

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 del sistema eléctrico del área comunal
del barrio el Arenal e implementación de la zona
recreativa.**

Autor/s: Pulla Ordoñez Henry Fabián

Araujo Zambrano Elio Stewart

Guaranda Vega Wendy Monserrath

Tutor Metodológico/Técnico:

Ing. Diego Pichoasamín

Fecha: 5 de marzo de 2025



Autor:



Pulla Ordoñez Henry Fabián

Título a obtener: Tecnólogo Superior en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: henry.pulla@ister.edu.ec

Autor:



Araujo Zambrano Elio Stewart

Título a obtener: Tecnólogo Superior en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: elio.araujo@ister.edu.ec

Autor:



Guaranda Vega Wendy Monserrath

Título a obtener: Tecnólogo Superior en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: wendy.guaranda@ister.edu.ec

Dirigido por:



Pichoasamín Morales Diego Fernando

Título: Ing. Electrónica en Automatización y Control

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: diego.pichoasamin@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.

©2024 Tecnológico

Universitario Rumiñahui

SANGOLQUÍ – ECUADOR

PULLA ORDOÑEZ HENRY FABIAN

ARAUJO ZAMBRANO ELIO STEWART

GUARANDA VEGA WENDY MONSERRAT

***Diseño del sistema eléctrico del área comunal del barrio el Arenal e
implementación de la zona recreativa.***

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 7 de marzo de 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, Elio Stewart Araujo Zambrano declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado “Diseño del sistema eléctrico del área comunal del barrio el arenal e implementación de la zona recreativa”, 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,



Elio Stewart Araujo Zambrano
C.I.: 0922909445

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 08 de marzo del 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

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

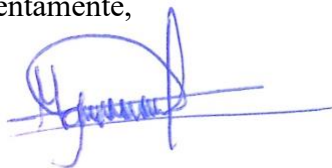
Presente

Por medio de la presente, yo, Wendy Monserrath Guaranda Vega declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado “Diseño del sistema Eléctrico del área comunal del barrio el arenal e implementación de la zona recreativa”, 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,



Wendy Monserrath Guaranda Vega
C.I.: 172598454-4

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 6 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, Henry Fabián Pulla Ordóñez declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado “Diseño del sistema eléctrico del área comunal del barrio el arenal e implementación de la zona recreativa”, 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,



Henry Fabián Pulla Ordóñez
C.I.: 0107133910

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:
HENRY FABIAN PULLA ORDOÑEZ
ELIO STEWART ARAUJO ZAMBRANO
WENDY MONSERRATH GUARANDA VEGA
TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):
ING. DIEGO PICHOSAMIN
CONTACTO ESTUDIANTE:

0997092095

0989275093

0994853002

CORREO ELECTRÓNICO:

henry.pulla@ister.edu.ec

elio.araujo@ister.edu.ec

wendy.guaranda@ister.edu.ec

TEMA:

DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL ÁREA COMUNAL DEL BARRIO EL ARENAL
E IMPLEMENTACIÓN DE LA ZONA RECREATIVA.

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:

El proyecto "Diseño del sistema eléctrico del área comunal del barrio El Arenal e implementación de la zona recreativa" tiene como objetivo principal desarrollar un sistema eléctrico eficiente y seguro para el área comunal del barrio El Arenal, así como la implementación de una zona recreativa que beneficie a la comunidad. Para ello, se utilizarán herramientas avanzadas de diseño, como AutoCAD, que se empleará para realizar los respectivos planos del sistema eléctrico, y DIALux, que se utilizará para llevar a cabo simulaciones detalladas del sistema de iluminación, garantizando una distribución adecuada y eficiente de la luz.

El proyecto se regirá por las normas de construcción y electricidad pertinentes, como las normas UNE-EN 12193: 2020 para iluminación y las normas NEC para instalaciones eléctricas, asegurando que todas las instalaciones cumplan con los estándares de seguridad y

eficiencia energética. Además, se tomarán en cuenta las regulaciones establecidas por el Ministerio de Energía y Recursos No Renovables (EX MEER) para garantizar que la construcción sea acorde a las normativas vigentes en el país.

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

PALABRAS CLAVE:

AutoCAD, Dialux-Evo, UNE-EN 12193: 2020, NEC, EX MEER

ABSTRACT:

The main objective of the project "Design of the electrical system of the communal area of the El Arenal neighborhood and implementation of the recreational zone" has as its main objective to develop an efficient and safe electrical system for the communal area of the El Arenal neighborhood, as well as the implementation of a recreational zone that benefits the community. To do this, advanced design tools will be used, such as AutoCAD, which will be used to create the respective plans of the electrical system, and DIALux, which will be used to carry out detailed simulations of the lighting system, guaranteeing adequate and efficient distribution of light.

The project will be governed by relevant construction and electrical standards, such as UNE-EN 12193: 2020 standards for lighting and NEC standards for electrical installations, ensuring that all installations meet safety and energy efficiency standards. In addition, the regulations established by the Ministry of Energy and Non-Renewable Resources (EX MEER) will be taken into account to guarantee that the construction is in accordance with the regulations in force in the country.

PALABRAS CLAVE:

AutoCAD, Dialux-Evo, UNE-EN 12193: 2020, NEC, EX MEER.



Firma del Estudiante (AUTOR)

Henry Pulla O.

C.I.: 0107133910



Firma del Estudiante (AUTOR)

Wendy Guaranda V.

C.I.: 1725984544



Firma del Estudiante (AUTOR)

Elio Araujo Z.

C.I.: 0922909445

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 7 de marzo de 2025

Sres.-

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

Presente

Yo, Elio Stewart Araujo Zambrano, con C.I. Nro. 0922909445 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,



Elio Stewart Araujo Zambrano

C.I.: 0922909445

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 08 de marzo del 2025

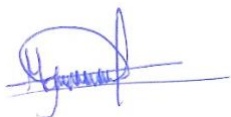
Sres.-

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

Presente

Yo Wendy Monserrath Guaranda Vega, con C.I.: 172598454-4 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,



Firma del Estudiante

Wendy Monserrath Guaranda Vega

C.I.: 172598454-4

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 6 de marzo del 2025

Sres.-

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

Presente

Yo Henry Fabián Pulla Ordóñez con C.I.: 0107133910 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,



Firma del Estudiante

Henry Pulla O.

C.I.: 0107133910

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, por brindarme la fuerza, la sabiduría y la guía necesaria para superar los retos y alcanzar este logro. A mi hija, por su amor incondicional, por ser mi mayor fuente de motivación y por recordarme cada día la importancia de seguir adelante. A mis seres queridos, que siempre estuvieron a mi lado cuando más los necesité, y a mis profesores y compañeros, por su apoyo, conocimiento e inspiración. Este trabajo es el resultado de esfuerzo, aprendizaje y pasión, y es mi forma de agradecerles a todos ustedes por ser parte de este proceso.

HENRY PULLA O.

Gracias a Dios, por su guía y bendiciones que me dieron la fuerza para alcanzar este sueño. A mis padres, por su amor y por enseñarme a nunca rendirme. A mis abuelitos, cuyas palabras y abrazos dejaron huella en mi corazón. A mi familia, por ser mi refugio y mi fuente de inspiración. A las personas especiales que me acompañaron con su cariño y apoyo. Gracias a todos por creer en mí y ser parte de este logro, que no habría sido posible sin su constante presencia y amor incondicional.

WENDY GUARANDA V.

Este proyecto está dedicado a mis padres, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio me han inspirado a seguir mis sueños y me han enseñado el valor del trabajo arduo, siempre estando a mi lado en cada paso que doy. Agradezco profundamente su apoyo incondicional, sin el cual este logro no habría sido posible. También quiero agradecer al profesor Diego Pichoasamin, por su valiosa orientación y conocimientos, que fueron fundamentales durante todo el proceso, así como a mis amigos Henry Pulla y Wendy Monserrat, por su apoyo y motivación constantes, lo que hizo que este proyecto fuera aún más enriquecedor. Finalmente, a mi suegro, Aurelio Pluas Cabrera, por transmitirme el amor y la pasión por la electricidad, siendo una fuente de inspiración constante, y por enseñarme que el verdadero conocimiento se basa en el entusiasmo y la dedicación.

ELIO ARAUJO Z.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero y ante todo a Dios, por ser mi fortaleza, por darme la sabiduría y por guiarme en cada paso de este camino. A mi hija, por ser mi mayor fuente de inspiración, por su amor incondicional y por recordarme que todo esfuerzo tiene su recompensa. A mis familiares, por su apoyo constante, comprensión y paciencia, siempre creyendo en mí y motivándome a dar lo mejor de mí. Y a mis amigos, por su compañerismo, su aliento y por estar presentes en cada momento, compartiendo mis alegrías y desafíos. Este proyecto es el reflejo del esfuerzo conjunto de todos ustedes, y es mi manera de agradecerles por estar a mi lado en cada etapa de este proceso.

HENRY PULLA O.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi madre y su esposo, así como a mis abuelos, familiares y a todas las personas cercanas, cuyo apoyo incondicional y palabras de aliento fueron esenciales durante todo el proceso de este trabajo. Su cariño, comprensión y constante motivación me impulsaron a seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes, permitiéndome alcanzar este objetivo. A todos ustedes, les doy mi más profundo reconocimiento y gratitud, ya que, sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

WENDY GUARANDA V.

Agradezco primero a Dios por darme fortaleza, paciencia y sabiduría a lo largo de mi proceso de estudio, permitiéndome aprender más sobre la carrera que me apasiona. A mi esposa Elizabeth Plúas, mis hijas Elianna y Elibeth, por ser mi pilar fundamental y darme fuerza en todo momento. A mi madre Teresa Zambrano y mis hermanas Jenny y Mayra, quienes, a pesar de la distancia, estuvieron siempre pendientes de mi aprendizaje. También agradezco a Miss Moe Egas por su apoyo en la implementación de este proyecto y al Ing. Diego Pichoasamin, mi tutor, por compartir su pasión y conocimiento sobre electricidad. Finalmente, dedico este proyecto a la Sra. Susana Salcedo de Egas por su generosidad y confianza en mí.

ELIO ARAUJO Z.

RESUMEN

El proyecto "Diseño del sistema eléctrico del área comunal del barrio El Arenal e implementación de la zona recreativa" tiene como objetivo principal desarrollar un sistema eléctrico eficiente y seguro para el área comunal del barrio El Arenal, así como la implementación de una zona recreativa que beneficie a la comunidad. Para ello, se utilizarán herramientas avanzadas de diseño, como AutoCAD, que se empleará para realizar los respectivos planos del sistema eléctrico, y DIALux, que se utilizará para llevar a cabo simulaciones detalladas del sistema de iluminación, garantizando una distribución adecuada y eficiente de la luz.

El proyecto se regirá por las normas de construcción y electricidad pertinentes, como las normas UNE-EN 12193: 2020 para iluminación y las normas NEC para instalaciones eléctricas, asegurando que todas las instalaciones cumplan con los estándares de seguridad y eficiencia energética. Además, se tomarán en cuenta las regulaciones establecidas por el Ministerio de Energía y Recursos No Renovables (EX MEER) para garantizar que la construcción sea acorde a las normativas vigentes en el país.

Palabras claves: AutoCAD, Dialux-Evo, UNE-EN 12193: 2020, NEC, EX MEER

ABSTRACT

The main objective of the project "Design of the electrical system of the communal area of the El Arenal neighborhood and implementation of the recreational zone" has as its main objective to develop an efficient and safe electrical system for the communal area of the El Arenal neighborhood, as well as the implementation of a recreational zone that benefits the community. To do this, advanced design tools will be used, such as AutoCAD, which will be used to create the respective plans of the electrical system, and DIALux, which will be used to carry out detailed simulations of the lighting system, guaranteeing adequate and efficient distribution of light.

The project will be governed by relevant construction and electrical standards, such as UNE-EN 12193: 2020 standards for lighting and NEC standards for electrical installations, ensuring that all installations meet safety and energy efficiency standards. In addition, the regulations established by the Ministry of Energy and Non-Renewable Resources (EX MEER) will be taken into account to guarantee that the construction is in accordance with the regulations in force in the country.

