

# Pregrado

**Carrera: Electricidad**

**Asignatura (UIC): Desarrollo de proyectos eléctricos**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del**

**Título en: Tecnólogo Superior en Electricidad**

**Tema: Diseño e implementación del sistema eléctrico  
para la mejora operativa del Cuerpo de Bomberos  
del cantón Mocha.**

**Autor/s: Arévalo Duchicela Jhonatan Luis.**

**Salinas Villacis Edison Mauricio.**

**Tutor Metodológico: Ing. Diego Pichoasamin.**

**Tutor Técnico: Ing. William Yugcha.**

**Fecha: 09 de marzo del 2025**



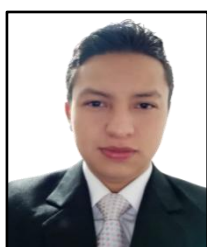


**Autor: Arévalo Duchicela Jhonatan Luis.**

**Título por obtener:** Tecnólogo Superior en Electricidad

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** jhonatan.arevalo@ister.edu.ec



**Autor: Salinas Villacis Edison Mauricio.**

**Título por obtener:** Tecnólogo Superior en Electricidad

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** edison.salinas@ister.edu.ec



**Dirigido por: Pichoasamin Morales Diego Fernando**

**Título:** Ing. Electrónica en Automatización y Control

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** diego.pichoasamin@ister.edu.ec



**Tutor técnico: Yugcha Quinatoa William Germánico**

**Título:** Ing. Eléctrico en sist. Eléctricos de Potencia

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** william.yugcha@ister.edu.ec

**Todos los derechos reservados.**

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2025 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

AREVALO DUCHICELA JHONATAN LUIS.

SALINAS VILLACIS EDISON MAURICIO.

***Diseño e implementación del sistema eléctrico para la mejora Operativa del Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha.***

## CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 05 de marzo del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez**  
**DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín**  
**COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE  
UNIVERSITARIO**

**Presente**

Por medio de la presente, yo, JHONATAN LUIS AREVALO DUCHICELA, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA MEJORA OPERATIVA DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN MOCHA, TUNGURAHUA, de la Tecnología Superior en Electricidad; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



**JHONATAN LUIS AREVALO DUCHICELA.**  
C.I.: 0603761123



## **CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2**

Sangolquí, 05 de marzo del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez  
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín  
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE  
UNIVERSITARIO**

**Presente**

Por medio de la presente, yo, EDISON MAURICIO SALINAS VILLACIS declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA MEJORA OPERATIVA DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN MOCHA, TUNGURAHUA**, de la Tecnología Superior en Electricidad; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumihahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

**Edison Mauricio Salinas Villacis**  
C.I.: 1804575411

## FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

**CT-ANX-2025-ISTER-3**

CARRERA:  
TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

AUTOR /ES:  
JHONATAN LUIS AREVALO DUCHICELA  
EDISON MAURICIO SALINASVILLACIS

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):  
ING. DIEGO FERNANDO PICHOASAMIN MORALES  
ING. WILLIAM GERMANICO YUGCHA QUINATO A

CONTACTO ESTUDIANTE:  
0968337171  
0995223307

CORREO ELECTRÓNICO:  
jhonatan.arevalo@ister.edu.ec  
edison.salinas@ister.edu.ec

TEMA:  
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA MEJORA  
OPERATIVA DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN MOCHA,  
TUNGURAHUA

OPCIÓN DE TITULACIÓN:  
UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:  
EL PRESENTE PROYECTO DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO, SE BUSCA BENEFICIAR A LA INSTITUCIÓN, GARANTIZANDO UN ENTORNO SEGURO Y EFICIENTE. LA MODERNIZACIÓN PERMITIRÁ UNA DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA Y DE ILUMINACIÓN, ASEGURANDO EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA NEC.



TAMBIÉN SE IMPLEMENTO MEJORAS COMO LA CORRECTA DISTRIBUCIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS, LA INSTALACIÓN DE CABLEADO ADECUADO Y LA OPTIMIZACIÓN DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL. ADEMÁS, SE REALIZO EL CAMBIO DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL, ASEGURANDO UN SISTEMA MÁS SEGURO Y EFICIENTE.

EL PROYECTO SE DESARROLLO EN EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN MOCHA, UBICADO EN EL BARRIO PINGUILI LAS LAJAS, DONDE LAS INSTALACIONES OPERAN LAS 24 HORAS. ESTA MODERNIZACIÓN BENEFICIARÁ DIRECTAMENTE AL PERSONAL DE BOMBEROS E INDIRECTAMENTE A MÁS DE 7,260 PERSONAS DE LA COMUNIDAD, ASEGURANDO UN MEJOR FUNCIONAMIENTO Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS.

FINALMENTE, SE REALIZARON PRUEBAS DE ILUMINACIÓN, FUERZA Y PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA VALIDAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE SEGURIDAD Y OPERATIVIDAD. CON SU IMPLEMENTACIÓN, EL CUERPO DE BOMBEROS CONTARÁ CON UNA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA MODERNA Y CONFIABLE, REDUCIENDO LOS RIESGOS ELÉCTRICOS Y MEJORANDO LA EFICIENCIA DEL SISTEMA.

**PALABRAS CLAVE:**

DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN, EFICIENCIA, N, DISTRIBUCIÓN, INFRAESTRUCTURA.

**ABSTRACT:**

THE PRESENT PROJECT FOCUSES ON THE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN ELECTRICAL SYSTEM TO BENEFIT THE INSTITUTION BY ENSURING A SAFE AND EFFICIENT ENVIRONMENT. THE MODERNIZATION WILL ALLOW AN OPTIMAL DISTRIBUTION OF POWER AND LIGHTING CIRCUITS, ENSURING COMPLIANCE WITH NEC REGULATIONS.

ADDITIONALLY, IMPROVEMENTS WERE IMPLEMENTED, INCLUDING THE PROPER DISTRIBUTION OF ELECTRICAL LOADS, THE INSTALLATION OF ADEQUATE WIRING, AND THE OPTIMIZATION OF THE MAIN FEEDER. FURTHERMORE, THE REPLACEMENT OF THE MAIN DISTRIBUTION BOARD WAS CARRIED OUT, GUARANTEEING A SAFER AND MORE EFFICIENT SYSTEM.

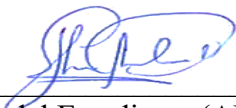
THE PROJECT WAS DEVELOPED AT THE FIRE DEPARTMENT OF THE MOCHA CANTON, LOCATED IN THE PINGUILI LAS LAJAS NEIGHBORHOOD, WHERE THE FACILITIES OPERATE 24 HOURS A DAY. THIS MODERNIZATION WILL DIRECTLY BENEFIT THE FIREFIGHTERS AND INDIRECTLY OVER 7,260 PEOPLE IN THE COMMUNITY, ENSURING BETTER FUNCTIONALITY AND EMERGENCY RESPONSE.

FINALLY, TESTS ON LIGHTING, POWER, AND ELECTRICAL PROTECTIONS WERE CONDUCTED TO VALIDATE COMPLIANCE WITH SAFETY AND OPERATIONAL

PARAMETERS. WITH ITS IMPLEMENTATION, THE FIRE DEPARTMENT WILL HAVE A MODERN AND RELIABLE ELECTRICAL INFRASTRUCTURE, REDUCING ELECTRICAL RISKS AND IMPROVING SYSTEM EFFICIENCY.

PALABRAS CLAVE:

DESIGN, IMPLEMENTATION, EFFICIENCY, STANDARD, DISTRIBUTION, INFRASTRUCTURE.



Firma del Estudiante (AUTOR 1)  
Arévalo Duchicela Jhonatan Luis  
C.I.: 0603761123



Firma del Estudiante (AUTOR 2)  
Edison Mauricio Salinas Villacís  
C.I.: 1804575411



## SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 05 de marzo del 2025

Sres.-

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE  
UNIVERSITARIO**

**Presente**

Yo JHONATAN LUIS AREVALO DUCHICELA, con C.I.: 0603761123 alumno de la Carrera TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



---

Jhonatan Luis Arevalo Duchicela  
C.I.: 0603761123



## **SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CT-ANX-2025-ISTER-4**

Sangolquí, 05 de marzo del 2025

**Sres.-**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO**

**Presente**

Yo EDISON MAURICIO SALINAS VILLACIS, con C.I.: 1804575411 alumno de la Carrera TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,

Edison Mauricio Salinas Villacis  
C.I.: 1804575411

### **Dedicatoria:**

"A Dios, mi esposa Anita, mi hijo Abrahamcito, y mi nenita en camino, mi mayor tesoro, mi refugio y mi mayor fortaleza, por su amor y apoyo incondicional, por impulsarme a seguir mis sueños y por estar siempre a mi lado constante y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. A mis padres, hermanos, y todas las personas que son muy especiales en mi vida, por su amistad incondicional, por compartir mis alegrías y por levantarme en los momentos difíciles. ¡Lo logramos! Gracias a Dios este título es para celebrar juntos."

**JHONATAN LUIS AREVALO DUCHICELA.**

"Dedico el presente proyecto a Dios, por brindarme la fortaleza y la sabiduría para cumplir esta meta. A mi esposa Lizbeth por su apoyo y amor incondicional. A mi hija Samantha por ser mi mayor inspiración y motivación que llena de dicha mi vida con su presencia. A mi madre Alicia por su cariño y dedicación hacia mí. A mi Padre Luis en el cielo a quien dedico con todo mi amor y cariño quien sé que estará orgulloso por este logro. Finalmente, a mi hermano quien siempre me apoyo en todas mis metas alcanzadas.

**EDISON MAURICIO SALINAS VILLACIS.**

### **Agradecimientos:**

"A todos aquellos que hicieron posible este logro, mi más sincero agradecimiento. A mis profesores, por su guía y sabiduría. A toda mi familia y todas las personas que son especiales en mi vida, por su apoyo incondicional. A todos ustedes, gracias por creer en mí."

**JHONATAN LUIS AREVALO DUCHICELA.**

Agradezco a todas las personas que me extendieron su apoyo para lograr esta meta, en especial a mi esposa por su apoyo incondicional, a los docentes del Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui por los conocimientos impartidos y finalmente al cuerpo de bomberos Mocha por el apoyo que nos brindó para hacer posible este sueño tan anhelado.

**EDISON MAURICIO SALINAS VILLACIS.**

**Resumen:**

Este proyecto tiene como finalidad la implementación de un sistema eléctrico que brinde beneficios a la institución, garantizando un ambiente seguro y eficiente. La actualización del sistema permitirá una distribución óptima de los circuitos de iluminación y fuerza, asegurando su cumplimiento.

También se implementó mejoras como la correcta distribución de cargas eléctricas, la instalación de cableado adecuado y la optimización del alimentador principal. Además, se realizó el cambio del tablero de distribución principal, asegurando un sistema más seguro y eficiente.

El proyecto se desarrolló en el cuerpo de bomberos del cantón mocha, ubicado en el barrio Pingüilí las Lajas, donde las instalaciones operan las 24 horas. Esta modernización beneficiará directamente al personal de bomberos e indirectamente a más de 7,260 personas de la comunidad, asegurando un mejor funcionamiento y respuesta ante emergencias.

Finalmente, se llevaron a cabo pruebas en los sistemas de iluminación, fuerza y protecciones eléctricas para verificar que se cumplan con los parámetros de seguridad y operatividad. Con su puesta en marcha, el cuerpo de bomberos dispondrá de una infraestructura eléctrica renovada y segura, minimizando los riesgos eléctricos y optimizados.

**Palabras claves:**

Diseño, Implementación, Eficiencia, Distribución, Infraestructura.

**Abstract:**

The present project focuses on the design and implementation of an electrical system to benefit the institution by ensuring a safe and efficient environment. The modernization will allow an optimal distribution of power and lighting circuits, ensuring compliance with nec regulations.

Additionally, improvements were implemented, including the proper distribution of electrical loads, the installation of adequate wiring, and the optimization of the main feeder. Furthermore, the replacement of the main distribution board was carried out, guaranteeing a safer and more efficient system.

The project was developed at the fire department of the mocha canton, located in the Pinguli las Lajas neighborhood, where the facilities operate 24 hours a day. This modernization will directly benefit the firefighters and indirectly over 7,260 people in the community, ensuring better functionality and emergency response.

Finally, tests on lighting, power, and electrical protections were conducted to validate compliance with safety and operational parameters. With its implementation, the fire department will have a modern and reliable electrical infrastructure, reducing electrical risks and improving system efficiency.

**Keywords:**

Design, implementation, efficiency, standard, distribution, infrastructure.

## CONTENIDO

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPITULO I .....                                                        | 12 |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                                   | 12 |
| 1.1. Planteamiento del Problema .....                                   | 12 |
| 1.2. Justificación .....                                                | 12 |
| 1.3. Alcance .....                                                      | 13 |
| 1.4. Objetivos.....                                                     | 14 |
| 1.4.1. Objetivo General .....                                           | 14 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos.....                                       | 14 |
| CAPITULO II .....                                                       | 15 |
| 2.MARCO TEÓRICO.....                                                    | 15 |
| 2.1. Principios básicos de la electricidad.....                         | 15 |
| 2.1.1. Electricidad .....                                               | 15 |
| 2.1.2. Corriente eléctrica .....                                        | 15 |
| 2.1.3. Control de la corriente en un circuito.....                      | 16 |
| 2.1.4. Alambres .....                                                   | 17 |
| 2.1.5. Ley de Ohm.....                                                  | 17 |
| 2.1.6. Potencia eléctrica. ....                                         | 18 |
| 2.2. Sistema de mediciones eléctricas .....                             | 19 |
| 2.2.1. Principales instrumentos de medición eléctrica .....             | 19 |
| 2.3. Instalaciones eléctricas .....                                     | 19 |
| 2.3.1. Fallos en instalaciones eléctricas .....                         | 19 |
| 2.3.2. Protección de sistemas eléctricos .....                          | 20 |
| 2.4. Normativas vigentes de Instalaciones Eléctricas en el Ecuador..... | 20 |
| 2.5. Sistema de iluminación.....                                        | 20 |
| 2.5.1. Flujo luminoso .....                                             | 20 |
| 2.5.2. Eficacia.....                                                    | 21 |
| 2.5.3. Nivel de iluminación .....                                       | 21 |
| 2.5.4. Cálculo del número de luminarias.....                            | 21 |
| 2.6. Circuito de fuerza .....                                           | 25 |
| 2.7. Factores de demanda .....                                          | 25 |
| 2.8. Tomacorrientes e iluminación .....                                 | 25 |
| 2.9. Planos eléctricos .....                                            | 26 |
| 2.10. DIALux.....                                                       | 26 |
| 2.11. AutoCAD.....                                                      | 27 |



|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| CAPITULO III.....                                                  | 28 |
| 3.DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN .....                                    | 28 |
| 3.1. Situación inicial .....                                       | 28 |
| 3.1.1. Levantamiento de información .....                          | 28 |
| 3.1.2. Plano arquitectónico.....                                   | 29 |
| 3.1.3. Problemas del sistema eléctrico .....                       | 29 |
| 3.2. Diseño.....                                                   | 31 |
| 3.2.1. Iluminación .....                                           | 31 |
| 3.2.2. Fuerza.....                                                 | 44 |
| 3.2.3. Diagrama unifilar principal.....                            | 51 |
| CAPITULO IV.....                                                   | 52 |
| 4.PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                            | 52 |
| 4.1. Diseño final en el software AutoCAD.....                      | 52 |
| 4.2. Especificaciones técnicas de los circuitos implementados..... | 52 |
| 4.3. Lista de materiales.....                                      | 53 |
| 4.4. Sistema de iluminación.....                                   | 54 |
| 4.5. Comparación del flujo luminoso .....                          | 55 |
| 4.5.1. Comparación de las áreas.....                               | 56 |
| 4.6. Resultados y discusión .....                                  | 57 |
| 4.6.1. Centro de carga .....                                       | 57 |
| 4.6.2. Circuitos de fuerza .....                                   | 57 |
| 4.7. Plan preventivo de mantenimiento .....                        | 58 |
| CAPITULO V .....                                                   | 59 |
| 5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                             | 59 |
| 5.1 Conclusiones .....                                             | 59 |
| 5.2 Recomendaciones .....                                          | 60 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                                 | 62 |
| ANEXOS .....                                                       | 65 |
| 7.1 Anexo 1 .....                                                  | 65 |
| 7.3 Anexo 3.....                                                   | 68 |
| 7.4 Anexo 4.....                                                   | 69 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Niveles de iluminación .....                                 | 21 |
| Tabla 2. Coeficiente de reflexión.....                                | 23 |
| Tabla 3. Factor de utilización.....                                   | 23 |
| Tabla 4. Factor de mantenimiento .....                                | 24 |
| Tabla 5. Factores de demanda.....                                     | 25 |
| Tabla 6. Cargas especiales .....                                      | 26 |
| Tabla 7. Medidas de las áreas a trabajar .....                        | 29 |
| Tabla 8. Calculo del Factor de índice local de todas las áreas.....   | 33 |
| Tabla 9. Coeficiente de reflexión.....                                | 34 |
| Tabla 10. Coeficiente de reflexión.....                               | 34 |
| Tabla 11. Factor de utilización.....                                  | 34 |
| Tabla 12. Factor de utilización de todas las áreas.....               | 35 |
| Tabla 13. Factor de mantenimiento .....                               | 35 |
| Tabla 14. Luminancia media.....                                       | 35 |
| Tabla 15. Flujo luminoso de todas las áreas .....                     | 36 |
| Tabla 16. Número de las luminarias. ....                              | 37 |
| Tabla 17. Emplazamiento de las luminarias. ....                       | 37 |
| Tabla 18. Resultados de la simulación en el software DIALux EVO ..... | 41 |
| Tabla 19. Cantidad de luminarias por circuito.....                    | 41 |
| Tabla 20. Incremento del 125%.....                                    | 42 |
| Tabla 21. Conductores para el circuito de iluminación .....           | 43 |
| Tabla 22. Protección para el circuito de iluminación .....            | 43 |
| Tabla 23. Potencia en los equipos.....                                | 45 |
| Tabla 24. Calculo de la corriente por circuito de fuerza.....         | 46 |
| Tabla 25. Cálculo de cargas en circuito de fuerza .....               | 47 |
| Tabla 26. Sección de protección .....                                 | 48 |
| Tabla 27. Caídas de tensión .....                                     | 50 |
| Tabla 28. Tabla de los circuitos de las especificaciones.....         | 52 |
| Tabla 29. Lista de materiales. ....                                   | 53 |
| Tabla 30. Fotografías de las medidas con el luxómetro.....            | 54 |
| Tabla 31. Flujo luminoso de cada área .....                           | 55 |
| Tabla 32. Plan de mantenimiento preventivo .....                      | 58 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ley de Ohm .....                                                    | 18 |
| Figura 2. Flujo luminoso.....                                                 | 21 |
| Figura 3. Plano de las luminarias.....                                        | 22 |
| Figura 4. Índice K .....                                                      | 22 |
| Figura 5. Bomberos de Mocha.....                                              | 28 |
| Figura 6. Plano del área a intervenir .....                                   | 29 |
| Figura 7. Plano actual del sistema de iluminación del cuerpo de Bomberos..... | 29 |
| Figura 8. Tomacorriente en mal estado, dormitorio .....                       | 30 |
| Figura 9. Interruptor en mal estado de la jefatura.....                       | 30 |
| Figura 10. Conexión de la ducha en mal estado .....                           | 30 |
| Figura 11. Tipo de luminaria a implementar .....                              | 31 |
| Figura 12. Tipo de luminaria para el comedor.....                             | 32 |
| Figura 13. Plano en el software DIALux EVO.....                               | 38 |
| Figura 14. Luminaria para el software DIALux EVO .....                        | 38 |
| Figura 15. Luminaria para el baño.....                                        | 39 |
| Figura 16. Luminaria para el comedor.....                                     | 39 |
| Figura 17. Simulación de la bodega.....                                       | 40 |
| Figura 18. Flujo luminoso de la bodega.....                                   | 40 |
| Figura 19. Plano del circuito de iluminación .....                            | 44 |
| Figura 20. Plano del circuito de tomacorrientes .....                         | 51 |
| Figura 21. Diagrama unifilar.....                                             | 51 |
| Figura 22. Diseño completo en AutoCAD.....                                    | 52 |
| Figura 23. Iluminación de la secretaria.....                                  | 56 |
| Figura 24. Iluminación sala de reuniones .....                                | 56 |
| Figura 25. Centro de carga.....                                               | 57 |
| Figura 26. Circuito de fuerza- tomacorrientes .....                           | 57 |

