largo y 14,72 (m) de ancho, con el propósito de examinar la calidad de iluminación actual, obteniendo los siguientes resultados de la figura 3.5:

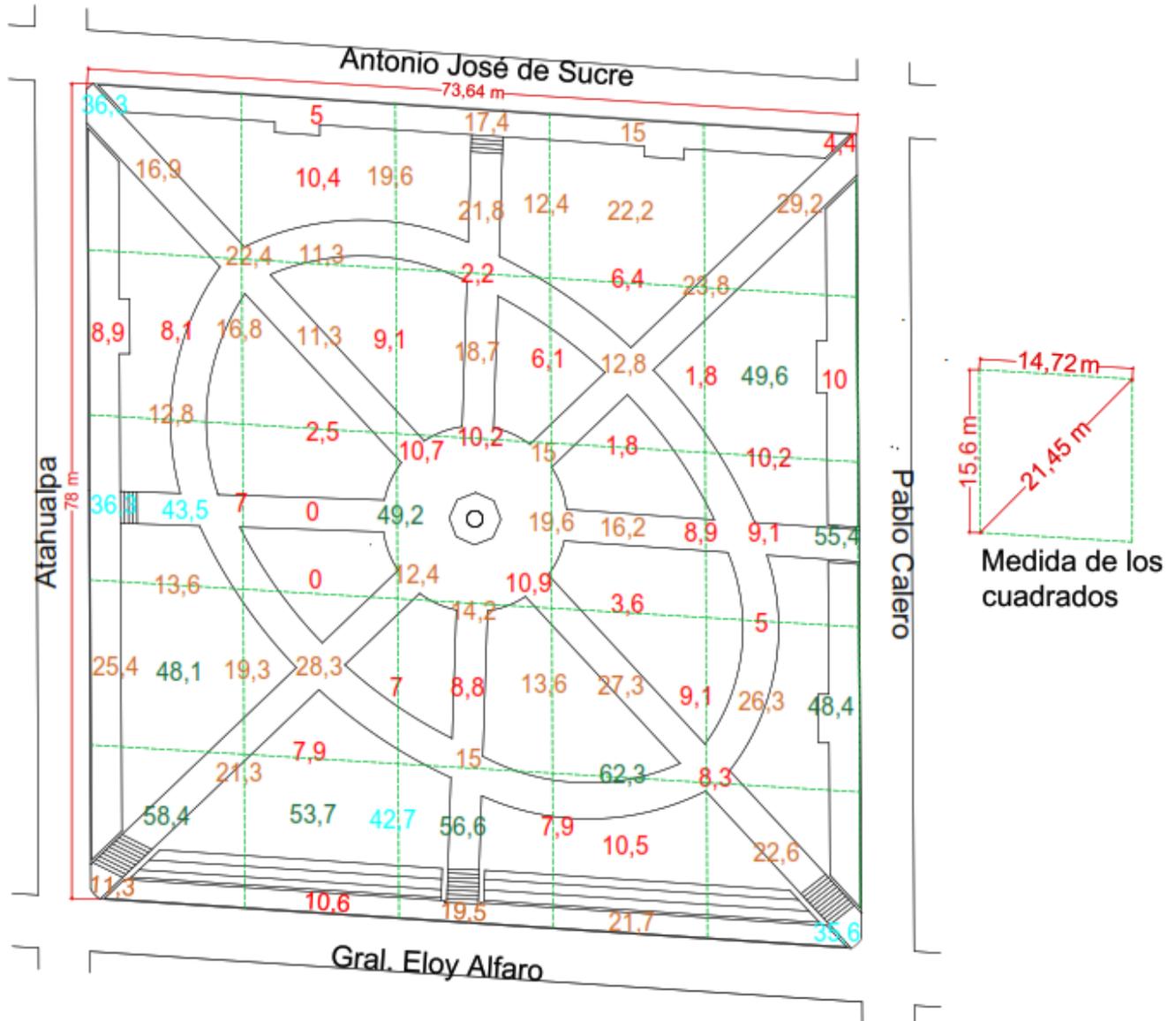


Figura 3.4: Iluminación general en el parque
Fuente: (Propia)

Donde:

Verde: Indica que la iluminación es aceptable.

Celeste: Indica que la Iluminación es regular.

Naranja: Indica que el nivel de iluminación es decadente o incorrecta.

Rojo: Indica que el nivel de luminosidad es crítico.

Se realizó la medición de voltajes en los terminales de alimentación de cada poste y reconocimiento del tipo de conductor de alimentación, utilizado para la instalación de las luminarias, obteniendo los siguientes resultados que se presentan en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Voltaje en las luminarias y tipo de conductor

Código de Lámpara	Voltaje (V)	Calibre del Cable (AWG)	Observación
LP-01	212,4	10	
LP-02	212,3	10	
LP-03	212,5	10	
LP-04	212,6	10	
LP-05	212,2	10	No funciona
LP-06	212,7	10	
LP-07	212,1	10	
LP-08	212,4	10	
LP-09	212,8	10	
LP-10	212,1	10	No funciona
LP-11	212,3	10	
LP-12	212,2	10	
LP-13	212,7	10	
LP-14	212,8	10	
LP-15	212,1	10	
LP-16	212,6	10	
LP-17	212,5	10	
LP-18	212,4	10	
LP-19	212,6	10	
LP-20	212,7	10	
LP-21	212,2	10	
LP-22	212,8	10	
LP-23	212,4	10	No funciona
LP-24	212,1	10	
LP-25	212,4	10	
LP-26	212,8	10	
LP-27	212,7	10	
LP-28	212,4	10	
LP-29	212,3	10	
LP-30	212,5	10	
LP-31	212,4	10	
LP-32	212,6	10	
LP-33	212,2	10	
LP-34	212,8	10	
LP-35	212,1	10	
LP-36	212,2	10	
LP-37	212,5	10	
LP-38	212,8	10	
LP-39	212,4	10	
Pileta	212,8	10	No funciona

Fuente: (Propia)

Otros de los factores que se detectaron durante la inspección fueron:

- Cables deteriorados por el paso del tiempo.
- Aislamiento del cableado deteriorado por humedad.
- Falta de tapas de protección para los terminales eléctricos de las luminarias y tapas oxidadas.
- Maleza alrededor de los postes.
- Luminarias en mal estado y con problemas de funcionamiento.
- Contaminación ambiental (smog y polvo).

Gran parte de estos problemas se deben a factores ambientales tales como sol y lluvia, afectaciones por el paso del tiempo, lo cuál ha llegado a deteriorar al sistema lumínico actual, falta de mantenimiento en los alrededores de los postes de iluminación como se observa en el Anexo A.

Otro problema detectado fue la falta de luz en las áreas verdes debido a los árboles, que forman parte de la ornamentación y que se encuentran a la misma altura de las luminarias, obstaculizando el paso de luz. Además, se observa la deficiencia de iluminación en los alrededores de la pileta, cuyas lámparas internas no funcionan, estos problemas se pueden observar en el anexo B.

Las luminarias actuales son de sodio, cuya capacidad es de 200 (W) cada una, las cuales han ido perdiendo su capacidad lumínica con el paso de los años.

3.4 Estudio de los Requerimientos del Sistema Lumínico del Parque Central de Nayón

De acuerdo al análisis realizado en el literal 3.1, en el sistema actual de iluminación del Parque Central de Nayón, existen zonas con deficiencia lumínica (ver anexo B), por lo cual es necesario reestructurar el sistema lumínico con uno, que fortalezca la seguridad, visibilidad y cubra la mayor parte del parque, ya que este es uno de los puntos de mayor interés por los visitantes tanto nacionales como extranjeros, debido a las diferentes actividades que se realizan durante la tarde y noche.

Por lo que se plantea un nuevo diseño del sistema lumínico, utilizando luminarias leds, las cuales mejoran la percepción de colores, mejora la experiencia al caminar durante la noche, ofrece seguridad, ayuda a optimizar recursos, poseen gran amplitud de iluminación y cumplen con las normas de ahorro energético (eficiencia energética) de acuerdo a la Ley Orgánica de Eficiencia Energética, donde se establece los mecanismos para la

implementación de tecnologías más eficientes, amigable con el medio ambiente y que no afecte al confort y desempeño de actividades de la población. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019)

3.5 Rediseño del Sistema de Iluminación

El presente proyecto está enfocado en realizar el rediseño del actual sistema de iluminación del Parque Central de Nayón, cumpliendo con los niveles de iluminación determinados por el Reglamento de Seguridad en Ambientes Laborales (Decreto Ejecutivo 2393), con el propósito de brindar seguridad y confort a la parroquia de Nayón, ya que el parque central es uno de los puntos de mayor concentración turística durante la tarde y noche.

Se procede al análisis del DECRETO EJECUTIVO 2393 (IESS - Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2019), artículo 56, ya que este documento especifica los niveles mínimos de iluminación referenciales, sea natural o artificial para los lugares de trabajo y tránsito en general, garantizando la seguridad del personal en sus labores, sin que esto llegue a afectar a la vista o visión.

Los niveles de luminosidad aceptables, según el DECRETO EJECUTIVO 2393, se observan en la tabla 3.5.

Tabla 3.5: Niveles de luminosidad mínimos requeridos, según las zonas de trabajo

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso. Vías de circulación de uso ocasional.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos. Vías de circulación de uso habitual.
100 luxes	<i>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.</i> <i>Áreas de uso habitual.</i>
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas. Exigencias visuales moderada.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía. Exigencia visual media alta.

Fuente: (IESS - Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2019)

De acuerdo a la tabla 3.5., la iluminación mínima requerida para el parque podría ser de 20 (lx) o 50 (lx), pero debido a las diferentes actividades nocturnas que se realizan en el parque como son festivales, recorridos o visitas nocturnas, ferias nocturnas, la existencia del parque infantil, temas de seguridad y considerando a las áreas verdes ornamentales a sus alrededores. Además de ser un área de uso habitual y del estudio previamente realizado, donde se corroboró que estos valores no cumplen con los requerimientos mínimos de alumbrado por el déficit lumínico actual en el parque y petición del GAD de Nayón, se procede a la selección del valor de 100 (lx) para realizar el análisis del nuevo rediseño lumínico para el parque.

3.6 Definición del Área del Parque a ser Iluminada

El parque tiene alrededor de 5.740,8 (m²), es decir 78 (m) de largo y 73,6 (m) de ancho, cuenta con senderos adoquinados para el tránsito de personas, áreas verdes en donde se ubica la ornamentación (árboles) del parque y el parque infantil, además de la pileta central.

En virtud, a que las luminarias estarán ubicadas en el exterior, se consideró para el nuevo diseño los siguientes requerimientos mínimos obligatorios:

- Resistencia al cambio de clima (sol o lluvia).
- Protección contra el polvo.

Índice de Protección IP para Iluminarias.

De acuerdo a la Norma Internacional IEC-60529, los grados de protección IP, indican cuanto puede soportar una lámpara sin que se vea afectado su funcionamiento, y es el encargado de clasificar la protección del sistema eléctrico de una fuente de iluminación ante agentes extremos. (CODI- Construcción & Diseño).

El índice de protección IP, se identifica de la siguiente forma:

- Se especifica por las siglas IP
- Dos números o dígitos acompañan las siglas.
- El primer número significa la resistencia al polvo o cualquier cuerpo sólido,
- El segundo número significa la hermeticidad que presenta ante la humedad, agua o cualquier líquido.

El primer número va desde 0 (sin protección) hasta 6 (máxima protección), el segundo número va desde 0 (sin protección) hasta 8 (máxima protección). (Carvajal García Fredy Armando - Portilla Pozo Washinton Pablo, 2011).



Figura 3.5: Nomenclatura del Índice de Protección (Ingress Protection)
Fuente: (Google,2020)

Tabla 3.6: Significado de los números de protección

PRIMER NÚMERO (CONTRA POLVO O SOLIDOS)		SEGUNDO NÚMERO (CONTRA AGUA U OTRO LIQUIDO)	
Número	Significado	Número	Significado
0	Sin protección.	0	Sin protección.
1	Protección contra cuerpos solidos de más de 50 (mm).	1	Caída vertical de gotas.
2	Protección contra cuerpos solidos de más de 12 (mm).	2	Caída de gotas con una inclinación máxima de 15°.
3	Protección contra cuerpos solidos de más de 2.5 (mm).	3	Lluvia fina con inclinación de 60°.
4	Protección contra cuerpos solidos de más de 1 (mm).	4	Resistencia a salpicones en todos los sentidos
5	Protección contra polvo (ingresa, pero no perjudica el funcionamiento).	5	Resistencia a chorros de agua.
6	No entra polvo.	6	Resistencia fuerte a chorros de agua.
----	----	7	Protección ante inmersión eventual con baja presión.
----	----	8	Resistencia a la inmersión prolongada por tiempo extendido.

Fuente: (Google,2020)

Clase de Protección Eléctrica

Al igual que el índice de protección IP, el grado o clase de protección eléctrica de las luminarias, consiste en recubrir un elemento con un material aislante eléctrico, el cuál impide que la corriente siga su paso hacia el exterior y se clasifica en 4 clases (0, I, II, III), cuyos significados se detallan en la tabla 3.7. (Carvajal García Fredy Armando - Portilla Pozo Washinton Pablo, 2011).

Tabla 3.7: Clases de protección eléctrica.

CLASE	PROTECCIÓN ELÉCTRICA
0	Aislamiento normal, sin toma a tierra.
I	Aislamiento normal, toma a tierra.
II	Doble aislamiento, sin toma a tierra.
III	Luminarias alimentadas a baja tensión.

Fuente: (Carvajal García Fredy Armando - Portilla Pozo Washinton Pablo, 2011).

Selección de Lámparas

De acuerdo a las tablas 3.6. y 3.7, se seleccionó lámparas con grado de protección IP66 (Protección frente a la penetración de polvo, protección frente a chorros de agua a presión) y clase de protección eléctrica I (protección contra choque eléctrico con una conexión a tierra), tipo Torre Guía como se indica en la figura 3.6.

La lámpara TownGuide BDP100-103 Series, por su diseño sencillo y contemporáneo, encaja perfectamente con el entorno del parque y permite el desarrollo del nuevo sistema de alumbrado del parque.



Figura 3.6: Presentación de Philips Townguide Performer BDP 100-103 Series.
Fuente: (Philips lighting)

Los datos proporcionados por el fabricante se presentan en la tabla 3.8 (Philips lighting):

Tabla 3.8: Datos de fabricante

	Fabricante	Philips
	Tipo de iluminación	Leds
	Modelo	Townguide Performer BDP 100-103 Series
	Características de lámparas	1x120 leds
	Nivel máximo de iluminación (lm)	12.000
	Clasificación / IP protección	IP66
	Clase de protección eléctrica	I
	Factor de mantenimiento (Fm)	0,80 - (80%)
	Voltaje nominal (V)	220 / 240
	Potencia máxima (W)	102
	Factor de Utilización (η)	0,77 - (77%)
	Factor de potencia nominal (fp)	0,91 (91%)

Fuente: (Philips lighting)

3.7 Cálculo Luminotécnico del Alumbrado Público para El Parque Central

- a) **Parámetros técnicos para el alumbrado del parque:** Se establecen los datos generales del área a ser iluminada en la tabla 3.9: (LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes, s.f.).

Tabla 3.9: Parámetros de trabajo para el nuevo sistema de iluminarias

Altura que Serán Colocadas las Lámparas	3,00(m)
Altura de Trabajo = h'	0 (m)
Nivel de Iluminación Requerida (100 foot-candle)	100,00 (lx)
A = Ancho	73.6 (m)
L = Largo	78 (m)
H = Altura Sobre Plano de Trabajo	3,00 (m)
S = Superficie de Trabajo	5.740,8 (m ²)

Fuente: (Propia)

La altura de trabajo será igual a 0 (m), debido a que la iluminación será directa a la superficie del suelo. Si bien, se recurrió al simulador DIALUX 4.13 (apartado 3.8) para el desarrollo, es necesario comprobar si el número de luminarias a colocar es el correcto, a través de cálculos matemáticos.

b) Factor de utilización (η): El factor o coeficiente de utilización, indica la relación entre el número de lúmenes que emite la lámpara y los que llegan de forma efectiva al plano de trabajo, otro concepto lo define como el rendimiento o flujo útil del conjunto de luminarias. Este factor es proporcionado por el fabricante de las lámparas. (LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes, s.f.)

$$\eta = 0.77 \text{ (dato proporcionado por el fabricante)}$$

c) Cálculo de flujo luminoso total (ϕ): Para el cálculo del flujo se utiliza la siguiente ecuación: (LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes, s.f.)

$$\phi_T = \frac{E_m S}{\eta F_m} \quad \text{(Ec.1)}$$

Donde:

ϕ = Flujo de lúmenes requeridos para iluminar el área.

E_m = Iluminación media requerida en luxes.

S = Superficie a iluminar en m^2 .

F_m = Factor de mantenimiento otorgada por el fabricante.

η = Factor de utilización, otorgado por el fabricante.