Keywords: AutoCAD, Dialux-Evo, UNE-EN 12193:2020, NEC, EX MEER

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABLAS	12
CAPITULO I	14
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Planteamiento del Problema	14
1.2. Justificación.....	15
1.3. Alcance	15
1.3.1. Casa Comunal:	16
1.3.2. Área Recreativa:	16
1.4. Objetivo General.....	16
1.1.1.....	16
1.5. Objetivos Específicos	16
1.5.1. Casa Comunal:	16
1.5.2. Zona Recreativa:	17
CAPITULO II	18
2. MARCO TEORICO	18
2.1. Normativas vigentes para la construcción eléctrica en Ecuador	18
2.2. Conceptos básicos de iluminación	18
2.3. Criterios de diseño iluminación	19
2.4. Elementos de un tablero de control	19
2.4.1. Interruptor Automático Bipolar (Breaker Bipolar)	19
2.4.2. Contactor Bifásico	20
2.4.3. Reloj Temporizado	20
2.4.4. Selector de Tres Posiciones	20
2.5. Luminarias para exteriores	20
2.6. Postes de hormigón armado	21
2.6.1. Características Principales.	21

2.6.2. Fabricación.....	21
2.6.3. Aplicaciones.....	22
2.7. Pozos de revisión.....	22
2.8. Tipos de conductores.....	23
2.8.1. Cable THHN.....	23
2.8.2. Cable multiplex de al, aac.....	23
2.9. Tipos de conectores.....	24
2.9.1. Conector dentado.....	24
2.9.2. Empalme derivación en gel.....	24
2.10. Estructura para bajo voltaje.....	24
CAPITULO III.....	26
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....	26
3.1. Situación inicial.....	26
4.1.1. Levantamiento de carga.....	27
4.1.2. Plano inicial de la casa comunal.....	28
3.1.3. Plano inicial del área recreativa.....	29
3.1.4. Problemas.....	30
3.2. Diseño.....	31
3.2.1. Iluminación del área recreativa.....	31
3.2.2. Fuerza.....	47
3.2.3. Diagrama Unifilar / Diagramas p&id, diagrama control y fuerza.....	50
3.2.4. Diagramas de flujo.....	51
3.3. Implementación.....	53
3.3.1. Lista de Materiales.....	53
3.3.2. Instalación.....	54
CAPITULO IV.....	65
4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
4.1. Pruebas de funcionamiento.....	65
4.2. Niveles de iluminación.....	66
4.3. Medidas de intensidad y caída de voltaje.....	67
CAPITULO V.....	69
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
5.1. Conclusiones.....	69

5.2. Recomendaciones	70
Bibliografía.....	71
ANEXOS.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista de ingreso al área recreativa	15
Figura 2. Luminancia según área de deporte.	19
Figura 3. Ubicación y dimensiones de la cancha.....	26
Figura 4. Toma de puntos GPS	27
Figura 5. Estado actual de la cancha.....	27
Figura 6. Ubicación y dimensiones de la casa comunal	28
Figura 7. Estado inicial de la casa comunal.....	29
Figura 8. Plano inicial del area recreativa	29
Figura 9. Instalaciones no cumplen con normativas NEC	30
Figura 10. Selección de clase de iluminación.....	31
Figura 11. Requerimientos de la Norma UNE 12193:2020	32
Figura 12. Ficha técnica de luminaria seleccionada.....	34
Figura 13. Luminaria ledex helio	35
Figura 14. Diagramas de radiación de luminaria ledex helio	35
Figura 15. Luminaria seleccionada para la simulación	36
Figura 16. Configuración de luz y hora para simulación del área recreativa...38	
Figura 17. Simulación de iluminación de la cancha.....	38
Figura 18. Luxes obtenidos en la simulación de la cancha.....	39
Figura 19. luminaria seleccionada para simulación.....	40
Figura 20. Configuración de luz y hora para simulación de la casa comunal .42	
Figura 21. Simulación de la casa comunal	42
Figura 22. Casa comunal por locales en simulación	43
Figura 23. luxes obtenidos en la simulación de la casa comunal	43
Figura 24. Plano de iluminación proyectado.....	46
Figura 25. Plano de ductos proyectado	46
Figura 26. Plano eléctrico de la casa comunal.....	47
Figura 27. Sección de conductores.....	49
Figura 28. diagrama unifilar unificado	50
Figura 29. Diagrama de flujo de iluminación de la cancha.....	51
Figura 30. Diagrama de control temporizado de iluminación de cancha	52
Figura 31. Señalización y excavaciones para postes de 12m.	54
Figura 32. Profundidad de excavación para poste de 12m.	55

Figura 33. Desmontaje de luminarias de sodio y cableado.....	55
Figura 34. Camión tipo grúa.	56
Figura 35. Reubicación e izado de postes de hormigón armado.	56
Figura 36. Asesoramiento y señalización para obra civil.....	57
Figura 37. Excavación de zanjas para ductos y pozos de revisión.	57
Figura 38. Colocación de tubería y rellenado de zanjas.....	58
Figura 39. Construcción de pozos de revisión tipo A60x60x75 cm.	58
Figura 40. Armado de gabinete metálico.....	59
Figura 41. Montaje de tablero de control.....	59
Figura 42. Tablero de medición y tablero de control proyectado.	60
Figura 43. Pozo de revisión 1 (PZ1).....	60
Figura 44. Empalme de derivación en gel.....	61
Figura 45. Montaje de transición subterránea-aéreo.	61
Figura 46. Estructura 1(ER).....	62
Figura 47. Calibrado de cable dúplex J2x6.....	62
Figura 48. Armado de luminarias de 150W.	63
Figura 49. Montaje de luminaria de 150W.	63
Figura 50. Conexión de luminaria.....	64
Figura 51. Etiquetado de tablero de control.....	64
Figura 52. Pruebas piloto.	65
Figura 53. Encendido del sistema de iluminación.....	65
Figura 54. Luxes obtenidos en el área recreativa.	67
Figura 55. Medida de voltaje en tablero de medición.....	68
Figura 56. Medida de intensidad en tablero de control.	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM de la cancha a intervenir.....	26
Tabla 2. Coordenadas UTM de la casa comunal.....	28
Tabla 3. Requerimientos lumínicos	33
Tabla 4. Levantamiento de carga del área recreativa	33
Tabla 5. Levantamiento de carga de la casa comunal.....	33
Tabla 6. Resumen de ficha técnica de luminaria	34

Tabla 7. Datos técnicos de luminaria para simulación	36
Tabla 8. Datos técnicos de luminaria para simulación	40
Tabla 9. Circuitos de iluminación	44
Tabla 10. Circuitos de fuerza de la casa comunal	47
Tabla 11. Cálculo de sección y caída de tensión de área recreativa	48
Tabla 12. Lista de materiales para el área recreativa	53
Tabla 13. Valores de luxes tomados en el área recreativa por luminaria.	66
Tabla 14. Valores de voltaje tomados en el área recreativa por luminaria.	68

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Para asegurar el desempeño óptimo y la confiabilidad del sistema eléctrico desarrollado, una serie de procedimientos técnicos críticos fueron llevados a cabo en las últimas etapas del proyecto. La primera de ellas fue la estricta adhesión a los reglamentos y estándares técnicos actuales que garantizan el funcionamiento seguro y eficaz del sistema eléctrico en cuestión. Además, se utilizaron técnicas de diseño y simulación vanguardistas, es decir, se utilizó software especializado para el modelado de circuitos eléctricos y la simulación de sistemas de iluminación para garantizar una planificación precisa de la carga y el sistema de distribución de sus componentes.

Además, se consideró que era esencial la adecuada identificación y etiquetado de todos los componentes, lo que facilitará el mantenimiento, los diagnósticos y cualquier modificación en el futuro. De esta forma, no solo se garantizará que el sistema se ajuste a las necesidades iniciales de sus diseñadores, sino que también continuará operando de manera efectiva a lo largo de toda su vida útil. A continuación, se describen algunas de las medidas específicas que se tomaron para verificar y optimizar el funcionamiento del sistema eléctrico en el área comunitaria del barrio El Arenal.

1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad, el área comunal del barrio El Arenal enfrenta serias deficiencias en cuanto a la infraestructura eléctrica, lo que afecta directamente la calidad de vida de los residentes y la funcionalidad de los espacios recreativos.

Cabe destacar que, para un evento específico, la empresa eléctrica instaló de manera temporal una conexión que alimentaba dos luminarias en el área recreativa. Sin embargo, dicha conexión fue provisional y, tras la finalización del evento, el sistema dejó de funcionar, dejando el área recreativa sin suministro eléctrico. Esto ha incrementado la falta de iluminación adecuada en el lugar, especialmente en las horas nocturnas, lo que aumenta la vulnerabilidad de la zona y genera preocupaciones sobre la seguridad y el bienestar de los usuarios.

Este proyecto busca ofrecer una solución técnica, eficiente y sostenible, que proporcione una red eléctrica robusta y confiable, alineada con las normativas vigentes y adaptada a las necesidades específicas del barrio El Arenal.



Figura 1. Vista de ingreso al área recreativa

1.2. Justificación

El sistema eléctrico comunitario en el barrio de El Arenal requiere la implementación de uno nuevo, ya que la infraestructura actual tiene fallas muy graves. La instalación temporal de luminarias de la empresa eléctrica ahora desaparecida muestra la necesidad de una solución permanente confiable.

La red eléctrica que aún funciona está desactualizada y no cumple con los requisitos de seguridad, además de tener un dimensionamiento insuficiente de los conductores y protecciones, lo que crea el riesgo de fallos eléctricos y sobrecargas.

El objetivo del proyecto es rediseñar los circuitos eléctricos en una máscara que cumpla con todos los requisitos. Esto incluye tener un suministro seguro y eficiente, proteger el uso de la energía, mejorar la iluminación y seguridad en el área recreativa, y alterar la configuración existente para cumplir con las regulaciones vigentes.

Con los cambios en la infraestructura, será posible utilizar los recursos energéticos de manera más eficiente, lo que reducirá los costos operativos y creará una solución viable a largo plazo.

1.3. Alcance

El presente proyecto de titulación se tiene como meta obtener el siguiente alcance divididas en las siguientes áreas:

1.3.1. Casa Comunal:

- Área de la casa comunal cuenta con 8 metros x 5 metros.
- Diseño del sistema eléctrico de iluminación y fuerza utilizando el software Autocad.

1.3.2. Área Recreativa:

- El área recreativa cuenta con 26 metros x 15 metros.
- Diseño del sistema de iluminación utilizando el software Autocad.
- Simulación y estudio de las luminarias exteriores en el software Dialux.
- Construcción de pozos de revisión y colocación de ductos normados por la Empresa Eléctrica Regional Centrosur.
- Colocación de postes circulares de hormigón armado de 12m de longitud normados por la Centrosur.
- Instalación de acometida principal 220V.
- Instalación de caja con temporizador para el control de iluminación de postes del área recreativa.
- Instalación del circuito de iluminación subterráneo-aéreo.

1.4. Objetivo General

Diseñar el sistema eléctrico del área comunal del barrio el Arenal e implementar en su área recreativa, mediante un sistema de iluminación con tecnología led, con un sistema aéreo-subterráneo ejecutado bajo medición.

1.5. Objetivos Específicos

El proyecto se enfoca en dos escenarios: casa comunal y zona recreativa.

1.5.1. Casa Comunal:

- Realizar el diseño del sistema eléctrico de iluminación y fuerza, su área es de 8x5m.

1.5.2. Zona Recreativa:

- Realizar el levantamiento/inspección de carga del Barrio el Arenal con toma de puntos GPS y elaboración de planos en el software AutoCAD, su área corresponde a 26x15m
- Diseñar el sistema eléctrico para dimensionar conductores y protecciones bajo la norma NEC.
- Instalar el sistema eléctrico de iluminación aéreo y subterráneo bajo las normas de la Empresa Regional Centro SUR.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Normativas vigentes para la construcción eléctrica en Ecuador

NEC – Norma Ecuatoriana de la Construcción

CEN – Código Eléctrico Nacional

NTE – Normas Técnicas Ecuatorianas

NTE INEN 2010 – Condiciones para la instalación de sistemas eléctricos de baja tensión en edificaciones.

NTE INEN 2160 – Sistemas de protección y medición de electricidad. (INEN, 2019).

2.2. Conceptos básicos de iluminación

La iluminación adecuada es esencial en áreas recreativas, y debe cumplir con los requisitos establecidos por la Norma Española EN 12193, que varían según el tipo de cancha y el nivel de la competencia. Los principales parámetros luminotécnicos a tener en cuenta según la norma son:

- **Iluminancia:** Es el flujo luminoso que incide sobre una superficie, medido en Lux.
- **Uniformidad de la Iluminación:** Es la relación entre la iluminancia mínima y la media en una superficie. Una mayor uniformidad mejora la distribución de la luz y la experiencia visual. (UNE-EN., 2020)
- **CRI (Índice de Reproducción Cromática):** Mide la calidad de la luz y su capacidad para mostrar los colores de manera precisa. (UNE-EN., 2020)
- **Deslumbramiento:** Es la alteración visual causada por una luz excesiva o repentina, que puede dificultar la percepción de objetos y causar molestias. (UNE-EN., 2020)

Deporte	Nivel de competición	Iluminancia promedio (Lux)
Fútbol sala	Competición profesional (internacional)	500 lux
	Entrenamiento	300 lux
Voleibol	Competición de élite	750 lux
	Competición nacional	500 lux
	Entrenamiento	300 lux
Otros deportes recreativos (nivel bajo)	Actividades recreativas o entrenamientos informales	75 lux

Figura 2. Luminancia según área de deporte.

Según (UNE-EN., 2020), el nivel de 75 lux se refiere a una categoría de iluminación destinada a deportes de bajo nivel de competición o entrenamientos recreativos. Este valor de 75 lux es adecuado para canchas o instalaciones que no requieren un nivel alto de visibilidad o precisión, y está asociado a actividades recreativas o entrenamientos en ambientes menos exigentes.

En términos generales, la iluminancia de 75 lux se usa para:

- Deportes de bajo nivel de exigencia.
- Instalaciones recreativas o de entrenamiento de baja intensidad.
- Canchas deportivas utilizadas para la práctica recreativa, no profesional.
- Actividades no competitivas.