# **CAPITULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

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

Las instalaciones eléctricas del Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha presentan un estado de deterioro crítico, lo que hace imprescindible la ejecución de un proyecto de diseño e implementación. Actualmente, el sistema eléctrico evidencia deficiencias en la iluminación, un cableado inadecuado y mal dimensionado, lo que incrementa el riesgo de que exista fugas de corriente y posibles cortocircuitos, afectando tanto la seguridad del personal como la integridad de los equipos. Además, estas instalaciones no cumplen con la normativa NEC, aumentando la vulnerabilidad del sistema y la posibilidad de fallos operativos en situaciones de alta demanda.

A esta problemática se suma la falta de una distribución equilibrada de carga entre las fases y la ausencia de una organización eficiente de los circuitos destinados a fuerza, control e iluminación. Estas deficiencias no solo disminuyen la eficiencia energética, sino que también retrasan la capacidad de respuesta ante emergencias, afectando la rapidez de acción del personal. Por ello, es fundamental llevar a cabo un diseño e implementación del sistema eléctrico que garantice un entorno de trabajo seguro y eficiente, cumpliendo con los estándares normativos establecidos.

### **1.2. Justificación**

El sistema eléctrico actual del Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha se encuentra en un estado de deterioro significativo, con componentes obsoletos y un diseño que no cumple con los parámetros requeridos para una operación segura y eficiente en servicios de emergencia. Este deterioro representa riesgos graves, como fugas de corriente y posibles cortocircuitos, que no solo comprometen la seguridad del personal, sino que también afectan la efectividad de la respuesta ante situaciones críticas. La necesidad de este proyecto radica en garantizar que las instalaciones eléctricas estén a la altura de las exigencias operativas de una institución de emergencia.

Para corregir estas deficiencias, el proyecto propone un enfoque integral que abarca el levantamiento de información técnica mediante inspecciones detalladas, el diseño de un nuevo sistema eléctrico con herramientas avanzadas como AutoCAD y la realización de simulaciones de iluminación en Dialux para validar su desempeño. Todo el proceso se desarrollará en estricta

conformidad con las normativas NEC, garantizando que cada etapa del diseño e implementación cumpla con los estándares de seguridad nacionales y eficiencia energética. La fase final incluye la instalación de materiales de alta calidad, priorizando una redistribución adecuada de las cargas eléctricas y una correcta separación de los circuitos de iluminación y fuerza.

Con la ejecución de este proyecto, el Cuerpo de Bomberos contará con un sistema eléctrico seguro, estable y eficiente, capaz de operar de manera continua las 24 horas sin interrupciones. Esto contribuirá a reducir significativamente los riesgos eléctricos, optimizar la capacidad de respuesta ante emergencias. Asimismo, se mejorará la eficiencia energética y la seguridad, estableciendo una infraestructura confiable que cumpla con las normativas vigentes y que responda a las necesidades actuales y futuras de la institución y la comunidad a la que sirve.

### **1.3. Alcance**

Este proyecto tiene como objetivo el diseño y la implementación de un sistema eléctrico seguro y eficiente para el Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha. Para lo cual se van a cumplir con las siguientes actividades:

- Elaboración de planos eléctricos unifilares en el software AutoCAD para el sistema de iluminación y fuerza en seis áreas, que incluyen:  
Tres oficinas de 6.90 m x 3.00 m  
Dos dormitorios de 6.90 m x 9.05 m  
Una bodega de 6.90 m x 4.60 m  
Sumando un total de 218.73 m<sup>2</sup>
- Estas acciones permitirán optimizar la distribución de energía en cada espacio, garantizando seguridad, eficiencia y cumplimiento de las normativas vigentes.
- Selección de luminarias mediante el software DIALux
- Dimensionamiento de las protecciones eléctricas del sistema de iluminación y fuerza
- Implementación de las instalaciones eléctricas en las 3 oficinas y el pasillo basadas en la norma NEC

Resultados Esperados:

- Sistema Eléctrico: Entregar un sistema eléctrico diseñado y completamente implementado, que cumpla con las normativas de seguridad y eficiencia.

- Planos y Documentación Técnica: Generar y entregar los planos en 2D, así como la documentación técnica detallada del sistema eléctrico en diagrama unifilar.
- Acta de Entrega/Recepción: Realizar la formalización de la entrega mediante un acta de recepción que certifique el cumplimiento de los estándares y la conformidad con los requisitos establecidos.
- Mejor Operatividad y Seguridad: Lograr un entorno operativo seguro y eficiente, que reduzca los riesgos eléctricos y optimice los tiempos de respuesta en emergencias.
- Sostenibilidad Energética: Diseñar e implementar un sistema eléctrico que fomente el uso adecuado y eficiente de la energía, optimizando el consumo y reduciendo los costos operativos. Esto permitirá mejorar la sostenibilidad de la infraestructura, minimizando el impacto ambiental y garantizando un funcionamiento más eficiente y confiable.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Implementar un sistema eléctrico seguro y eficiente en las instalaciones del Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha, empleando los softwares AutoCAD y dialux para el desarrollo de planos eléctricos y asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes, con el fin de garantizar la seguridad y operatividad de las instalaciones eléctricas.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Levantar información técnica de las instalaciones eléctricas para diagnosticar el estado actual y los requerimientos de actualización según la normativa vigente NEC.
- Diseñar los planos eléctricos en AutoCAD, detallando la distribución de los circuitos de iluminación y fuerza optimizando la carga entre las fases para asegurar una operación estable y segura.
- Simular la luminosidad en el software DIALux, asegurando niveles óptimos de iluminación en las instalaciones eléctricas.
- Implementar el sistema eléctrico diseñado, garantizando su funcionamiento correcto de las instalaciones, verificando su funcionamiento mediante pruebas finales.

## CAPITULO II

### 2.MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Principios básicos de la electricidad.

##### 2.1.1. Electricidad

“La electricidad es el resultado del movimiento de electrones de un punto a otro, lo cual puede ocurrir debido a un exceso o una deficiencia de estos en un material. Para facilitar el desplazamiento de los electrones, es necesario que una forma de energía se convierta en electricidad. En donde se pueden emplear seis maneras de energía en donde cada una de ellas podría considerarse como una fuente independiente de electricidad” (Orza Couto, 2022).

##### 2.1.2. Corriente eléctrica

El voltaje suministra energía a los electrones, permitiendo su desplazamiento a través de un circuito. Este movimiento de electrones da origen a la corriente eléctrica, encargada de realizar trabajo dentro del sistema. La corriente eléctrica esta definida como la tasa de flujo de carga y es un fenómeno físico fundamental en los circuitos eléctricos y electrónicos.

##### 1) *Tipos de corriente*

Hay dos tipos de corriente: corriente continua (CC) y corriente alterna (CA), cada una con características distintas y aplicaciones específicas.

**Corriente continua (CC):** este tipo de corriente tiene un flujo constante de electrones en una única dirección a través de un conductor. En este tipo de corriente, el voltaje permanece estable y la polaridad no varía, lo que la hace ideal para dispositivos electrónicos, baterías y sistemas de energía renovable como paneles solares.

**Corriente alterna:** este tipo de corriente es principalmente producidas por fuentes de energía como son pilas, baterías y paneles solares. Es el flujo de electrones que cambia de dirección de manera periódica, oscilando entre valores positivos y negativos. La polaridad del voltaje se va a invertir regularmente de esta manera creando un ciclo de corriente el mismo que se repite a una frecuencia determinada.

“La corriente alterna es la forma de energía que más se utiliza en la distribución de la energía eléctrica a gran escala ya que esta transmite de manera eficiente por largas distancias por medio de transformadores, esta corriente es suministrada por la red eléctrica en la mayoría de edificios comerciales y de los hogares” (Floyd, 2007).

## 2) *Voltaje*

En el campo de la electrostática, las cargas de signos opuestos ejercen una fuerza de atracción entre sí, es decir, una carga positiva es atraída por una carga negativa. Para separarlas a una distancia determinada, es necesario aplicar una cantidad específica de energía en forma de trabajo. Esta separación genera una energía potencial, la cual está directamente relacionada con la distancia entre las cargas.

## 3) *Resistencia*

Cuando un material conduce corriente eléctrica, los electrones libres en su interior se desplazan, pero en su trayecto pueden colisionar con los átomos de la estructura del material. Estas colisiones provocan la pérdida de energía cinética de los electrones, dificultando su movimiento. Cuanto mayor sea el número de colisiones, mayor será la resistencia al flujo de corriente eléctrica, lo que restringe su desplazamiento a través del material. “La capacidad de un material para oponerse al flujo de electrones se denomina resistencia eléctrica, la cual se mide en ohmios ( $\Omega$ )”. (Quiñonez & Rumipulla, 2021).

### **2.1.3. Control de la corriente en un circuito**

#### 1) *Interruptores mecánicos*

Para regular la conexión y desconexión de circuitos eléctricos, se emplean comúnmente interruptores. En un circuito cerrado, la corriente eléctrica puede fluir de manera continua, ya que existe una trayectoria completa que permite su paso. Esto ocurre cuando el interruptor está en posición cerrada, asegurando la conexión entre los componentes del circuito y permitiendo el movimiento ininterrumpido de los electrones. En contraste, en un circuito abierto no se presenta flujo de corriente, debido a que la trayectoria se encuentra interrumpida (el interruptor se halla en posición abierta).

#### 2) *Dispositivos de protección*

Los fusibles y disyuntores se utilizan para interrumpir el flujo de corriente en un circuito de manera intencionada cuando este supera un límite de amperaje preestablecido, generalmente



debido a fallos o condiciones anómalas en el sistema. Es crucial diferenciar entre ambos dispositivos: Un fusible se quema al detectar una sobrecarga, por lo que es necesario sustituirlo para restablecer el circuito. Un disyuntor, en cambio, se activa ante un exceso de corriente, pero puede ser reiniciado y reutilizado sin requerir reemplazo.

#### **2.1.4. Alambres**

En las instalaciones eléctricas, los conductores empleados son alambres, cuyo diámetro varía según su calibre y se clasifican conforme a un sistema de numeración estándar conocido como AWG (American Wire Gauge). En este sistema, a medida que el número de calibre aumenta, el diámetro del alambre disminuye. Además, el tamaño de un alambre también puede definirse en función de su área de sección transversal.

##### *1) Resistencia de un alambre:*

El cobre es ampliamente utilizado como conductor debido a su alta conductividad eléctrica; Sin embargo, al igual que cualquier material conductor, presenta cierta resistencia. Esta resistencia depende de tres factores principales: Tipo de material con el que está fabricado el alambre. Área de la sección transversal, donde un mayor grosor implica menor resistencia. Temperatura, que influye en la variación del valor de la resistencia del material.

##### *2) Tierra:*

En los circuitos eléctricos, la conexión a tierra actúa como referencia del sistema y cumple una función clave en la seguridad. Se distinguen dos tipos principales: Conexión a tierra de, que consiste en unir el chasis metálico de un dispositivo o una caja metálica a tierra para evitar descargas eléctricas. Conexión a tierra de referencia, utilizada para definir un potencial de 0 V dentro del circuito, permitiendo que los voltajes se midan y especifiquen en relación con este punto de referencia.

#### **2.1.5. Ley de Ohm**

La Ley de Ohm dice que la intensidad de corriente eléctrica que circula a través de un circuito o de uno de sus componentes va a ser directamente proporcional al voltaje aplicado en sus terminales e inversamente proporcional a la resistencia del circuito o del componente que se opone al flujo de corriente.

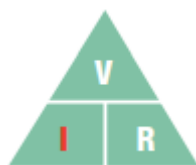


Figura 1. Ley de Ohm

$$I = \frac{V}{R}$$

Ecuación 1. Ley de Ohm

### 1) Aplicación en los circuitos eléctricos

Esta Ley indica que la potencia eléctrica disipada en un circuito es el resultado del producto entre la corriente y el voltaje. Esto significa que existe una relación directa entre el voltaje y la corriente, por lo que un aumento en cualquiera de estos valores incrementará la potencia del circuito.

La Ley de Ohm tiene una amplia aplicación tanto en la práctica como en la teoría dentro de la ingeniería eléctrica. Se emplea en el diseño de sistemas de iluminación, control de motores y equipos eléctricos. Asimismo, es fundamental para la resolución de problemas y el diagnóstico de fallas en circuitos eléctricos, permitiendo un análisis preciso del comportamiento de los sistemas eléctricos.

“Le ley de Ohm ayuda a determinar el tamaño de fusibles, interruptores y cables para aplicaciones eléctricas ya que calcula los requisitos de resistencia y corriente para poder seleccionar los componentes correctos generando seguridad en el sistema eléctrico tratando de evitar incendios” (FasterCapital , 2024).

#### 2.1.6. Potencia eléctrica.

“La potencia eléctrica es una magnitud que mide la cantidad de energía generada o consumida por unidad de tiempo. Los dispositivos con mayor potencia son aquellos capaces de disipar mayores cantidades de energía en un período determinado, lo que implica un mayor consumo eléctrico. La unidad de medida de la potencia eléctrica es el vatio (W)” (Electricidad expertos , 2024).

$$P = \frac{E}{t}$$

Ecuación 2. Potencia eléctrica

## **2.2. Sistema de mediciones eléctricas**

La utilización de los instrumentos de medición permite registrar datos que se desconocen los mismos que pueden ser comparados con los que ya están determinados, los instrumentos de medida de potencia, intensidad, resistencia y voltaje permiten comprobar el funcionamiento correcto de máquinas e instalaciones eléctricas, así como también nos permite identificar las características del consumo del servicio de energía eléctrica.

### **2.2.1. Principales instrumentos de medición eléctrica**

#### *1) Galvanómetro*

Instrumento utilizado para detectar y medir pequeñas corrientes eléctricas en un circuito.

#### *2) Óhmetro:*

Instrumento utilizado para determinar la resistencia eléctrica de un circuito o de un componente específico.

#### *3) Multímetro:*

Mide las capacidades de los otros medidores, es decir incorpora herramientas para poder medir resistencia, voltaje, entre otros (Ferrovial-Stem, 2022).

#### *4) Luxómetro:*

“Sirve para medir la intensidad de la luz en un lugar determinado” (Fluke, 2022).

## **2.3. Instalaciones eléctricas**

### **2.3.1. Fallos en instalaciones eléctricas**

Una falla se define como cualquier alteración en las variables operativas de un sistema, cuyo origen puede deberse a diversas causas, tales como cortocircuitos, fallas anómalas en el sistema de potencia, sobrecargas en la red, descargas atmosféricas, contaminación o daños estructurales.

Las incidencias de falla en sistemas de baja tensión son más frecuentes que en aquellos de alta tensión, debido a la mayor cantidad de equipos y componentes involucrados.