El factor de mantenimiento hace referencia a la influencia que tiene el grado de limpieza de una luminaria sobre el flujo que esta emite, por lo cual dependerá del grado de suciedad ambiental y la frecuencia de limpieza local. Este factor puede ser 0.8 en ambiente limpio ó 0.6 en ambiente sucio y en muchos casos este dato puede ser proporcionado por el fabricante en su catálogo de productos. (LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes, s.f.)

$$\phi_T = \frac{(100)(5.740,8)}{(0.77)(0.8)} = 931.948,05 \text{ (lm)} \quad \text{(Ec.2)}$$

Al obtener el valor del flujo de lúmenes requeridos para iluminar el área (Ec.2), se aplica la ecuación (Ec.3), la cual permite determinar el número total de luminarias necesarias para realizar el análisis y diseño del nuevo sistema lumínico del parque.

d) Numero de luminarias requeridas (NL): Para determinar el número de luminarias requeridas, es necesario haber determinado el flujo de lúmenes

requeridos en el área de trabajo y conocer el flujo luminoso que proporciona la lámpara o luminaria.

$$NL = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \quad \text{(Ec.3)}$$

Donde:

ϕ_L = Flujo luminoso que proporciona las luminarias.

NL= Número de luminarias requeridas.

ϕ_T = Flujo de lúmenes requeridos para iluminar el área.

$$NL = \frac{931.948,05 \text{ lm}}{12.000 \text{ lm}} = 77.66 \approx 78 \quad \text{(Ec.4)}$$

De acuerdo al resultado de la ecuación (Ec.4), el número total de luminarias requeridas para el nuevo diseño será de 78 (Ec.4) lámparas o luminarias tipo leds, por criterio de diseño y de acuerdo al diagrama de colores falsos (análisis fotométrico) proporcionado por el software Dialux 4.13 (apartado 3.8), estarán distribuidas uniformemente a lo largo y ancho del parque, de la siguiente forma:

- Senderos o camineras (ubicación lateral).



Figura 3.7: Parque Central de Nayón (Senderos)
Fuente: (Nayón - Gobierno Parroquial, 2019)

- Contorno de la pileta.



Figura 3.8: Parque Central de Nayón (Pileta)
Fuente: (Nayón - Gobierno Parroquial, 2019)

- Áreas verdes del parque.



Figura 3.9: Parque Central de Nayón (Áreas verdes)
Fuente: (Nayón - Gobierno Parroquial, 2019)

3.8 Simulación Virtual utilizando DIALux Software

Por medio del software DIALux 4.13, se procedió a realizar la simulación del nuevo sistema lumínico del parque, de acuerdo al plano de trabajo y examinando la cantidad de luxes que llegan al plano directo de trabajo como se visualiza en la figura 3.10.

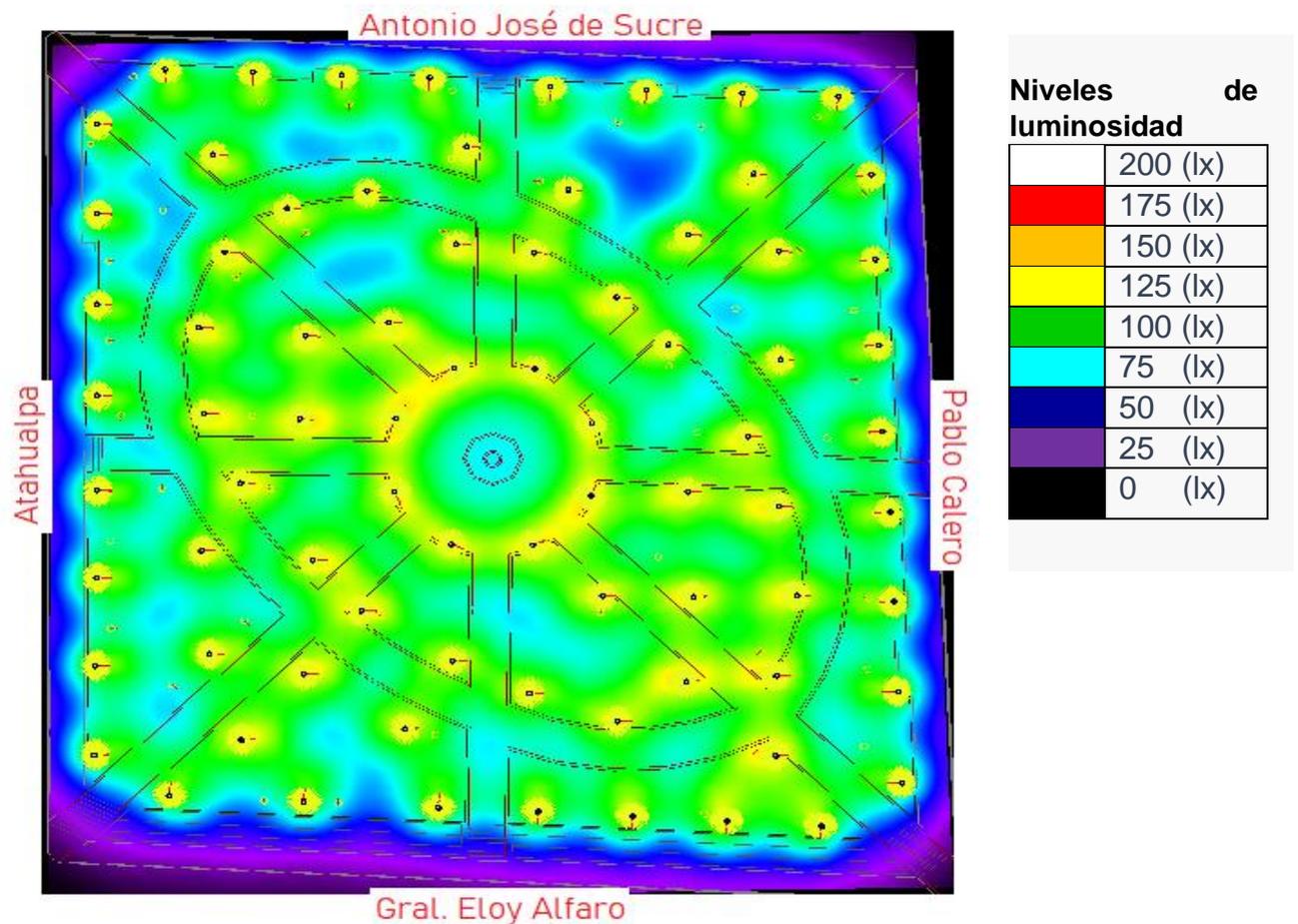
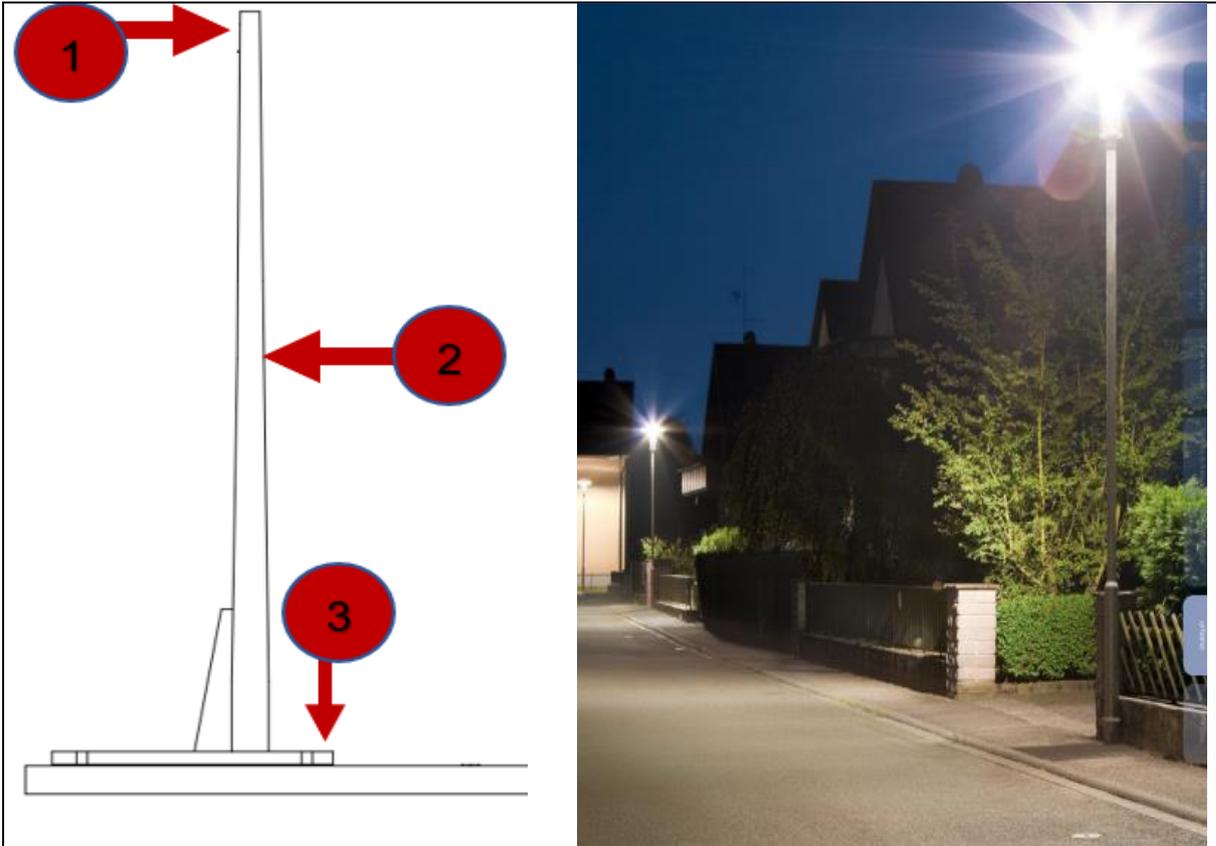


Figura 3.10: Diagrama de colores falsos
Fuente: (Propia)

Acorde al diagrama de colores falsos, se comprueba que el nivel de luminancia es aceptable y que las luminarias seleccionadas cumplen con los requisitos mínimo de iluminación (Anexo C).

Para la simulación del nuevo sistema de luminarias, se consideró postes galvanizados (2) cónicos, ya que tiene mayor resistencia mecánica, a una altura de 3 (m) del plano de trabajo (3) y soporte adaptables a las luminarias seleccionadas (1); pintura electroestática de protección contra corrosión causada por la humedad, humo, polvo, cambios de temperatura y condiciones atmosféricas (sol o lluvia). (enel-Condesa, 2014).



(1)	Base soporte para lámparas.
(2)	Postes galvanizados, con pintura electroestática.
(3)	Plano de trabajo.

Figura 3.11: Características ilustrativa y demostración de luminarias seleccionadas
Fuente: (Propia)

3.9 Selección de Conductor para Luminarias

Para calcular el calibre del conductor de las luminarias, se divide al parque en 4 zonas de trabajo, como se indica en la figura 3.12.

- Zona 1: Calles Atahualpa y Antonio José de Sucre
- Zona 2: Calles Atahualpa y Gral. Eloy Alfaro.
- Zona 3: Calles Gral. Eloy Alfaro y Pablo Calero.
- Zona 4: Calles Antonio José de Sucre Y Pablo Calero.

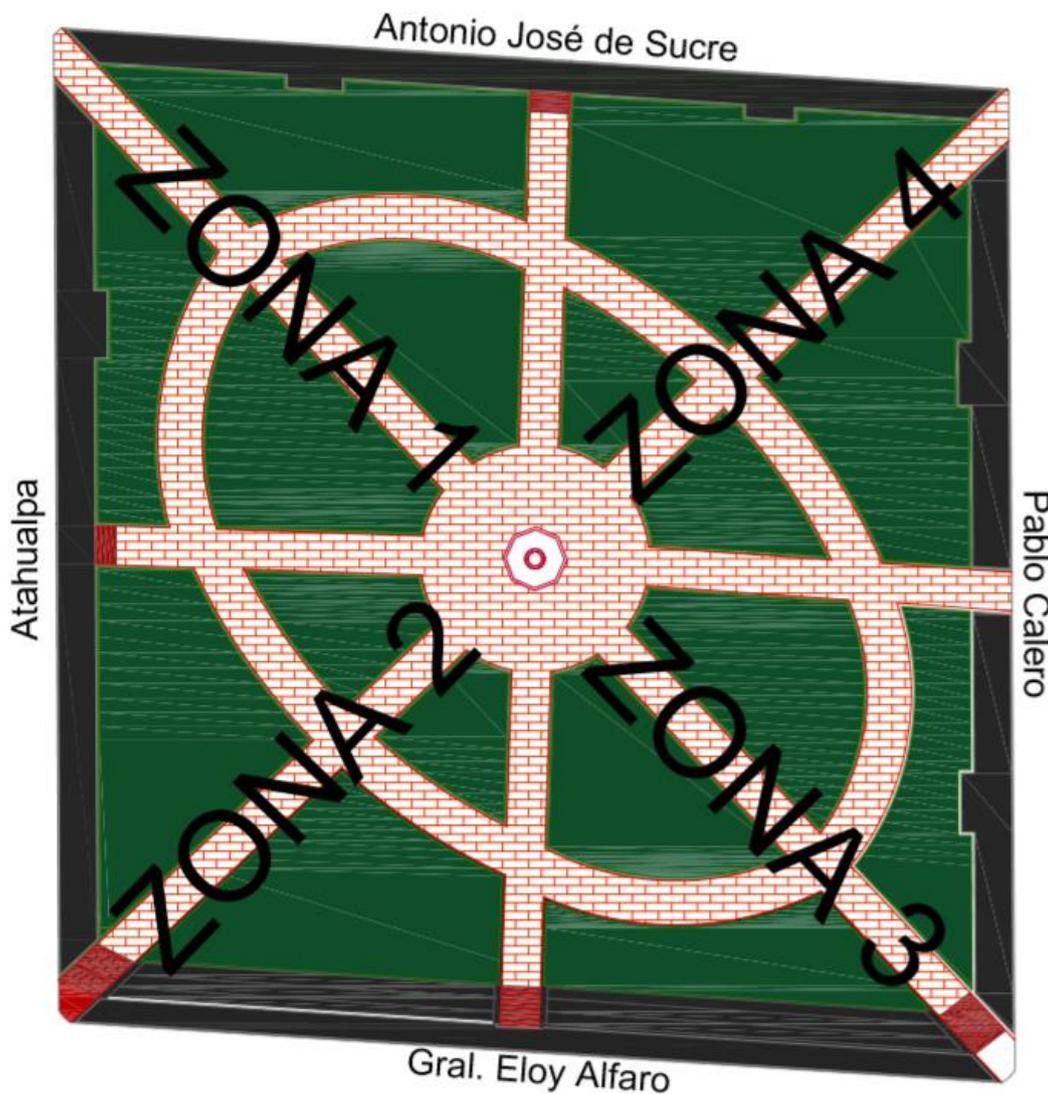


Figura 3.12: División de zonas de trabajo
Fuente: (Propia)

Cada zona de trabajo, se subdivide en 2 ramales (circuitos) diferentes como se observa en la figura 3.13.

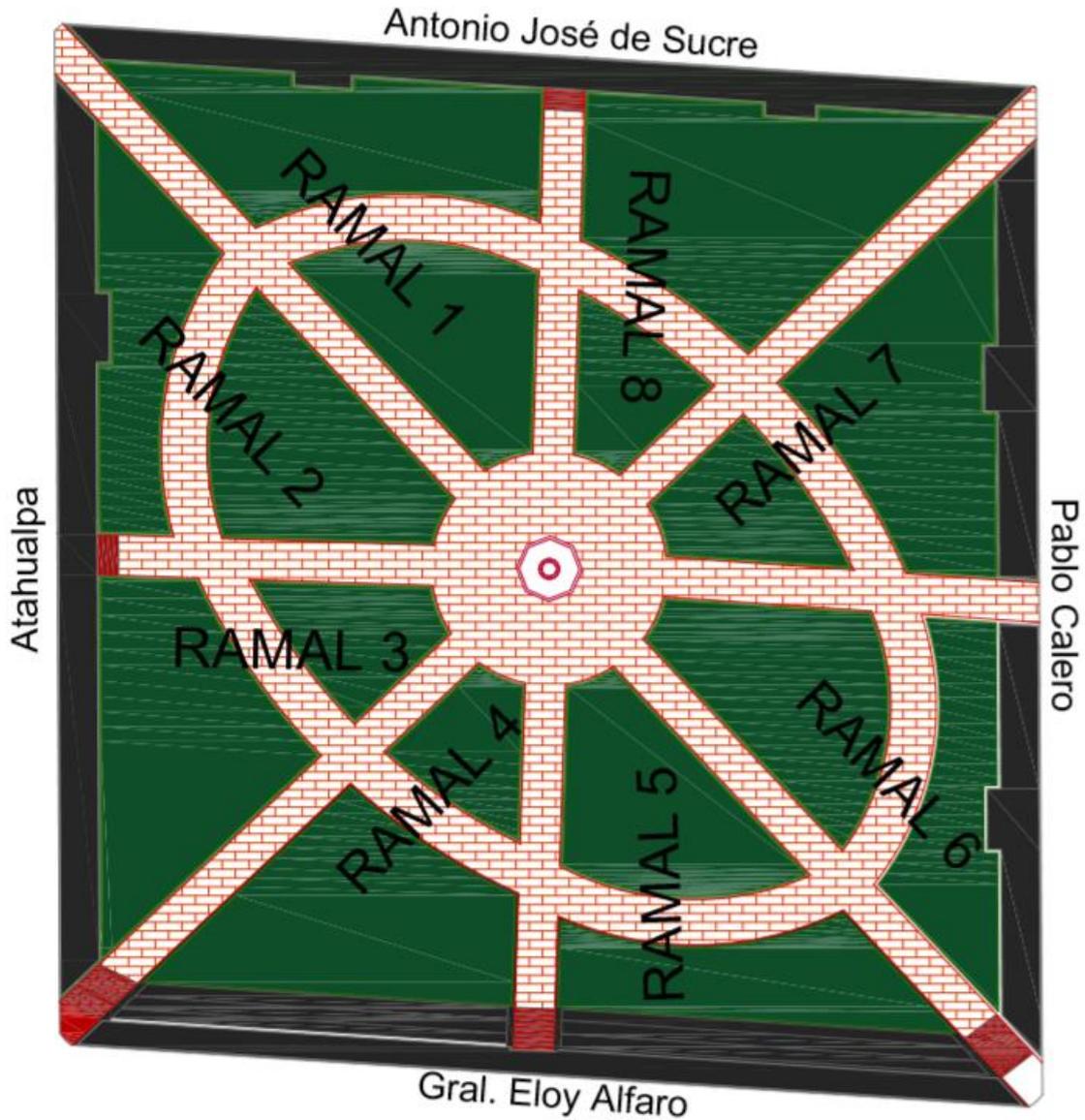


Figura 3.13: Distribución de ramales de iluminación
Fuente: (Propia)

De acuerdo a las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC), los circuitos de iluminación no deben de alimentar más de 15 puntos (NEC, 2018), por lo que se procede a distribuir las iluminarias, como se observa en la tabla 3.10.