2.3. Criterios de diseño iluminación

Es necesario definir niveles apropiados de iluminancia según el tipo de espacio o actividad, tomando en cuenta las demandas visuales de las personas que lo ocupan. Esta medida se expresa en lux (lx). Por ejemplo, una oficina debería contar con una iluminancia de entre 300 y 500 lux, mientras que una biblioteca podría requerir un rango de 500 a 750 lux. (REA, 2000)

La temperatura de color de las lámparas influye en la percepción de los colores y el ambiente general. Las luces de temperatura cálida (2700K-3000K) son ideales para espacios de descanso o comerciales, mientras que las luces frías (5000K-6500K) son apropiadas para ambientes de trabajo que requieren alta concentración. (IES, 2018)

Seleccionar fuentes de luz de bajo consumo energético, como los LEDs, ayuda a disminuir el gasto de energía y el impacto ambiental, sin afectar la calidad de la iluminación. (INEN, Diseño de iluminación de interiores , 2012).

2.4. Elementos de un tablero de control

2.4.1. Interruptor Automático Bipolar (Breaker Bipolar)

El interruptor automático bipolar es un dispositivo de protección eléctrica diseñado para desconectar automáticamente el flujo de corriente en caso de sobrecarga o cortocircuito. Se denomina "bipolar" porque actúa sobre dos polos: uno para cada fase, lo que permite interrumpir simultáneamente ambos conductores (fase y neutro) en sistemas eléctricos

bifásicos y monofásicos. Este interruptor es esencial para prevenir daños en los circuitos y garantizar la seguridad del sistema eléctrico. (Montoya, 2016)

2.4.2. Contactor Bifásico

El contactor bifásico es un dispositivo electromagnético utilizado para abrir o cerrar un circuito eléctrico de manera remota. Este tipo de contactor es ideal para aplicaciones en sistemas bifásicos, como en el arranque y paro de motores eléctricos. Su funcionamiento se basa en una bobina electromagnética que, al ser energizada, mueve los contactos, permitiendo el paso de corriente eléctrica. Cuando se des energiza, los contactos se abren, interrumpiendo la corriente. (Guerrero, 2010)

2.4.3. Reloj Temporizado

El reloj temporizado es un equipo que se utiliza para controlar el tiempo de activación o desactivación de dispositivos en un sistema eléctrico. Los relojes temporizados pueden configurarse para ofrecer retrasos en el encendido o apagado de equipos, o para operar en ciclos periódicos. Son fundamentales en aplicaciones donde es necesario automatizar el encendido o apagado de sistemas, como en el control de iluminación, bombas, o sistemas industriales, optimizando así su funcionamiento. (INEN, 2011)

2.4.4. Selector de Tres Posiciones

El selector de tres posiciones es un interruptor rotativo que permite elegir entre tres modos de funcionamiento distintos. Este dispositivo puede tener configuraciones como "Auto", "Manual" y "Off", o "Encendido", "Apagado" y "Neutral", dependiendo de la aplicación. Se utiliza en sistemas donde se requiere la opción de operación manual, automática o de parada, permitiendo a los usuarios alternar entre distintos estados de funcionamiento de manera sencilla y eficiente. (IEC, 2013)

2.5. Luminarias para exteriores

Las luminarias LED para exteriores son soluciones de iluminación eficientes y duraderas, ideales para resistir condiciones climáticas adversas. Estas luminarias destacan por su alta eficiencia energética, larga vida útil (hasta 50,000 horas), y resistencia a la intemperie

(agua, polvo y temperaturas extremas). Además, generan menos calor, mejorando la seguridad, y permiten un control preciso de la luz, reduciendo la contaminación lumínica. (INEN, 2015)

Existen diferentes tipos, como luminarias para calles, proyectores LED de alta potencia (150W a 400W) para grandes espacios, farolas LED (30W a 100W) para áreas residenciales, y luminarias decorativas (10W a 40W) para jardines. Además, ofrecen temperaturas de color variables y se integran fácilmente con sistemas inteligentes como sensores de movimiento y reguladores automáticos. (Sánchez, 2019)

2.6. Postes de hormigón armado

Los **postes de hormigón armado** de **10 y 12 metros de altura** son elementos fundamentales en la infraestructura de redes eléctricas y telecomunicaciones en Ecuador. Están fabricados con **hormigón reforzado con acero**, lo que les brinda una gran resistencia y durabilidad, haciéndolos ideales para resistir cargas verticales y fuerzas horizontales, como vientos fuertes.

2.6.1. Características Principales.

- **Altura y Dimensiones:** Generalmente, estos postes tienen alturas de 10 y 12 metros, con un diámetro en la base que varía dependiendo del diseño. Un poste de 10 metros, por ejemplo, puede tener un diámetro en la base de 2000 mm y un peso aproximado de 2000 kg. (SERCOP, 2020)
- **Geometría:** La mayoría de los postes tienen una forma troncocónica con una sección circular hueca, lo que permite pasar cables para conexiones internas. La conicidad suele ser de 20 mm/m, lo que aporta estabilidad y resistencia estructural. (DISPOSTES, 2015)
- **Materiales:** Se utilizan cementos que cumplen con las normas **NTE INEN 152**, **NTE INEN 490**, y **NTE INEN 2380**, según sea necesario. Además, los agregados y el agua deben cumplir los requisitos establecidos en el **Anexo C de la NTE INEN 1965-1**. (SERCOP, 2020)

2.6.2. Fabricación.

La fabricación de estos postes sigue lo establecido en la **NTE INEN 1965-1**, que detalla los requisitos y métodos de ensayo para postes de hormigón armado y preesforzado utilizados en instalaciones de redes eléctricas y de telecomunicaciones. Esta norma cubre aspectos como materiales, diseño, fabricación, pruebas y etiquetado de los postes. (INEN, 2018)

2.6.3. Aplicaciones.

- **Líneas de Transmisión Eléctrica:** Estos postes soportan cables de alta y baja tensión, asegurando una distribución eléctrica eficiente y segura.
- **Sistemas de Telecomunicaciones:** Son adecuados para la instalación de cables de telecomunicaciones, ofreciendo estabilidad y resistencia a las inclemencias del clima.
- **Señalización Vial:** Gracias a su robustez, son ideales para soportar señales de tráfico y otras estructuras viales, contribuyendo a la seguridad en las carreteras.

Este tipo de postes asegura una infraestructura confiable y duradera para diversas aplicaciones en el ámbito eléctrico y de telecomunicaciones. (INEN, 2018)

2.7. Pozos de revisión

Se utilizarán pozos cuando haya cambios de dirección, transiciones de aérea a subterránea, y a lo largo de los tramos rectos del circuito. La distancia entre los pozos dependerá del diseño específico. Estos pozos se construirán de forma cuadrada o rectangular según el ángulo que forme el banco de ductos.

La distancia mínima entre la parte inferior de los ductos más profundos y la base del pozo debe ser de 10 cm. Además, el banco de ductos debe estar centrado respecto a las paredes laterales del pozo.

Los pozos se definen por sus dimensiones interiores: largo (l), ancho (a) y profundidad (p) en metros, de acuerdo con los siguientes tipos y aplicaciones:

Tipo A: Largo 0,6 m, Ancho 0,6 m, Profundidad 0,75 m, utilizado para acometidas (AP).

Tipo B: Largo 0,9 m, Ancho 0,9 m, Profundidad 0,9 m, utilizado para media tensión (MV), baja tensión (BV) y acometidas (AP).

Tipo C: Largo 1,2 m, Ancho 1,2 m, Profundidad 1 m, utilizado para media tensión (MV), baja tensión (BV) y acometidas (AP).

Tipo D: Largo 1,6 m, Ancho 1,2 m, Profundidad 1,5 m, utilizado para media tensión (MV), baja tensión (BV) y acometidas (AP).

Tipo E: Largo 2,5 m, Ancho 2 m, Profundidad 2 m, utilizado para media tensión (MV), baja tensión (BV) y acometidas (AP). (MEER, 2015)

2.8. Tipos de conductores

2.8.1. Cable THHN

El cable de cobre (Cu) con aislamiento de termoplástico THHN, clasificado para 600 V, tiene las siguientes características técnicas:

- Calibre del conductor (AWG): 8 AWG.
- Área de sección transversal nominal del conductor: 8,37 mm².
- Espesor del aislamiento: 0,76 mm.
- Espesor de la chaqueta exterior: 0,13 mm.
- Diámetro exterior nominal del conductor: 5,49 mm.
- Capacidad de corriente según NEC Tabla 310-17: 80 amperios.

Este cable es adecuado para aplicaciones en instalaciones eléctricas donde se requiere una alta capacidad de conducción de corriente, además de ser resistente al calor y a la abrasión gracias a su aislamiento THHN. Es comúnmente utilizado en sistemas de cableado en edificios, tanto para instalaciones internas como externas, en condiciones donde no haya exposición a temperaturas extremas o a químicos agresivos. (MEER, 2015)

2.8.2. Cable multiplex de al, aac.

El cable multiplex de aluminio (Al) con conductores AAC, aislamiento neutro aislado, clasificado para 600 V y con aislamiento XLPE, posee las siguientes características técnicas:

- Calibre del conductor (AWG): 2 x 6 AWG.
- Área de sección transversal nominal: 2 x 13,3 mm².
- Espesor mínimo del aislamiento: 1 mm.
- Corriente mínima soportada al aire libre: 85 amperios.
- Resistencia a la tracción nominal: 2,53 kN (257,99 kgf).

Este cable es ideal para aplicaciones en redes de distribución eléctrica, ya que proporciona una gran capacidad de conducción de corriente y resistencia mecánica. Es perfecto para ser utilizado tanto en instalaciones subterráneas como aéreas, donde se requieran propiedades de durabilidad y eficiencia. El aislamiento XLPE ofrece una alta resistencia al calor, productos químicos y al envejecimiento, lo que lo hace adecuado para condiciones exigentes en sistemas eléctricos de media tensión. (MEER, 2015)

2.9. Tipos de conectores

2.9.1. Conector dentado

El conector dentado simple DCNL1 se utiliza para establecer conexiones seguras y eficientes entre conductores en sistemas eléctricos y de telecomunicaciones. Su diseño cuenta con dientes metálicos que permiten una sujeción firme, garantizando una baja resistencia de contacto. Este conector, fabricado generalmente en cobre o aluminio, es perfecto para cables de baja y media tensión, y es especialmente adecuado para instalaciones residenciales, industriales y de interconexión. Se utiliza también en conexiones de luminarias en conductores aéreos, destacándose por su facilidad de instalación, resistencia a la corrosión y durabilidad, lo que lo hace ideal para entornos exteriores o condiciones climáticas adversas. (IEC, Low-voltage switchgear and controlgear , 2018)

2.9.2. Empalme derivación en gel

El empalme derivación en gel es un dispositivo utilizado para realizar conexiones eléctricas seguras, especialmente en cables de baja o media tensión. Utiliza un gel aislante que protege contra la humedad, la corrosión y las condiciones ambientales adversas, lo que lo hace ideal para instalaciones exteriores y subterráneas. Este empalme es fácil de instalar, ya que no requiere herramientas especializadas, y ofrece una alta durabilidad y resistencia a factores climáticos extremos. Es comúnmente usado en redes de distribución eléctrica, alumbrado público y sistemas subterráneos. (IEC, 2018)

2.10. Estructura para bajo voltaje

Los sistemas de distribución de **bajo voltaje** incluyen varios componentes diseñados para garantizar el correcto funcionamiento, protección y control de la energía eléctrica. A continuación, te hablaré de cuatro componentes clave que se utiliza en la estructura retención simple (E1):

Rack de una vía: Es una estructura modular que organiza equipos eléctricos como interruptores y disyuntores, brindando soporte y facilitando el acceso para mantenimiento, asegurando la seguridad al evitar el contacto con partes energizadas. (INEN, 2015)

Aislador tipo rollo ANSI 53-2: Se utiliza para suspender los conductores en líneas aéreas, previniendo el contacto con estructuras metálicas o tierra. Ofrece aislamiento y

resistencia, cumpliendo con las normativas ANSI para garantizar la seguridad del sistema eléctrico. (ANSI, 2016)

Abrazadera simple pequeña: Sujeta los cables a postes o estructuras, evitando su movimiento. Está diseñada para resistir tensiones causadas por factores como el viento, y su instalación es sencilla y segura. (Beaty, 2009)

Retención de acero calibre #2: Sujeta los conductores firmemente, resistiendo tensiones mecánicas y condiciones adversas. Asegura que los cables se mantengan estables y contribuye a la durabilidad del sistema eléctrico. (Beaty, 2009)

CAPITULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1.Situación inicial

El barrio el Arenal perteneciente a la Parroquia Nulti, cuenta con una cancha deportiva dirigida a la práctica principalmente de futbol 6, y un espacio físico cerrado destinado a Casa Comunal.