Fallas de tipo derivación: el 72% de las fallas identificadas corresponden a fallas monofásicas, mientras que el 22% involucran dos fases y el 6% son clasificadas como trifásicas.

Las fallas de tipo serie se caracterizan por la presencia de una fase abierta, lo que puede incluir situaciones en las que hay un polo abierto en el interruptor, así como la posible ruptura del conductor de una de las fases.

#### *1) Causas de las fallas*

“Las causas de las fallas son las descargas atmosféricas, incendios, fallas de equipos y errores de cableado, rompimiento de conductores y aisladores debido a los vientos, caída de los árboles, sismos, entre otros” (Brown Boveri, 2007) .

### **2.3.2. Protección de sistemas eléctricos**

La protección de los sistemas eléctricos es un área técnica especializada basada en principios de ingeniería, que implica el cálculo de las corrientes de falla y la determinación de las características nominales que deben cumplir los equipos. Posteriormente, se evalúa si los sistemas de protección están correctamente coordinados, asegurando así un funcionamiento eficiente y seguro.

#### *1) Funciones de un sistema de protección*

- Aislar de forma permanente las fallas detectadas.
- Reducir la cantidad de fallas relevantes.
- Optimizar el tiempo requerido para la localización de fallas.
- Anticipar los daños potenciales a los equipos. (Ramírez Castaño, 2022)

### **2.4. Normativas vigentes de Instalaciones Eléctricas en el Ecuador**

Para la ejecución del proyecto de diseño e implementación del sistema eléctrico enfocado en la mejora operativa, es esencial cumplir con las normativas y regulaciones vigentes en el país. A continuación, se detallan las principales normas aplicables:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)
- Código Eléctrico Nacional
- Normas Técnicas Ecuatorianas.

### **2.5. Sistema de iluminación**

#### **2.5.1. Flujo luminoso**

“El flujo luminoso se define como la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas direcciones. Su unidad de medida es el lumen (lm). En algunos casos, el flujo luminoso

se asocia con la salida del luminario, la cual puede ser menor que la emisión total de las lámparas, debido a que parte de la luz generada es absorbida por el propio luminario” (Harper, 1999).

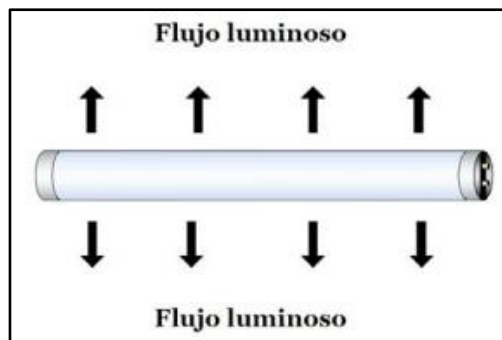


Figura 2. Flujo luminoso

### 2.5.2. Eficacia

“Es la relación existente entre el flujo luminoso de una lámpara y su potencia. La eficacia permite evaluar que tan buena o mala es una lámpara con respecto a la potencia que se consume y el flujo que proporciona la misma” (Madriz, Navarro , Castro, Holdt, & Calderón , 2020).

### 2.5.3. Nivel de iluminación

“Los niveles de iluminación se recomiendan de acuerdo al tipo de actividad que se realiza en cada espacio y situación de trabajo, es necesario contar con los niveles de iluminación adecuado” (simon electric, 2021).

Recomendaciones de niveles de iluminación según el uso de cada espacio:

Tabla 1. Niveles de iluminación

| Descripción                                       | Nivel      |
|---------------------------------------------------|------------|
| <i>Iluminación general de una cocina</i>          | 300 lx     |
| <i>Iluminación general de un baño</i>             | 200 lx     |
| <i>Iluminación general de un dormitorio</i>       | 100-200lx  |
| <i>Iluminación general de un centro educativo</i> | 350-1000lx |
| <i>Iluminación general de una oficina</i>         | 400-700 lx |

### 2.5.4. Cálculo del número de luminarias

#### 1) Método de Lúmenes

Este método se emplea para calcular la iluminancia media en servicio dentro de un espacio, siendo especialmente útil en iluminación de interiores cuando no se requiere una alta precisión en los cálculos.

## Datos de entrada

- Es necesario saber las medidas del área y la altura del plano de trabajo, que generalmente se consideran 0,85 metros desde el suelo hasta la superficie de la mesa de trabajo.
- Es necesario determinar el nivel de iluminancia media adecuado según la actividad que se desarrolle en el área; este valor puede consultarse en normativas especializadas.
- Se debe seleccionar la lámpara más adecuada en función de la tarea a realizar, asegurando eficiencia y calidad lumínica.
- Es importante elegir un sistema de iluminación que se adapte tanto a las características de las luminarias como a las necesidades específicas del espacio.
- Se debe establecer la altura de suspensión de las luminarias en función del sistema de iluminación seleccionado, garantizando una distribución óptima de la luz.

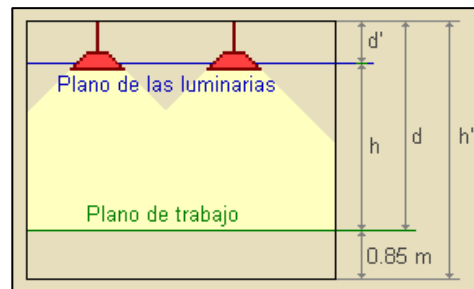


Figura 3. Plano de las luminarias

- Cálculo del índice local K

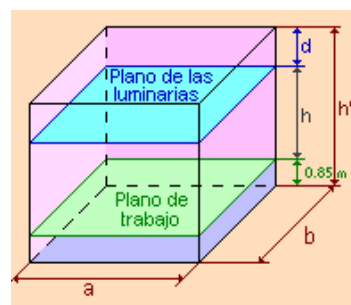


Figura 4. Índice K

$$k = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

Ecuación 3. Índice K

k es un parámetro que se encuentra dentro del rango de 1 a 10. Aunque ocasionalmente la fórmula puede proporcionar valores superiores a 10, estos no deben ser considerados, ya que la variación entre utilizar 10 y un valor superior en los cálculos resulta ser insignificante.

- Determinar el coeficiente de reflexión de techos, paredes y suelos, considerando factores como el tipo de material, las características de la superficie y su acabado, ya que estos influyen en la distribución y aprovechamiento de la luz en el espacio.

Tabla 2. Coeficiente de reflexión.

|         | Color              | Factor de reflexión ( $\rho$ ) |
|---------|--------------------|--------------------------------|
| Techo   | Blanco o muy claro | 0.7                            |
|         | claro              | 0.5                            |
|         | medio              | 0.3                            |
| Paredes | claro              | 0.5                            |
|         | medio              | 0.3                            |
|         | oscuro             | 0.1                            |
| Suelo   | claro              | 0.3                            |
|         | oscuro             | 0.1                            |

- Hay que escoger el factor de utilización a partir del índice del local y los coeficientes de reflexión, los cuales se pueden consultar en tablas proporcionadas por los fabricantes. Estas tablas muestran los factores de iluminación en relación con los coeficientes de reflexión y el índice del local correspondiente. Si no se dispone de estos valores de forma directa, deberá utilizar el método de interpolación para su estimación.

Tabla 3. Factor de utilización

| Tipo de aparato de alumbrado                                                        | Índice del local k | Factor de utilización ( $\gamma$ ) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |  |     |  |   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|--|-----|--|---|--|
|                                                                                     |                    | Factor de reflexión del techo      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     |                    | 0.8                                |     |     |     | 0.7 |     |     |     | 0.5 |     |     |     | 0.3 |  |     |  | 0.1 |  |   |  |
|                                                                                     |                    | Factor de reflexión de las paredes |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     |                    | 0.5                                |     | 0.3 |     | 0.1 |     | 0.5 |     | 0.3 |     | 0.1 |     | 0.5 |  | 0.3 |  | 0.1 |  | 0 |  |
|  | 0.6                | .39                                | .35 | .32 | .38 | .34 | .32 | .38 | .34 | .31 | .33 | .31 | .30 |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     | 0.8                | .48                                | .43 | .40 | .47 | .42 | .40 | .46 | .42 | .39 | .41 | .38 | .37 |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     | 1.0                | .53                                | .49 | .46 | .52 | .48 | .45 | .51 | .47 | .45 | .46 | .44 | .41 |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     | 1.25               | .58                                | .54 | .51 | .57 | .53 | .50 | .55 | .51 | .49 | .50 | .48 | .45 |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     | 1.5                | .62                                | .58 | .54 | .61 | .57 | .54 | .58 | .55 | .52 | .53 | .51 | .48 |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     | 2.0                | .66                                | .62 | .59 | .64 | .61 | .58 | .61 | .59 | .57 | .56 | .55 | .52 |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     | 2.5                | .68                                | .65 | .63 | .67 | .64 | .62 | .64 | .61 | .60 | .59 | .57 | .54 |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     | 3.0                | .70                                | .67 | .65 | .69 | .66 | .64 | .65 | .63 | .61 | .60 | .59 | .56 |     |  |     |  |     |  |   |  |
|                                                                                     | 4.0                | .72                                | .70 | .68 | .70 | .69 | .67 | .67 | .66 | .64 | .63 | .61 | .58 |     |  |     |  |     |  |   |  |
| $D_{max} = 1.0 H_m$                                                                 | 5.0                | .73                                | .71 | .70 | .71 | .70 | .68 | .68 | .67 | .66 | .64 | .63 | .59 |     |  |     |  |     |  |   |  |
| $f_m$                                                                               | .70                | .75                                | .80 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |  |     |  |   |  |

$H_m$ : altura luminaria-plano de trabajo

- Se determina el factor de mantenimiento de la instalación, el cual depende del nivel de contaminación ambiental y de la frecuencia de las tareas de limpieza realizadas en el área analizada.

Tabla 4. Factor de mantenimiento

| Ambiente | Factor de mantenimiento ( $f_m$ ) |
|----------|-----------------------------------|
| Limpio   | 0.8                               |
| Sucio    | 0.6                               |

Finalmente Por último, se calcula el flujo luminoso total necesario , utilizando la fórmula adecuada para garantizar una iluminación óptima en el espacio:

$$\Phi_T = \frac{Em * S}{\eta * f_m}$$

Ecuación 4. Flujo luminoso total

En donde:

$\Phi_T$ : *flujo luminoso total*

$E$ : *Luminancia media deseada*

$S$ : *superficie del plano de trabajo*

$\eta$ : *factor de utilización*

$f_m$ : *factor de mantenimiento*

- Luego se realiza el cálculo del número de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L}$$

Ecuación 5. Número de luminarias

En donde:

$N$ : *número de luminarias*

$\Phi_T$ : *flujo luminoso total*

$\Phi_L$ : *flujo luminoso de una lámpara*

$n$ : *número de lámpara por luminaria*

- “Se realiza el cálculo del emplazamiento de las luminarias, debido a que en los cuartos de manera rectangular a las luminarias se les reparte de manera uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las siguientes fórmulas” (Garcia Fernandez, 2020).

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total} * ancho}{largo}}$$



$$N_{largo} = N_{ancho} * (\frac{largo}{ancho})$$

Ecuación 6. Emplazamiento de las luminarias

## 2.6. Circuito de fuerza

“Los circuitos de fuerza son componentes que están en cualquier instalación eléctrica debido a que están diseñados para poder suministrar energía a los dispositivos y equipos que requieren un consumo de electricidad alto. Este tipo de circuitos se lo utiliza en viviendas, instalaciones industriales y locales comerciales” (Electricidad expertos , 2024).

## 2.7. Factores de demanda

El factor de demanda se refiere a la proporción entre la carga total instalada y la demanda máxima registrada. Generalmente, este factor es menor a 1, alcanzando dicho valor solo en casos donde, durante el período analizado, se utilicen todas las potencias nominales simultáneamente, lo cual es poco frecuente.

$$FD = \frac{Carga\ Maxima}{Carga\ Instalada} = \frac{DM}{PI}$$

Ecuación 7. Factor de demanda

“El factor de demanda es el que indica el grado en el que la carga total instalada trabaja simultáneamente es decir va a indicar el porcentaje de la carga instalada que se está alimentando” (Santander Aragón, 2018).

## 2.8. Tomacorrientes e iluminación

Según dice la norma NEC los factores que se deben considerar van a ser calculados dependiendo de la dimensión del local, en la tabla 5 se observa “los factores de demanda para iluminación y para tomacorrientes de acuerdo al tipo de vivienda” (NEC, 2018).

Tabla 5. Factores de demanda

Fuente: (NEC, 2018)

| VIVIENDA TIPO              | FD<br>Iluminación | FD<br>Tomacorrientes |
|----------------------------|-------------------|----------------------|
| Pequeña -<br>mediana       | 0,70              | 0,50                 |
| Mediana grande -<br>Grande | 0,55              | 0,40                 |
| Especial                   | 0,53              | 0,30                 |

Se requiere realizar la instalación de los tomacorrientes es necesario considerar la potencia de los equipos eléctricos que tienen cargas especiales, como se observa en la tabla 6 (NEC, 2018).

Tabla 6. Cargas especiales

Fuente: (NEC, 2018)

| EQUIPO ELÉCTRICO                 | POTENCIA MEDIA (W) |
|----------------------------------|--------------------|
| Ducha eléctrica                  | 3.500              |
| Horno eléctrico                  | 3.000              |
| Cocina eléctrica                 | 6.000              |
| Calefón eléctrico                | 8.000              |
| Aire acondicionado               | 2.500              |
| Calentador eléctrico             | 3.000              |
| Cargador para vehículo eléctrico | 7.500              |

## 2.9. Planos eléctricos

Los planos eléctricos son gráficos que nos permiten ver las conexiones de los equipos eléctricos y de las luminarias lo que permite tener una mejor perspectiva de cómo está el sistema eléctrico para poder realizar la implementación, mantenimiento o modificación. Existe planos para cada una de las aplicaciones.

- Planos de alimentación: no indica la ubicación de los tomacorrientes dentro del área de trabajo para la energización de los equipos.
- Planos de iluminación: nos ayuda a tener información de la ubicación de cada una de las luminarias en las distintas áreas.
- Planos de potencia: son los planos unifilares, ayudan a la comprensión del área a trabajar

## 2.10. DIALux

DIALux es un software especializado en el diseño, cálculo y visualización de sistemas de iluminación para entornos interiores y exteriores. A través de DIALux, es posible modelar ambientes específicos, como habitaciones individuales, edificios y vías, entre otros.

En DIALux se puede planificar con luminarias reales en los catálogos digitales de las luminarias en donde se recibirá la información completa sobre los productos (DIALux, 2025).

## **2.11. AutoCAD**

“Es un programa de diseño asistido por computador, es un programa bastante utilizado en ingeniería, arquitectura, diseño, el mismo que ayuda en la creación de planos en 2D y 3D” (Autodesk, 2022).

## CAPITULO III

### 3.DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

#### 3.1. Situación inicial

##### 3.1.1. Levantamiento de información

El cuerpo de bomberos “Mocha”, está ubicada en Tungurahua en el cantón Mocha, perteneciente al Caserío Pinguilí Las Lajas, Vía Principal Mocha Ambato, en donde dan servicio 7 bomberos, su ubicación la podemos apreciar en la figura 5.



Figura 5.Bomberos de Mocha

Actualmente el cuerpo de bomberos cuenta con un sistema de eléctrico que funciona desde que se construyó, anteriormente fue una escuela, y luego le adaptaron para que funcionada el cuerpo de bomberos, los datos que fueron obtenidos se los hizo mediante un levantamiento de información de las áreas que se va a intervenir, como es la bodega, dormitorio, sala de reuniones, jefatura, secretaria y comedor, se hizo una inspección minuciosa en todo el sistema eléctrico para poder verificar el estado actual en donde se pudo encontrar algunas deficiencias lo que puede ocasionar daños en los equipos o también corto circuitos.

El cuerpo de bomberos mocha tiene una estructura echa de ladrillo, el techo está elaborado con una estructura metálica y la cubierta de Eternit, el tumbado es con cielo raso en donde se encuentra el respectivo cableado y la iluminación.

A continuación, en la figura 6 se encuentra las áreas que se van a intervenir en este trabajo.

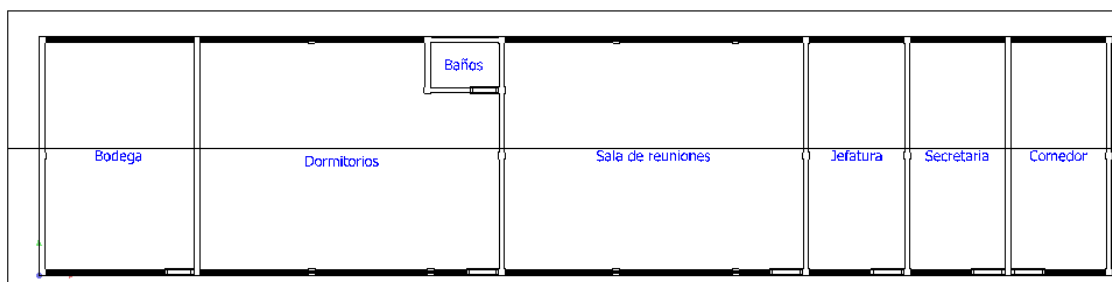


Figura 6. Plano del área a intervenir

En la Tabla 7 se presentan las dimensiones de las áreas a abordar.