Tabla 3.10: Distribución de ramales lumínicos de acuerdo a las zonas de trabajo

ZONA 1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4	
RAMAL 1	RAMAL 2	RAMAL 3	RAMAL 4	RAMAL 5	RAMAL 6	RAMAL 7	RAMAL 8
11 luminarias	10 luminarias	9 luminarias	9 luminarias	10 luminarias	10 luminarias	9 luminarias	10 luminarias

Fuente: (Propia)

Para obtener el valor de corriente necesaria en cada lámpara, se recurre a los datos del fabricante, donde determina que la tensión de entrada en las lámparas está en los rangos de 220 – 240 (V), el valor del voltaje de entrada normalizado será de 220 (V), proporcionado por la Empresa Eléctrica Quito, potencia en cada lámpara de 102 (W) y factor de potencia del 90% (0,90) proporcionada por el fabricante.

El factor de potencia determina el porcentaje de energía que es aprovechada por la lámpara led sobre la energía eléctrica que llega.

Para determinar la intensidad máxima que recorre en las líneas desde el tramo inicial hasta la primera lámpara en cada ramal, se procede a calcular la potencia total de cada ramal, de acuerdo a la siguiente ecuación: (Universitat Politècnica de València-Cálculo de Circuito de Alumbrado).

$$P_R = \sum P_i \quad \text{(Ec.5)}$$

Donde:

P_R= Potencia total del ramal

∑P_i= Sumatoria de potencia de cada lámpara que se encuentra en el tramo del ramal.

Para el análisis de selección de conductor, se consideró los siguientes aspectos:

- Mayor número de cargas (luminarias) en la red o ramal eléctrico.
- Mayor longitud de cableado en el ramal.

Estos datos son de mucha importancia para precautelar la seguridad de funcionamiento del circuito y que la caja de distribución general del sistema no se sature en una sola línea eléctrica.

El ramal que cumple con este requisito es el número 1, con 11 luminarias por lo cual se procede a la aplicación de la Ecuación (Ec.5):

$$P_R = 102 \times 11 = 1.122(\text{W}) \quad \text{(Ec.6)}$$

De acuerdo al resultado obtenido en la ecuación (Ec.6), el mayor consumo de potencia por ramal de las lámparas será de 1.122 (W), a un voltaje de 220 (V). Este resultado será la guía para el resto de ramales.

Para sistemas bifásicos, la potencia es el resultado del producto entre el voltaje, corriente y factor de potencia, como se visualiza en la siguiente ecuación (Ec.7).

$$P = V \times I \times fp \quad (\text{Ec.7})$$

Donde:

P= Potencia (W) calculada.

V= Voltaje (V) de entrada en las lámparas.

I= Corriente (A).

fp= Factor de potencia.

$$I = \frac{P}{V \cdot fp} = \frac{1.122}{220 \cdot 0.9} = 5.7(\text{A}) \quad (\text{Ec.8})$$

De acuerdo al resultado de la ecuación (Ec.8), se realizó el cálculo de corriente de protección, de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), la corriente de protección debe ser del 125% de la corriente nominal, pero debido a de que la instalación será soterrada (enterrada) se considera un factor de protección 130% (disipación de potencia del conductor bajo tierra)

Por lo cual la corriente de protección será:

$$I_{\text{Proteccion}} = 5.7 \times 1.3 = 7.41 (\text{A}) \quad (\text{Ec.9})$$

Tipo de Protecciones para el Conductor:

- **T (Thermoplastic):** Aislamiento termoplástico, este lo tienen todos los cables.
- **H (Heat resistant):** Resistente al calor hasta 75° centígrados (167° F).
- **HH (Heat resistant):** Resistente al calor hasta 90° centígrados (194° F).
- **W (Water resistant):** Resistente al agua y a la humedad.
- **LS (Low smoke):** Este cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gases contaminantes.

Puesto que la instalación será soterrada, el tipo de recubrimiento del cableado eléctrico debe ser **THW** (termoplástico, resistente al agua, humedad y resistencia al calor hasta los 75°C), como se indica en la tabla 3.11 y de acuerdo al resultado de la ecuación (Ec.9), el conductor adecuado para el ramal sería el # 14. Al no existir en la tabla 3.11, el valor de 7,41 (A), se selecciona el valor más cercano en la tabla, el cual es 15 (A). (Universitat Politècnica de València-Cálculo de Circuito de Alumbrado).

Tabla 3.11: Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 (v) y 60°C a 90°C. No más de 3 conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30°C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW,UF	TIPOS RHW,THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN,XHHW, USE,ZW	TIPOS TBS,SA,SIS, FEP,FEPB,MI, RHH, RHW-2,THHN, THHW,THHW-LS,THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW,USE	TIPOS SA,SIS,RHH, RHW-2,USE-2, XHH,XHHW, XHHW-2, ZW-2.
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0,824	18	-	-	14	-	-	-
1,31	16	-	-	18	-	-	-
2,08	14	15	15	25	-	-	-
3,31	12	20	20	30	-	-	-
5,26	10	30	30	40	-	-	-
8,37	8	40	40	55	-	-	-

Fuente: Cálculo de conductores eléctricos para sistemas de distribución eléctrica.

Caída de Voltaje

Este fenómeno se produce en las instalaciones eléctricas cuando se alimentan una carga a cierta distancia desde la alimentación central. Esta pérdida de voltaje se produce de acuerdo al número de cargas y longitud del circuito, por lo que es necesario corregir esta afectación.

Para circuitos de luminarias, la caída de voltaje no debe superar el 3% del voltaje nominal al que estará alimentado el circuito eléctrico.

La caída de tensión se determina con la siguiente fórmula: (Universitat Politècnica de València-Cálculo de Circuito de Alumbrado)

$$\Delta V = \frac{2 P \rho L}{V_s} \quad (\text{Ec.10})$$

Dónde:

ΔV = Caída de tensión, para este caso debe ser menor a 6,6 (V).

P = Potencia del ramal.

ρ = Resistividad del cobre a 75° C.

s = Sección del conductor en mm².

L = Longitud del cable del Ramal (Circuito).

El número 2 es en referencia al sistema bifásico (2 fases de alimentación).

Para calcular la resistividad del cobre, se lo realiza considerando el peor de los casos, es decir a 75°C y aplicando la Ecuación (Ec.11), que permite determinar la resistividad del cobre a cualquier temperatura.

$$\rho_x = \rho_{20^\circ} [1 + \alpha (T_x - 20)] \quad (\text{Ec.11})$$

Donde:

ρ_x = Resistividad del cobre que se requiere.

$\rho_{20^\circ\text{C}}$ = Resistividad del cobre a 20°C, cuyo valor conocido es de $\frac{1 \Omega \text{ mm}^2}{58 \text{ m}}$

α = Coeficiente de temperatura del cobre a 20°C, cuyo valor conocido es de 0.00393.

T_x = temperatura requerida.

$$\rho_{75^\circ} = \frac{1}{58} [1 + 0,00393 (75 - 20)] = 0,021 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \quad (\text{Ec.12})$$

De acuerdo al resultado obtenido de la ecuación (Ec.12), y recurriendo a la tabla 3.11, se procedió a comprobar si la caída de voltaje en el conductor del circuito es aceptable. De acuerdo a la tabla 3.11, la sección del conductor # 14 es 2.08 mm² (Universitat Politècnica de València-Cálculo de Circuito de Alumbrado).

$$\Delta V = \frac{2 (1.122 \text{ W}) (0,021 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}) (100,24 \text{ m})}{(220)(2,08)} = 10,32 \text{ v} \leq 6,6 \text{ v} \quad (\text{Ec.13.})$$

Se comprueba que el conductor # 14 no es el adecuado para el sistema, ya que supera al 3% o 6,6 (V) (Ec.13) de pérdidas de voltaje de alimentación del circuito permitidas, por lo que si se utiliza este conductor, el sistema será ineficiente y el conductor no soportara al

número de cargas en cada ramal, por lo que se procede a comprobar con el siguiente calibre de conductor, el # 12 cuya sección es de 3.31 mm² (Ec.14).

$$\Delta V = \frac{2 (1.122 W) (0,021 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{m}) (100,24 m)}{(220)(3,31)} = 6,4v \leq 6,6 v \quad \text{(Ec.14)}$$

En consecuencia, el conductor adecuado para el nuevo sistema de iluminación es el **AWG# 12 THW**, ya que su caída de tensión es menor al 3% permitido, garantizando que soportará la demanda de cargas instaladas y no se verá afectado su funcionamiento. (Universitat Politècnica de València-Cálculo de Circuito de Alumbrado).

Selección de Protección del Circuito

Tabla 3.12: Capacidad de protección en función del calibre del conductor.

Calibre de conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15 / 16	20	30 / 32	40	50

Fuente: (NEC, 2018).

La tabla 3.12, indica el tipo de protección que debe de implementarse en el circuito, de acuerdo al calibre del conductor del nuevo sistema lumínico, cada ramal deberá usar protección termomagnética o breakers de 20 (A), (NEC, 2018).

Como resultado, el sistema lumínico quedaría de acuerdo a la siguiente distribución (Los planos se adjuntan en los Anexos D y E.)

Tabla 3.13: Resumen de demanda de potencia y protección de circuito.

Circuito (Ramal)	Descripción	Cantidad	Potencia Total (W)	Corriente Protección (A)	Calibre AWG #	Protección
1	Luminarias	11	1.122	7,41	12	2P x 20 (A)
2	Luminarias	10	1.020	6,7	12	2P x 20 (A)
3	Luminarias	9	918	6,1	12	2P x 20 (A)
4	Luminarias	9	918	6,1	12	2P x 20 (A)
5	Luminarias	10	1.020	6,7	12	2P x 20 (A)
6	Luminarias	10	1.020	6,7	12	2P x 20 (A)
7	Luminarias	9	918	6,1	12	2P x 20 (A)
8	Luminarias	10	1.020	6,7	12	2P x 20 (A)

Fuente: (Propia).

3.10 Diseño de Tablero de Control del Sistema Lumínico y Sistema Puesta a Tierra

Para la elaboración del tablero de distribución, se toma en cuenta los análisis anteriormente hechos (tipo de conductor, protección y ramales), ya que estos requerimientos ayudan al funcionamiento del sistema, de forma segura.

Para realizar el análisis del cableado de alimentación, se recurrió a las Normas Ecuatoriana de Construcción. (NEC, 2018), donde especifica que:

- Conductores Rojo y Azul (De ser el caso Amarillo o Negro) para conexión a fases o alimentación del sistema eléctrico.
- Conductor Verde para conexión a tierra.

Para la elaboración del tablero se requiere de los siguientes elementos:

- Breakers o interruptores termomagnéticos.
- Timer o temporizador digital programable.
- Contactores.
- Contactor auxiliar.
- Cable a tierra.

3.11 Dimensionamiento de Elementos Eléctricos y Electromecánicos

De acuerdo al resultado del diseño eléctrico, se procedió a dimensionar los elementos de protección y actuadores adecuados, los cuales fueron dimensionados de acuerdo a las magnitudes a las que estarán expuestas durante su funcionamiento.

Breaker o Interruptor Termomagnético

Estos elementos electromecánicos, fueron diseñados para la protección independiente de cada ramal o cableado eléctrico de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de construcción (NEC)

Por lo tanto, los breakers seleccionados serán de 2 Polos - 20 (A) para protección de los ramales (circuitos).

Timer o Temporizador Digital Programable

El funcionamiento automático de encendido y apagado de las luminarias dependerán de este elemento, el cual fue seleccionado en base al voltaje del sistema de alimentación.

Por lo tanto, el Timer seleccionado será de 220 (V) - 15 (A).

Contactores y Auxiliar de Contactor

El dimensionamiento de estos elementos se lo realizo en base al número de salidas (ramales) a las que estarán conectados los contactos.

Cada contactor estará conectado a 3 ramales, por lo tanto, los contactores y auxiliar seleccionado serán de 30 (A) – 220 (V).

Tablero de Control y Fuerza

El tablero de control contara con los siguientes elementos:

- Temporizador o timer digital programable.
- Breaker o interruptor termomagnético de protección.
- Contactores de accionamientos.

El tablero de fuerza o distribución contara con los siguientes elementos:

- Breakers o interruptores termomagnéticos de protección de los ramales.
- Cableado eléctrico de los ramales o circuitos eléctricos

Por lo tanto, los tableros de control y fuerza deben de tener un grado de protección IP 41, para garantizar que no puedan ingresar cuerpos solidos mayores a 1 (mm) y que no ingrese el agua en forma vertical.

El ensamble del tablero de control y fuerza, de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), debe ser implementado a una altura de 1,6 (m) de altura, tomando como referencia el suelo del lugar donde será ubicado, el diagrama se adjunta en el anexo E.

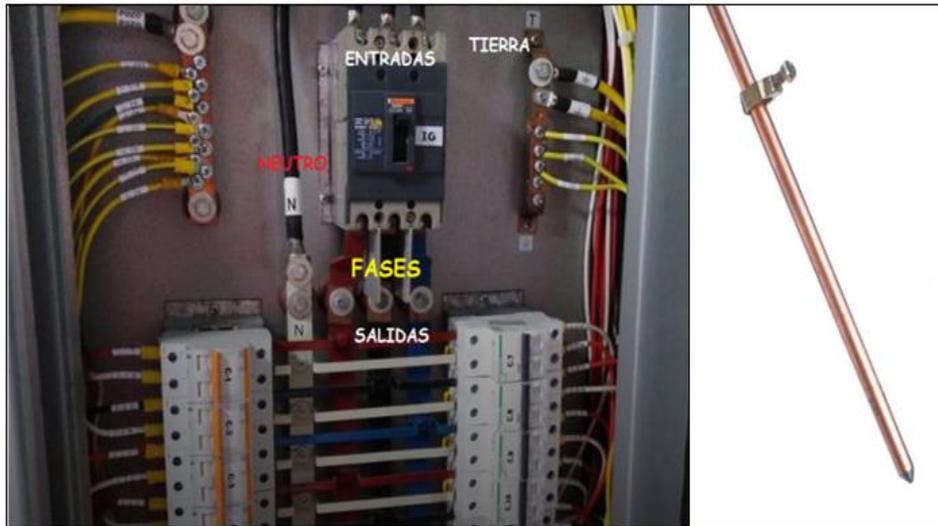


Figura 3.14: Ejemplo representativo (referencial) de un tablero de control y varilla de cobre para sistema a tierra.

Fuente: (Propia).



Figura 3.15: Ejemplo representativo (referencial) de un tablero de fuerza.

Fuente: (Google,2020)

Puesta a Tierra

Para poder realizar el sistema de puesta a tierra, se requiere determinar la resistencia del suelo (tierra) en donde va a ser colocada la varilla de cobre copperweld, la cual puede ser determinada a través de un método práctico, utilizando una varilla de cobre copperweld de

referencia, una fuente de alimentación, una pinza amperimétrica, un voltímetro, una carga y un electrodo para prueba, este método es aplicable cuando no se cuenta con un telurómetro.

Este proceso practico, consistió en conectar una carga (lámpara) entre una fase de la alimentación de 110 (V) del actual sistema eléctrico y la varilla de cobre enterrada, para determinar la corriente que aterriza a tierra. Para determinar el voltaje en tierra, se entierra un electrodo, el cual puede ser de cualquier material conductor, a una distancia de 1 (m) desde la varilla de cobre, como se observa en la figura 3.14.