En conjunto con directivos del GAD parroquial del mencionado sector se coordinó una fecha y hora para con la ayuda de un sistema de posicionamiento global (GPS) determinar la ubicación exacta y dimensiones de la cancha a intervenir como de la Casa Comunal mediante la toma de coordenadas UTM, siendo los resultados los presentados a continuación:

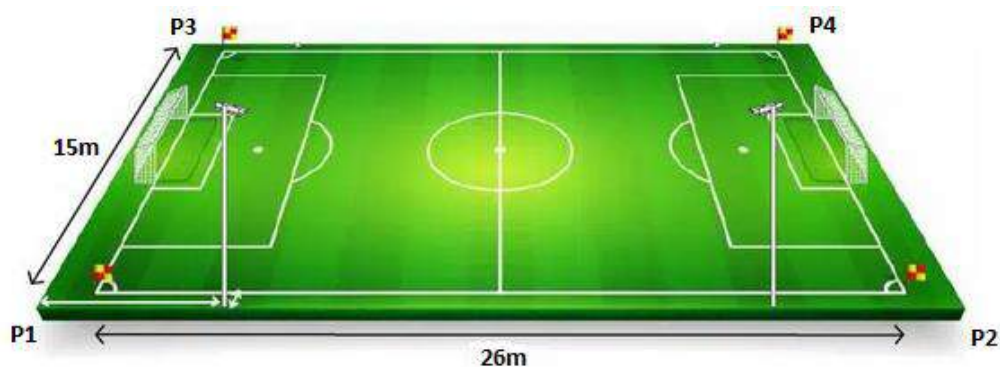


Figura 3. Ubicación y dimensiones de la cancha

Tabla 1. Coordenadas UTM de la cancha a intervenir

Punto	Coordenada X	Coordenada Y
P1	730914	9681771
P2	730921	9681747
P3	730928	9681776
P4	730935	9681751



Figura 4. Toma de puntos GPS

4.1.1. Levantamiento de carga.

En función de los datos levantados se determinó que la cancha posee una dimensión de 26m de largo x 15m de ancho, su sistema de iluminación actual está conformada por 2 Luminarias de Na de 150w 220v soportadas sobre postes de H.A de 12m directamente conectadas a la red de bajo voltaje pública perteneciente a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A, entidad que meses atrás notificó que la conexión no podrá ser directa sino que se la debe realizar bajo medición, por lo que las luminarias existentes fueron desconectadas.



Figura 5. Estado actual de la cancha

4.1.2. Plano inicial de la casa comunal.

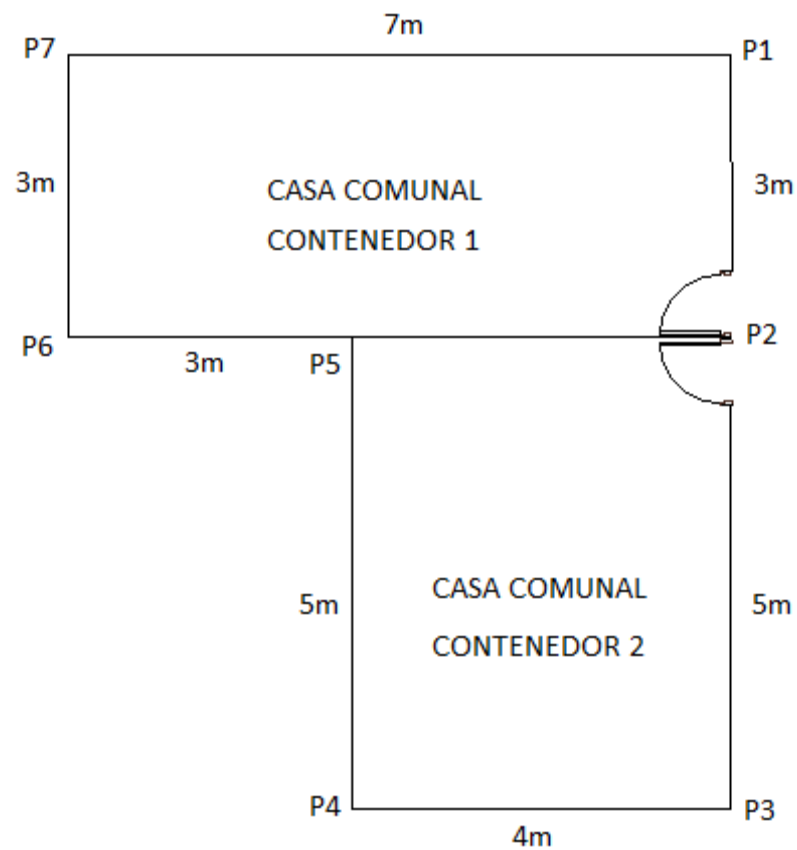


Figura 6. Ubicación y dimensiones de la casa comunal

Tabla 2. Coordenadas UTM de la casa comunal

Punto	Coordenada X	Coordenada Y
P1	730904	9681752
P2	730904	9681749
P3	730904	9681744
P4	730900	96817444
P5	730900	9681749
P6	730897	9681749
P7	730897	9681752

Está conformada por 2 contenedores cuyas dimensiones son:

Contenedor 1 7x3 m

Contenedor 2 4x5 m



Figura 7. Estado inicial de la casa comunal

3.1.3. Plano inicial del área recreativa

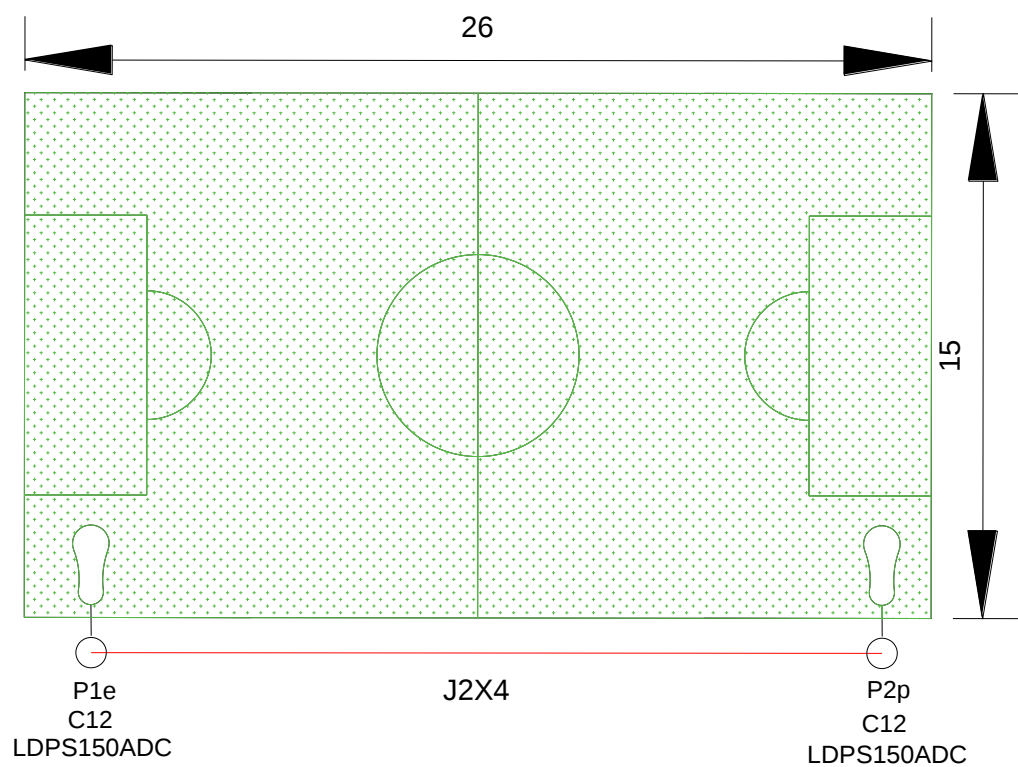


Figura 8. Plano inicial del area recreativa

3.1.4. Problemas

La iluminación de la cancha deportiva no tiene autorización de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. para que su alimentación sea tomada directamente de la red pública de bajo voltaje existente en el sector, por lo que, luego de la notificación respectiva fue desconectada, provocando en consecuencia que los habitantes del mencionado sector se vean impedidos de utilizarla durante las horas de la noche e incluso provocando cierta inseguridad ya que al ser un lugar abierto personas desconocidas llegan al lugar a ingerir bebidas alcohólicas aprovechando los niveles de oscuridad existentes.

Incluso cuando el sistema de iluminación se encontraba en funcionamiento presentaba niveles de iluminación extremadamente ineficientes, contando únicamente con 2 luminarias de Sodio de 150W soportadas sobre postes de H.A de 12m.

La Casa Comunal no cuenta con un tablero de distribución de circuitos y breakers de protección para cada uno de ellos, lo que la vuelve vulnerable ante la presencia de un cortocircuito o procesos de mantenimiento. Sus instalaciones eléctricas no cumplen con normas de seguridad mínimas teniendo sus cables de iluminación enrollados en un costado de la pared lateral.



Figura 9. Instalaciones no cumplen con normativas NEC

3.2.Diseño

3.2.1. Iluminación del área recreativa

Para definir el nivel de iluminación necesaria nos basamos en la norma Española UNE-EN 12193: 2020, que define 3 clases de alumbrado de acuerdo al nivel de competición, así:

Nivel de competición	Clase de alumbrado		
	I	II	III
Internacional y nacional	X		
Regional	X	X	
Local	X	X	X
Entrenamiento		X	X
Recreativo/deportes escolares (Educación física)			X

Figura 10. Selección de clase de iluminación

Al ser considerada la cancha del Barrio el Arenal perteneciente a la parroquia Nulti, de uso local, recreativo y escolar le correspondería una clase de alumbrado tipo III.

A continuación, se presentan los requisitos de acuerdo a la selección determinada y al tamaño de la cancha a ser intervenida.

Exterior		Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Fútbol americano	PA	110 a 117,5	55	21	9 a 11
Baloncesto	PA	28	15	13	7
	TA	32	19	15	9
Vóley playa	PA	26 a 28	18 a 20	13	9
Fistball	P	50	20	17	7
	TA	66	32	17	9
Floorball	PA	40	20	15	7
	TA	43	22	15	7
Fútbol	PA	100 a 110	64 a 75	19 a 21	13 a 15
	TA	108 a 118	72 a 83	21	13 a 15
Fútbol (5/6)	PA	30 a 40	18,5 a 20	13 a 15	9
	TA	44	24	15	9
Balonmano	PA	40	20	15	7
	TA	44	27,5	15	9
Korfbal	PA	40 a 60	20 a 30	15 a 17	7 a 9
Netball	PA	30,5	15,3	13	7
	TA	37,5	22,5	15	9
Rugby	PA	144	69	23	11
	TA	154	79	23	11
Juego de la soga (<i>tug of war</i>)		-	-	-	-
Voleibol *	PA	24	15	13	9
Clase	Iluminancia horizontal			R_c	R_s
	$E_{hor\ Avg\ lx}$	U_{2hor}			
I	500	0,70	-	55	70
II	200	0,60	-	55	60
III	75	0,50	-	55	60
a Para la Clase I, la competición internacional a máximo nivel podría justificar una superficie de 34 m × 19 m para el área principal (PA). El número de puntos de retícula correspondiente es entonces de 15 × 9.					

Figura 11. Requerimientos de la Norma UNE 12193:2020

En resumen, los requerimientos lumínicos que se debe cumplir con el software de iluminación Dialux y el tipo de luminaria seleccionada serán:

Tabla 3. Requerimientos lumínicos

Fútbol	EN12193, Clase III
Iluminancia	75lx
Uniformidad	0,5
Deslumbramiento	55
CRI	60

- *Cálculos*

La cancha deportiva como la casa comunal poseen instalaciones eléctricas existentes, en el primer caso inhabilitadas por la Empresa Eléctrica Distribuidora quienes solicitan que su alimentación se realice bajo medición y en el segundo caso realizadas de forma empírica sin un criterio técnico definido, el cuadro de cargas de lo indicado se presenta a continuación:

Tabla 4. Levantamiento de carga del área recreativa

Área Recreativa								
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Potencia (W)	Carga Instalada (W)	Factor de Diversificación	Demanda Diversificada (W)	Voltaje (V)
1	Luminarias de Na	u.	2	150	300	1	300	220

Tabla 5. Levantamiento de carga de la casa comunal

Casa Comunal								
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Potencia (W)	Carga Instalada (W)	Factor de Diversificación	Demanda Diversificada (W)	Voltaje (V)
1	Iluminación	u.	2	60	120	0,7	84	110
2	Tomacorrientes	u.	4	200	800	0,35	280	110

- Selección de las fuentes de luz del área recreativa

Para la iluminación de la cancha deportiva se utilizarán luminarias tipo LED estandarizadas por la Empresa Eléctrica Distribuidora y que se comercializan masivamente en la ciudad de Cuenca, utilizaremos las luminarias tipo LEDEX Helios cuyos datos generales son presentados a continuación:

DATOS GENERALES				
POTENCIA NOMINAL	100W (S)	150W (M)	200W (L)	240W (L)
POTENCIA AJUSTABLE	61 – 100W	101 – 150W	151 – 200W	181 – 240W
MODELO	HYDD-LED32S/100W	HYDD-LED32M/150W	HYDD-LED32L/200W	HYDD-LED32L/240W
VOLTAJE / FRECUENCIA	108 – 305VAC / 50–60Hz			
FACTOR DE POTENCIA	> 0.97			
DISTORSIÓN ARMÓNICA THD	< 10%			
DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN	10KA – 10KV			
TEMPERATURA DE COLOR	4000K**			
FLUJO LUMINOSO	>12.921 LUM*	>20.057 LUM*	26.924 LUM*	32.236 LUM*
EFICIENCIA LUMÍNICA	> 131LUM/W	> 136LUM/W	> 133LUM/W	> 135LUM/W
VIDA ÚTIL	> 80.000 HORAS SEGÚN LM70			
CARCASA				
MATERIAL	ALUMINIO INYECTADO			
DIFUSOR	VIDRIO TEMPLADO DE 5mm DE ESPESOR			
COLOR	GRIS OSCURO			
GRADO DE PROTECCIÓN	IP66			
RESISTENCIA A IMPACTOS	IK09			