Tabla 7. Medidas de las áreas a trabajar

| Descripción       | Largo  | Ancho | Área                |
|-------------------|--------|-------|---------------------|
| Bodega            | 4.6 m  | 6.9 m | 31,7 m <sup>2</sup> |
| Dormitorios       | 9.05 m | 6.9 m | 62,4 m <sup>2</sup> |
| Baño              | 2.2 m  | 1.5 m | 3,3 m <sup>2</sup>  |
| Sala de reuniones | 9.05 m | 6.9 m | 62,4 m <sup>2</sup> |
| Jefatura          | 3 m    | 6.9 m | 20,7 m <sup>2</sup> |
| Secretaria        | 3 m    | 6.9 m | 20,7 m <sup>2</sup> |
| Comedor           | 3 m    | 6.9 m | 20,7 m <sup>2</sup> |

### 3.1.2. Plano arquitectónico

El sistema de iluminación está conformado por 22 tubos fluorescentes de 2500 lúmenes. En la figura 7 se tiene el plano de iluminación, que ilustra la estructura actual del sistema en funcionamiento.

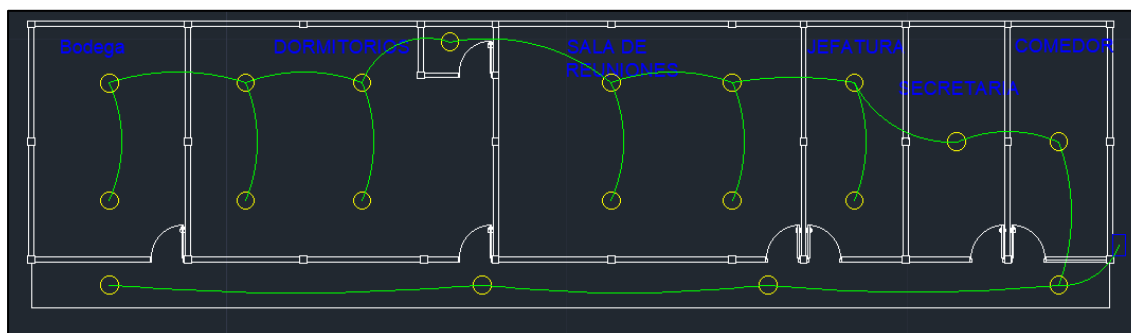


Figura 7. Plano actual del sistema de iluminación del cuerpo de Bomberos

### 3.1.3. Problemas del sistema eléctrico

En la figura 8 se puede apreciar que los tomacorrientes se encuentran en mal estado, la canaleta esta despegada de la pared y en algunos casos los cables están expuestos.



Figura 8. Tomacorriente en mal estado, dormitorio

En la figura 9 se puede apreciar que las conexiones del interruptor se encuentran en mal estado, los cables están salido, se tienen algunos tomacorrientes que se encuentran averiados.



Figura 9. Interruptor en mal estado de la jefatura

En la figura 10 se puede apreciar las conexiones de la ducha que se encuentran en mal estado lo que puede ocasionar algún riesgo para las personas.



Figura 10. Conexión de la ducha en mal estado

## 3.2. Diseño

### 3.2.1. Iluminación

#### 1) Tipo de luminaria a utilizar

Para poder realizar la selección de la luminaria a utilizar en la implementación, se ha llevado a cabo un análisis de diversas marcas. Tras esta evaluación, se ha decidido optar por las lámparas LED de la marca Sylvania, debido a que tiene un buen nivel de eficiencia y calidad que tiene en sus productos. Las características de estas luminarias se presentan en la figura 12.

**LED Toledo**  
LED TUBE 18W T8 PC NW UNV HF  
P27145



Producto LED en formato tubular para iluminación general, su tecnología y diseño proporciona una mejor iluminación interior. Ahorra hasta el 60% de energía comparado con tubos fluorescentes.

**CARACTERÍSTICAS**  
Diseño de tubo tradicional  
Cuerpo con acabado opalizado  
Tecnología de chip LED SMD y driver integrado en el tubo.

**APLICACIONES**  
Iluminación interior  
Espacios domésticos  
Iluminación general



| DATOS ÓPTICOS               |                    | DATOS FÍSICOS               |                      | DATOS ELÉCTRICOS          |                   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|
| Temperatura de color        | 4000K              | Material chasis             | Polycarbonato        | Potencia de entrada       | 18W               |
| Flujo luminoso              | 2500 lm            | Base                        | G13                  | Tensión de operación      | 100-277V 50/60Hz  |
| Ángulo de apertura          | 180°               | Acabado                     | Opalizado            | Corriente de entrada      | 0.15A @120V       |
| Tipo de distribución        | Directa asimétrica | Dimensiones (Φ x L)         | 27.1x0.25 x 1212.4±1 | Factor de potencia        | 0.9               |
| Reproducción de color (IRC) | 80                 | Temperatura de operación Ta | -10°C ~ 40°C         | Distorsión armónica (THD) | ≤30%              |
| Vida útil                   | 40.000h L70        |                             |                      | Atenuable                 | NO                |
| Eficacia                    | 139 lm/W           |                             |                      | Ciclos de conmutación     | 40000             |
|                             |                    |                             |                      | Tipo de conexión          | L-N en un extremo |
|                             |                    |                             |                      | Tipo de socket            | No prepuenteado   |

Figura 112. Tipo de luminaria a implementar

Para el baño se empleará un tipo de luminaria diferente, dado que se trata de un espacio reducido, como se muestra en la figura 13.

**LED Toledo**  
TOLEDO HW 30W DL MV  
P24892



Lámpara LED de alta potencia y alto flujo, su tecnología y diseño brinda una distribución uniforme de luz. Bajo consumo, ahorra hasta el 80% de energía comparado con los bombillos incandescentes y compactos ahorradores de flujo similar.

**CARACTERÍSTICAS**  
Diseño robusto  
Tecnología de chip LED SMD  
No genera radiación UV

**APLICACIONES**  
Iluminación general de doble altura.  
Bodegas e instalaciones industriales.



| DATOS ÓPTICOS               |                   | DATOS FÍSICOS                 |                   | DATOS ELÉCTRICOS            |                  |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------|
| Temperatura de color        | 6500K (DL)        | Acabado                       | Blanco            | Potencia de entrada         | 30W              |
| Flujo luminoso              | 2380 lm           | Protección IP                 | IP20              | Tensión de operación        | 100-240V 50/60Hz |
| Ángulo de apertura          | 180°              | Dimensiones (Φ x H)           | Φ100*178 mm       | Corriente de entrada        | 0.5A @120V       |
| Tipo de distribución        | Directa simétrica | Tipo De montaje               | E27               | Factor de potencia          | 0.5              |
| Reproducción de color (IRC) | ≥70               | Chasis                        | Aluminio/Plástico | Tipo de driver              | Integrado        |
| Vida útil                   | 20000h L70        | Optica                        | Difusor Opalizado | Atenuable                   | NO               |
| Eficacia                    | 79 lm/W           | Condición óptima de operación | 25°C              | Ciclos de encendido/apagado | 15.000 ciclos    |
|                             |                   | Temperatura de operación Ta   | -20°C ~ +40°C     |                             |                  |

Figura 13. Tipo de luminaria para el baño

Para la cocina se empleará un tipo de luminaria diferente. Las características pueden ser observadas en la figura 13.

**LED Toledo**  
**TOLEDO HW 50W DL MV**  
**P26571**



Lámpara LED de alta potencia y alto flujo, su tecnología y diseño brinda una distribución uniforme de luz. Bajo consumo, ahorra hasta el 80% de energía comparado con los bombillos incandescentes y compactos ahorradores de flujo similar.

**CARACTERÍSTICAS**

Diseño robusto  
Tecnología de chip LED SMD  
No genera radiación UV

**APLICACIONES**

Iluminación general de doble altura.  
Bodegas e instalaciones industriales.







| DATOS ÓPTICOS               |                   | DATOS FÍSICOS                             |                   | DATOS ELÉCTRICOS            |                  |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------|
| Temperatura de color        | 6500K (DL)        | Acabado                                   | Blanco            | Potencia de entrada         | 50W              |
| Flujo luminoso              | 4000 lm           | Protección IP                             | IP20              | Tensión de operación        | 100-240V 50/60Hz |
| Ángulo de apertura          | 180°              | Dimensiones (Φ x H)                       | Φ140*235 mm       | Corriente de entrada        | 0.33A @120V      |
| Tipo de distribución        | Directa simétrica | Tipo De montaje                           | E27               | Factor de potencia          | 0.5              |
| Reproducción de color (IRC) | ≥80               | Chasis                                    | Aluminio/Plástico | Tipo de driver              | Integrado        |
| Vida útil                   | 20000h L70        | Optica                                    | Difusor Opalizado | Atenuable                   | NO               |
| Eficacia                    | 80 lm/W           | Condición óptima de operación             | 25°C              | Ciclos de encendido/apagado | 40.000 ciclos    |
|                             |                   | Temperatura de operación Ta -20°C ~ +40°C |                   |                             |                  |

Figura 12. Tipo de luminaria para el comedor

## 2) Cálculos de iluminación

El cuerpo de Bomberos de Mocha cuenta con varios espacios como son: almacén, dormitorios, sala de reuniones, jefatura, secretaría y comedor. Para la ejecución de este proyecto se va a intervenir todas las áreas anteriormente descritas, las cuales cada una de ellas tiene sus respectivas medidas. Para poder realizar los cálculos de las luminarias del cuerpo de bomberos se considerará el método de lúmenes, explicado en el capítulo anterior, en donde se realizarán los cálculos según el flujo luminoso.

Es importante destacar que se incluyen datos específicos, tales como el área de instalación de las luminarias, el color de las paredes, el material del piso, la altura de las mesas y los materiales de trabajo, ya que estos factores influirán en la luminosidad del espacio.

## 3) Cálculo del Factor de índice local

Para llevar a cabo este cálculo, se ha considerado la ecuación 8, la cual se empleará en el cálculo del flujo luminoso.

$$k = \frac{A * B}{H(A + B)}$$

Ecuación 8. Factor de índice local



Se tiene las siguientes medidas para la **bodega**

$A: 4.60m$

$B: 6.90m$

$H: 1.93m$

Se procederá a realizar el reemplazo de los valores en la ecuación, donde se establece lo siguiente:

$$k = \frac{4.60 * 6.90}{1.88(4.60 + 6.90)}$$
$$k = 1.47$$

**Interpretación:** Al calcular el factor  $k$  del almacén, se obtiene un valor de 1.45. Este resultado, que es superior a 1 e inferior a 2, indica la presencia de luz indirecta iluminando la superficie. Esta iluminación se debe a que el color de las paredes, el techo y el piso es de tonalidades muy claras. Asimismo, se observa que las paredes están relativamente cerca de la superficie y la lámpara no se encuentra a una altura excesiva.

En la tabla 2 se procede al cálculo del factor de índice local de todas las áreas en el que se va a desarrollar este trabajo, se detalla los valores del ancho, largo y altura.

Tabla 8. Cálculo del Factor de índice local de todas las áreas

| Descripción       | A    | B    | H    | k    |
|-------------------|------|------|------|------|
| Bodega            | 4.6  | 6.90 | 1.88 | 1,47 |
| Dormitorio        | 9.05 | 6.90 | 1,75 | 2,24 |
| Baño              | 2.2  | 1.5  | 1,75 | 0,51 |
| Sala de reuniones | 9.05 | 6.9  | 1,75 | 2,24 |
| Jefatura          | 3    | 6.9  | 1,75 | 1,19 |
| Secretaria        | 3    | 6.9  | 1,75 | 1,19 |
| Comedor           | 3    | 6.9  | 2,3  | 0,91 |

#### 4) Coeficientes de reflexión

Para poder realizar el cálculo de los coeficientes de reflexión es fundamental tener en cuenta tanto el tipo de material como el color de la superficie en la que se refleja la luz. Además, se debe considerar la calidad de los acabados de techo, paredes y suelo, lo que facilitará la selección adecuada de los porcentajes de reflexión. Para este análisis, se utilizará la Tabla 9 como referencia para continuar con el cálculo correspondiente.

Tabla 9. Coeficiente de reflexión

|         | Color              | Factor de reflexión |
|---------|--------------------|---------------------|
| Techo   | Blanco o muy claro | 0.7                 |
|         | Claro              | 0.5                 |
|         | Medio              | 0.3                 |
| Paredes | Claro              | 0.5                 |
|         | Medio              | 0.3                 |
|         | Oscuro             | 0.1                 |
| Suelo   | Claro              | 0.3                 |
|         | Oscuro             | 0.1                 |

En la Tabla 10 se visualizar los coeficientes de reflexión escogidos, considerando el techo, el piso y las paredes. Cabe destacar que este coeficiente será uniforme en todas las áreas, ya que comparten las mismas características.

Tabla 10. Coeficiente de reflexión

| Descripción | Color  | Coeficiente de reflexión |
|-------------|--------|--------------------------|
| Techo       | Claro  | 0.5                      |
| Paredes     | Claro  | 0.5                      |
| Piso        | Oscuro | 0.1                      |

Utilizando los valores del coeficiente de reflexión del techo, paredes y piso, así como los valores calculados del Factor de Índice Local, podemos seleccionar el factor de utilización de acuerdo a lo que se puede evidenciar en la tabla 11.

Tabla 11. Factor de utilización

| Tipo de aparato de alumbrado                                                        | Índice del local k | Factor de utilización ( $\eta$ )   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
|                                                                                     |                    | Factor de reflexión del techo      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |
|                                                                                     |                    | 0.8                                |     |     | 0.7 |     |     | 0.5 |     |     | 0.3 |     |     | 0 |
|                                                                                     |                    | Factor de reflexión de las paredes |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |
|                                                                                     |                    | 0.5                                | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0   |   |
|  | 0.6                | .39                                | .35 | .32 | .38 | .34 | .32 | .38 | .34 | .31 | .33 | .31 | .30 |   |
|                                                                                     | 0.8                | .48                                | .43 | .40 | .47 | .42 | .40 | .46 | .42 | .39 | .41 | .38 | .37 |   |
|                                                                                     | 1.0                | .53                                | .49 | .46 | .52 | .48 | .45 | .51 | .47 | .45 | .46 | .44 | .41 |   |
|                                                                                     | 1.25               | .58                                | .54 | .51 | .57 | .53 | .50 | .55 | .51 | .49 | .50 | .48 | .45 |   |
|                                                                                     | 1.5                | .62                                | .58 | .54 | .61 | .57 | .54 | .58 | .55 | .52 | .53 | .51 | .48 |   |
|                                                                                     | 2.0                | .66                                | .62 | .59 | .64 | .61 | .58 | .61 | .59 | .57 | .56 | .55 | .52 |   |
|                                                                                     | 2.5                | .68                                | .65 | .63 | .67 | .64 | .62 | .64 | .61 | .60 | .59 | .57 | .54 |   |
|                                                                                     | 3.0                | .70                                | .67 | .65 | .69 | .66 | .64 | .65 | .63 | .61 | .60 | .59 | .56 |   |
|                                                                                     | 4.0                | .72                                | .70 | .68 | .70 | .69 | .67 | .67 | .66 | .64 | .63 | .61 | .58 |   |
|                                                                                     | 5.0                | .73                                | .71 | .70 | .71 | .70 | .68 | .68 | .67 | .66 | .64 | .63 | .59 |   |

En la tabla 12 se puede observar el factor de utilización de cada una de las áreas que van a ser interferidas.

Tabla 12. Factor de utilización de todas las áreas

| Área              | Factor de utilización ( $\eta$ ) |
|-------------------|----------------------------------|
| Bodega            | 0,58                             |
| Dormitorio        | 0,64                             |
| Baño              | 0,38                             |
| Sala de reuniones | 0,64                             |
| Jefatura          | 0,55                             |
| Secretaria        | 0,55                             |
| Comedor           | 0,51                             |

##### 5) Determinación del factor de mantenimiento ( $f_m$ )

Este coeficiente se relaciona con el nivel de limpieza que debe mantenerse en la luminaria para garantizar su eficacia en la iluminación, así como con el entorno ambiental en el que se encuentra. En este caso, se ha determinado que el lugar presenta condiciones de limpieza adecuadas, por lo que se opta por la siguiente medida.

Tabla 13. Factor de mantenimiento

| Ambiente | Factor de mantenimiento |
|----------|-------------------------|
| Limpio   | 0.8                     |
| Sucio    | 0.6                     |

En este caso, todas las áreas tendrán un factor de mantenimiento de 0.8, dado que se considera que el lugar se encuentra en condiciones de limpieza óptimas.

##### 6) Luminancia media deseada.

Este valor está relacionado con la actividad que se realice en esta área, la bodega se toma en cuenta como un lugar en donde hay archivos, copias, etc por lo que se considera el siguiente valor (UNE-EN 12464-1, 2003).

Tabla 14. Luminancia media.

| TABLA DE OFICINAS |                                                                |           |                  |                |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|------------------|----------------|
| 1. OFICINAS       |                                                                |           |                  |                |
| Nº REF            | TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD                              | $E_m$ lux | UGR <sub>L</sub> | R <sub>a</sub> |
| 1.1               | ARCHIVO, COPIAS, ETC.                                          | 300       | 19               | 80             |
| 1.2               | ESCRITURA, ESCRITURA A MÁQUINA, LECTURA Y TRATAMIENTO DE DATOS | 500       | 19               | 80             |
| 1.3               | DIBUJO TÉCNICO                                                 | 750       | 16               | 80             |
| 1.4               | PUESTOS DE TRABAJO DE CAD                                      | 500       | 19               | 80             |
| 1.5               | SALAS DE CONFERENCIAS Y REUNIONES                              | 500       | 19               | 80             |
| 1.6               | MOSTRADOR DE RECEPCIÓN                                         | 300       | 22               | 80             |
| 1.7               | ARCHIVOS                                                       | 200       | 25               | 80             |

### 7) Cálculo del flujo luminoso total

Se realizará el cálculo requerido, para lo cual se empleará la fórmula siguiente.

$$\Phi_T = \frac{Em * S}{\eta * f_m}$$

Ecuación 9. Flujo luminoso total

Reemplazando los valores obtenidos

$E$ : 300

$S$ : 4.60 \* 6.90

$\eta$ : 0.58

$f_m$ : 0.8

$$\Phi_T = \frac{300 * 4.60 * 6.90}{0.58 * 0.8}$$

$$\Phi_T = 20521.55 \text{ lúmenes}$$

En la tabla 15 se tiene el cálculo de flujo luminoso de todas las áreas que se va a intervenir en este trabajo de investigación.