Para las mediciones se utilizó un amperímetro de pinza, un voltímetro (multímetro) y de referencia la varilla de cobre copperweld del actual sistema eléctrico, como se indica en la figura 3.15

Cabe recalcar que el error presente en este método practico es del 3%, tomando como referencia un telurómetro.

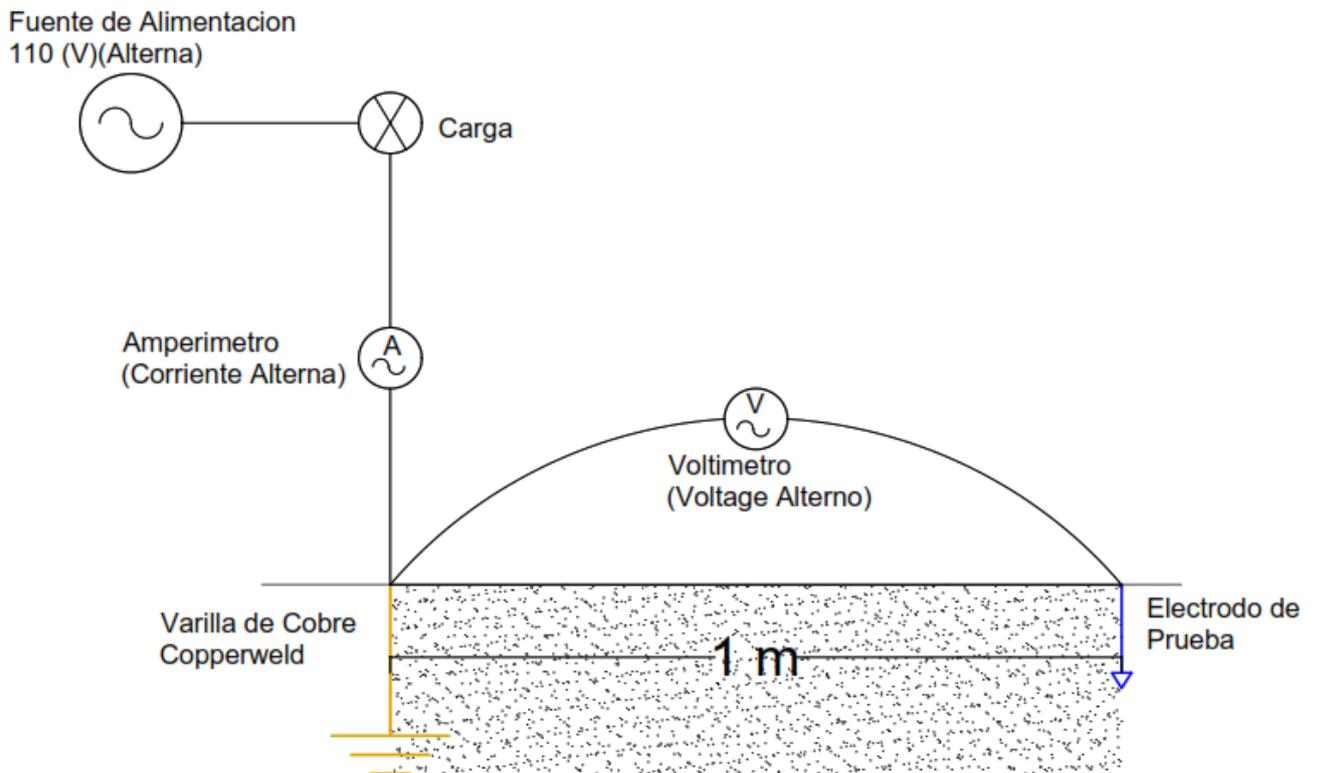


Figura 3.16: Método practico para determinar la resistencia de tierra
Fuente: (Google, 2020)



Figura 3.17: Instalación de equipos para medición de resistencia del suelo.
Fuente: (Propia)

Como se puede observar en la figura 3.16, los valores del amperímetro y voltímetro son 0,2 (A) y 0,832 (V) respectivamente, lo que permitió calcular la resistencia del suelo.



Figura 3.18: Medición de parámetros eléctricos en suelo
Fuente: (Propia)

Mediante la Ley de OHM (Ec.15), podemos calcular el valor de resistencia del suelo.

$$R = \frac{V}{I} \quad (\text{Ec.15})$$

Donde:

R = Resistencia.

V = Voltaje.

I = Corriente

$$R = \frac{0,832}{0,2} = 4,16 \Omega \quad (\text{Ec.16})$$

De acuerdo al Código Eléctrico Nacional (National Electric Code), sección 2 de puesta a tierra, especifica que la resistencia de puesta a tierra será la que limite y controle la elevación de potencial; esto permite analizar los valores máximos de resistencia de puesta a tierra establecidos en la norma IEEE-80 de la tabla 3.14.

Tabla 3.14: Valores referenciales máximos de puesta a tierra

Aplicación	Valor máximo de resistencia (Ω)
Estructuras metálicas de líneas de transmisión	20
Subestación de alta tensión	1
Subestación de media tensión	10
Protección contra rayos y equipos sensibles	5
Neutro de acometida de baja tensión	25

Fuente: (Norma IEEE80)

El Código Eléctrico Nacional (National Electric Code), establece que un buen sistema de puesta a tierra debe de estar entre 1 – 5 (Ω) y de acuerdo al resultado de la Ec.16 y comparando la tabla 3.14, el valor máximo del sistema de puesta a tierra será de 5(Ω), lo cual es adecuado para el sistema lumínico contra descargas o fallas eléctricas.

De acuerdo al resultado obtenido en la (Ec.16) y tomando como referencia a la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), se colocará una varilla de cobre, con las siguientes especificaciones: (NEC, 2018).

- 16 (mm) de diámetro.
- 1,80 (m) de largo.
- Ubicación, junto al tablero de distribución y soterrado.
- Conexión al tablero de control.

En el Anexo F, se adjunta el diagrama de fuerza del nuevo sistema de iluminación.

3.12 Instalación de Canalización

Para la implementación del sistema de alumbrado se recomienda el uso de tubería PVC corrugada de doble capa (NEC, 2018) de 1 1/2", a una profundidad de 1,00 (m) (Oficina de Electrotecnia, s.f.), las cuales son diseñadas especialmente para la conducción de cables eléctricos, manteniendo a los cables aislados y protegiéndolos de cualquier daño. Este tipo de tubería puede ser utilizada de forma soterrada, gracias a sus propiedades como: (ImpulsaPlomeria, s.f.).

- Resistencia en ambientes húmedos.
- Instalación rápida.
- Durabilidad.
- Flexibilidad.
- Material ligero.
- Resistente a la corrosión.

Y se puede acoplar a las cajas de paso metálicas o plásticas.



Figura 3.19: Tubería Eléctrica PVC corrugada.
Fuente: (Google,2020)

Como materiales extras, se requerirá de elementos como son:

- Uniones de tubería plástica.
- Acoples.
- Cajetines de revisión.
- Abrazaderas



Figura 3.20: Elementos extras
Fuente: (Google,2020)

3.13 Resumen de Elementos necesarios para la Nueva Instalación Eléctrica Lumínica y Consumos Energético del Parque Central de Nayón

A continuación, en la tabla 3.14 se detalla los elementos necesarios para realizar el nuevo sistema de iluminación, basado en la investigación y análisis de los resultados previamente ejecutados.

Tabla 3.15: Elementos necesarios para el sistema eléctrico de las iluminarias nuevas.

PARQUE CENTRAL DE NAYÓN		
CANTIDAD	ELEMENTO	DESCRIPCION
78	Lámparas	Leds de 100-105 (W) a 220 (V), tipo torre guía
1.200 (m)	Cable AWG # 12 Rojo (Negro)	Cable a fase 1.
1.200 (m)	Cable AWG # 12 Azul (Amarillo)	Cable a Fase 2.
1.200 (m)	Cable AWG # 12 Verde	Cable a tierra.
1.200 (m)	Tubo corrugado PVC	Tubería de 1 1/2".
78	Cajas de paso 15 x 15, plásticas	Cajas de paso plásticas, para distribución de cables al piso en cada lámpara.
10 paquetes	Cinta Taípe.	Aislante en empalmes y borneras de conexión.
10 paquetes	Cinta auto fundente.	Aislante anticorrosivo para empalmes y borneras.

30	Borneras de conexión #10.	Conexión de cables de alimentación-lámparas.
180	Acoples plásticos.	Acoples tubería-cajas de paso luminarias
4 rollos	Alambre galvanizado #18	Guías y amarres.
30	Espuma de poliuretano.	Fijar cajas de paso y aislamiento térmico.
Varios	Tacos expansivos	Fijación de postes.
TABLERO DE CONTROL O DE DISTRIBUCIÓN		
CANTIDAD	ELEMENTO	DESCRIPCION
1	Tablero eléctrico para fuerza	Distribución trifásica
1	Tablero eléctrico (Centro de carga).	Contactores y timer.
8	Interruptores termomagnéticos o breakers de 2P x 20 (A).	Protección de ramales en el tablero de distribución.
2	Contactores de 30 (A) / 110-220 (V).	Activación de ramales de iluminación.
1	Contactador auxiliar 20 (A) / 110-220 (V).	Activación de ramales de iluminación.
2	Protecciones térmicas 110-220 (V) / 20 (A)	Protección de contactores.
1	Timer programable 15 (A) / 220 (V).	Encendido automático semanal para lámparas.
1	Varilla de cobre copperweld de 1,80 (m) y espesor de 16 (mm).	Protección de red de distribución eléctrica.

Fuente: (Propia)

En la tabla 3.15, se perfila una comparativa predictiva, sobre el consumo energético actual y del proyecto.

Tabla 3.16: Resumen aproximado del consumo energético actual vs nuevo sistema

CONSUMO ENERGÉTICO APROXIMADO (ACTUAL)					
CANTIDAD	ELEMENTO	TIEMPO DE USO DIARIO (Hrs)	Watts (W)	DÍAS (MES)	Kwh/MES
43	Lámparas de sodio	11	200	30	2.838
CONSUMO ENERGÉTICO APROXIMADO (PROYECTO NUEVO)					
CANTIDAD	ELEMENTO	TIEMPO DE USO DIARIO (Hrs)	Watts (W)	DÍAS (MES)	Kwh/MES
78	Lámparas leds	11	102	30	2.625,5

Fuente: (Propia).

De acuerdo al análisis realizado en la tabla 3.16, el consumo energético del proyecto será de 92,51%, es decir que habrá una reducción del 7,49% de consumo energético actual.

3.14 Cotización Referencial de Material requerido para el Nuevo Sistema Lumínico

El proyecto se desarrollará en base a nuevos elementos eléctricos y mecánicos detallados en el apartado 3.12, materiales necesarios para la nueva Instalación Eléctrica Lumínica, los cuáles sustituirán al actual sistema de iluminación, por lo que en la siguiente tabla se detalla el costo de material, equipos requeridos y trabajos eléctricos, en valor de dólares americanos.

Estos valores son referenciales de acuerdo a varias proformas consultadas a diferentes proveedores y pueden estar sujetos a cambios de acuerdo al distribuidor, ubicación y emergencia sanitarias que atraviesa el país.

Tabla 3.17: Presupuesto Referencial

PARQUE CENTRAL DE NAYÓN			
CANTIDAD	ARTICULO	P. Unit (USD)	Total (USD)
78	Lámparas leds 100-105 (W) a 220 (V), tipo torre guía (Incluye postes metálicos y pintura electroestática)	205,00	15.990,00

1.500 (m)	Cable AWG # 12 Rojo (Negro)	38,53 C/rollo de 100 (m)	577,95
1.500 (m)	Cable AWG # 12 Azul (Amarillo)	38,53 C/rollo de 100 (m)	577,95
1.500 (m)	Cable AWG # 12 Verde	38,53 C/rollo de 100 (m)	577,95
1.500 (m)	Tubo corrugado PVC de 1 1/2"	80,35 C/rollo de 50 (m)	2.410,5
78	Cajas de paso 15 x 15, plásticas	6,25	487,50
10 paquetes	Cinta Taípe (10 Unidades en cada paquete)	1,00	100,00
10 paquetes	Cinta auto fundente.	16,50	165,00
30	Borneras de conexión #10.	3,15	94,50
180	Acoples plásticos.	2.10	378,00
4 rollos	Alambre galvanizado #18	1,45 (cada libra)	63,00
30	Espuma de poliuretano.	17,28	518,40
200	Tacos expansivos 3/8	0,30	60,00
SUBTOTAL\$			22.000,75
IVA 12%			2.640,09
TOTAL PARQUE \$			24.640,84
TABLERO DE CONTROL O DE DISTRIBUCIÓN			
CANTIDAD	ARTICULO	P. Unit (USD)	Total (USD)
1	Tablero eléctrico de fuerza 8 polos	43,45	43,45
1	Tablero eléctrico 12 espacios	52,15	52,15
9	Interruptores termomagnéticos o breakers de 2P x 20 (A).	11,53	103,77
2	Contactores de 30 (A) / 110 - 220 (V).	83,57	167,14
1	Contactores auxiliares 20 (A) / 110 - 220 (V).	65,36	65,36
2	Protecciones térmicas 20 (A) / 110 – 220 (v)	10,12	10,12
1	Timer programable 15 (A) / 220 (V).	20,30	20,30
1	Varilla de cobre copperweld de 1,80 (m) y espesor de 16 (mm).	6,50	6,50
SUBTOTAL \$			468,79
IVA 12%			56,26
TOTAL TABLERO \$			525,05
MANO DE OBRA ELÉCTRICO			
CANTIDAD	ARTICULO	P. Unit (USD)	Total (USD)
1	Trabajo eléctrico	7.150,0	7.350,00
SUBTOTAL \$			7.350,00
IVA 12%			882,00
TOTAL OBRA ELÉCTRICO \$			8.232,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			33.397,89

Fuente: (Propia)

El trabajo eléctrico, incluye armado y colocación de tableros eléctricos, acometidas eléctricas, instalaciones y colocación de lámparas con sus respectivos postes, sistema a tierra y comprobación del funcionamiento del sistema, además del desmontaje de las actuales lámparas.

Se consideró para el trabajo eléctrico, a 2 técnicos electricistas y 1 ayudante, para el desarrollo del trabajo en campo eléctrico

El GAD de Nayón deberá disponer del personal que se encargará del monitoreo y mantenimiento del sistema eléctrico y del arrendamiento de los postes eléctricos de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), al igual de los equipos o herramientas manuales y equipos de protección personal, para cuando realicen las inspecciones técnicas rutinarias.

El costo de inversión del proyecto es aproximadamente de **\$ 33.397,89**. Estos valores son referenciales y no incluye transporte ni obra civil.

3.15 Manual de Mantenimiento Técnico de Las Nuevas Instalaciones Lumínicas

El manual de mantenimiento técnico se encuentra detallado en el anexo G, el cual contiene información acerca de cómo se debe realizar el mantenimiento técnico de las instalaciones eléctricas y protección del personal técnico encargado. En este manual constan temas como:

- Introducción al documento, tipos de mantenimiento técnico, equipos de seguridad para el personal, herramientas manuales para técnicos, guía de cómo se debe de realizar un plan de mantenimiento y normas de seguridad.
- Para el mantenimiento, se toma en cuenta el mantenimiento preventivo y correctivo con actividades periódicas como son verificación visual, revisión ajuste de elementos.
- Para el tema seguridad del personal y selección de equipos de protección, se basó en el Decreto Ejecutivo 2393 (IESS - Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2019), sección riesgos eléctricos, mientras que para la selección del equipo de protección y características que deben de cumplir, se basó en el Real Decreto 1407/1992 (Portillo) y Decreto Ejecutivo 2393.
- En el tema de equipos manuales para mantenimiento, se tomó en cuenta el tipo de aislamiento (INSHT, 2016),y simbología eléctrica de acuerdo a la norma EN 60903 de trabajos a baja tensión.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Este proyecto fue parte de los proyectos de vinculación con la sociedad que mantiene la Escuela Politécnica Nacional, en específico la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT-EPN) en beneficio de la sociedad.
- El proyecto fue realizado con ayuda de 4 compañeros de la carrera de electromecánica, de la materia instalaciones eléctricas, quienes ayudaron en la recopilación de datos.
- La recopilación, análisis y rediseño técnico se realizó desde el día 13 de diciembre del 2019 hasta el día 10 de julio del 2020, fecha en la cuál se entregó el informe final, rediseños técnicos de planos del nuevo sistema lumínico y manual de mantenimiento a las autoridades del GAD de Nayón junto a las Autoridades de la Escuela de Formación de Tecnólogos
- El levantamiento y recopilación de datos permitió reconocer el estado actual de las instalaciones eléctricas y lumínicas del Parque Central de Nayón y determinar las fallas que existen en el actual sistema y corregir las mismas.
- De las 42 lámparas instaladas actualmente en el parque, 13 de estas tienen sus tapas de conexión completas, 11 no poseen tapas de conexión y presentan oxidación, 18 presentan oxidación en las tapas de conexión y necesitan limpieza del césped a sus alrededores además 4 lámparas no funcionan.
- La implementación del sistema de encendido y apagado del nuevo sistema de iluminación será de forma automática, a través de un timer.
- El software Dialux es una herramienta de gran ayuda, ya que permitió comprobar que la cantidad de luxes emitida por las lámparas leds, seleccionadas para el área del parque, son adecuadas para el nuevo sistema de alumbrado.
- A través del software Dialux, se realizó la simulación del flujo de luxes a emitir por parte de las lámparas seleccionadas y comprobar a través del diagrama de colores falsos (análisis fotométrico) que el nivel de luminosidad es aceptable.
- El actual sistema de alumbrado del parque central de Nayón, presenta niveles bajos de iluminación en gran parte del parque, por lo que los moradores evitan pasar por estas zonas.