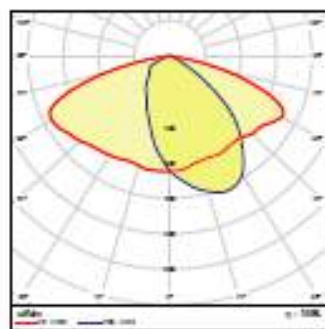
Figura 12. Ficha técnica de luminaria seleccionada

Tabla 6. Resumen de ficha técnica de luminaria

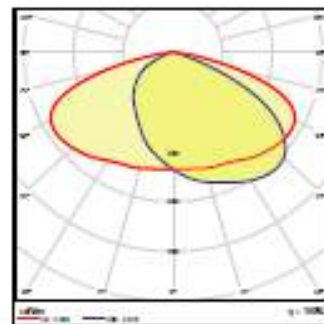
Luminaria	LEDEX Helios
Potencia	150W
Voltaje de Operación	220V
Flujo Luminoso	26924 lúmenes
Eficiencia Lumínica	mayor a 133Lúm/W
Grado de Protección	IP66
Grado de Resistencia a Impactos	IK09



Figura 13. Luminaria ledex helio



TIPO II



TIPO III

Figura 14. Diagramas de radiación de luminaria ledex helio

- *Simulación del área recreativa*

Para efectos de simulación en Dialux se ha utilizado una luminaria de características similares:

Tabla 7. Datos técnicos de luminaria para simulación

Luminaria	Disano
Potencia	150W
Voltaje de Operación	220V
Flujo Luminoso	21545 lúmenes
Eficiencia Lumínica	143.6Lúm/W
Grado de Protección	IP67
Grado de Resistencia a Impactos	IK09

	
N° de artículo	340011-00
P	150.0 W
Φ _{Lámpara}	21546 lm
Φ _{Luminaria}	21545 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	143.6 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70

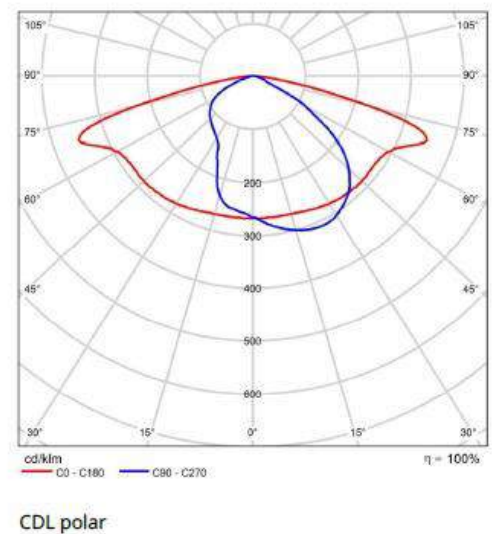


Figura 15. Luminaria seleccionada para la simulación

- *Número de fuentes de luz*

Para determinar el número de fuentes de luz procedemos primero a determinar el flujo luminoso total del área a intervenir, mediante la siguiente fórmula:

$$\phi T = \frac{Em \times S}{Cu \times Cm}$$

- **Em** = nivel de iluminación medio (en LUX), de acuerdo a norma UNE 12193:2020
- **Φ T** = flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (en LÚMENES).
- **S** = superficie a iluminar (en m2).
- **Cu** = Coeficiente de utilización (mide la eficiencia con la que una luminaria distribuye la luz hacia la superficie deseada, dependiendo de factores como el diseño de la luminaria, la reflectividad de las superficies, y la disposición de las luminarias, su valor varía entre **0.3** y **0.8**)
- **Cm** = Coeficiente de mantenimiento (ajusta el rendimiento de la luminaria con el tiempo, considerando el envejecimiento de las lámparas y la acumulación de suciedad, su valor varía entre **0.7** y **0.9**)

Para una cancha de clase 3, Em = 75Lux, por lo tanto:

$$\Phi T = \frac{75 \times 26 \times 15}{0.6 \times 0.7} \quad (1)$$

$$\text{Flujo Total del área a intervenir} \quad \Phi T = 69642 \text{ Lúmenes} \quad (2)$$

Ahora el número total de Luminarias viene dado por:

Donde:

- **NL** = número de luminarias.
- **ΦT** = flujo luminoso total necesario en la zona o local.
- **ΦL** = flujo luminoso de una lámpara (se toma del catálogo).
- **n** = número de lámparas que tiene la luminaria.

$$NL = \frac{\Phi T}{n \times \Phi L} \quad (1)$$

$$Nl = \frac{69642}{1 \times 21545} = 3.23 \quad (2)$$

En consecuencia, se utilizarán 4 Luminarias tipo LED de 150W

- *Simulación Dialux*

Configuración para el área recreativa

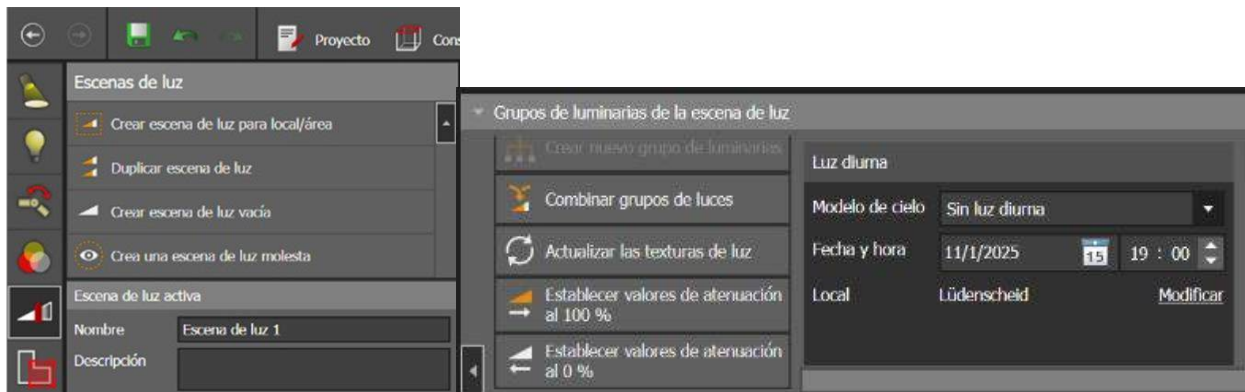


Figura 16. Configuración de luz y hora para simulación del área recreativa

Para realizar la simulación del área recreativa en horario nocturno se siguió los siguientes pasos(fig.15):

- Cliqueamos la opción *Luz*, la misma que está a lado derecho de construcción.
- Tomamos la opción *Escenas de luz*.
- Damos nombre a la *Escena de luz activa*.
- Creamos *Nuevo grupo de luminarias* las cuales se colocaron en la cancha.
- Por último, en la opción *Luz diurna*, seleccionamos como modelo de cielo “sin luz diurna”, colocamos fecha y hora, y con esto enviamos a calcular nuestra simulación.

Resultados de la simulación



Figura 17. Simulación de iluminación de la cancha



Figura 18. Luxes obtenidos en la simulación de la cancha

Como resultado de la simulación se puede observar en la fig. 17 que, cumple con la cantidad de luxes requeridos (75 Lx) por la norma UNE 12193:2020, para estar en la clase tipo III.

- **Selección de las fuentes de luz “casa comunal”**

Diseño de iluminación del área recreativa

Según la normativa UNE-12464, la iluminación general en una oficina debe ser de 500 lux con una uniformidad de 0,6. Sin embargo, los niveles de luz varían según el área, buscando un equilibrio entre confort visual, rendimiento y seguridad.

Los valores recomendados por la norma europea son:

- Zonas de paso: 150 y 500 lux.
- **Salas de reuniones: 200 y 350 lux.**
- Mesas de trabajo administrativo: 400 y 700,
- Tareas de diseño o dibujo: 600-1.500 lux.

La casa comunal está destinada exclusivamente para actividades de encuentro y reuniones sociales, dado su uso principal como lugar de congregación y trabajo colaborativo, se clasifica como una “**sala de reuniones**” en el contexto de esta simulación, a fin de aplicar los parámetros específicos de iluminación y confort visual establecidos para dichos espacios en la normativa.

- *Simulación de la casa comunal*

Para efectos de simulación en Dialux se ha utilizado una luminaria de las siguientes características:

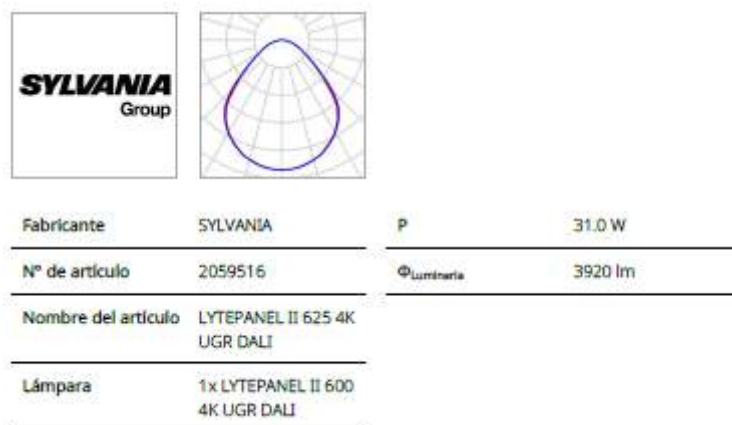


Figura 19. luminaria seleccionada para simulación

Tabla 8. Datos técnicos de luminaria para simulación

Luminaria	Lytepanel
Potencia	31W
Voltaje de Operación	120V
Flujo Luminoso	3920 lúmenes
Eficiencia Lumínica	111.45 lúm/W
Grado de Protección	IP20

- *Número de fuentes de luz*

Para determinar el número de fuentes de luz procedemos primero a determinar el flujo luminoso total del área a intervenir, mediante la siguiente fórmula:

$$\Phi T = \frac{Em \times S}{Cu \times Cm}$$

- **Em** = nivel de iluminación medio (en LUX), de acuerdo a norma UNE 12193:2020
- **Φ T** = flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (en LÚMENES).
- **S** = superficie a iluminar (en m²).

- **Cu** = Coeficiente de utilización (mide la eficiencia con la que una luminaria distribuye la luz hacia la superficie deseada, dependiendo de factores como el diseño de la luminaria, la reflectividad de las superficies, y la disposición de las luminarias, su valor varía entre **0.3** y **0.8**)
- **Cm** = Coeficiente de mantenimiento (ajusta el rendimiento de la luminaria con el tiempo, considerando el envejecimiento de las lámparas y la acumulación de suciedad, su valor varía entre **0.7** y **0.9**)

Para una sala de reuniones, $E_m = 350\text{Lux}$, por lo tanto:

$$\phi T = \frac{350 \times 3 \times 5}{0.8 \times 0.9} \quad (1)$$

Flujo Total del área a intervenir $\phi T = 7291 \text{ Lúmenes}$ (2)

Ahora el número total de Luminarias viene dado por:

- **NL** = número de luminarias.
- **ΦT** = flujo luminoso total necesario en la zona o local.
- **ΦL** = flujo luminoso de una lámpara (se toma del catálogo).
- **n** = número de lámparas que tiene la luminaria

$$NL = \frac{\phi T}{n \times \phi L} \quad (1)$$

$$Nl = \frac{7291}{1 \times 3920} = 1.86 \quad (2)$$

En consecuencia, se utilizarán 2 Panel tipo led de 30W.

- *Simulación Dialux*

Configuración para la casa comunal



Figura 20. Configuración de luz y hora para simulación de la casa comunal

Para realizar la simulación del área recreativa en horario nocturno se siguió los siguientes pasos(fig.19):

- Cliqueamos la opción *Luz*, la misma que está a lado derecho de construcción.
- Tomamos la opción *Escenas de luz*.
- Damos nombre a la *Escena de luz activa*.
- Creamos *Nuevo grupo de luminarias* las cuales se colocaron en la cancha.
- Por último, en la opción *Luz diurna*, seleccionamos como modelo de cielo “sin luz diurna”, colocamos fecha y hora, y con esto enviamos a calcular nuestra simulación.

Resultados de la simulación



Figura 21. Simulación de la casa comunal

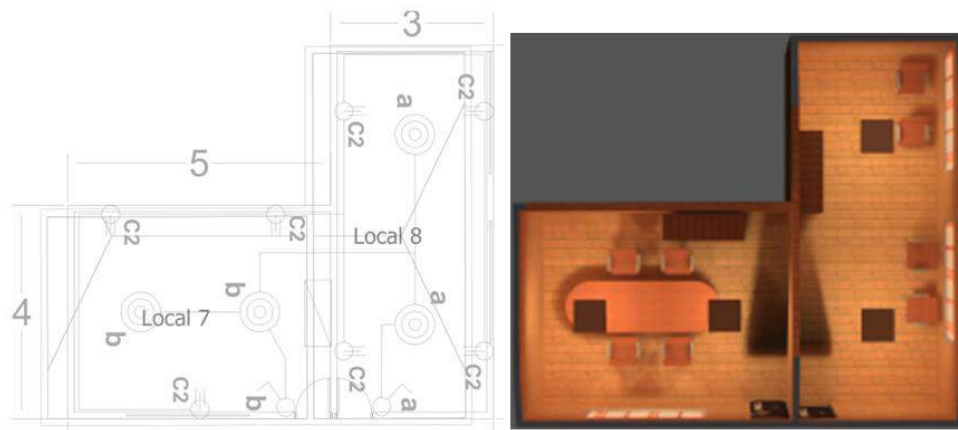


Figura 22. Casa comunal por locales en simulación

Como se puede observar en la figura 22, la casa comunal para efecto de simulación esta organizada en dos locales, local 7, y local 8, de igual manera en diseño mediante el software Autocad se realizó en solo conjunto ya que la misma comprende de dos espacios.