Tabla 15. Flujo luminoso de todas las áreas

| Área              | $E$ | $S$       | $\eta$ | $f_m$ | $\Phi_T$ |
|-------------------|-----|-----------|--------|-------|----------|
| Bodega            | 200 | 4.60*6.90 | 0,58   | 0.80  | 13681,03 |
| Dormitorio        | 300 | 9.05*6.90 | 0,64   | 0.80  | 36588,87 |
| Baño              | 200 | 2.20*1.50 | 0,38   | 0.80  | 3256,58  |
| Sala de reuniones | 500 | 9.05*6.90 | 0,64   | 0.80  | 36588,87 |
| Jefatura          | 300 | 3.00*6.90 | 0,55   | 0.80  | 23522,73 |
| Secretaria        | 300 | 3.00*6.90 | 0,55   | 0.80  | 23522,73 |
| Comedor           | 200 | 3.00*6.90 | 0,51   | 0.80  | 25367,65 |

### 8) Cálculo del número de luminarias

Se procede con el cálculo correspondiente en la bodega utilizando la ecuación #, en la cual se reemplazaron los valores correspondientes.

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L}$$

Ecuación 10. Número de luminarias

$$N = \frac{20521.55}{3 * 2500}$$

$$N = 2.74$$

Tabla 16. Número de las luminarias.

| Área              | $\Phi_T$ | $\Phi_L$ | $n$ | $N$    |
|-------------------|----------|----------|-----|--------|
| Bodega            | 13681,03 | 2500     | 2   | 2,74=3 |
| Dormitorio        | 36588,87 | 2500     | 3   | 4,88=5 |
| Baño              | 2171,05  | 2740     | 1   | 0,26=1 |
| Sala de reuniones | 60981,45 | 2500     | 3   | 8,13=8 |
| Jefatura          | 14113,64 | 2500     | 2   | 2,82=3 |
| Secretaria        | 14113,64 | 2500     | 2   | 2,82=3 |
| Comedor           | 10147,06 | 4000     | 1   | 2,44=2 |

En la tabla 16 se presenta el cálculo del número de luminarias que se utilizará en cada una de las áreas de trabajo.

### 9) Emplazamiento de las luminarias

Dentro de este diseño es importante saber en dónde van a estar ubicadas las luminarias de manera ordenada y uniforme para lo cual se procede a utilizar la ecuación 11.

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total} * ancho}{largo}}$$

$$N_{largo} = N_{ancho} * \left(\frac{largo}{ancho}\right)$$

Ecuación 11. Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{2.05 * 4.6}{6.9}}$$

$$N_{ancho} = 1.17$$

$$N_{largo} = N_{ancho} * \frac{largo}{ancho}$$

$$N_{largo} = 1.17 * \frac{6.9}{9.05}$$

$$N_{largo} = 1.75$$

Tabla 17. Emplazamiento de las luminarias.

| Área              | $N_{Total}$ | $ancho$ | $largo$ | $N_{ancho}$ | $N_{largo}$ |
|-------------------|-------------|---------|---------|-------------|-------------|
| Bodega            | 2,74        | 4,6     | 6,9     | 1,35        | 2,03        |
| Dormitorio        | 4,88        | 9,05    | 6,9     | 2,53        | 1,93        |
| Baño              | 0,26        | 2,2     | 1,5     | 0,62        | 0,42        |
| Sala de reuniones | 8,13        | 9,05    | 6,9     | 3,27        | 2,49        |
| Jefatura          | 2,82        | 3       | 6,9     | 1,11        | 2,55        |
| Secretaria        | 2,82        | 3       | 6,9     | 1,11        | 2,55        |
| Comedor           | 2,54        | 3       | 6,9     | 1,05        | 2,42        |

En la Tabla 17 se observa las respuestas del número de filas y columnas que se utilizarán como referencia para la adecuada disposición de las luminarias.

#### 10) Comprobación con el Software DIALux EVO

En la figura 15 se observa la simulación del área a intervenir, donde se puede apreciar la iluminación una vez implementada.

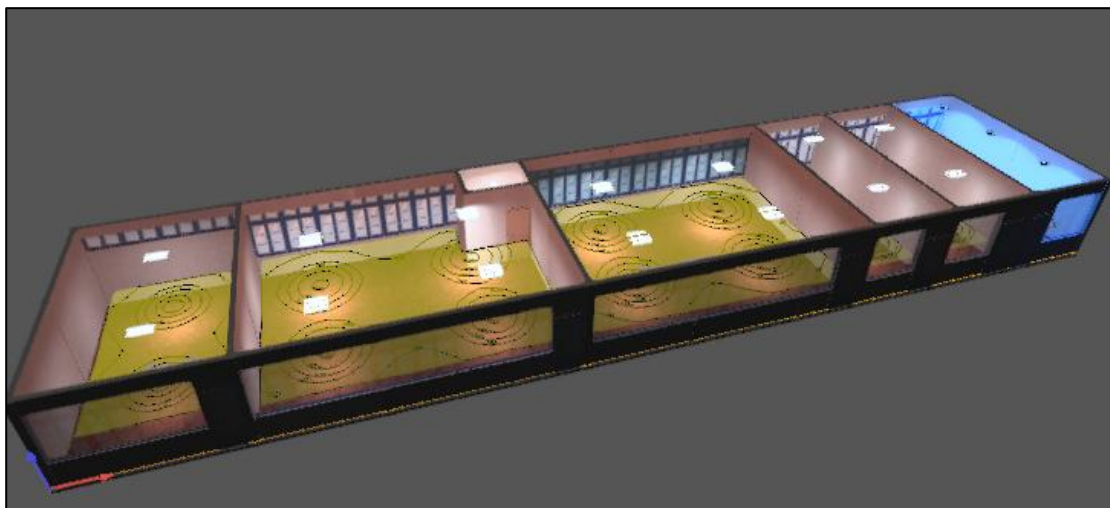
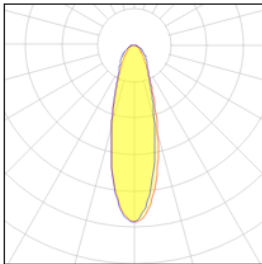


Figura 13. Plano en el software DIALux EVO

En la figura 16 se presentan las características de la luminaria utilizada en la bodega, dormitorios, sala de reuniones, jefatura y secretaría, las cuales fueron analizadas mediante el software DIALux EVO para simular la iluminación adecuada.

| Emisión de luz 1                                                                    |                             |                  |                     |         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|---------|-----|
| Equipo disponible                                                                   | Potencia nominal de lámpara | Flujo de lámpara | Eficiencia luminosa | CCT     | CRI |
| 1 x LED                                                                             | 18 W                        | 2200 lm          | 122 lm/W            | 6500 K  | 80  |
|  |                             |                  | LOR:                | 100 %   |     |
|                                                                                     |                             |                  | Flujo total:        | 2200 lm |     |
|                                                                                     |                             |                  | Potencia total:     | 18 W    |     |
|                                                                                     |                             |                  |                     |         |     |

|                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| <b>Tipo de Montaje</b>  | <b>Ajustabilidad</b> |
| Montaje en techo        | Fijo                 |
| <b>Forma y medidas</b>  | <b>Eléctrico</b>     |
| Longitud: 600 mm        | Potencia: 18 W       |
| Anchura: 109 mm         | <b>Protección</b>    |
| Altura ajustable: 66 mm |                      |
|                         | IP: 67               |
|                         | IK: 01               |

Figura 14. Luminaria para el software DIALux EVO

En la figura 17 se presentan la información de la luminaria que se instalará en el baño.

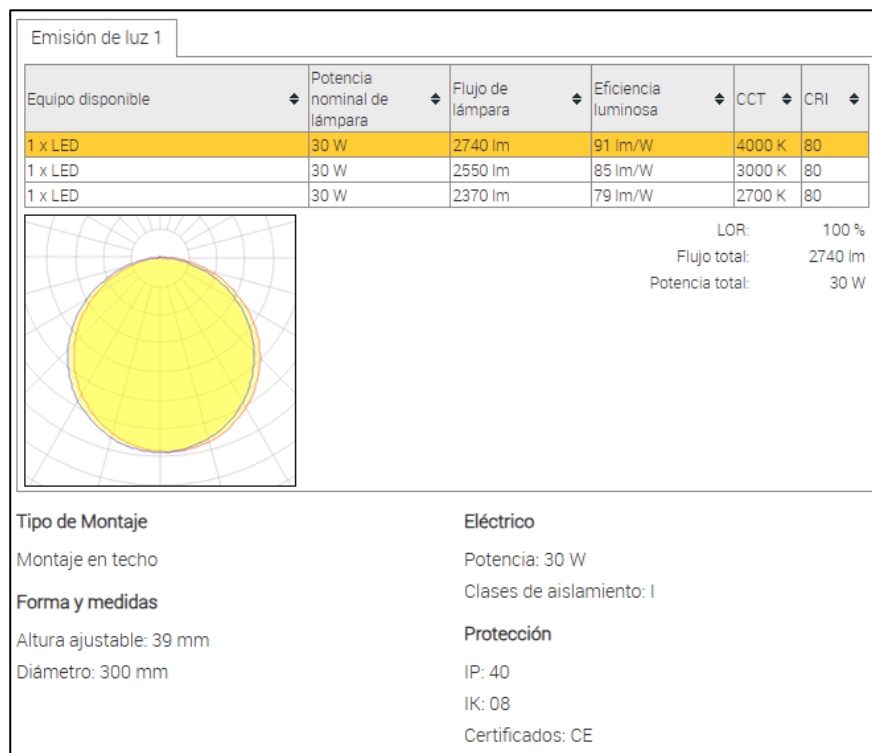


Figura 15. Luminaria para el baño

Fuente: luminaires dialux

En la figura 18 se presentan el tipo de luminaria que se instalará en el comedor.

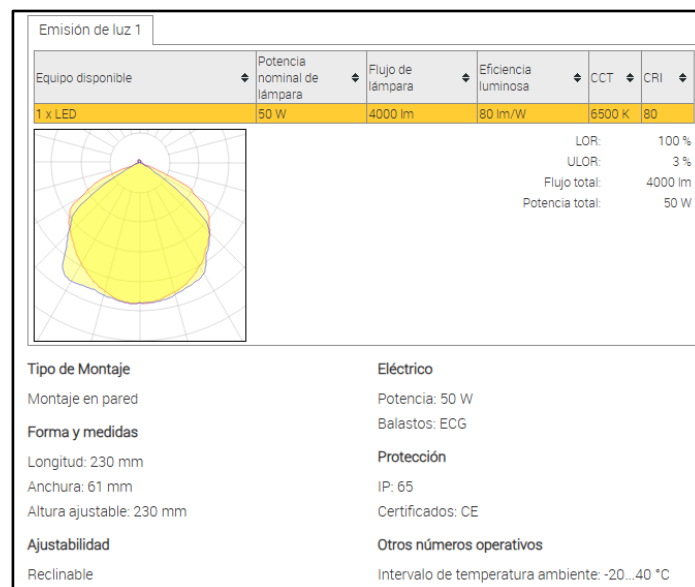


Figura 16. Luminaria para el comedor

En la figura 19 se presentan la simulación realizada con el software DIALux EVO, que muestra una iluminancia perpendicular media de 345 lux y una uniformidad de 0.14.

|                                               |         |               |
|-----------------------------------------------|---------|---------------|
| Plano útil (Bodega)                           |         |               |
|                                               | 345 lx  | 0.14          |
| <b>Plano útil (Iluminancia perpendicular)</b> |         |               |
|                                               | Real    | Nominal       |
| Media                                         | 345 lx  | $\geq 200$ lx |
| Min                                           | 47.9 lx | -             |
| Max                                           | 1881 lx | -             |
| Mín./medio                                    | 0.14    | $\geq 0.40$   |
| Mín./máx.                                     | 0.025   | -             |
| <b>Parámetros</b>                             |         |               |
| Altura                                        | 0.800 m |               |

Figura 17. Simulación de la bodega

En la Figura 20 se observa el flujo luminoso del área de la bodega, en la cual se instaló un total de dos luminarias, cada una equipada con dos LED, cumpliendo con la normativa europea sobre iluminación para interiores.

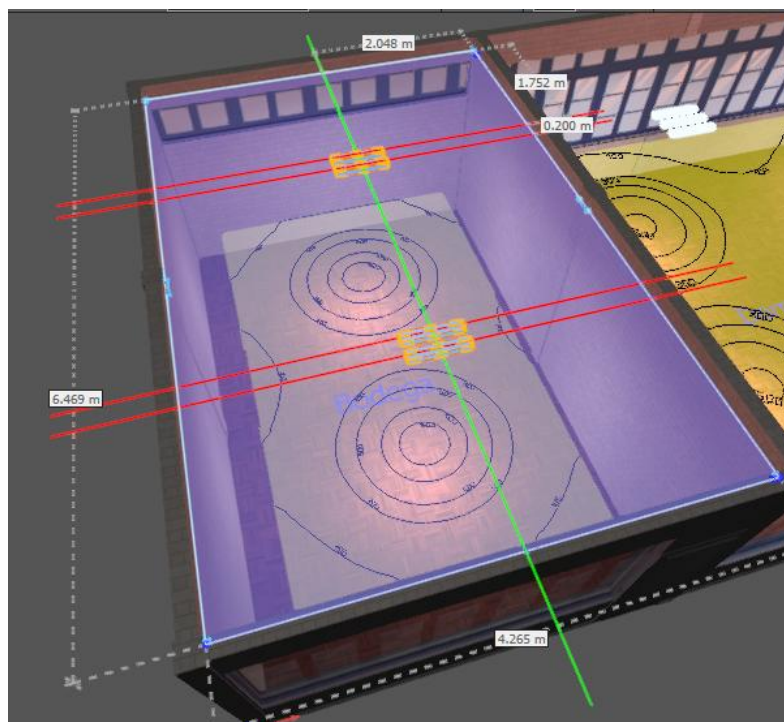


Figura 18. Flujo luminoso de la bodega.

#### 11) Simulación de todas las áreas del Cuerpo de Bomberos Mocha

Los resultados de las siguientes áreas simuladas se pueden observar en la tabla 18.



Tabla 18. Resultados de la simulación en el software DIALux EVO

| Resultados del Software DIALux EVO |       |      |      |            |           |        |
|------------------------------------|-------|------|------|------------|-----------|--------|
| Área                               | Media | Min  | Max  | Min./medio | Min./máx. | Altura |
| Bodega                             | 345   | 47.9 | 1881 | 0.14       | 0.025     | 0.80m  |
| Dormitorio                         | 483   | 138  | 1631 | 0.29       | 0.085     |        |
| Baño                               | 339   | 280  | 376  | 0.83       | 0.74      |        |
| Sala de reuniones                  | 414   | 51.9 | 2987 | 0.13       | 0.017     |        |
| Jefatura                           | 483   | 138  | 1631 | 0.29       | 0.085     |        |
| Secretaria                         | 483   | 135  | 1627 | 0.28       | 0.083     |        |
| Comedor                            | 292   | 182  | 361  | 0.62       | 0.50      |        |

### 12) Distribución de circuitos de iluminación

Según la norma NEC-SB, dice que “los circuitos de iluminación deben tener una carga máxima de 15 amperios y no debe exceder de 15 puntos de iluminación” (NEC, 2018).

“De acuerdo a la clasificación de viviendas y el área de construcción establecida en la norma NEC-SB de instalaciones eléctricas y considerando el área calculada de 222 m<sup>2</sup> que se va a trabajar, se determina que el tipo de vivienda corresponde a una mediana grande. Por lo tanto, se requiere la implementación de tres circuitos de iluminación, los cuales serán clasificados de la siguiente manera” (Quiñonez & Rumipulla, 2021):

Tabla 19. Cantidad de luminarias por circuito

| CIRCUITO     | ÁREA              | NÚMERO DE LUMINARIAS | POTENCIA POR UNIDAD (W) | POTENCIA TOTAL (W) |
|--------------|-------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 1            | Bodega            | 2                    | 18                      | 318                |
|              | Dormitorio        | 4                    | 18                      |                    |
|              | Baño              | 1                    | 30                      |                    |
| 2            | Sala de reuniones | 4                    | 18                      | 288                |
|              | Jefatura          | 2                    | 18                      |                    |
| 3            | Secretaria        | 2                    | 18                      | 222                |
|              | Comedor           | 3                    | 50                      |                    |
| <b>TOTAL</b> |                   |                      |                         | <b>828</b>         |

La Tabla 19 tiene el desglose de la cantidad de luminarias por circuito, así como la potencia correspondiente a cada circuito.

### 13) Cálculo de la corriente.

Se aplican las fórmulas de la ley de Ohm para poder determinar los valores de la corriente en cada una de las áreas.

$$I = \frac{P}{V}$$

Ecuación 12. Cálculo de la corriente

- Circuito 1(Bodega, dormitorio y baño)

$$I = \frac{318}{120}$$

$$I = 2.65 A$$

- Circuito 2(Sala de reuniones y jefatura)

$$I = \frac{288}{120}$$

$$I = 2.4 A$$

- Circuito 3(secretaria y comedor)

$$I = \frac{222}{120}$$

$$I = 1.85 A$$

La norma NEC-SB-IE referente a instalaciones eléctricas, establece que “Los conductores de alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir” (NEC, 2018).