- El nuevo sistema lumínico, está diseñado para cubrir la mayoría de puntos estratégicos del parque, sin afectar a la ornamentación natural presente en el parque, brindando seguridad visual a los transeúntes.
- La implementación de luminarias leds, ofrecerán una mayor durabilidad y reducción aproximada del 7,49% del consumo eléctrico en comparación a las luminarias tradicionales de mercurio o sodio.
- La planificación de los mantenimientos preventivos y correctivos, ayudan a que el sistema eléctrico siga funcionando de forma adecuada y segura.
- Los equipos de protección personal, ayudan a reducir el riesgo de contacto eléctrico del personal encargado del mantenimiento técnico en las instalaciones eléctricas.
- La medición de resistencia de suelo, permitió conocer un valor aproximado de resistencia, para poder determinar su sistema de puesta a tierra del nuevo sistema lumínico.

4.2 RECOMENDACIONES

- El correcto uso de la simbología eléctrica en los planos eléctricos, debe facilitar la interpretación para su futura implementación del diseño eléctrico de las instalaciones.
- El cableado debe ser soterrado, para no afectar el entorno o estética del parque.
- Al cablear a través del tubo, utilizar alambre galvanizado para guiar los cables y no afectar al recubrimiento de los mismos.
- Revisar el manual de mantenimiento del nuevo sistema lumínico, como guía para elaborar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas lumínicos a implementarse.
- Utilizar los equipos de protección personal adecuadas, para realizar instalaciones o mantenimiento eléctrico en las instalaciones eléctricas.
- Incluir en el plan de mantenimiento, revisiones visuales periódicas de los elementos del sistema, para evitar modificaciones por personas externas
- Al elaborar el plan de mantenimiento, incluir la inspección visual periódica de los sistemas eléctricos.
- Las revisiones eléctricas se deberán realizar cuando el clima sea favorable (no lluvioso), para evitar que el personal se moje y su cuerpo sea conductor eléctrico, lo cuál podría afectar gravemente a la salud del operador.

- Los resultados de medición de resistencia de puesta a tierra deben ser realizado con un telurómetro, para tener valores más reales.
- El costo del proyecto detallado en el documento, no incluye obra civil.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Nacional del Ecuador. (19 de 03 de 2019). *Ley Orgánica de Eficiencia Energética*. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Ley-Eficiencia-Energe%CC%81tica.pdf>
- Bravo V.; Rendon L.; Salazar G. (Septiembre de 2015). *Revista Politécnica - EPN*. Recuperado el 19 de Agosto de 2019, de Propuesta de Normativa de luminacion para Zonas Recreativas y Deportivas de la Cludad de Quito, Realizando un Estudio Técnico-Económico con la Situacion Actual: <http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen36/tomo1/PropuestadeNormativadelluminacion.pdf>
- Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio y Roberto Hernández Sampieri. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES,S.A.DE C.V.
- Carvajal García Fredy Armando - Portilla Pozo Washinton Pablo. (22 de Marzo de 2011). *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*. Recuperado el 14 de Junio de 2020, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/395/1/FECYT%20958%20TESIS%20TABLERO%20DE%20LAMPARAS.pdf>
- CODI- Construcción & Diseño. (s.f.). *CODI- Construcción & Diseño*. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de <http://codi.com.ec/grado-de-proteccion-ip/>
- enel-Condesa. (13 de Mayo de 2014). *Especificaciones técnicas para postes de alumbrado publico*. Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/espac%3%B1ol/2-1-6-normas-tecnicas/especificaciones-tecnicas-para-materiales-y-equipos-de-baja-tension/ET-207.pdf>
- Escuela de Formación de Tecnólogos. (s.f.). *Catálogos de Temas de Proyectos de Titulación ESFOT-2019A*. Recuperado el 20 de Agostos de 2019, de <https://esfot.epn.edu.ec/index.php/esfot/333-temas-ute-2019-a>
- Escuela Politécnica Nacional - Escuela de Formación de Tecnólogos - Unidad de Vinculación con las Sociedad. (s.f.). *Unidad de Vinculación con la Sociedad*. Recuperado el 20 de Agosto de 2019, de <https://www.epn.edu.ec/investigacion/unidad-de-vinculacion-con-la-sociedad/>
- ForjasEstilo. (03 de Abril de 2017). *La Iluminacion en parques y jardines: El Farol Palacio*. Recuperado el 18 de Agosto de 2019, de Alumbrado Publico: <http://www.forjasestilo.es/noticias/entry/la-iluminacion-en-parques-y-jardines-el-farol-palacio>

- IESS - Seguro General de Riesgos del Trabajo. (2019). *Prosiga*.S.A. Recuperado el 26 de 02 de 2020, de <https://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf>
- ImpulsaPlomeria. (s.f.). *Tuberías para cableado eléctrico*. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de <https://www.impulsaplomeria.com/productos/tuberias-para-cableado/>
- INSHT, I. N. (2016). *Herramientas manuales:críterios ergonómicos y de seguridad para su seleccion*. Madrid: Servicios Gráficos Kenaf,s.l.
- LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes. (s.f.). <https://riunet.upv.es/>. (UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE VÁLENCIA) Recuperado el 26 de 03 de 2020, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20C%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf>
- Nayón - Gobierno Parroquial. (2019). *GAD de Nayón*. Recuperado el 22 de Agosto de 2019, de <http://www.nayon.gob.ec/index.php/contenido/item/acerca-de-nayon>
- NEC, N. E. (02 de 2018). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)*. Recuperado el 05 de 04 de 2020, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- Oficina de Electrotecnia. (s.f.). *Normativa Técnica de Acometidas Subterráneas y Elementos de Distribución Subterránea de Baja Tensión*. (FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INNOVACION INDUSTRIAL) Recuperado el 10 de 04 de 2020, de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/nce/Viesgo/NT-ASDS.01_Ed_2_Ene_18.pdf
- Philips lighting. (s.f.). Recuperado el 27 de 03 de 2020, de https://euroelectrica.com.mx/wp-content/uploads/2019/04/Catalogo-OUTDOOR_8FEB2019.pdf
- Portillo, G. (s.f.). *Equipos de protección individual (EPI).Aspectos generales sobre su comercialización, selección y utilización* . Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Equipos+de+protecci%C3%B3n+individual+EPI/3ba80b3e-04f3-4d81-9866-771d3ef79273>
- Santos, E. d. (28 de Abril de 2018). *Parques Alegres*. Obtenido de Dale vida a tu parque: <https://parquesalegres.org/biblioteca/blog/importancia-alumbrado-publico-y-urbano/>
- Universitat Politècnica de València-Cálculo de Circuito de Alumbrado. (s.f.). *Cálculo de Circuito de Alumbrado*. Recuperado el 01 de 04 de 2020, de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/51891/OA_CALCULO_alumbrados.pdf?sequence=3
- URCERI Light Meter. (2018). Light Meter. China.

6. ANEXO

ANEXO A: CUADRO DE PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL PARQUE CENTRAL DE NAYÓN

									
LP-01: Perdida de tapa de conexión eléctrica y presencia de óxido. No funciona.	LP-02: Tapa de conexión en buen estado	LP-03: Perdida de tapa de conexión eléctrica y presencia de césped en base de lámpara.	LP-04: Perdida de tapa de conexión eléctrica	LP-05: Presencia de césped en base de lámpara y lámpara extra para iluminación de pileta.	LP-06: Perdida de tapa de conexión eléctrica	LP-07: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-08: Tapa de conexión en buen estado.	LP-09: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-10: Tapa de conexión en buen estado, lámpara no funciona.
									
LP-11: Tapa de conexión en buen estado.	LP-12: Tapa de conexión en buen estado	LP-13: Tapa de conexión en buen estado.	LP-14: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-15: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-16: Presencia de césped en base de lámpara, perdida de tornillos en tapa de conexión y presencia de oxidación.	LP-17: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-18: No posee tapa de conexión y presencia de césped.	LP-19: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-20: Falta de tornillos en tapa de conexión, presencia de césped en base de lámpara y oxidación. No funciona.

									
LP-21: Perdida de tapa de conexión eléctrica y presencia de oxido. No funciona.	LP-22: Tapa de conexión en buen estado	LP-23: Perdida de tapa de conexión eléctrica y presencia de césped en base de lámpara.	LP-24: Perdida de tapa de conexión eléctrica	LP-25: Presencia de césped en base de lámpara y lámpara extra para iluminación de pileta.	LP-26: Perdida de tapa de conexión eléctrica	LP-27: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-28: Tapa de conexión en buen estado.	LP-29: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-30: Tapa de conexión en buen estado, lámpara no funciona.
									
LP-31: Tapa de conexión en buen estado.	LP-32: Tapa de conexión en buen estado	LP-33: Tapa de conexión en buen estado.	LP-34: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-35: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-36: Presencia de césped en base de lámpara, perdida de tornillos en tapa de conexión y presencia de oxidación.	LP-37: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-38: Tapa de conexión en buen estado.	LP-39: Presencia de césped en base de lámpara.	LP-Pileta: Tapa de conexión en buen estado, lámpara no funciona.

ANEXO B: CUADRO DE PROBLEMAS DE ILUMINACIÓN ENCONTRADOS EN EL PARQUE CENTRAL DE NAYÓN



Falta de luminosidad en la Pileta.



Escases de luminosidad en áreas verdes del Parque



Escases de luminosidad en áreas verdes del Parque



Escases de luminosidad en áreas verdes del Parque.

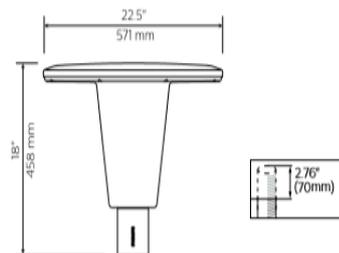
Obstruccion de paso de luz debido a los árboles ornamentales del Parque

ANEXO C: LUMINARIAS REFERENCIALES PARA EL ANÁLISIS LUMÍNICO

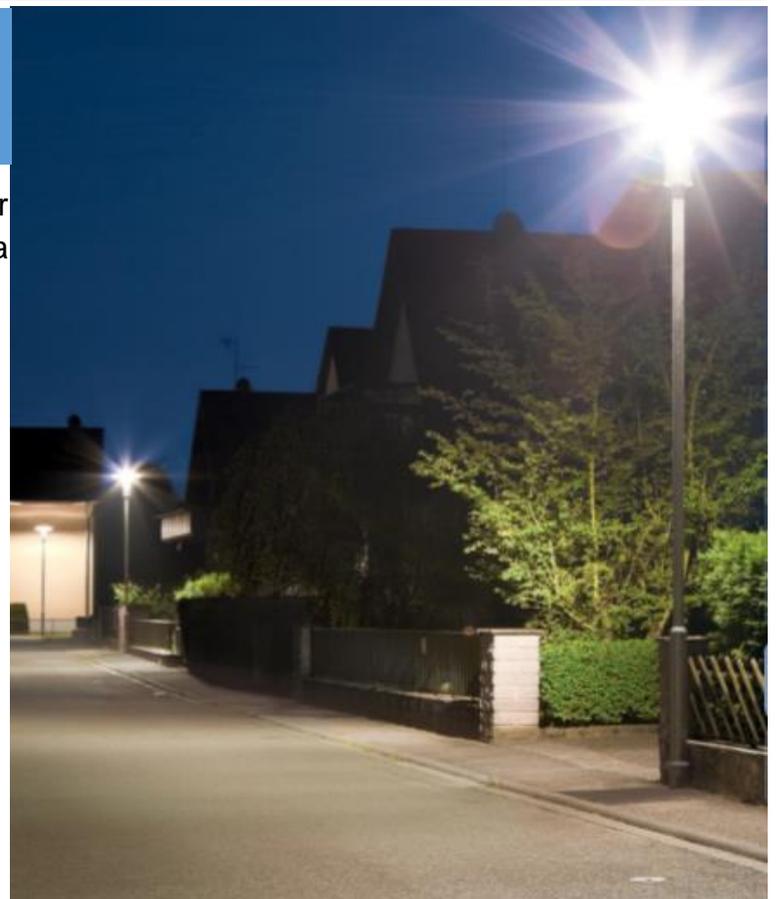
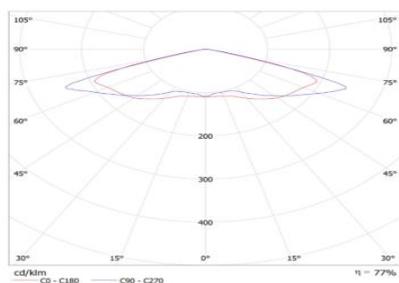
	Fabricante	Philips
	Tipo de iluminación	Leds
	Flujo luminoso máximo	12000 (lm)
	Nivel máximo de iluminación	120 (lx)
	Características	BDP 103 / 1x120 leds
	Potencia máxima de las luminarias.	102 (w) / 220 (v)
	Factor de potencia nominal (fp)	0,91 (91%)
	Factor de Utilización (η)	0,77 - (77%)

PHILIPS TOWNGUIDE PERFORMER BDP 100-103 SERIES.

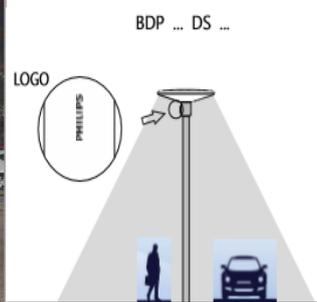
Lámparas adaptables a cualquier entorno exterior, especialmente a parques.



PBDP103



Presentación de Philips Townguide Performer BDP 100-103 Series

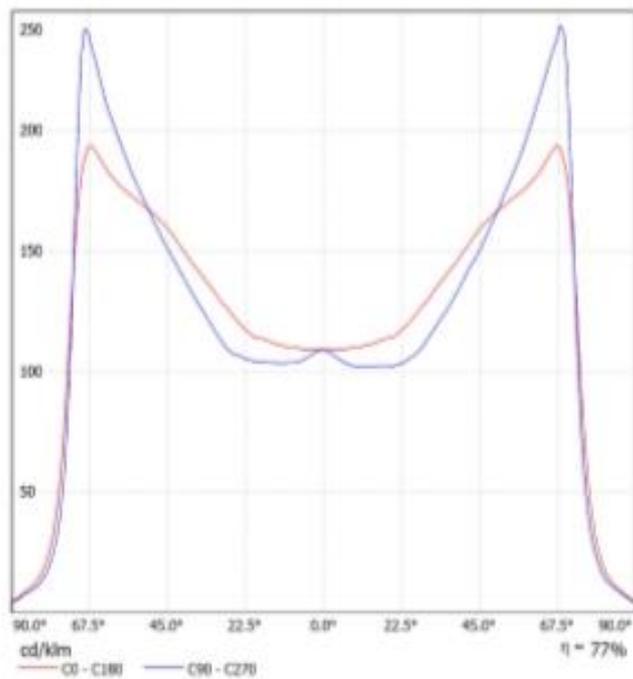
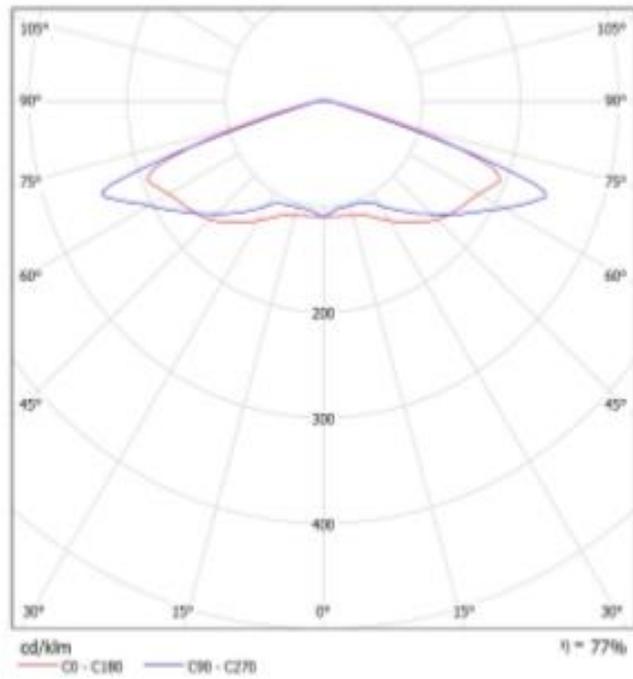


Otros aspectos importantes de este tipo de luminarias son su diseño amigable con el entorno del parque y su amplio espectro luminoso.