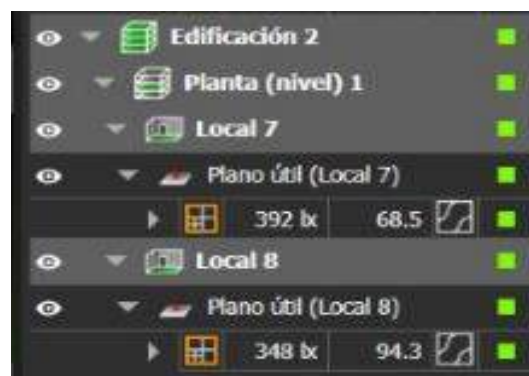


Figura 23. luxes obtenidos en la simulación de la casa comunal

Como resultado de la simulación se puede observar en la fig. 22 que, cumple con la cantidad de luxes requeridos (200-350 Lx) por la norma UNE-12464, para estar dentro del área de *salas de reuniones*.

Tabla 9. Circuitos de iluminación

TABLERO DE CONTROL	Cancha Deportiva										
	Circuito	Descripción	Unid	Cantidad	Potencia (W)	Carga Instalada (W)	Factor de Diversificación	Demanda Diversificada	Voltaje (V)	Corriente (A)	Protección (A)
	C1	Luminaria LED	u.	4	150	600	1	600	220	2.72	2x16

TD1	Casa Comunal										
	Circuito	Descripción	Unid	Cantidad	Potencia (W)	Carga Instalada (W)	Factor de Diversificación	Demanda Diversificada	Voltaje (V)	Corriente (A)	Protección (A)
	C1	Luminaria LED	u.	4	31	124	0,7	86,8	120	0,72	1x16

A pesar de que las corrientes calculadas para los circuitos de iluminación son bajas, la Norma Ecuatoriana para la Construcción NEC establece que para circuitos de iluminación internos (Casa Comunal) se debe utilizar el conductor calibre #14 AWG tipo THHN con una capacidad máxima para el dispositivo de protección o breaker de 16 Amperios. (valor mínimo comercializado en el mercado).

En este trabajo, se hace una excepción para el circuito de iluminación de la cancha deportiva ya que al tratarse de instalaciones subterráneas requiere mayor resistencia mecánica y en consecuencia un calibre de conductor mayor, por lo cual se colocó el thhn #8 AWG.

- *Planos de área recreativa*

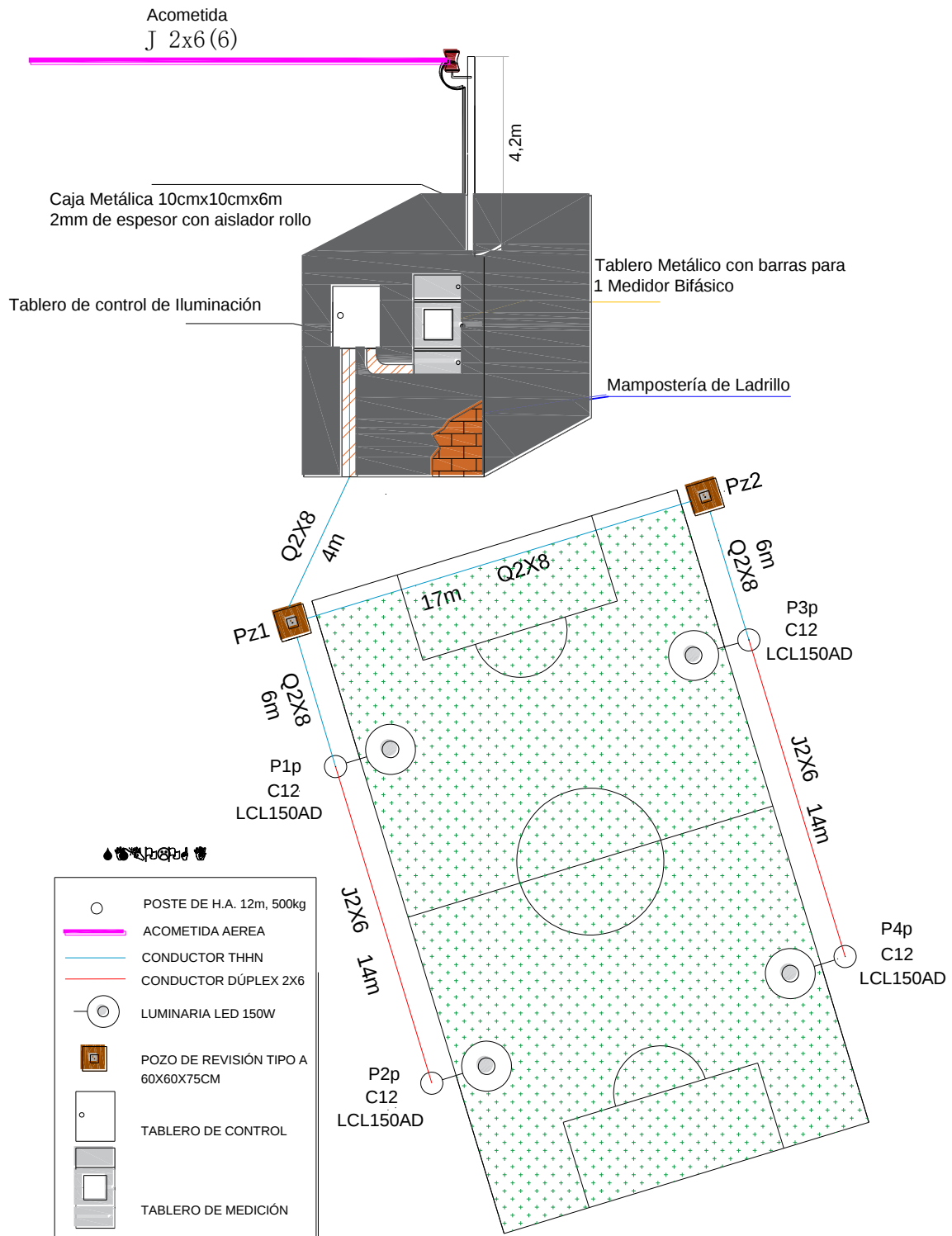


Figura 24. Plano de iluminación proyectado

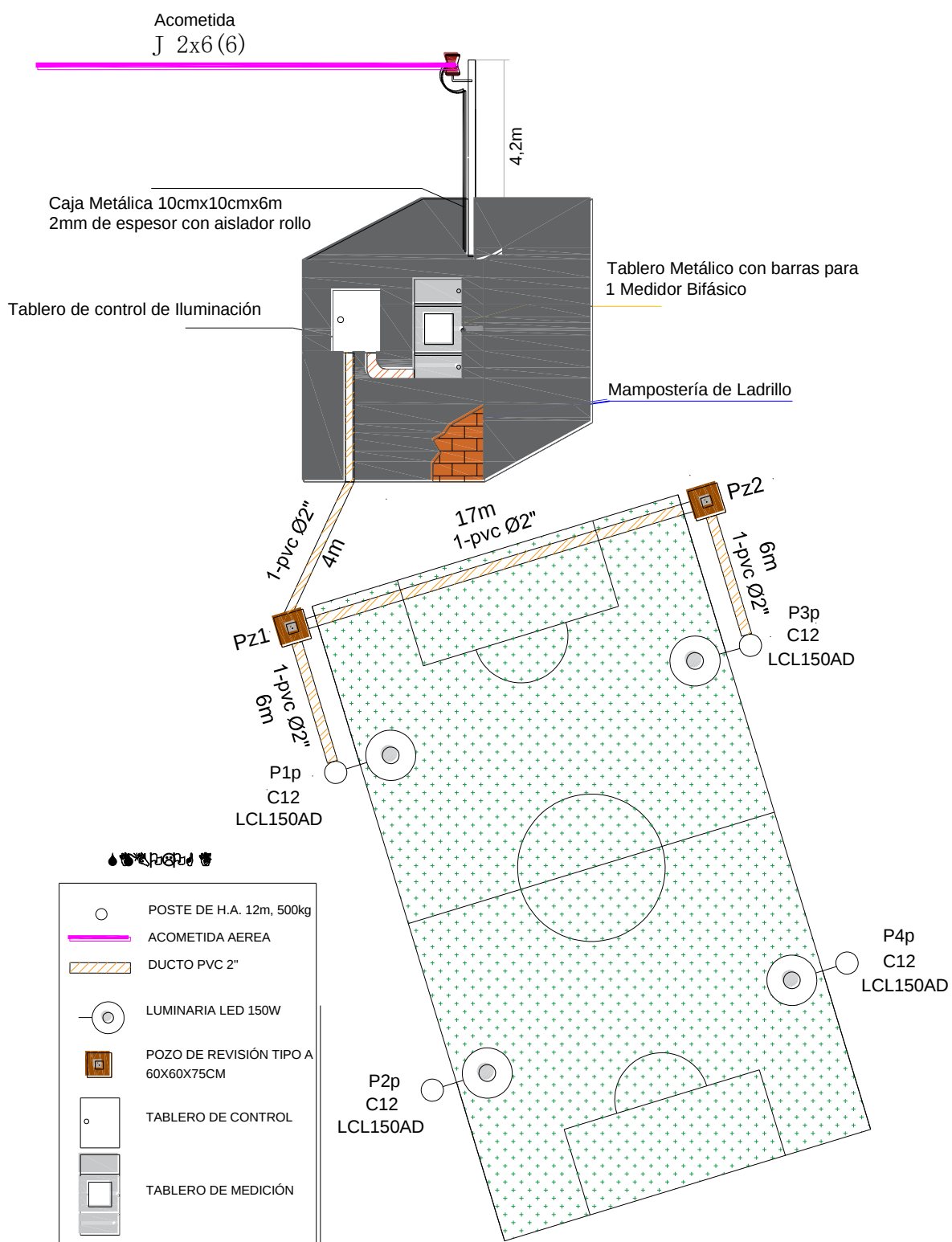


Figura 25. Plano de ductos proyectado

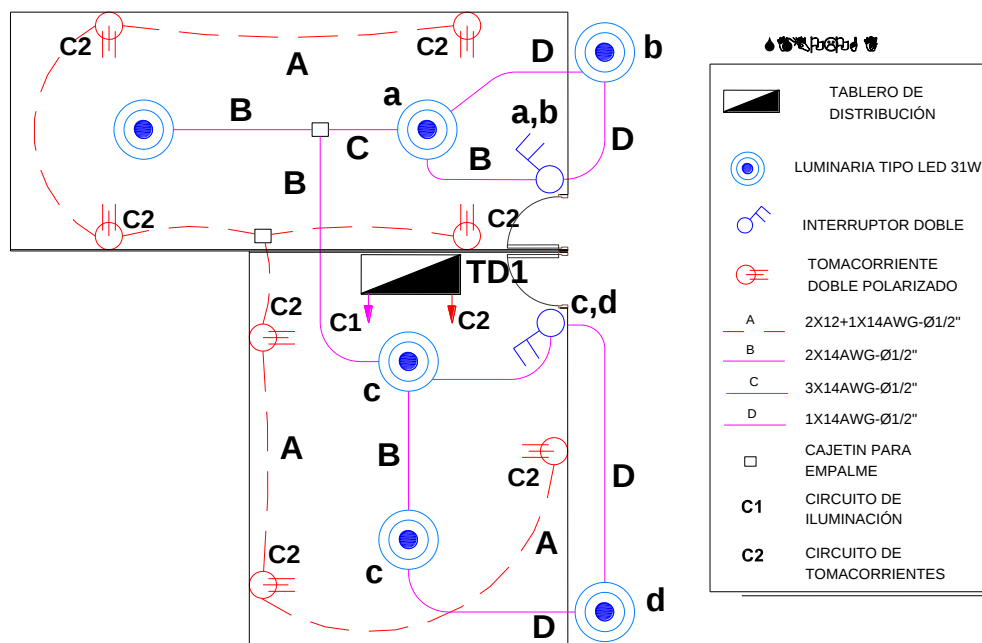


Figura 26. Plano eléctrico de la casa comunal

3.2.2. Fuerza

La Norma Ecuatoriana de la Construcción **NEC** establece que dentro de los principios generales para el diseño de Instalaciones Eléctricas internas se debe considerar por cada salida de tomacorriente una carga de 200W, conductor calibre #12 AWG tipo THHN con una capacidad máxima para el dispositivo de protección o breaker de 20 Amperios.

En función de lo establecido en la norma se presenta a continuación el circuito de fuerza para la casa comunal.