Tabla 20. Incremento del 125%

| Circuito | Área              | Luminarias | Intensidad (A) | Incremento del 125% | Intensidad total |
|----------|-------------------|------------|----------------|---------------------|------------------|
| 1        | Bodega            | 2          | 2.65           | 1.25                | 3.31             |
|          | Dormitorio        | 4          |                |                     |                  |
|          | Baño              | 1          |                |                     |                  |
| 2        | Sala de reuniones | 4          | 2.4            | 1.25                | 3                |
|          | Jefatura          | 2          |                |                     |                  |
| 3        | Secretaria        | 2          | 1.85           | 1.25                | 2.31             |
|          | Comedor           | 3          |                |                     |                  |

En la Tabla 20 se presenta el cálculo del incremento del 125% en las intensidades de cada circuito, con el propósito de determinar la cantidad necesaria de conductores.

#### 14) Selección de los conductores para los circuitos de iluminación.

Según la norma NEC -SB- IE se tiene que: “El calibre del conductor del neutro debe ser igual al conductor de las fases. En circuitos de iluminación se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> (14 AWG) para la fase, el neutro y conductor de tierra” (NEC, 2018).

Tabla 21. Conductores para el circuito de iluminación

| Circuito | Área              | Luminarias | Intensidad (A) | Incremento del 125% | Intensidad total | Conductores |
|----------|-------------------|------------|----------------|---------------------|------------------|-------------|
| 1        | Bodega            | 2          | 2.65           | 1.25                | 3.31             | 14 AWG      |
|          | Dormitorio        | 4          |                |                     |                  |             |
|          | Baño              | 1          |                |                     |                  |             |
| 2        | Sala de reuniones | 4          | 2.4            | 1.25                | 3                | 14 AWG      |
|          | Jefatura          | 2          |                |                     |                  |             |
| 3        | Secretaria        | 2          | 1.85           | 1.25                | 2.31             | 14 AWG      |
|          | Comedor           | 3          |                |                     |                  |             |

En la tabla 21 se puede evidenciar el tipo de conductor que se va a utilizar dentro del circuito de iluminación de todas las áreas.

#### 15) Selección de la protección para los circuitos de iluminación.

Según el numeral 7 de la norma NEC- SB- IE de Instalaciones Eléctricas menciona:

“Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (sobrecargas y cortocircuitos) deben ser interruptores termomagnéticos automáticos fabricados bajo la Norma IEC 60898-1, que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y con las siguientes condiciones generales de instalación” (NEC, 2018):

“Su dimensionamiento está relacionado con la capacidad de los circuitos a proteger y al funcionamiento de las curvas de disparo intensidad-tiempo. Se deben alojar en tableros de distribución tipo centro carga. Deben soportar la influencia de los agentes externos a los que estén sometidos con al menos un grado de protección de IP 20” (NEC, 2018).

Tabla 22. Protección para el circuito de iluminación

| Circuito | Área       | Luminarias | Intensidad (A) | Incremento del 125% | Intensidad total | Protección |
|----------|------------|------------|----------------|---------------------|------------------|------------|
| 1        | Bodega     | 2          | 2.65           | 1.25                | 3.31             | 10 A       |
|          | Dormitorio | 4          |                |                     |                  |            |
|          | Baño       | 1          |                |                     |                  |            |

|   |                   |   |      |      |      |      |
|---|-------------------|---|------|------|------|------|
| 2 | Sala de reuniones | 4 | 2.4  | 1.25 | 3    | 10 A |
|   | Jefatura          | 2 |      |      |      |      |
| 3 | Secretaria        | 2 | 1.85 | 1.25 | 2.31 | 10 A |
|   | Comedor           | 3 |      |      |      |      |

En la tabla 22 se puede evidenciar el tipo de protección que se va a utilizar en cada uno de los circuitos de este proyecto.

#### 16) Plano del sistema de iluminación

En la Figura 20 se observa el diagrama unifilar en donde indica el diseño de la implementación del sistema de iluminación del Cuerpo de Bomberos de Mocha, elaborado conforme a la normativa NEC. Este diseño incluye las conexiones de las siete áreas seleccionadas, tomando en consideración factores como la seguridad eléctrica y la eficiencia energética. Este plano servirá como guía para asegurar una correcta instalación y verificación de los niveles de luminosidad en las instalaciones.

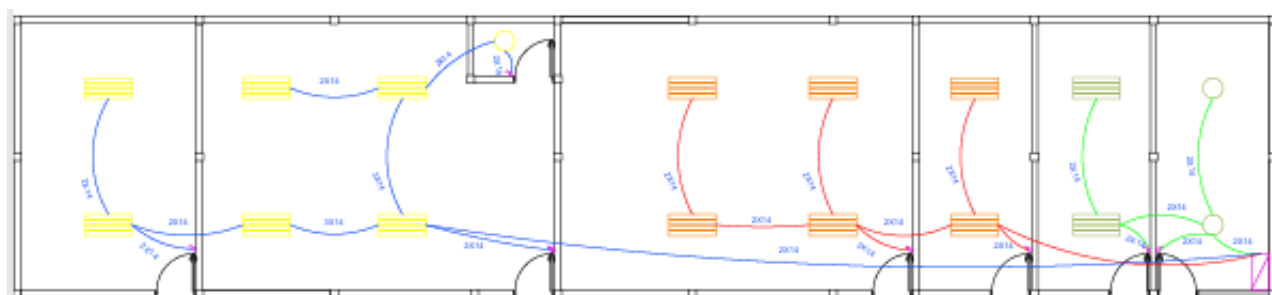


Figura 19. Plano del circuito de iluminación

### 3.2.2. Fuerza

#### 1) Circuito de tomacorrientes

Según la norma NEC-SB-IE, es necesario: “Los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados considerando salidas polarizadas (fase, neutro y tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas” (NEC, 2018).

La norma NEC-SB-IE dice: “El calibre del conductor del neutro debe ser igual al conductor de las fases. En circuitos de tomacorrientes, se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 4 mm<sup>2</sup> (12 AWG) para la fase y el neutro” (NEC, 2018).

Tabla 23. Potencia en los equipos

| Circuito     | Área              | Equipo                     | Cantidad | P/Unidad (w) | Potencia total |
|--------------|-------------------|----------------------------|----------|--------------|----------------|
| 1            | Bodega            | Tomacorriente multifunción | 3        | 360          | 1690           |
|              | Dormitorio        | Scanner teléfono           | 1        | 144          |                |
|              |                   | Televisor                  | 1        | 120          |                |
|              |                   | Cargador 1                 | 1        | 60           |                |
|              |                   | Cargador 2                 | 1        | 60           |                |
|              |                   | Tomacorriente multifunción | 2        | 240          |                |
|              | Sala de reuniones | Televisor                  | 1        | 100          |                |
|              |                   | Computadora                | 1        | 144          |                |
|              |                   | Laptop                     | 1        | 78           |                |
|              |                   | Radios portátiles          | 6        | 144          |                |
|              |                   | Tomacorriente multifunción | 2        | 240          |                |
| 2            | Jefatura          | Laptop                     | 2        | 156          | 2373,6         |
|              |                   | Impresora                  | 1        | 72           |                |
|              |                   | Servidor                   | 1        | 48           |                |
|              | Secretaria        | Laptop                     | 1        | 78           |                |
|              |                   | Impresora                  | 1        | 72           |                |
|              |                   | Tomacorriente multifunción | 1        | 120          |                |
|              | Comedor           | Refrigeradora              | 1        | 177,6        |                |
|              |                   | Waflera                    | 1        | 800          |                |
|              |                   | Microondas                 | 1        | 850          |                |
| Especial     | Baño              | Ducha eléctrica            | 1        | 3588         | 3588           |
| <b>TOTAL</b> |                   |                            |          |              | <b>7651.6</b>  |

En la tabla 23 se presentan las potencias asignadas a los diferentes circuitos de las áreas del cuerpo de bomberos.

## 2) Cálculo de corriente por circuito de fuerza

Se realizará el cálculo por cada una de los circuitos de estudio, en este caso será para los todos los circuitos de tomacorrientes.

### Circuito 1

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{984}{120}$$

$$I = 8.2 A$$

Tabla 24.Calculo de la corriente por circuito de fuerza

| Circuito | Área              | Equipo                     | Cantidad | P/Unidad (w) | Potencia total | Corriente por circuito |
|----------|-------------------|----------------------------|----------|--------------|----------------|------------------------|
| 1        | Bodega            | Tomacorriente multifunción | 3        | 360          | 1690           | 14,08                  |
|          | Dormitorio        | Scanner teléfono           | 1        | 144          |                |                        |
|          |                   | Televisor                  | 1        | 120          |                |                        |
|          |                   | Cargador 1                 | 1        | 60           |                |                        |
|          |                   | Cargador 2                 | 1        | 60           |                |                        |
|          |                   | Tomacorriente multifunción | 2        | 240          |                |                        |
|          | Sala de reuniones | Televisor                  | 1        | 100          |                |                        |
|          |                   | Computadora                | 1        | 144          |                |                        |
|          |                   | Laptop                     | 1        | 78           |                |                        |
|          |                   | Radios portátiles          | 6        | 144          |                |                        |
|          |                   | Tomacorriente multifunción | 2        | 240          |                |                        |
| 2        | Jefatura          | Laptop                     | 2        | 156          | 2373,6         | 19,78                  |
|          |                   | Impresora                  | 1        | 72           |                |                        |
|          |                   | Servidor                   | 1        | 48           |                |                        |
|          | Secretaria        | Laptop                     | 1        | 78           |                |                        |
|          |                   | Impresora                  | 1        | 72           |                |                        |
|          |                   | Tomacorriente multifunción | 1        | 120          |                |                        |
|          | Comedor           | Refrigeradora              | 1        | 177,6        |                |                        |
|          |                   | Waflera                    | 1        | 800          |                |                        |
|          |                   | Microondas                 | 1        | 850          |                |                        |
| Especial | Baño              | Ducha eléctrica            | 1        | 3588         | 3588           | 29,9                   |

Como menciona en el numeral 4 de la norma NEC-SB-IE que “los conductores de alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir” (NEC, 2018).

Tabla 25.Cálculo de cargas en circuito de fuerza

| Circuito | Área              | Equipo                     | Cantidad | P/Unidad (w) | Potencia total | Corriente por circuito | Incremento del 1,25% | Corriente total |
|----------|-------------------|----------------------------|----------|--------------|----------------|------------------------|----------------------|-----------------|
| 1        | Bodega            | Tomacorriente multifunción | 3        | 360          | 1690           | 14,08                  | 1,25                 | 17,60           |
|          | Dormitorio        | Scanner teléfono           | 1        | 144          |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Televisor                  | 1        | 120          |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Cargador 1                 | 1        | 60           |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Cargador 2                 | 1        | 60           |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Tomacorriente multifunción | 2        | 240          |                |                        |                      |                 |
|          | Sala de reuniones | Televisor                  | 1        | 100          |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Computadora                | 1        | 144          |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Laptop                     | 1        | 78           |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Radios portátiles          | 6        | 144          |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Tomacorriente multifunción | 2        | 240          |                |                        |                      |                 |
| 2        | Jefatura          | Laptop                     | 2        | 156          | 2373,6         | 19,78                  | 1,25                 | 24,73           |
|          |                   | Impresora                  | 1        | 72           |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Servidor                   | 1        | 48           |                |                        |                      |                 |
|          | Secretaria        | Laptop                     | 1        | 78           |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Impresora                  | 1        | 72           |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Tomacorriente multifunción | 1        | 120          |                |                        |                      |                 |
|          | Comedor           | Refrigeradora              | 1        | 177,6        |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Waflera                    | 1        | 800          |                |                        |                      |                 |
|          |                   | Microondas                 | 1        | 850          |                |                        |                      |                 |
| Especial | Baño              | Ducha eléctrica            | 1        | 3588         | 3588           | 29,9                   | 1,25                 | 37,38           |

En la Tabla 25 se presenta el cálculo de la corriente total del circuito de fuerza, el cual incluye un factor de seguridad del 125%.

### 3) Cálculo de corriente por circuito de fuerza

Se hace referencia a la norma NEC, en donde determina que “en los conductores para los circuitos de los tomacorrientes deben ser de cobre, tipo THHN número 12” (NEC, 2018).

De la misma manera para la línea de tierra, la misma que no supera los 15 A, se elige el cable de cobre número 14 de acuerdo a la tabla 6 de la norma NEC, 2018.

Tabla 26. Sección de protección

| Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorrientes en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de: | Tamaño nominal mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil) |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------|
| (A)                                                                                                                                                          | Conductor de cobre                           | Conductor de aluminio |
| 15                                                                                                                                                           | 2,08 (14)                                    | ----                  |
| 20                                                                                                                                                           | 3,31 (12)                                    | ----                  |
| 30                                                                                                                                                           | 5,26 (10)                                    | ----                  |
| 40                                                                                                                                                           | 5,26 (10)                                    | ----                  |
| 60                                                                                                                                                           | 5,26 (10)                                    | ----                  |
| 100                                                                                                                                                          | 8,37 (8)                                     | 13,3(6)               |
| 200                                                                                                                                                          | 13,3 (6)                                     | 21,2 (4)              |
| 300                                                                                                                                                          | 31,2 (4)                                     | 33,6 (2)              |
| 400                                                                                                                                                          | 33,6 (2)                                     | 42,4 (1)              |

Se puede observar en la tabla 20 señalado de color naranja el mismo que determina el número de conductor para poder elegir para la línea tierra.

#### 4) Factor de potencia

“Se aplica para aquellos consumidores de la categoría general, con medición de energía reactiva, para lo cual se debe considerar” (Agencia de Regulación y Control de Electricidad , 2018)

En este caso, se fijará el factor de potencia en 1 en lugar de 0.92.

#### 5) Caída de tensión

“En un circuito que alimente cualquier tipo de carga (alumbrado, fuerza o calefacción), la caída de tensión hasta la salida más lejana del circuito no debe exceder del 3 por ciento. Por otra parte, la caída de tensión total en el conjunto del circuito alimentador y el circuito derivado no debe exceder del 5 por ciento” (Harper, 1999).



## 6) Cálculo de la caída de tensión

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * L * I * \cos\theta}{S}$$

Ecuación 13. Caída de tensión

En donde:

$$2 = \text{constante}$$

$$\rho = 0.0175 \text{ (resistividad del cobre)}$$

$$L = \text{longitud (m)}$$

$$I = \text{intensidad (A)}$$

$$\cos\theta = \text{factor de potencia}$$

$$\Delta U = \text{caída de tensión (V)}$$

$$S = \text{sección del conductor (mm}^2\text{)}$$

## 7) Acometida principal

Datos

Caída de tensión que está permitida de acuerdo a la norma del 5% =  $(120 * 0.05) = 6V$

$$\rho = 0.0175$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$\text{Potencia total} = 8479.6$$

$$S = 5.29 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{P}{2 * V * n * fp}$$

$$I = \frac{8479.6}{2 * 120 * 1 * 1}$$

$$I = 31.88 \text{ A}$$

Se aplica el factor de sobredimensionamiento

$$I = 31.88 \text{ A} * 1.25 = 39.85 \text{ A}$$

“El calibre mínimo recomendado para un alimentador, desde el medidos hasta el tablero de distribución único, debe ser el No 6 AWG de cobre aislado tipo THHN” (NEC, 2018)

Se va a considerar la carga a conecta y bajo la norma se decide que se va a instalar un cable calibre 10 ( $5.29mm^2$ ) de cobre aislado.

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * L * I * \cos\theta}{S}$$

*Ecuación 14. Calibre de recomendado*

$$\Delta U = \frac{2 * 0.0172 * 8 * 31.88 * 1}{5.26}$$

$$\Delta U = 1.66 V$$

En la tabla 27 se puede evidenciar el cálculo de la caída de tensión de los diferentes circuitos estudiados.

Tabla 27. Caídas de tensión

| Circuito                   | Constante | Resistividad del cobre | Longitud (m) | Potencia | Intensidad (A) | Factor de potencia | Sección conductora | Caída de tensión (V) | Porcentaje (%) |
|----------------------------|-----------|------------------------|--------------|----------|----------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------|
| Acometida principal        | 2         | 0,017                  | 8            | 8479,6   | 35,33          | 1                  | 8,34               | 1,15                 | 0,96           |
| Circuito de iluminación C1 | 2         | 0,017                  | 31,7         | 318      | 1,33           | 1                  | 2,08               | 0,69                 | 0,57           |
| Circuito de iluminación C2 | 2         | 0,017                  | 18,05        | 288      | 1,20           | 1                  | 2,08               | 0,35                 | 0,30           |
| Circuito de iluminación C3 | 2         | 0,017                  | 6            | 222      | 0,93           | 1                  | 2,08               | 0,09                 | 0,08           |
| Circuito de tomacorriente  | 2         | 0,017                  | 31,7         | 1690     | 7,04           | 1                  | 3,31               | 2,29                 | 1,91           |
| Circuito de tomacorriente  | 2         | 0,017                  | 18,05        | 2373,6   | 9,89           | 1                  | 3,31               | 1,83                 | 1,53           |
| Carga especial             | 2         | 0,017                  | 21           | 3588     | 14,95          | 1                  | 5,26               | 2,03                 | 1,69           |

### 8) Plano del sistema de tomacorrientes

En la figura 21 se puede observar el diagrama unifilar del sistema de tomacorrientes y de iluminación del cuerpo de bomberos de Mocha en donde se encuentra distribuido en dos circuitos de tomacorrientes normales y uno de especial, se encuentran diseñados para poder

garantizar una alimentación eficiente en todas las áreas, ya que cada uno de los circuitos están representados de diferente color en el plano lo que va ayudar a identificar y organizar las conexiones eléctricas en el área de trabajo, con una distribución eficiente y equitativa de los tomacorrientes por todo el circuito dando un alto rendimiento y una seguridad al momento de conectar los equipos.