PHILIPS BDP103 PCC 1 xLED120/830 DS / Hoja de datos CDL

Luminaria: PHILIPS BDP103 PCC
1 xLED120/830 DS

Lámparas: 1 x LED120/830/-





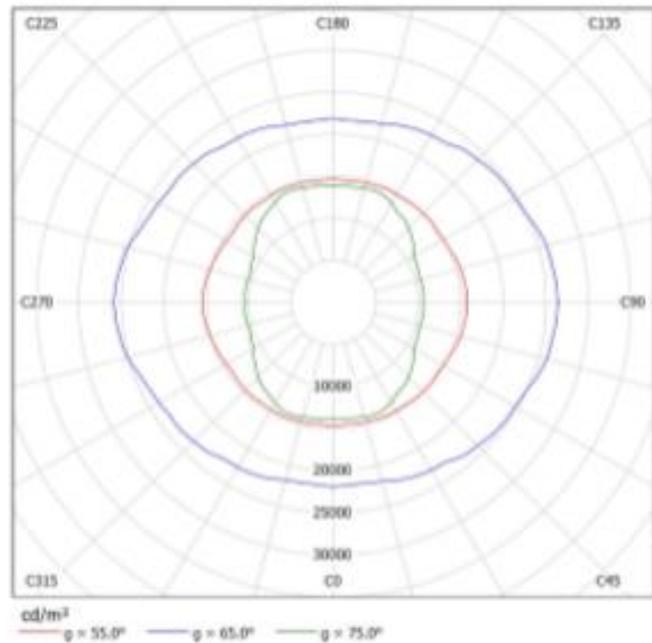
Proyecto elaborado por Esteban Anchatuía Flores
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BDP103 PCC 1 xLED120/830 DS / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: PHILIPS BDP103 PCC
1 xLED120/830 DS

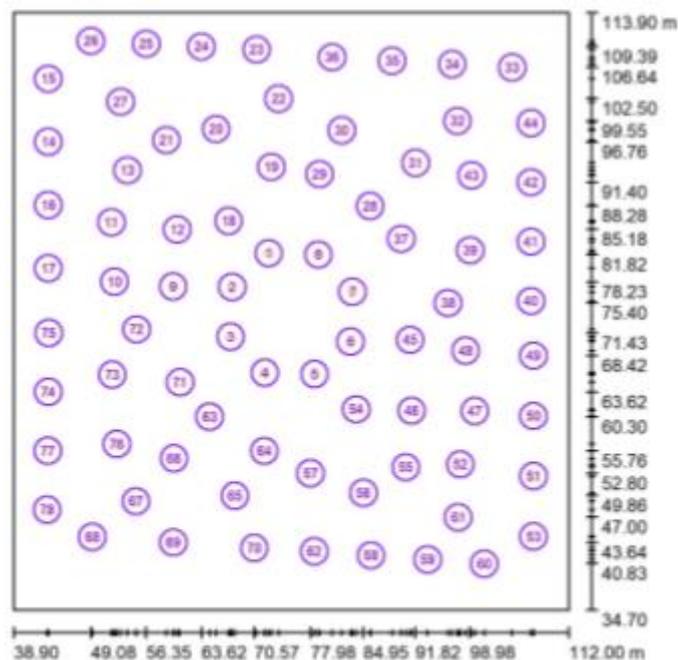
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Lámparas: 1 x LED120/830/-



Proyecto elaborado por Esteban Anchatuía Flores
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Posiciones de mástil (lista de coordenadas)



		Iluminacion Mundo Electric			
		Fabricacion de toda Clase postes y lamparas , conicos como telescopicos			
		COTIZACIÓN N275478			
Cliente: ESTEBAN					
Fecha: 12 mayo del 2020				Ciudad: Quito	
ITEM	CANT	UNID	DESCRIPCION	V/UNIT	V/TOTAL
1	80	U	postes telescopico de 3 metros fabricado en 2 tramos en tubo redondo primer tramo en tubo de 3 pulgadas en 2 mm de estesor en 1 metro y segundo tramo en tubo de 3 pulgadas en 2 metros todo en acero negro 2mm de espesor y con placa base de 8 mm de espesor y bentanilla de revision a 60 cnt de alto y con pintura electroestatica color a gusto del cliente mas la canastilla para sujetar al piso o pintura sentitico automotriz	110,000	8800,000
2	80	U	Lampara ornamental para foco led de 100w 6000k o 50w 40w 85/265v color a gusto del cliente	80,000	6400,000
				SUBTOTAL	\$ 15.200,00
				IVA 12%	\$ 1.804,50
				TOTAL	\$ 16.844,50



TERMINOS COMERCIALES:

FORMA DE PAGO: 60% anticipo y saldo a contra entrega

TIEMPO DE ENTREGA: 15 dias

GARANTIA: año de garantia

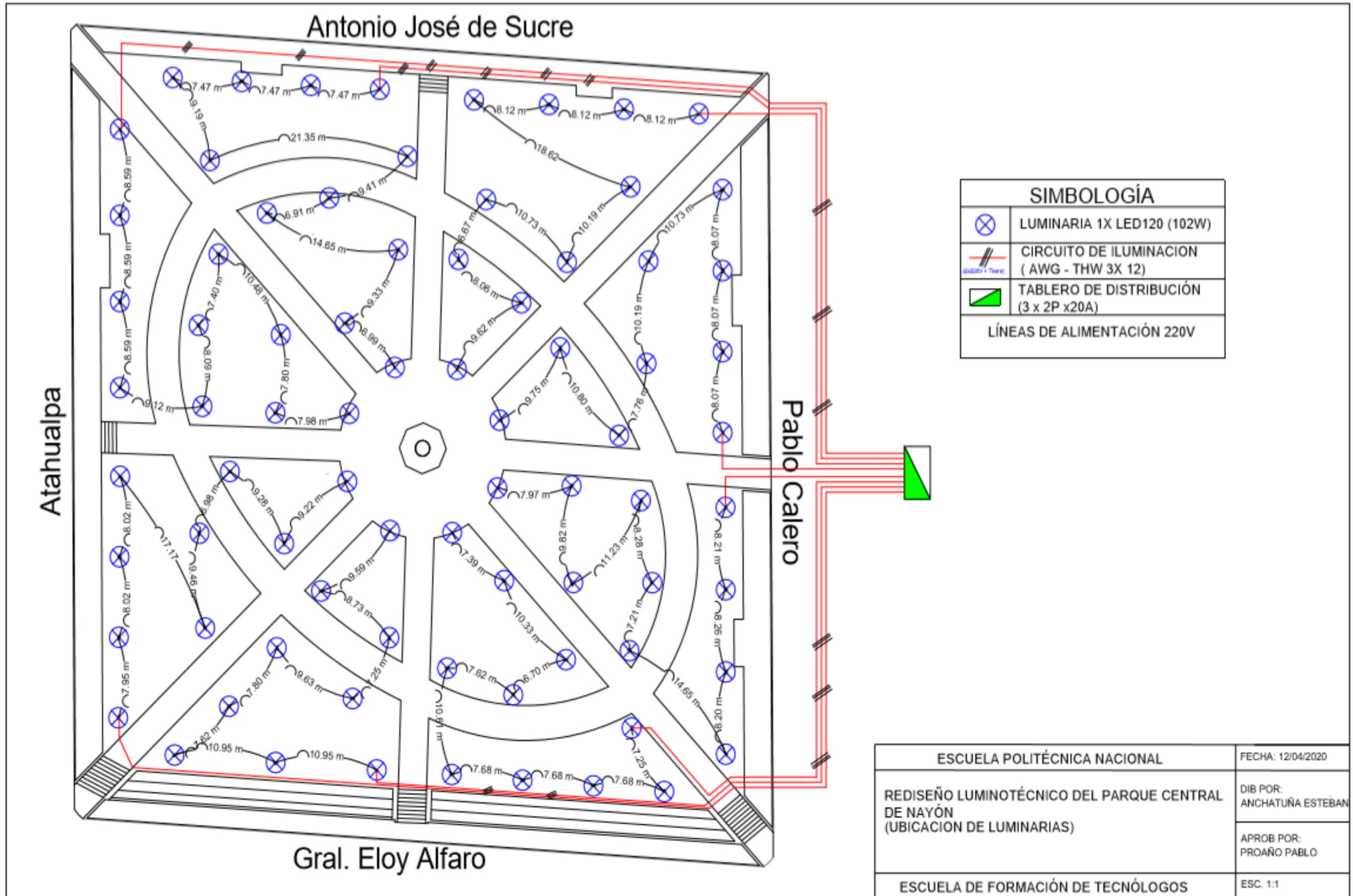
VALIDEZ DE OFERTA: 15 DIAS

LUGAR DE ENTREGA: QUITO en nuestras bodegas

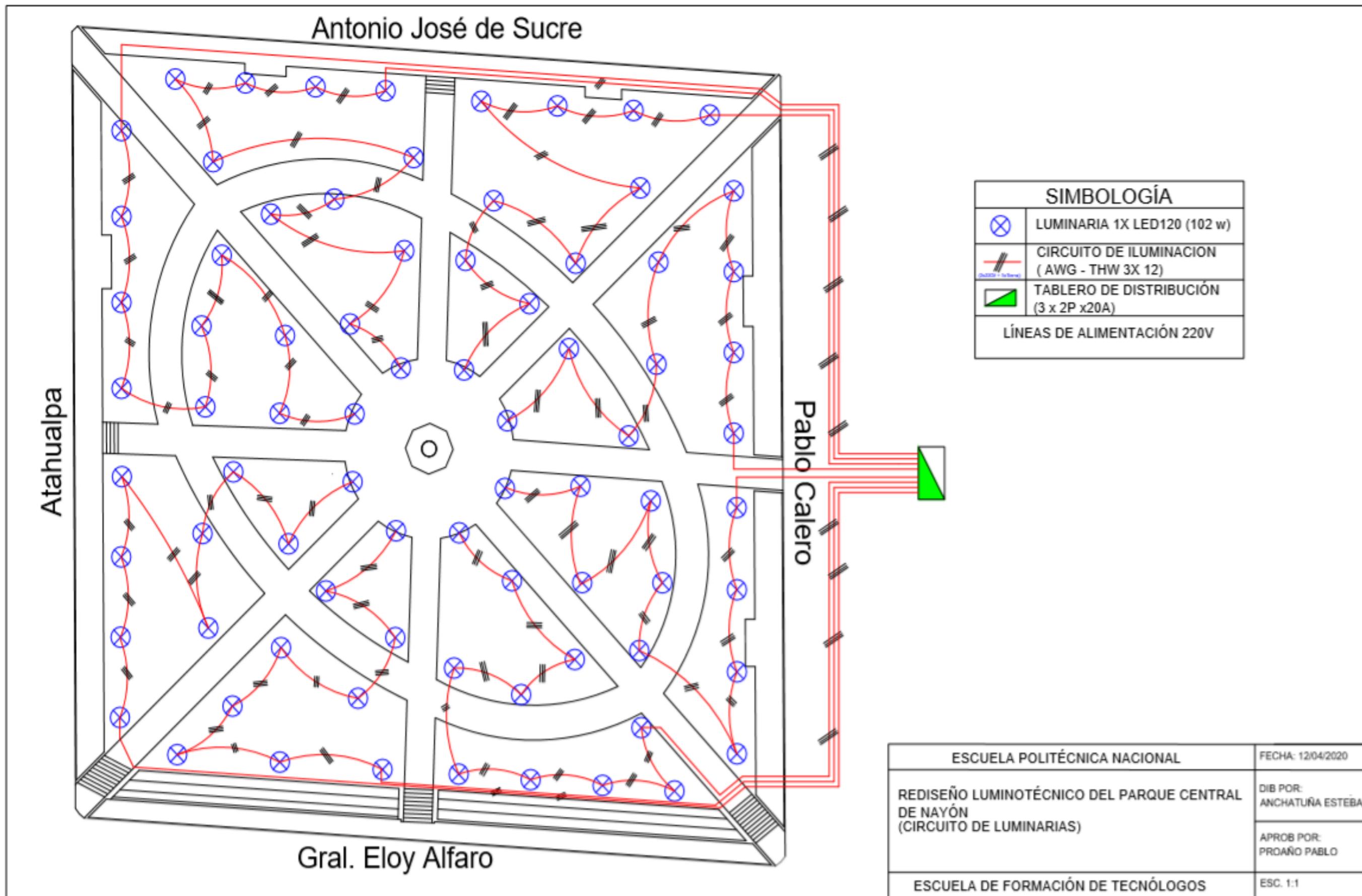
Atentamente

Alexander Moyano
Dpto Ventas

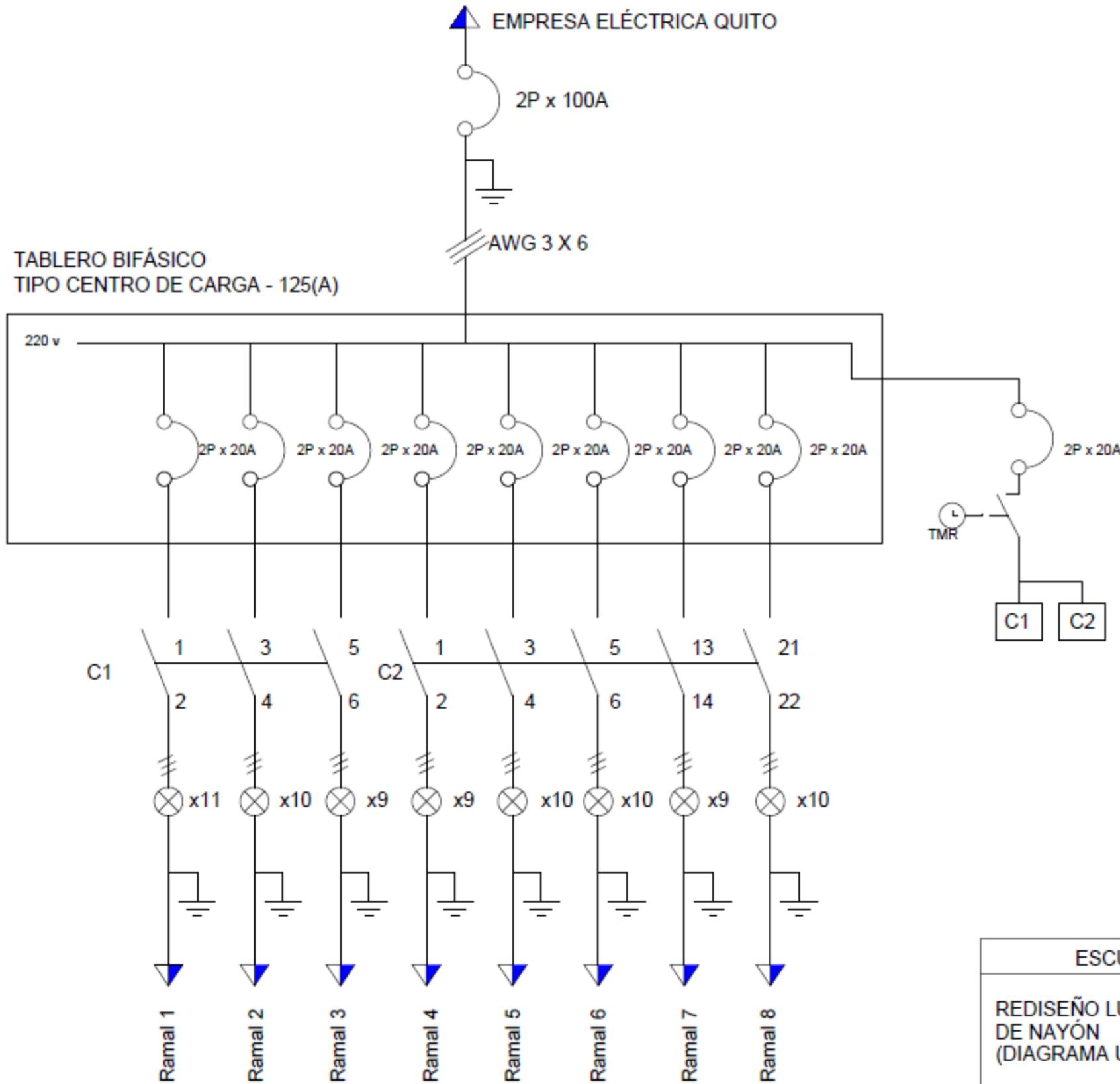
ANEXO D: PLANOS TÉCNICOS PARA EL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN (UBICACIÓN)



ANEXO E: PLANOS TÉCNICOS PARA EL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN (PLANO ELÉCTRICO)



ANEXO F: PLANO TÉCNICO PARA EL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN (DIAGRAMA UNIFILAR O FUERZA)



SIMBOLOGÍA	
	LUMINARIA 1X LED120 -102 (W)
	CIRCUITO DE ILUMINACION (AWG - THW 2 X 12 + 1 x 12Cu)
	TIMER DIGITAL PROGRAMABLE (220 V)
	ALIMENTACIÓN TABLERO (AWG 3 X6)
	CONTACTOR 30 (A)
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	CIRCUITO A TIERRA
LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN 220 (V)	
El conductor a tierra será igual al conductor de fases en cada ramal de alimentacion	

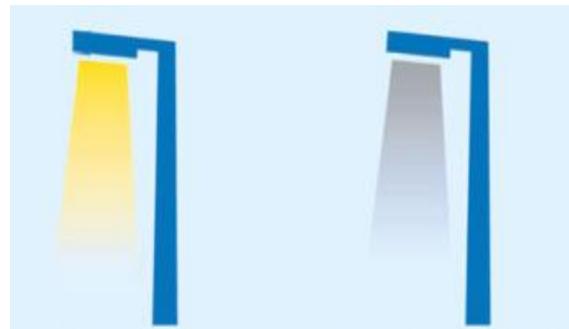
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	FECHA: 12/04/2020
REDISEÑO LUMINOTÉCNICO DEL PARQUE CENTRAL DE NAYÓN (DIAGRAMA UNIFILAR - FUERZA)	DIB POR: ANCHATUÑA ESTEBAN
	APROB POR: PROAÑO PABLO
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS	ESC. 1:1

ANEXO G: MANUAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO



MANUAL DE MANTENIMIENTO

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE
NAYÓN



El siguiente documento tiene como objetivos garantizar el buen funcionamiento y perdurar el estado de los sistemas de iluminación e instalaciones eléctricas del parque central, estadio de la liga parroquial y estadio de Inchapicho; ubicados en la parroquia de Nayón.