- *Cálculos*

Tabla 10. Circuitos de fuerza de la casa comunal

T D 1	Casa Comunal										
	Circuito	Descripción	Unidad	Cantidad	Potencia (W)	Carga Instalada (W)	Factor de Diversificación	Demanda Diversificada	Voltaje (V)	Corriente (A)	Protección (A)
	C2	Tomacorrientes	u.	4	200	800	0,35	280	120	2,33	1x20

Debido a que se trata de una instalación subterránea que debe ser diseñada para soportar mayores esfuerzos mecánicos con un índice de mantenimiento relativamente bajo, y sus puntos de conexión son ejecutados con conectores se ha optado por realizarlo con calibre #8.

Tabla 11. Cálculo de sección y caída de tensión de área recreativa

Tramo	Carga Instalada [W]	Demanda Diversificada (W)	Voltaje (V)	Factor de Potencia	$1,25 * I$ (A)	Calibre (AWG)	Sección (mm ²)	Longitud (m)	e% PARCIAL	e% TOTAL
Medidor – T. Control	600	600	240	0,92	3,71	8	8,37	2	0,01	0,01
T. Control - Pz1	600	600	240	0,92	3,71	8	8,37	10	0,07	0,08
Pz1 - Pz1	600	600	240	0,92	3,71	8	8,37	2	0,01	0,1
Pz1-P1	300	300	240	0,92	1,85	8	8,37	18	0,06	0,16
P1-P2	150	150	240	0,92	0,93	6	13,3	14	0,02	0,18
Pz1-Pz2	300	300	240	0,92	1,85	8	8,37	17	0,06	0,24
Pz2-Pz2	300	300	240	0,92	1,85	8	8,37	2	0,01	0,25
Pz2-P3	300	300	240	0,92	1,85	8	8,37	18	0,06	0,31
P3-P4	150	150	240	0,92	0,93	6	13,3	14	0,02	0,33

Los valores de la table 12 fueron obtenidos a partir de las fórmulas que se presentan a continuación.

- *Fórmula para cálculo de caída de voltaje.*

$$E = 2 * \frac{\rho * I * L}{S} \quad (1)$$

$$\%E = 100 * \frac{E}{V} \quad (2)$$

Donde:

p, Resistividad del material del cable:

Resistividad del cobre es 0.0172 (Ω mm²/m)

Resistividad del aluminio es 0.0282 (Ω mm²/m)

I, Intensidad de corriente en Amperes (A).

L, Distancia hacia la carga en metros (m)

S, Sección transversal del conductor (mm²), área del conductor.

V, Voltaje del sistema, o voltaje inicial en volts (V).

E, caída de tensión en Volts (V).

%E, caída de tensión en porcentaje (%).

Sección transversal de calibres:	
16 AWG	1.31 mm ²
14 AWG	2.08 mm ²
12 AWG	3.31 mm ²
10 AWG	5.26 mm ²
8 AWG	8.37 mm ²
6 AWG	13.30 mm ²
4 AWG	21.20 mm ²
2 AWG	33.60 mm ²
1/0 AWG	53.49 mm ²
2/0 AWG	67.43 mm ²
3/0 AWG	85.01 mm ²
4/0 AWG	107.20 mm ²

Figura 27. Sección de conductores

Como ejemplo se utilizó el tramo comprendido desde el *tablero de medición* hasta el pozo de revisión *Pz1*, en donde se encuentra concentrada la totalidad de la carga.

Datos:

L= 14 m.

I= 3.71 A.

S= 8.37 mm² correspondiente al calibre 8 AWG.

Material del conductor = cobre.

$$E = 2 * \frac{0.0172 * 3.71 * 14}{8.37} \quad (1.1)$$

$$E = 0.21 \text{ V} \quad (1.2)$$

$$\%E = 100 * \frac{0.21}{220} \quad (2.1)$$

$$\%E = 0.1 \quad (2.2)$$

3.2.3. Diagrama Unifilar / Diagramas p&id, diagrama control y fuerza.

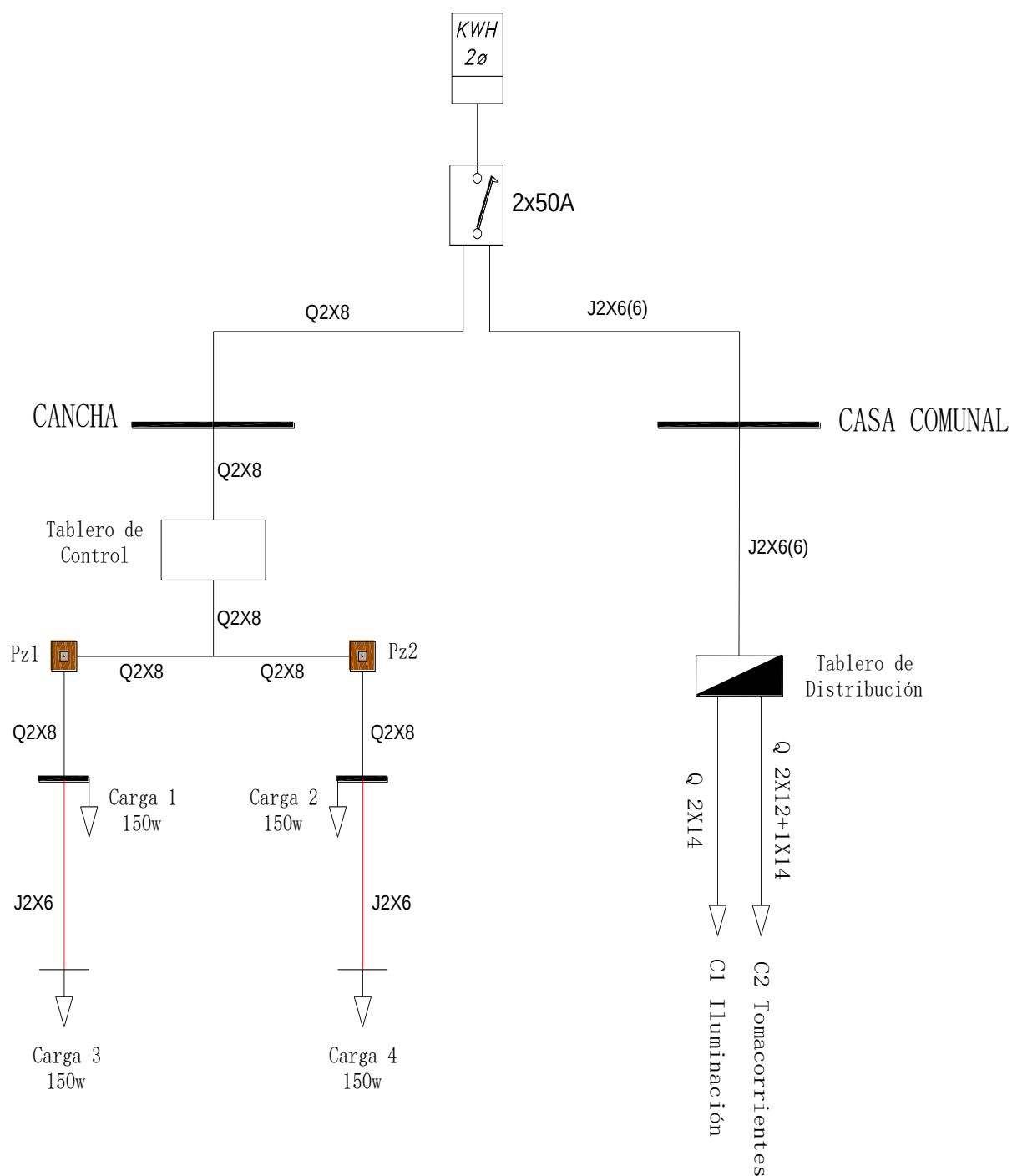


Figura 28. diagrama unifilar unificado

3.2.4. Diagramas de flujo

Este diagrama ilustra el funcionamiento del encendido y apagado de la iluminación en el área recreativa, que se gestiona a través de tres modos de operación: manual, automático y apagado.

Modo Manual: Cuando el selector se encuentra en la posición "manual", las luminarias se encienden de manera directa, sin ningún tipo de automatización.

Modo Automático: En el modo "automático", el flujo de corriente se controla según los días y horarios preestablecidos. Si el selector está en la posición correspondiente al día determinado, el flujo de energía se activa y las luminarias se encienden solo cuando se alcanza la hora específica programada. Si el día o la hora no coinciden con la programación, el flujo de energía no se activa y las luces permanecen apagadas.

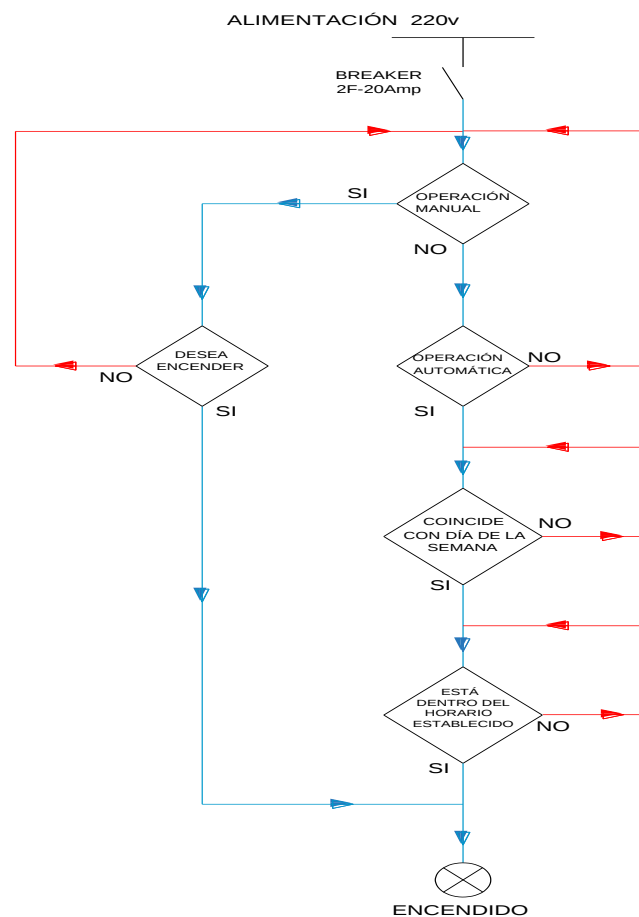


Figura 29. Diagrama de flujo de iluminación de la cancha

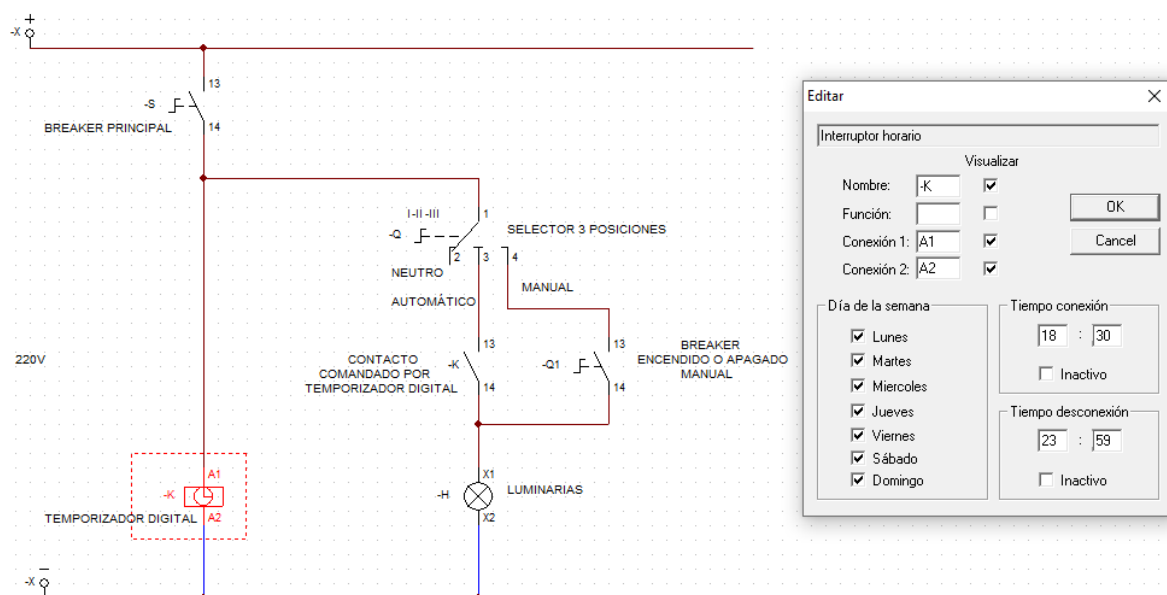


Figura 30. Diagrama de control temporizado de iluminación de cancha

3.3.Implementación

3.3.1. Lista de Materiales

Tabla 12. Lista de materiales para el área recreativa

N°	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Luminaria tipo led 150W más brazo metálico 1,5m.	U	4
2	Caja de control (reloj, contactor y breker).	U	1
3	Cable dúplex 2x6.	M	30
4	Cable thhn #8.	M	120
5	Abrazadera simple 130-160 mm.	U	4
6	Bastidor galvanizado de una vía.	U	4
7	Aislador tipo rollo 53-2	U	4
8	Retención preformada #2	U	4
9	Conector dentado 16-95 mm	U	12
10	Tuvo EMT 2".	U	4
11	Unión EMT 2".	U	5
12	Codo EMT 2".	U	3
13	Codo reversible 2".	U	2
14	Cinta heriband ¾.	M	6
15	Hebilla heriband ¾.	U	6
16	conector de compresión tipo C #6 de cobre.	U	2
17	Manguera PVC 2".	M	38
18	Funda sellada 1" ¼.	M	1
19	Conector de funda sellada 1" ¼.	U	1
20	Empalme derivación en gel para luminaria.	U	2
21	Soporte de dos vías para pozo.	U	2
22	Tacos F10 con perno.	U	15
23	Conector EMT 2".	U	1
24	Poste de hormigón armado de 12m, 500kg.	U	2

3.3.2. Instalación

- *Excavaciones para postes de hormigón armado.*

Como principal actividad se procedió a señalizar los puntos P1, P2, P3 Y P4 correspondientes al plano de iluminación proyectado, para luego continuar con las excavaciones respectivas a cada uno de los puntos.