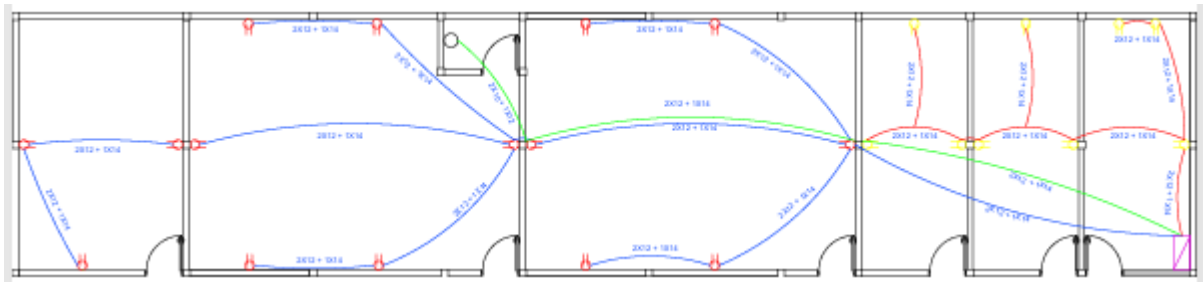


Figura 20. Plano del circuito de tomacorrientes

### 3.2.3. Diagrama unifilar principal.

En la figura 22 se observa el diagrama de las instalaciones eléctricas del Cuerpo de Bomberos de Mocha. Este diagrama incluye seis centros de carga, cada uno de los cuales suministra energía a áreas específicas mediante sistemas de iluminación y potencia, operando a un voltaje de 120V, conforme a las normativas establecidas para el sistema eléctrico.

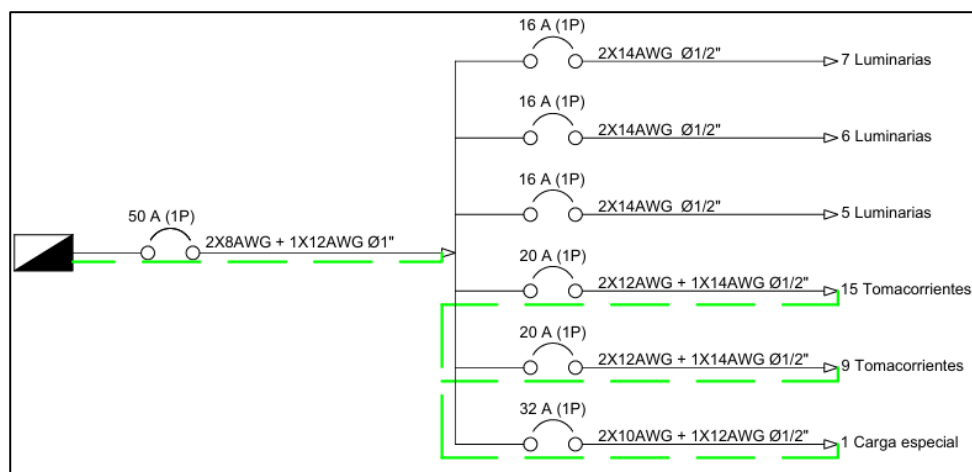


Figura 21. Diagrama unifilar

## CAPITULO IV

### 4.PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Diseño final en el software AutoCAD

El plano correspondiente al presente trabajo se encuentra disponible en el software AutoCAD, donde se detallan el diseño de los circuitos de iluminación y fuerza, así como la ubicación precisa de los interruptores, focos y tomacorrientes en el área de intervención.

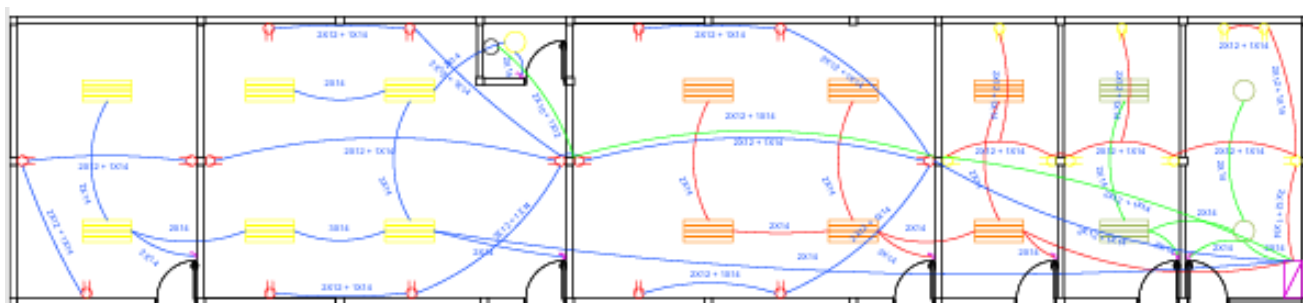


Figura 22. Diseño completo en AutoCAD

En la figura 24, se presentan todos los circuitos implementados en el software, diferenciados por distintos colores para facilitar su identificación.

#### 4.2. Especificaciones técnicas de los circuitos implementados.

Tabla 28.Tabla de los circuitos de las especificaciones

| Circuito      | Área                                  | Equipo         | Cantidad | Potencia total | Intensidad total | Protección | Conductor |
|---------------|---------------------------------------|----------------|----------|----------------|------------------|------------|-----------|
| Iluminación 1 | Bodega dormitorio                     | Tubo LED       | 18       | 318            | 3.31             | 10 A       | 2x14 THHN |
|               | Baño                                  | Foco           | 1        |                |                  |            |           |
| Iluminación 2 | Sala de reuniones, Jefatura           | Tubo LED       | 18       | 288            | 3                | 10 A       | 2x14 THHN |
| Iluminación 3 | Secretaría                            | Tubo LED       | 6        | 222            | 2.31             | 10 A       | 2x14 THHN |
|               | Comedor                               | Foco           | 2        |                |                  |            |           |
| Fuerza 1      | Bodega, dormitorio, sala de reuniones | Tomacorriente  | 15       | 1690           | 14.08            | 16 A       | 3x12 THHN |
| Fuerza 2      | Jefatura, secretaria, Comedor         | Tomacorrientes | 9        | 2373.6         | 19.78            | 16 A       | 3x12 THHN |
| Fuerza 3      | Carga especial                        | Ducha          | 1        | 3588           | 29.9             | 16 A       | 3x12 THHN |

En la tabla 28 se puede observar el circuito, el área intervenida, el material que se utilizó, la cantidad del material, los valores calculados, la protección que se utilizó y el conductor que se utilizó.

### 4.3. Lista de materiales.

En la tabla 29 se presenta el material eléctrico que se utilizó en las instalaciones eléctricas de este proyecto.

Tabla 29. Lista de materiales.

| LISTADO DE MATERIALES ELÉCTRICOS |                                                 |          |                 |             |
|----------------------------------|-------------------------------------------------|----------|-----------------|-------------|
| Nº                               | Elemento                                        | Cantidad | Costo Unitario  | Costo Total |
| 1                                | Manguera anillada negra 3/8                     | 25,00    | 0,15            | 3,75        |
| 2                                | Manguera anillada negra 3/4                     | 50,00    | 0,1834          | 9,00        |
| 3                                | Centro de carga 6p                              | 1,00     | 17,61           | 17,61       |
| 4                                | Breaker sqd 1x50a                               | 1,00     | 6,22            | 5,91        |
| 5                                | Breaker sqd 1x32a                               | 2,00     | 5,69            | 10,81       |
| 6                                | Breaker sqd 1x16a                               | 2,00     | 5,69            | 10,81       |
| 7                                | Cable gemelo #14                                | 30,00    | 0,98            | 29,40       |
| 8                                | Cable de cobre #8                               | 20,00    | 1,43            | 28,60       |
| 9                                | Cable de cobre #12                              | 115,00   | 0,54            | 55,89       |
| 10                               | Cable de cobre #14                              | 40,00    | 0,36            | 12,96       |
| 11                               | Cable #14                                       | 5,00     | 0,31            | 1,55        |
| 12                               | Soporte de tubos led fluorescentes (par)        | 14,00    | 0,74            | 10,36       |
| 13                               | Tubo led 18w                                    | 16,00    | 1,09            | 16,70       |
| 14                               | Foco led 40w                                    | 3,00     | 4,65            | 13,25       |
| 15                               | Reflectores de 100w                             | 4,00     | 13,52           | 54,08       |
| 16                               | Lamina acrílica punta diamante para iluminación | 14,00    | 7,09            | 99,26       |
| 17                               | Interruptor simple                              | 2,00     | 1,52            | 3,04        |
| 18                               | Interruptor doble                               | 2,00     | 2,65            | 5,30        |
| 19                               | Toma doble polarizado                           | 14,00    | 1,69            | 23,66       |
| 20                               | Cajetín sobrepuesto para canaleta               | 16,00    | 1,30            | 20,80       |
| 21                               | Canaleta a lisa con adhesivo                    | 18,00    | 1,35            | 24,30       |
| 22                               | Libras alambre galvanizado #16                  | 1,00     | 1,48            | 1,48        |
| 23                               | Funda de amarra plástica 200mm                  | 1,00     | 2,00            | 2,00        |
| 24                               | Rosetón boquilla e27 blanco aqua                | 3,00     | 1,38            | 4,14        |
| 25                               | Cajetín octogonal plástico grande               | 12,00    | 0,61            | 6,95        |
| 26                               | Boquilla plafón porcelana                       | 3,00     | 0,78            | 2,34        |
| 27                               | Tornillo autoperforante c/a 10 x 1              | 1,00     | 3,00            | 3,00        |
| 28                               | Cajetín octogonal plástico grande               | 12,00    | 0,61            | 7,32        |
| 29                               | Boquilla plafón porcelana                       | 3,00     | 0,78            | 2,34        |
| 30                               | Rosetón boquilla e27 blanco aqua                | 3,00     | 1,38            | 4,14        |
| 31                               | Tornillo autoperforante c/a 10 x 1              | 1,00     | 3,00            | 3,00        |
| 32                               | Cable flexible #12                              | 75,00    | 0,54            | 40,50       |
|                                  |                                                 |          | <b>SUBTOTAL</b> | 534,25      |

#### 4.4. Sistema de iluminación

Mediante el levantamiento de información inicial, en donde se midió los niveles de lux en cada una de las áreas intervenidas. Posteriormente, tras realizar las nuevas conexiones, se tomó nuevamente las medidas de los lux. A continuación, se presenta la comparación:

Tabla 30. Fotografías de las medidas con el luxómetro

| Área       | Situación inicial                                                                   | Situación Actual                                                                      |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Baño       |    |    |
| Bodega     |   |   |
| Comedor    |  |  |
| Dormitorio |  |  |

|                   |                                                                                    |                                                                                      |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Jefatura          |   |   |
| Sala de reuniones |   |   |
| Secretaria        |  |  |

En la tabla 30 se presentan las mediciones realizadas en todas las áreas intervenidas. Se puede apreciar tanto la situación inicial como la situación actual tras la instalación de las luminarias.

#### 4.5. Comparación del flujo luminoso

Tabla 31. Flujo luminoso de cada área

| Área              | Flujo luminoso deseado (lm) | Flujo luminoso simulado (lm) | Medición inicial de flujo luminoso (lm) | Medición actual del flujo luminoso (lm) |
|-------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Bodega            | 200                         | 345                          | 0                                       | 365                                     |
| Dormitorio        | 300                         | 483                          | 80                                      | 328                                     |
| Baño              | 200                         | 339                          | 52                                      | 340                                     |
| Sala de reuniones | 500                         | 414                          | 42                                      | 517                                     |
| Jefatura          | 300                         | 483                          | 42                                      | 465                                     |
| Secretaria        | 300                         | 483                          | 42                                      | 534                                     |
| Comedor           | 200                         | 292                          | 64                                      | 295                                     |

En la tabla 31, se puede observar los resultados de las mediciones que se pudo obtener con el luxómetro, en donde se pudo tener el flujo luminoso deseado, flujo luminoso deseado, la medición inicial del flujo luminoso y la medición actual del mismo.

#### **4.5.1. Comparación de las áreas**

##### **Secretaria**

##### **Situación inicial**



##### **Situación actual**

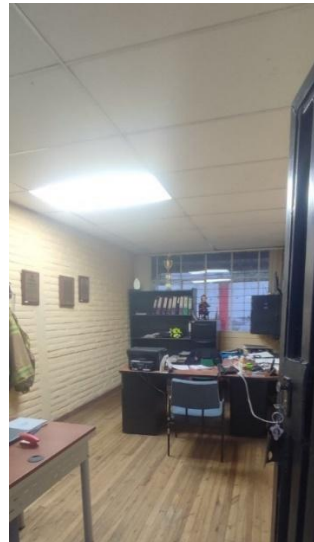
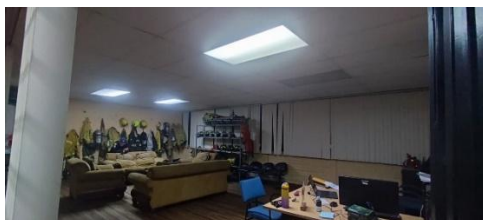


Figura 23. Iluminación de la secretaria

En la figura 32, se puede observar la iluminación de la secretaria, en la situación inicial en la situación actual, pudiendo evidenciar que si existe un cambio en la iluminación de dicha área.

##### **Sala de reuniones**

##### **Situación inicial**



##### **Situación actual**

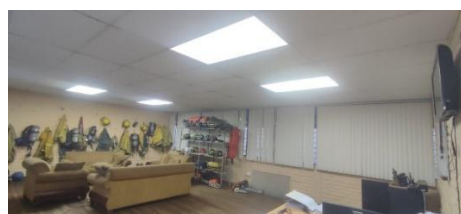


Figura 24. Iluminación sala de reuniones

En la figura 33, se puede observar de manera clara la iluminación del área de reuniones en donde se ve que ha mejorado considerablemente la iluminación después de haber hecho las instalaciones.



## 4.6. Resultados y discusión

### 4.6.1. Centro de carga

#### Situación inicial



#### Situación actual



Figura 25. Centro de carga

En la Figura 34, se puede apreciar que en la situación inicial existen varios cables que se cruzan entre sí, lo que podría generar un cortocircuito. En esta fase inicial, se logró llevar a cabo la implementación dividiendo los circuitos, fundamentándonos en las normas establecidas y en los cálculos de diseño pertinentes.

### 4.6.2. Circuitos de fuerza

#### Situación inicial



#### Situación actual



Figura 26. Circuito de fuerza- tomacorrientes

En la figura 35 se puede ver la situación inicial en donde existía tomacorrientes que estaban sueltos los cables lo cual podía provocar fugas de energía, y el peligro que cuando una persona manipule podía sufrir una descarga eléctrica. En la situación actual se puede evidenciar que las instalaciones quedan de manera estética y segura.

## 4.7. Plan preventivo de mantenimiento

Tabla 32. Plan de mantenimiento preventivo

| PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO                               |              |        |     |            |          |     |
|----------------------------------------------------------------|--------------|--------|-----|------------|----------|-----|
| Operación de mantenimiento                                     | Periodicidad |        |     |            |          |     |
|                                                                | Día          | Semana | Mes | Trimestres | Semestre | Año |
| Limpieza de los tableros de distribución                       |              |        |     |            |          |     |
| Pruebas de aislamiento                                         |              |        |     |            |          |     |
| Medición de voltajes, corrientes                               |              |        |     |            |          |     |
| Inspección de los cables interiores                            |              |        |     |            |          |     |
| Verificación que no exista calentamiento anormal en los cables |              |        |     |            |          |     |
| LUMINARIAS                                                     |              |        |     |            |          |     |
| Cambio de lámparas de luminarias                               |              |        |     |            |          |     |
| Inspección del encendido de lámparas                           |              |        |     |            |          |     |
| Cambio de luminarias                                           |              |        |     |            |          |     |
| Mantenimiento de los soportes de las luminarias                |              |        |     |            |          |     |
| Limpieza por exposición a la suciedad                          |              |        |     |            |          |     |
| Verificación de la tensión en bornes de las luminarias         |              |        |     |            |          |     |
| Verificación de los sistemas de regulación del nivel luminoso  |              |        |     |            |          |     |
| TOMACORRIENTES                                                 |              |        |     |            |          |     |
| Verificación visual de los empalmes y derivaciones             |              |        |     |            |          |     |
| Medida del nivel de aislamiento                                |              |        |     |            |          |     |
| Medición en cortocircuito y en vacío                           |              |        |     |            |          |     |
| Tomar lectura de voltajes y corrientes                         |              |        |     |            |          |     |
| PUESTA A TIERRA                                                |              |        |     |            |          |     |
| Verificación de la condición física del electrodo              |              |        |     |            |          |     |
| Medición de la resistencia de puesta a tierra                  |              |        |     |            |          |     |
| Revisión y ajustes                                             |              |        |     |            |          |     |
| Revisión de estructuras de anclaje                             |              |        |     |            |          |     |

## CAPITULO V

### 5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El proyecto de diseño e implementación del sistema eléctrico en el Cuerpo de Bomberos del cantón Mocha ha logrado mejorar de manera notable la seguridad y eficiencia de la infraestructura eléctrica. La modernización del cableado, la redistribución de circuitos y la instalación de protecciones adecuadas han minimizado los riesgos eléctricos y asegurado el cumplimiento de las normativas vigentes. Además, la instalación de luminarias LED y la optimización de la carga eléctrica han permitido un consumo energético más eficiente, garantizando la operatividad del sistema durante situaciones de emergencia y favoreciendo el desempeño del personal en condiciones óptimas.
- La aplicación de herramientas avanzadas como AutoCAD y DIALux fue fundamental para el diseño preciso de los planos eléctricos y la simulación de iluminación, permitiendo validar la eficiencia y distribución de la luz en cada área intervenida. Estos análisis previos aseguraron la correcta elección de luminarias y la adecuación del sistema eléctrico a las necesidades del Cuerpo de Bomberos, logrando un ambiente seguro y funcional. Además, la implementación de protecciones térmicas y magnetotérmicas ha mejorado la confiabilidad del sistema, reduciendo fallos y prolongando la vida útil de los equipos.
- La correcta planificación y ejecución del proyecto permitió abordar los problemas de deterioro y obsolescencia del sistema eléctrico, optimizando la distribución de cargas y mejorando el rendimiento energético. La instalación de un nuevo tablero de distribución y la adecuada segmentación de los circuitos garantizan una mejor administración del consumo eléctrico, evitando sobrecargas y fallos operativos. Con estas mejoras, el Cuerpo de Bomberos puede desempeñar sus actividades con mayor seguridad, asegurando una respuesta eficiente ante emergencias y reduciendo el impacto de posibles interrupciones del servicio eléctrico.
- La implementación del nuevo sistema eléctrico no solo benefició directamente al personal del Cuerpo de Bomberos, sino también a la comunidad del cantón Mocha, mejorando la capacidad operativa del servicio de emergencias. La modernización del sistema permitió optimizar la iluminación y la seguridad en las instalaciones,

reduciendo el riesgo de accidentes eléctricos y garantizando un entorno de trabajo más seguro. Este proyecto sienta las bases para futuras mejoras en infraestructura eléctrica, estableciendo un modelo eficiente y seguro que puede ser replicado en otras instituciones con necesidades similares.