ESTEBAN
ANCHATUÑA
JORDAN REYES

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	2
2. MANTENIMIENTO TÉCNICO.....	3
2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO TÉCNICO	4
3. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	5
3.1 SEGURIDAD DEL PERSONAL.....	6
3.2 EQUIPO DE PROTECCIÓN.....	7
4. EQUIPAMIENTO PARA MANTENIMIENTO	10
5. PLAN DE MANTENIMIENTO	14
5.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	15
5.2 REVISIÓN DE TABLERO DE CONTROL.....	15
5.3 COMPROBACIÓN DEL VOLTAJES Y CORRIENTES EN TABLERO ELÉCTRICO	16
5.4 COMPROBACIÓN DE VOLTAJE EN TERMINALES DE LAS LÁMPARAS.....	17
5.5 REVISIÓN DE LÁMPARAS	18
5.6 INSPECCIÓN DE INTERRUPTORES, TOMACORRIENTES.....	18
6. LAS 5 REGLAS DE ORO DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.....	19
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20
8. REFERENCIAS.....	20
9. HOJA DE MANTENIMIENTO	21

1. INTRODUCCION



Los sistemas de alumbrado público y urbano son de gran importancia tanto en temas de seguridad local como de vías públicas, fortaleciendo las vías de circulación y de espacios verdes, por lo que es de suma importancia su mantenimiento (Santos, 2018).

Los sistemas lumínicos, cuya parte esencial de iluminación son lámparas, focos o tubo tienen un determinado tiempo de funcionamiento (vida útil) proporcionado por los fabricantes, pero muchas veces este tiempo de funcionamiento puede verse afectadas por daños no premeditado, por lo cual es esencial un plan de mantenimiento. (CODI - CONSTRUCCION & DISEÑO, s.f.)

2. MANTENIMIENTO TÉCNICO



2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO TÉCNICO

Existen 2 tipos de mantenimiento importantes: (CODI - CONSTRUCCION & DISEÑO, s.f.)

Correctivo: Consiste en realizar una inspección profunda del sistema para detectar fallas o problemas de funcionamiento y poder corregir el problema, en un tiempo determinado y dejar operativo al sistema.



Figura 1: Revisión de estado de caja eléctrica de paso
Fuente: (Google,2020)



Figura 2: Inspección de un tablero de control
Fuente: (Google,2020)

Preventivo: Consiste en realizar una inspección rutinaria del funcionamiento del sistema, normalmente establecidas por el fabricante o marca. En este mantenimiento también se incluye limpiezas y ajustes de equipos.

Para elaborar el programa de mantenimiento de los sistemas lumínicos, se recomienda estos 2 tipos, ya que estos son los más elementales para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas.

3. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO



3.1 SEGURIDAD DEL PERSONAL



Figura 3: Revisión de tablero con protección personal
Fuente: (Google,2020)

La seguridad personal, es de suma importancia al momento de realizar mantenimiento técnico eléctrico, ya que esto ayudara a prevenir un posible contacto directo con alguna sobrecarga hacia la persona, que pueda provocarle daños irreversibles e incluso la muerte.

De acuerdo a Decreto Ejecutivo 2393 (Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores), el tipo de protección personal deberá de corresponder a los riesgos a los que está expuesto. (SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO, s.f.)

1. La ropa de protección personal debe de reunir las siguientes características:
 - a) Ajustar bien, sin perjuicio de la comodidad del trabajador y de su facilidad de movimiento.
 - b) No tener partes sueltas, desgarradas o rotas.
 - c) No ocasionar afecciones cuando se halle en contacto con la piel del usuario.
 - d) Carecer de elementos que cuelguen o sobresalgan, cuando se trabaje en lugares con riesgo derivados de máquinas o elementos en movimiento.
 - e) Tener dispositivos de cierre o abrochado suficientemente seguros, suprimiéndose los elementos excesivamente salientes.
 - f) Ser de tejido y confección adecuados a las condiciones de temperatura y humedad del puesto de trabajo.
2. Se eliminarán o reducirán en todo lo posible los elementos adicionales como bolsillos, bocamangas, botones, partes vueltas hacia arriba, cordones o similares, para evitar la suciedad y el peligro de enganche, así como el uso de corbatas, bufandas, cinturones, tirantes, pulseras, cadenas, collares y anillos.
3. Las prendas empleadas en trabajos eléctricos serán aislantes.

3.2 EQUIPO DE PROTECCIÓN

Los equipos personales de protección, ayudan a prevenir los riesgos eléctricos en las instalaciones eléctricas. (MARCA-THE SAFETY COMPANY, s.f.)



Figura 4: Equipamiento de seguridad
Fuente: (Google,2020)

CASCO: De material plástico anti conductividad, se encarga de la protección de cabeza, rostro y cuello de objetos que puedan caer. El casco debe ser tipo 2 (protección contra impactos vertical y horizontal), clase E (protección a riesgos de bajo voltaje, ruptura dieléctrica hasta 2200(V)) y de preferencia color blanco o azul.



Figura 5: Casco tipo2, clase E (dieléctrico)
Fuente: (Google,2020)

LENTES o GAFAS DE SEGURIDAD: Fabricados especialmente para la protección de los ojos, contra cualquier partícula causada por el trabajo realizado. Cuentan con filtros que adsorben y refleja una gran cantidad de luz y contrarresta el arco eléctrico, deben ser anti rayaduras, de preferencia debe ser protección facial con un espesor mínimo de 1,2 (mm).



Figura 6: Gafas de seguridad visual.
Fuente: (Google,2020)

GUANTES: De material anti conductor o cuero, previene el contacto directo con algún objeto cargado energéticamente. De acuerdo con la norma EN 60903 (norma de trabajos en tensión, guantes aislantes), se recomienda guantes con aislante de caucho natural clase 00 (confort, resistencia mecánica y aislación eléctricas hasta 500(V)) y combinación con guantes de cuero.



Figura 7: Guantes Dieléctricos E00, marca Salisbury
Fuente: (Google,2020)

Otra alternativa, son los guantes de látex con resistencia dieléctrica, los cuales deben ser combinados con guantes de cuero para mayor seguridad.



Figura 8: Guante protector de látex
Fuente: (Google,2020)



Figura 9: Guante de protección de cuero para caucho o látex.
Fuente: (Google,2020)

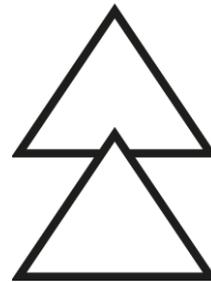


Figura 10: Simbología para trabajos en baja tensión.
Fuente: (Google,2020)

CALZADO DE SEGURIDAD: De cuero o caucho o goma con aislante o dieléctrico, para evitar que la corriente circule a través del cuerpo humano. El calzado debe ser eléctricamente aislante tipo bota de agua y clase 00 (para instalaciones hasta 500(V) en corriente alterna y 750 (V) en corriente directa).



Figura 11: Botas de seguridad.
Fuente: (Google,2020)

PROTECCIÓN CORPORAL: Los equipos de protección individual (EPI) debe garantizar una protección frente a riesgos eléctricos, para trabajos de baja tensión peligrosa y que sirva de aislante (EPI, categoría III), por lo cual se recomienda que sea de algodón o mezcla de algodón-poliéster o jean para trabajos en baja tensión, mangas largas y ajustado al cuerpo, puede ser piezas individuales (camisa-pantalón) o pieza única (overol).

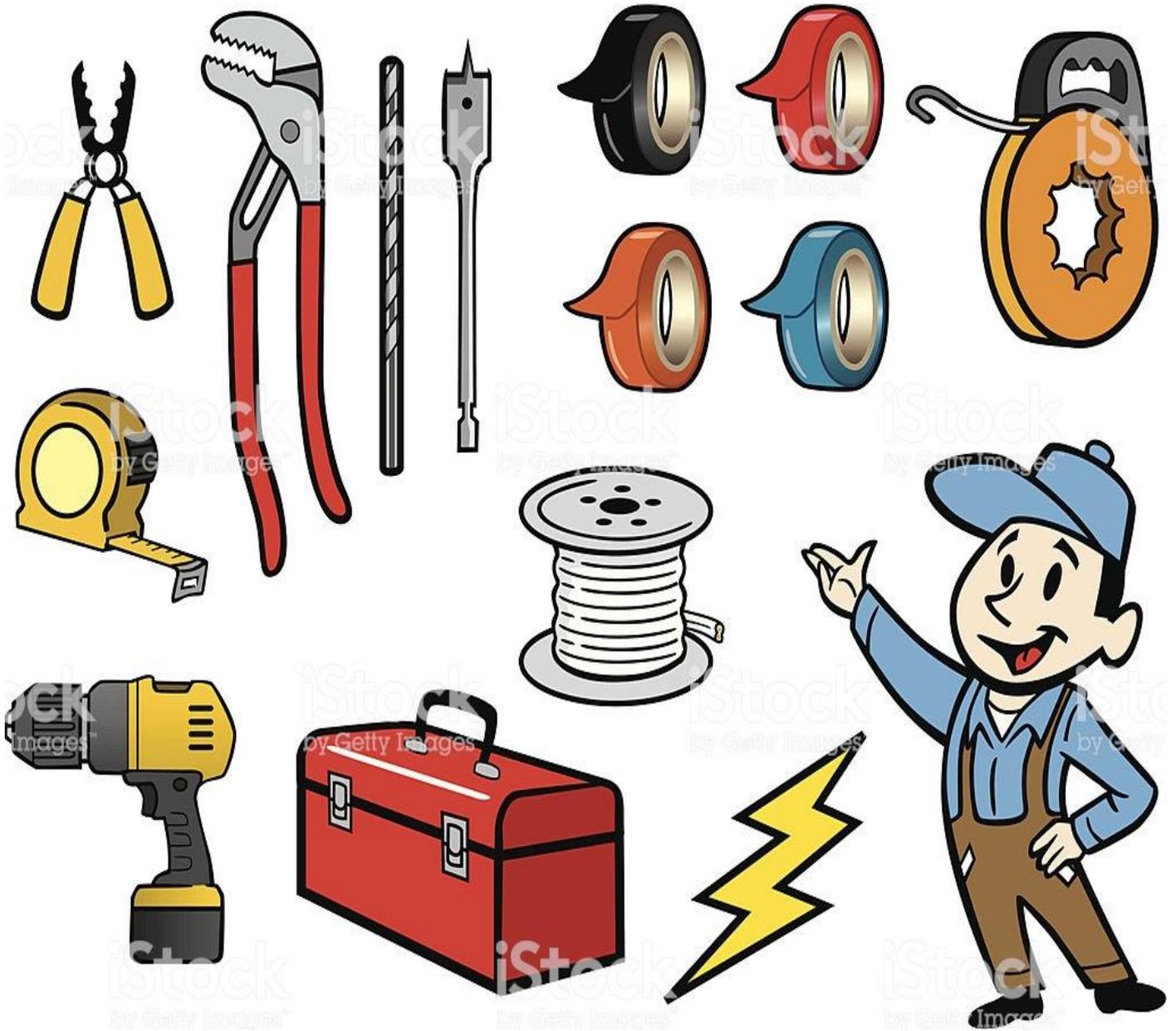


Figura 12: Protección corporal individual.
Fuente: (Google,2020)



Figura 13: Protección corporal unitaria.
Fuente: (Google,2020)

4. EQUIPAMIENTO PARA MANTENIMIENTO



Para un correcto mantenimiento de las instalaciones eléctricas, es importante tener las herramientas adecuadas. A continuación, se tienen las herramientas indispensables para realizar el trabajo de mantenimiento. (INSHT, 2016)

DESTORNILLADORES DE ELECTRICISTA: Herramienta con cubierta plástica resistente y no conductora sobre su eje y mango. Es importante tener tipo estrella y plano de varios tamaños ya que los tornillos en las instalaciones eléctricas no son todos iguales.



Figura 14: Destornilladores de electricista
Fuente: (Google,2020)

ALICATES: Se necesitará alicates universales y de corte, este último para cortar conductores o manguera. Lo importante es que los alicates tengan el mango con el aislamiento eléctrico adecuado.



Figura 15: Alicates
Fuente: (Google,2020)

LINTERNA: Cuando se realice el mantenimiento de las instalaciones eléctricas se lo debe hacer desconectando el suministro de red para los cual es importante tener una linterna para iluminar zonas oscuras de trabajo. Se recomienda una linterna de cabeza para trabajar con las dos manos, es decir, con mayor facilidad. De igual manera tomar en cuenta que la linterna sea de material no conductor de electricidad.



Figura 16: Linterna
Fuente: (Google,2020)

MULTÍMETRO: Importante para comprobar valores correctos de intensidad de corriente como de voltaje. Algo muy importante también, determinar si existe continuidad en los conductores.



Figura 17: Multímetro
Fuente: (Google,2020)

BUSCAPOLOS: Suele ser un destornillador con una luz piloto que detecta la fase en una instalación de corriente alterna, es muy útil ya que así se diferencia del neutro.



Figura 18: Buscapolos
Fuente: (Google,2020)

CINTA AISLANTE: Las cintas aislantes son muy utilizadas en los empalmes, es importante usar la cinta del mismo color del conductor para diferenciar entre fase y neutro, y además por estética.



Figura 19: Cinta aislante
Fuente: (Google,2020)

ESTILETE (CUTTER): Utilizada para retirar el aislante de los conductores o cortar diferentes materiales.



Figura 20: Estilete
Fuente: (Google,2020)

METRO, ESCUADRA, Y NIVEL: Para tomar medidas adecuadas y colocar bien los elementos.



Figura 21: Instrumentos de medida
Fuente: (Google,2020)

MALETÍN DE HERRAMIENTAS: Aquí se alojarán todas las herramientas de manera ordenada y otras que sean necesarias para realizar el trabajo.



Figura 22: Maletín de herramientas
Fuente: (Google,2020)

Las herramientas de seguridad llevan tres capas aislantes que se indican a continuación.

Amarillo: Indica aislamiento mínimo, es peligroso para trabajar con corriente.

Naranja: Grado de aislamiento medio, precaución.

Rojo: Grado de aislamiento máximo, seguridad.

Negro: Tiene funciones estéticas. Si la herramienta se encuentra con la capa amarilla, está ya no es apta para trabajar con corriente, se debe adquirir una nueva.

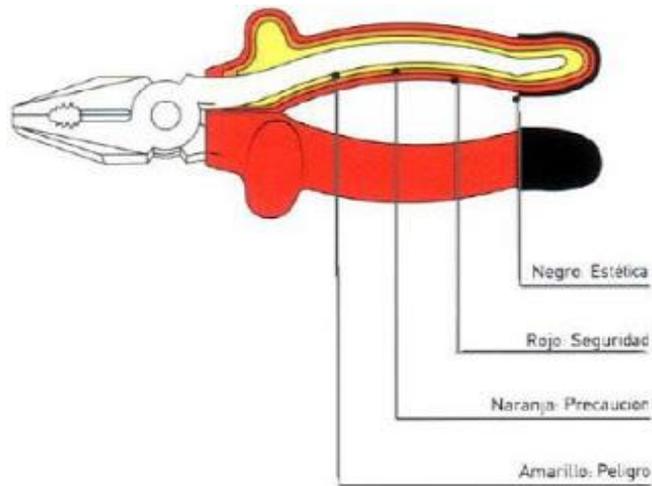


Figura 23: Herramientas aisladas
Fuente: (Google,2020)

Las herramientas aislantes para trabajos eléctricos, están fabricadas para soportar voltajes hasta 1000(V) y portar el símbolo internacional de verificación.