## **5.2 Recomendaciones**

- Es esencial llevar a cabo un mantenimiento preventivo periódico del sistema eléctrico instalado para asegurar su operatividad a largo plazo. Se recomienda realizar inspecciones semestrales que permitan verificar el estado del cableado, protecciones y luminarias, con el fin de identificar posibles fallos antes de que impacten en el funcionamiento del sistema. Además, se sugiere capacitar al personal del Cuerpo de Bomberos en la identificación de anomalías y en el uso eficiente de los equipos eléctricos, promoviendo así una cultura de seguridad y eficiencia energética dentro de la institución.
- Para garantizar la sostenibilidad del sistema, se propone la implementación de estrategias de eficiencia energética, tales como la instalación de sensores de movimiento y reguladores de iluminación en áreas de menor tránsito. Estas medidas permitirán optimizar el consumo eléctrico y reducir costos operativos, asegurando así un menor impacto ambiental y prolongando la vida útil de los equipos. Además, se recomienda realizar un monitoreo del consumo energético mediante dispositivos de medición para identificar oportunidades de mejora y optimizar la distribución de carga en los circuitos establecidos.
- Se sugiere llevar a cabo una actualización y expansión de la infraestructura eléctrica, en línea con el crecimiento de la institución y el aumento de la demanda energética. En futuras mejoras, se podría evaluar la incorporación de fuentes de energía renovables, como paneles solares, con el objetivo de complementar el suministro eléctrico y disminuir la dependencia de la red convencional. Asimismo, la implementación de sistemas de respaldo, tales como generadores eléctricos, garantizará la continuidad del servicio ante eventuales cortes de energía, fortaleciendo así la operatividad del Cuerpo de Bomberos.
- Es fundamental adherirse a las normativas NEC y actualizar el sistema eléctrico de acuerdo con los cambios en la reglamentación vigente. Para ello, se recomienda implementar un plan de auditoría eléctrica anual que evalúe la conformidad del sistema con los estándares de seguridad y eficiencia. Asimismo, se sugiere documentar todas

las modificaciones realizadas y mantener un registro detallado de las inspecciones, con el propósito de asegurar que el sistema eléctrico del Cuerpo de Bomberos del cantón Mocha se mantenga en condiciones óptimas y continúe garantizando la seguridad de su personal y de la comunidad.

# BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad . (2018). *Factor de Potencia* . Obtenido de <https://www.gob.ec/arconel>
- Autodesk. (2022). *Autodesk AutoCAD: software de diseño y dibujo en el que confían millones de usuarios*. Obtenido de <https://www.autodesk.com/es/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- Brown Boveri, A. (2007). *Manual técnico de instalaciones eléctricas. Aparatos de protección y maniobra* . Italia: Bergamo.
- DIALux. (2025). *DIALux*. Obtenido de <https://www.dialux.com/es-ES/dialux>
- Electricidad expertos . (noviembre de 2024). *Diferencias entre circuitos de fuerza y circuitos de alumbrado*. Obtenido de <https://www.electricidadexpertos.com/diferencias-circuitos-fuerza-alumbrado/>
- FasterCapital . (2024). *Aplicaciones del mundo real de la ley de Ohms* . Obtenido de <https://fastercapital.com/es/tema/aplicaciones-del-mundo-real-de-la-ley-de-ohms.html#:~:text=Seguridad%20el%C3%A9ctrica%3A%20la%20ley%20de,del%20sistema%20el%C3%A9ctrico%20y%20evitar>
- Ferrovial-Stem. (2022). *Instrumentos de medición eléctrica*. Obtenido de <https://www.ferrovial.com/es/stem/instrumentos-de-medida/>
- Floyd, T. (2007). *Principios de circuitos eléctricos* . México : Pearson Educación .
- Fluke. (2022). *Luxómetro digital*. Obtenido de <https://fluke.com.ar/blog/article/como-se-mide-la-luz-con-un-luxometro-digital>
- Garcia Fernandez, J. (2020). *Cálculo de instalaciones de alumbrado*. Obtenido de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
- Harper. (1999). *Modelado y análisis informático de fósiles y sus distribuciones* . Obtenido de <https://www.cambridge.org/core/journals/geological-magazine/article/abs/harper-d-a-t-ed-1999-numerical-palaeobiology-computerbased-modelling-and-analysis-of->

fossils-and-their-distributions-x468-pp-chichester-new-york-weinheim-brisbane-singapore-toronto-jo

Madriz, J., Navarro , A., Castro, N., Holdt, E., & Calderón , J. (2020). *Guía Técnica de Iluminación*. Obtenido de <https://sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2021/01/Manual-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-Sylvania.pdf>

NEC. (febrero de 2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción* . Obtenido de <https://ister.sharepoint.com/sites/desarrollodeproyectoselectricoselcs4npdc16640/Documentos%20compartidos/General/EJEMPLOS%20Y%20NORMAS/NORMAS%20-%20HOJAS%20DE%20FABRICANTES/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf?CT=1739756287930&OR=ItemsView&wdOrigin=TEA>

NEC. (s.f.). *Norma Ecuatoriana de la c.*

Orza Couto, A. (2022). *Tecnología 3 ESO*. Obtenido de <https://www.edu.xunta.gal/centros/cpiontonioorzacouto/system/files/TEMA%202%20LA%20ELECTRICIDAD%20I.pdf>

Quiñonez, S., & Rumipulla , R. (2021). *Proyecto RCC: Electricidad Urbana y Automatismo*. Obtenido de [https://ecuador.vvob.org/sites/ecuador/files/2021\\_ecuador\\_eftp\\_manual\\_electricidad\\_urbana\\_automatismos\\_0.pdf](https://ecuador.vvob.org/sites/ecuador/files/2021_ecuador_eftp_manual_electricidad_urbana_automatismos_0.pdf)

Ramírez Castaño, S. (2022). *Protección de Sistemas Eléctricos*. Colombia .

Sandoya , A., Chica, L., & Ordoñez, G. (febrero de 2018). *NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción* . Obtenido de <https://ister.sharepoint.com/sites/desarrollodeproyectoselectricoselcs4npdc16640/Documentos%20compartidos/General/EJEMPLOS%20Y%20NORMAS/NORMAS%20-%20HOJAS%20DE%20FABRICANTES/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf?CT=1739756287930&OR=ItemsView&wdOrigin=TEA>

Santander Aragón, F. A. (Mayo de 2018). *Estudio para la optimización del dimensionamiento de transformadores de distribución, utilizados en edificios del centro normte del distrito Metropolitano de Quito* . Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19560/3/CD-8957.pdf>

simon electric. (26 de Agosto de 2021). *Niveles de iluminación recomendados segun cada zona y actividad*. Obtenido de <https://www.simonelectric.com/blog/niveles-de-iluminacion-recomendados-segun-cada-zona-y-actividad>

UNE-EN 12464-1. (10 de 10 de 2003). *Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0029924>



# ANEXOS

## 7.1 Anexo 1



### CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN MOCHA

📍 Calle Alonso Ruiz 140 y Av. El Rey 📞 277 9406 - 214 7032  
✉ bomberosmocha@yahoo.com

#### ACTA DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Mocha, día 13 de febrero del 2025

**ENTIDAD BENEFICIARIA:** Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha de Tungurahua.

**PROYECTO:** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA MEJORA OPERATIVA DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN MOCHA, TUNGURAHUA.

En Mocha, a los 13 días del mes de febrero del 2025, se procede a la firma del presente documento con el propósito de dejar constancia de la aceptación oficial de la elaboración del proyecto que será desarrollado por los señores estudiantes del Instituto Universitario Rumiñahui:

- Arévalo Duchicela Jhonatan Luis
- Salinas Villacis Edison Mauricio

Por medio del presente, el Cuerpo de Bomberos del cantón Mocha, manifiesta su aceptación formal para que los estudiantes mencionados lleven a cabo el proyecto de titulación bajo los lineamientos establecidos.

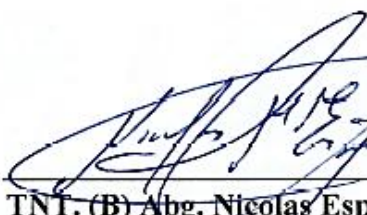
En conformidad con lo expuesto, firman las partes involucradas:

#### Por los estudiantes

  
**Arévalo Duchicela Jhonatan Luis**  
Estudiante Instituto Universitario  
Rumiñahui  
Cédula: 0603761123

  
**Salinas Villacis Edison Mauricio**  
Estudiante Instituto Universitario  
Rumiñahui  
Cédula: 1804575411

#### Por la Entidad Receptora

  
**TNT. (B) Abg. Nicolás Espín Pastor**  
Jefe del Cuerpo de Bomberos de Mocha  
Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha  
Cédula: 1804074795



## 7.2 Anexo 2



### CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN MOCHA

📍 Calle Alonso Ruiz 140 y Av. El Rey    ☎ 277 9406 - 214 7032  
✉ bomberosmocha@yahoo.com

---

#### ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Mocha, día 05 de marzo del 2025

**ENTIDAD BENEFICIARIA:** Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha de Tungurahua.

**PROYECTO:** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA MEJORA OPERATIVA DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN MOCHA, TUNGURAHUA

En Mocha, a los 05 días del mes de marzo del 2025, se procede a la firma del presente documento con el propósito de dejar constancia de la entrega y recepción del proyecto de titulación desarrollado por los estudiantes del Instituto Universitario Rumiñahui:

- Arévalo Duchicela Jhonatan Luis
- Salinas Villacis Edison Mauricio

El presente proyecto ha sido ejecutado conforme a la propuesta inicial y ha sido entregado a Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha en cumplimiento de los requerimientos establecidos. Tras la revisión correspondiente, la entidad receptora manifiesta su conformidad con el trabajo realizado, considerándolo satisfactorio.

Por su parte, los estudiantes dejan constancia de la culminación y entrega del proyecto de titulación, incluyendo la documentación respectiva, en concordancia con los lineamientos y objetivos planteados en la propuesta original.

En señal de conformidad, se firma el presente documento en dos ejemplares de igual tenor, en el lugar y fecha indicados.



## CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN MOCHA

📍 Calle Alonso Ruiz 140 y Av. El Rey    ☎ 277 9406 - 214 7032  
✉ bomberosmocha@yahoo.com

### Por los estudiantes

**Arévalo Duchicela Jhonatan Luis**  
Estudiante Instituto Universitario  
Rumiñahui  
Cédula: 0603761123

**Salinas Villacis Edison Mauricio**  
Estudiante Instituto Universitario  
Rumiñahui  
Cédula: 1804575411

### Por la Entidad Receptora

**T.N.T. (B) Abg. Nicolas Espín Pastor**  
Jefe del Cuerpo de Bomberos de Mocha  
Cuerpo de Bomberos del Cantón Mocha  
Cédula: 1804074795

### **7.3 Anexo 3**

LINK DEL VIDEO DE LA ENTREGA DEL PROYECTO

<https://youtu.be/7o3qhUjHGDo>

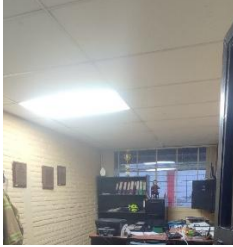
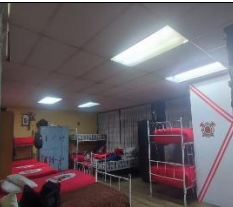
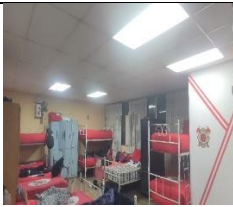
## 7.4 Anexo 4

### ANEXO 4. FOTOGRÁFICO

#### Registro fotográfico con la respectiva descripción

Este informe fotográfico documenta las mejoras realizadas en las instalaciones eléctricas, asegurando un sistema eficiente, seguro y normativamente adecuado.

Tabla 1. Implementación del Sistema de iluminación

| Espacio              | Inicio                                                                              | Final                                                                               | Implementación                                                                                                                                      |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Cocina            |    |    | Se instalaron dos nuevas luminarias Led tipo ovo de 50 Watt.                                                                                        |
| 2. secretaria        |   |   | Se instalaron 6 nuevas luminarias Led, tipo tubo de 18 Watt cada una, además se cambió la protección de acrílico.                                   |
| 3. Jefatura          |  |  | Se instalaron 6 nuevas luminarias Led, tipo tubo de 18 Watt cada una, además se cambió la protección de acrílico.                                   |
| 4. Sala de Reuniones |  |  | Se instalaron 12 nuevas luminarias Led tipo tubo de 18 Watt cada una controlados por dos interruptores, además se cambió la protección de acrílico. |
| 5. Dormitorio        |  |  | Se instalaron 12 nuevas luminarias Led tipo tubo de 18 Watt cada una controlados por dos interruptores, además se cambió la protección de acrílico. |
| 6. Bodega            |  |  | Se instalaron 6 nuevas luminarias Led, tipo tubo de 18 Watt cada una, además se cambió la protección de acrílico.                                   |



En la tabla 1 se detalla un antes y después de la mejora del sistema eléctrico, destacando la modernización de la iluminación con tecnología LED, lo que permite mayor eficiencia y mejor calidad luminosa en cada espacio.

Tabla 2. Implementación del Sistema de Fuerza

| Espacio              | Inicio                                                                              | Final                                                                               | Implementación                  |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Cocina            |    |    | Se instalaron 3 tomacorrientes. |
| 2. Secretaria        |    |    | Se instalaron 3 tomacorrientes  |
| 3. Jefatura          |   |   | Se instalaron 4 tomacorrientes  |
| 4. Sala de Reuniones |  |  | Se instalaron 5 tomacorrientes  |
| 5. Dormitorio        |  |  | Se instalaron 8 tomacorrientes  |
| 6. Bodega            |  |  | Se instalaron 3 tomacorrientes  |

En la tabla 2 se detalla la instalación de nuevos circuitos de fuerza, utilizando tuberías, canaletas y cajetines plásticos muestra la mejora en la infraestructura eléctrica mediante la instalación de tomacorrientes sobrepuestas y empotrados optimizando el acceso a la energía en cada área, asegurándose el cumplimiento de la Norma NEC.

Tabla 3. Implementación del Sistema de Carga Especial

| Espacio            | Inicio                                                                            | Final                                                                             | Implementación                                                    |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1. Ducha Eléctrica |  |  | Se instalo la nueva ducha eléctrica con su sistema de protección. |

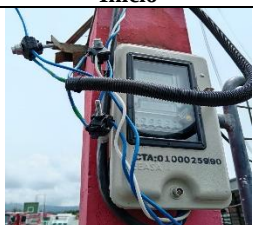
En la tabla 3 se realizó la adecuación del circuito eléctrico para la correcta alimentación del equipo especial (ducha eléctrica). Se instalo la nueva conexión con su protección adecuadamente dimensionada.

Tabla 4. Implementación del Sistema Protecciones Eléctricas

| Espacio                    | Inicio                                                                             | Final                                                                              | Implementación                                                                                                        |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Tablero de distribución |  |  | Se implemento la caja térmica con sus respectivas protecciones de los sistemas de iluminación, fuerza, carga especial |

En la Tabla 4 se visualiza la implementación de la caja térmica con sus respectivas protecciones según los cálculos obtenidos, para la correcta alimentación de los distintos sistemas (iluminación, fuerza, carga especial). Finalmente se realizó pruebas de carga para verificar la estabilidad del sistema evitando sobrecargas.

Tabla 5. Implementación del Sistema de puesta Tierra

| Espacio          | Inicio                                                                              | Final                                                                               | Implementación                                                                             |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Puesta tierra |  |  | Instalación del sistema de la puesta a tierra en los circuitos de fuerza y carga especial. |

En la Tabla 5 se visualiza el sistema de puesta a tierra con la instalación de conductor y electrodo adecuados, garantizando una correcta disipación de las corrientes de fuga y cumpliendo con las normativas de seguridad eléctrica. Se realizaron mediciones para verificar la continuidad y efectividad del sistema.