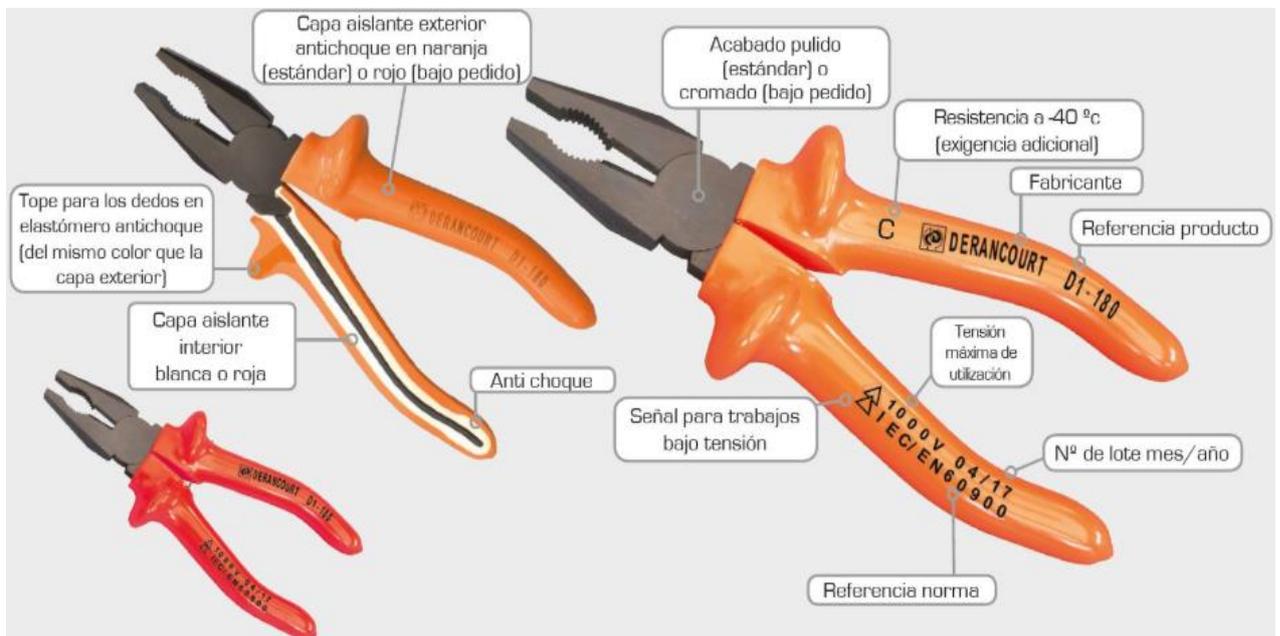


Figura 24: Herramientas aislantes
Fuente: (Google,2020)

5. PLAN DE MANTENIMIENTO



A stylized graphic of a clipboard with a checklist. The clipboard is white with a dark grey border and a dark grey tab on the left side. The checklist consists of five horizontal lines, each preceded by a small square checkbox.

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

5.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El programa de mantenimiento consiste en unir tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo (cuando sea necesario), para tener un sistema lumínico en buen estado.

Es importante que el mantenimiento se lo realice por lo menos cada 6 meses. Por lo cual se sugiere los siguientes temas. (Molina, s.f.)

5.2 REVISIÓN DE TABLERO DE CONTROL.



Figura 25: Revisión de Tablero de Control
Fuente: (Google,2020)

El tablero de control, es esencial en todo sistema eléctrico, ya que de este dependerá el correcto funcionamiento o no del sistema, por lo cual se recomienda lo siguiente.

Revisión de cableado eléctrico: La revisión visual y manual del cableado eléctrico tanto en la entrada (alimentación) como los de salida (distribución), permite detectar posibles fallas del sistema por deterioro o cortocircuitos ocasionados por sobrecarga o factores externos como son lluvia, humedad, insolación, etc.

En la figura 26, se observa un cableado eléctrico sin ningún problema. En la figura 27, se observa un cable en mal estado, esto pudo haber sido causado por el paso del tiempo, condiciones atmosféricas extremas o falta de supervisión técnica.



Figura 26: Cableado eléctrico en buen estado
Fuente: (Google,2020)

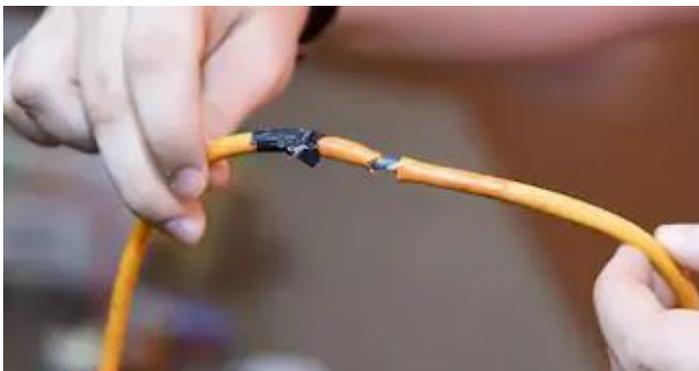


Figura 27: Pérdida de aislamiento en conductor
Fuente: (Google,2020)

5.3 COMPROBACIÓN DEL VOLTAJES Y CORRIENTES EN TABLERO ELÉCTRICO

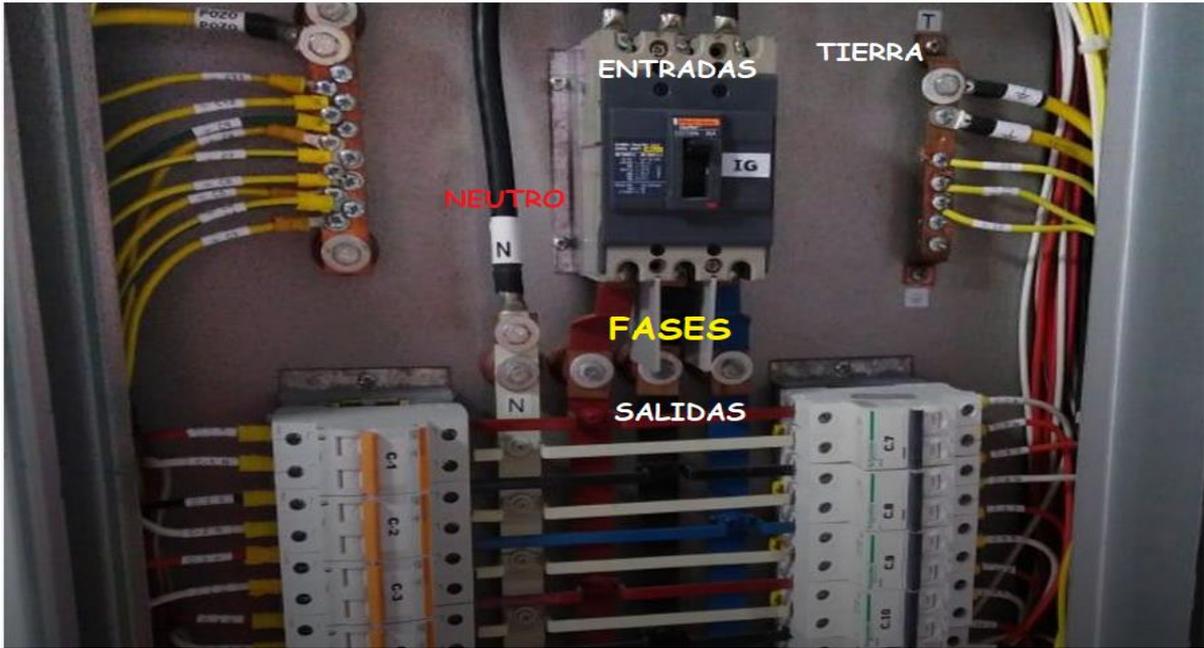


Figura 28: Tablero de control o distribución de energía eléctrica.
Fuente: (Google,2020)

El voltaje de entrada al tablero 220 (V) trifásicos, mientras que en las fases de salida debe de existir un voltaje entre 215-220 (V), dependiendo del voltaje que se requiera para la distribución.

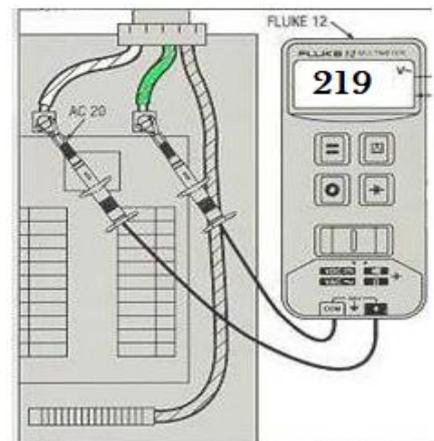


Figura 29: Medición de voltaje de salida
Fuente: (Google,2020)

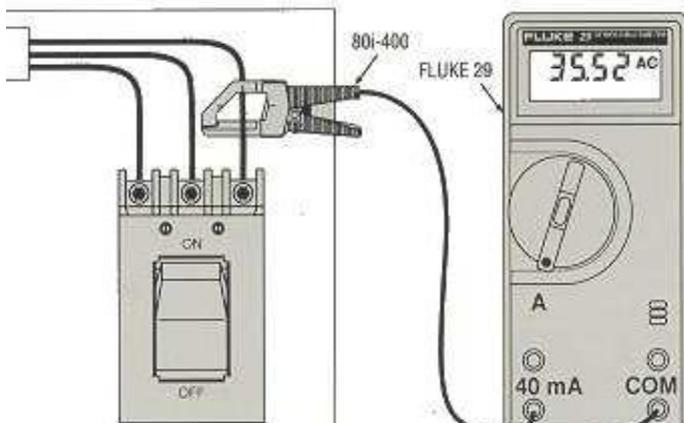


Figura 30: Medición de corriente en entradas de alimentación del tablero de control.
Fuente: (Google,2020)

Otro de los puntos importantes es la medición de corriente en cada fase de entrada, para comprobar que no exista sobrecarga en el tablero

5.4 COMPROBACIÓN DE VOLTAJE EN TERMINALES DE LAS LÁMPARAS

Parte del programa de mantenimiento de luminarias, incluye la supervisión de terminales de alimentación de las lámparas, esto incluye:

- Medición de voltajes en terminales de entrada de las lámparas estará entre 215 – 220 (V).
- Revisión de estado de terminales.

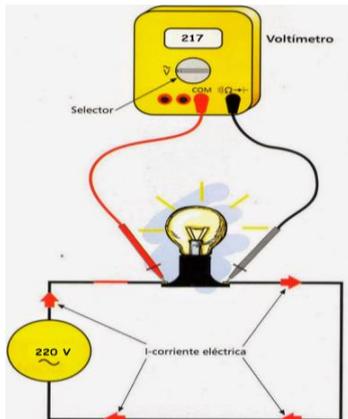


Figura 31: Medición de voltaje en bornas de entradas de las lámparas.
Fuente: (Google,2020)

La medición de voltajes en los terminales permitirá conocer si las lámparas están siendo alimentadas con el voltaje adecuado y si no existe fallas en la alimentación.

Si existen fallas de alimentación, se debe proceder a la revisión de los terminales de alimentación o bornas y realizar su revisión.

En las bornas de alimentación, se revisa si no existe óxido o sulfatación, si es así se recomienda su remoción con limpiadores electrónicos, un cepillo o brocha.



Figura 32: Contactos sulfatados
Fuente: (Google,2020)

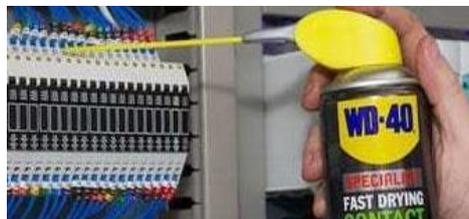


Figura 34: Limpia contacto electrónico
Fuente: (Google,2020)



Figura 33: Brocha
Fuente: (Google,2020)

Si además del anterior punto, las bornas presentan pérdida de su protección o cortocircuitos, se debe cambiar los mismo.



Figura 35: Bornas quemadas
Fuente: (Google,2020)

Si las bornas, se encuentran en buen estado, se recomienda el reajuste de terminales, para evitar el falso contacto y que esto pueda provocar chispazos en los bornes y se queme.

5.5 REVISIÓN DE LÁMPARAS

Para el mantenimiento de las lámparas, se debe considerar que, al estar expuestas al exterior, factores como lluvia, sol, polvo, pueden causar el deterioro de las misma, por lo cual la limpieza y verificación del estado de focos y acrílico nunca debe de faltar en el programa de mantenimiento.

El acrílico o protección de los focos puede empañarse, provocando falta de luminosidad en el área.

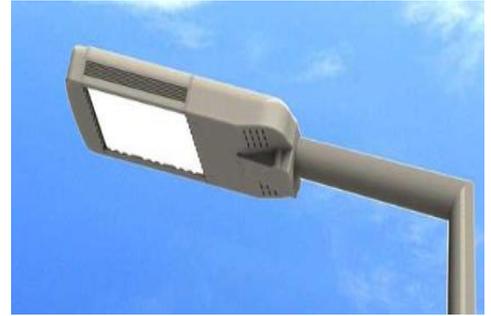


Figura 36: Limpieza de lámparas
Fuente: (Google,2020)

5.6 INSPECCIÓN DE INTERRUPTORES, TOMACORRIENTES

Si se detectan interruptores o tomacorrientes que no están debidamente empotrados, es importante el reajuste de estos. En caso de calentarse, fallar o quebrarse deben ser reemplazados por otro de las mismas características.



Figura 37: Problemas comunes en tomacorrientes e interruptores.
Fuente: (Google,2020)

6. LAS 5 REGLAS DE ORO DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

1. Abrir los circuitos con el fin de aislar todas las fuentes de tensión que pueden alimentar la instalación en la que se va a trabajar. Esta apertura debe realizarse en cada uno de los conductores que alimentan la instalación, exceptuando el neutro.
2. Bloquear todos los equipos de corte en posición de apertura. Colocar en el mando o en el mismo dispositivo la señalización de prohibido de maniobra.
3. Verificar la ausencia de tensión. Comprobar si el detector funciona antes y después de realizado el trabajo.
4. Puesta a tierra y la puesta en cortocircuito de cada uno de los conductores sin tensión incluyendo el neutro.
5. Delimitar la zona de trabajo señalizándola adecuadamente.



Figura 38: Cinco Reglas de Oro del mantenimiento eléctrico
Fuente: (Google,2020)

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Un correcto mantenimiento preventivo resulta que las instalaciones eléctricas trabajen de manera continua sin problema alguno.
- Con el mantenimiento se busca aprovechar la vida útil de los elementos eléctricos y evitar riesgos de origen eléctrico.
- La planificación de los mantenimientos preventivos y correctivos, ayudan a que el sistema eléctrico siga funcionando de forma adecuada.
- Los equipos de protección personal, ayudan a reducir el riesgo de contacto eléctrico del personal encargado del mantenimiento técnico en las instalaciones eléctricas.
-

Recomendaciones

- Lo importante en un mantenimiento de instalaciones eléctricas es la inspección visual, ya que así se encuentran varias fallas como pueden ser: conductores quemados, piezas flojas, conductores deteriorados o sin aislante, oxidación y sulfatación en piezas como las que se suele encontrar en las borneras de un tablero.
- Se debe realizar el reajuste de pernos en todos los elementos de una instalación eléctrica como, por ejemplo: tomacorrientes, interruptores, elementos dentro del tablero, etc.
- Al elaborar el plan de mantenimiento, incluir la inspección visual periódica de los sistemas eléctricos.
- Las revisiones eléctricas deben realizarse cuando el clima sea favorable (no lluvioso), para evitar que el personal se moje y su cuerpo sea conductor eléctrico, lo cual podría llevar al operador a problema graves de salud.

8. REFERENCIAS

- CODI- Construcción & Diseño. (s.f.). *CODI- Construcción & Diseño*. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de <http://codi.com.ec/grado-de-proteccion-ip/>
- INSHT, I. N. (2016). *Herramientas manuales:críterios ergonómicos y de seguridad para su seleccion*. Madrid: Servicios Gráficos Kenaf,s.l.
- MARCA-THE SAFETY COMPANY. (s.f.). *RIESGO ELÉCTRICO Y NORMATIVAS*. Recuperado el 24 de Mayo de 2020, de <https://marcapl.com/blog/2018/05/riesgo-electrico-y-normativas/>
- Molina, P. (s.f.). *profesormolina2.webcindario.com*. (Conceptos fundamentales de Electricidad) Recuperado el 18 de 04 de 2020, de https://profesormolina2.webcindario.com/electromec/concep_fundamen.htm
- Santos, E. d. (28 de Abril de 2018). *Parques Alegres*. Obtenido de Dale vida a tu parque: <https://parquesalegres.org/biblioteca/blog/importancia-alumbrado-publico-y-urbano/>
- SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO. (s.f.). (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL) Recuperado el 19 de 04 de 2020, de <https://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf>

9. HOJA DE MANTENIMIENTO

TABLA ANEXA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO DE LÁMPARAS

Tabla 1: Modelo de tabla para levantamiento de informe de fallas en luminarias.

Número de la luminaria	Línea de alimentador	Dirección	Número del Poste	Tipo de lámpara	Tipo de falla	Fecha y hora de detección de la falla	Observación	Fecha y hora de solución de la falla	Observación

Fuente: ARCONEL (Agencia de regulación y control de electricidad)