Figura 31. Señalización y excavaciones para postes de 12m.

Teniendo en consideración que la altura de los postes a instalar es de 12m de alto, se procedió a realizar las excavaciones de 1.70m de profundidad respectivamente, considerando que en el mismo viene ya remarcado el nivel de altura con respecto al piso.

Como se puede apreciar en la anterior figura, cada una de las excavaciones de las realizó de manera manual con herramientas como: pala, barreta y excavadora de 2m de altura, para así lograr una profundidad y diámetro exactos.



Figura 32. Profundidad de excavación para poste de 12m.

- *Desmontaje de luminarias existentes.*



Figura 33. Desmontaje de luminarias de sodio y cableado.

En este punto se procedió a desmontar las dos luminarias de sodio y cableado existente, las cuales estaban fuera de servicio, ya que anterior a este proyecto funcionaban directamente de la red de la empresa suministradora de energía “Empresa Eléctrica Regional Centro sur, motivo por el cual la misma procedió a su desconexión por el motivo de no estar bajo medición.

Cabe recalcar que para esta actividad se utilizó los respectivos EPP (Equipos de protección personal) y equipos de trepado para una correcta y segura ejecución de actividades en alturas, entre ellas: casco, guantes, botines dieléctricos, trepadoras y cinturón de seguridad.

- *Izado de postes de hormigón armado.*



Figura 34. Camión tipo grúa.

Para esta actividad se utilizó un camión tipo grúa para retirar los dos postes existentes en el área recreativa e izar en sus nuevos puntos con respecto al plano proyectado. Posteriormente se izó los próximos dos postes para así completar el total de 4 proyectados en el diseño.



Figura 35. Reubicación e izado de postes de hormigón armado.

Dado que esta actividad fue más mecánica que física, se brindó dirección técnica al operador del camión grúa para garantizar un izado correcto y prevenir accidentes. Durante el proceso, se utilizaron herramientas como la barreta y la pala para rellenar los espacios en la excavación y asegurar un adecuado retacado de los postes de hormigón.

Una vez izados los cuatro postes según el plano proyectado para la iluminación, se procedió a realizar la obra civil correspondiente.

- *Obra civil*

Para llevar a cabo esta actividad, se contó con la colaboración tanto del GAD parroquial como de la comunidad. El apoyo incluyó la mano de obra para la construcción de los pozos de revisión y el uso de una retroexcavadora para realizar las excavaciones necesarias.



Figura 36. Asesoramiento y señalización para obra civil.

Para realizar esta actividad, se accedió tener una socialización con los maestros de albañilería de la comunidad, con el fin de coordinar la señalización de toda la trayectoria de la ducteria y la ubicación de los pozos de revisión. Posteriormente, se procedió con los trabajos utilizando la retroexcavadora.



Figura 37. Excavación de zanjas para ductos y pozos de revisión.

En base al Ministerio de Energía y recursos naturales no renovables (ex MEER), se realizaron las zanjas de manera que la ducteria se ubique a la altura deseada y se acople de forma correcta a los pozos de revisión, cuyas dimensiones son de tipo A60x60x75 cm de altura.

Una vez finalizado el trabajo de la retroexcavadora en cuanto a las zanjas, se procedió a colocar la tubería de manera que se aseguraran todas las conexiones requeridas según el plano de iluminación proyectado. Posteriormente, se realizó el proceso de relleno de las zanjas y nivelación de la cancha.



Figura 38. Colocación de tubería y relleno de zanjas.

Para finalizar la fase de obra civil, se construyeron los dos pozos de revisión (PZ1 y PZ2) en los extremos de la cancha, siguiendo el diseño proyectado. Esta labor fue realizada con el apoyo de los maestros albañiles y la colaboración activa de la comunidad.



Figura 39. Construcción de pozos de revisión tipo A60x60x75 cm.

Es importante señalar que, para esta actividad, se proporcionaron a los maestros albañiles las medidas exactas para la construcción de los pozos de revisión, las cuales son de tipo A60x60x75 cm de altura. Estas dimensiones cumplen con las normativas del Ministerio de Energía y recursos naturales no renovables (ex MEER), ya que los pozos están diseñados exclusivamente para alumbrado público y para acometidas domiciliarias de bajo voltaje.

- *Montaje de tablero de control.*

Como actividad inicial para el montaje, se procedió al ensamblaje interno del tablero de control, instalando los elementos correspondientes, que incluyen un selector de tres posiciones, un breaker de riel din, un contactor bifásico y un temporizador digital, junto con sus respectivos cableados.



Figura 40. Armado de gabinete metálico

Una vez completado el armado, se procedió a la instalación del tablero de control, ubicándolo en el lado izquierdo del tablero de medición, conforme al plano proyectado de iluminación. La instalación se realizó a una altura de 1.6 m sobre el nivel del piso, cumpliendo con las especificaciones de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) para tableros de distribución y control. Para asegurar una correcta adaptación a la pared, se utilizaron herramientas como taladro, nivel y flexómetro.



Figura 41. Montaje de tablero de control

- *Cableado y transición soterrado-aéreo*



Figura 42. Tablero de medición y tablero de control proyectado.

Desde el tablero general de medición, se implementó una acometida bifásica utilizando conductores tipo THHN #8 AWG, 600V, configurada en un arreglo Q2x8. Esta acometida se condujo a través de tubería tipo funda sellada de 1" ¼ hacia el tablero de control, donde se instaló el reloj temporizado.



Figura 43. Pozo de revisión 1 (PZ1)

Desde la salida de la mencionada caja de control arrancó el circuito de iluminación, con igual configuración de conductores Q2x8 hacia el pozo de revisión de nominado como PZ1 tipo A60x60x75cm, haciendo uso de poli tuvo pvc de dos pulgadas en el cual se dejó una reserva de conductores para la continuación del recorrido hacia la parte alta del poste proyectado P1.

De igual manera se realizó una derivación con un empalme tipo gel para continuar con el recorrido hacia PZ2 y continuar a la parte superior de P3 proyectado.



Figura 44. Empalme de derivación en gel.

La transición de subterráneo a aéreo se realizó mediante dos tubos EMT de 2", conectados entre sí con uniones del mismo tipo y diámetro, y fijados al poste con cinta y hebillas Heriband. En la parte inferior, se instaló un codo EMT, mientras que en la parte superior se colocó un codo reversible, ambos del mismo tipo y diámetro.



Figura 45. Montaje de transición subterránea-aéreo.

Es importante destacar que, además de los equipos de protección personal (EPP), se utilizaron herramientas específicas para esta actividad, como una polea de una vía, que permitió levantar la tubería desde el suelo hasta su posición final, paralela al poste. Para fijarla al poste, se empleó una flejadora de cinta Heriband, la cual, aplicando presión, aseguró la tubería de manera definitiva al poste de hormigón.

- *Estructurado de cableado aéreo y montaje de luminarias.*

Para esta actividad, se comenzó colocando las estructuras 1(ER) en cada uno de los postes, las cuales consisten en: una abrazadera pequeña simple 6/2, un aislador tipo rollo ANSI 53-2, un bastidor de una vía y una retención preformada de acero galvanizado, diseñada para la sujeción del cable dúplex J2x6.



Figura 46. Estructura 1(ER)

A continuación, se procedió al montaje del cable dúplex J2x6 en los dos tramos correspondientes, desde P1 a P2 y desde P3 a P4, según lo establecido en el diseño proyectado de iluminación. Con la ayuda de la herramienta adecuada, un tecele manual, se logró ajustar correctamente el cable, asegurando que no quedara flojo.



Figura 47. Calibrado de cable dúplex J2x6.

- *Armado-montaje y conexión de luminarias.*

Para esta actividad, se procedió al ensamblaje de las luminarias de 150W en el suelo, antes de su montaje en cada uno de los postes de hormigón. Para ello, se utilizó un brazo metálico de 1.5 metros de largo, junto con el cableado correspondiente para su conexión al cable aéreo dúplex J2X6.



Figura 48. Armado de luminarias de 150W.

A continuación, se continuó con el montaje de las luminarias, asegurándose de utilizar los equipos de protección personal (EPP) correspondientes para garantizar un ascenso, trabajo y descenso seguro. Durante el proceso, se verificó que las luminarias quedaran en la posición correcta. Para ello, se empleó una cinta métrica para medir con precisión su altura respecto al suelo, garantizando así una distribución adecuada de la iluminación.



Figura 49. Montaje de luminaria de 150W.

Una vez concluido el montaje de las luminarias, se procedió a realizar la conexión correspondiente de las mismas.



Figura 50. Conexión de luminaria.

Para la conexión de las luminarias con el cable aéreo dúplex J2X6, se utilizó un conector dentado de 16-95 mm, garantizando así una conexión adecuada. Para asegurar un buen ajuste del conector, se empleó una llave tipo rache para facilitar el trabajo.

- *Configuración de tablero de control, y fuerza.*



Figura 51. Etiquetado de tablero de control.

Se procedió a configurar el encendido automático del circuito de iluminación según las necesidades de la comunidad, estableciendo dos horarios específicos: de lunes a viernes, de 19:00 a 22:00 horas, y los sábados y domingos, de 19:00 a 23:00 horas.

Para finalizar esta actividad, se procedió a realizar el etiquetado correspondiente del tablero, cableado y demás elementos, utilizando los siguientes nombres:

- *Tablero:* Tablero de control de iluminación.
- *Selector de tres posiciones:* Manual, Apagado y Automático.
- *Breaker de fuerza:* Posiciones (Off - Apagado y On - Encendido).
- *Líneas del circuito de iluminación:* F1 - F2.

CAPITULO IV

4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez finalizada la implementación del sistema de alumbrado en el área recreativa, se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento para verificar su correcto desempeño.

4.1.Pruebas de funcionamiento



Figura 52. Pruebas piloto.

Durante las pruebas se comprobaron tanto el encendido manual como el automático, asegurando que las luminarias encendieran adecuadamente a las configuraciones establecidas.



Figura 53. Encendido del sistema de iluminación.

Una vez verificado el correcto funcionamiento del tablero de control y del breaker de fuerza, se procedió a comprobar el encendido de las luminarias instaladas en cada uno de los cuatro postes de hormigón. Los resultados fueron exactamente los previstos, con las luminarias funcionando correctamente. Posteriormente, se ajustó el selector de tres posiciones a la modalidad automática, dejando esta configuración como función fija para el control del sistema de iluminación.

Tabla 13. Check list de funcionamiento

Parámetro	Cumple	Evidencia
Encendido luz 1	X	
Encendido luz 2	X	
Encendido luz 3	X	
Encendido luz 4	X	
Tablero de control	X	

4.2.Niveles de iluminación

Tabla 14. Valores de luxes tomados en el área recreativa por luminaria.

Valor inicial lux	Valor norma UNE lux	Valor medido lux	Observación
Luminarias no operativas	75	106	Cumple el nivel requerido
Luminarias no operativas	75	113	Cumple el nivel requerido
Luminarias no operativas	75	98	Cumple el nivel requerido
Luminarias no operativas	75	100	Cumple el nivel requerido

Una vez obtenidos los valores de lux tomados en cada una de las luminarias instaladas, como se puede observar en la Tabla 13, el valor inicial registrado es de 0 lux. Esto se debe a que las 2 luminarias anteriores, fueron desconectadas por la empresa suministradora de energía, en este caso la Empresa Eléctrica Centrosur, *léase planteamiento del problema*. La razón de esta desconexión es que las luminarias estaban conectadas directamente a la red de bajo voltaje sin un sistema de medición adecuado.

El siguiente dato corresponde al valor de lux establecido por la norma UNE-EN para este tipo de iluminación, el cual es de 75 lux. Por otro lado, el valor promedio obtenido en la instalación varía entre 98 y 113 lux, cumpliendo de esta manera con los requisitos establecidos por la norma.



Figura 54. Luxes obtenidos en el área recreativa.

4.3. Medidas de intensidad y caída de voltaje.

Formula de caída de voltaje.

$$E = 2 * \frac{\rho * I * L}{S} \quad (1)$$

Donde:

P= Resistividad del material del cable:

Resistividad del cobre es 0.0172 ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)

Resistividad del aluminio es 0.0282 ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)

I= Intensidad de corriente en Amperes (A).

L= Distancia hacia la carga en metros (m)

S= Sección transversal del conductor (mm^2), área del conductor.

$$\%E = 100 * \frac{E}{V} \quad (2)$$

E= caída de tensión en Volts (V).

V= Voltaje del sistema, o voltaje inicial en volts (V).

%E= caída de tensión en porcentaje (%).

Tabla 15. Valores de voltaje tomados en el área recreativa por luminaria.

Tramo	Carga Instalada (w)	Longitud (m)	Voltaje (v)	Intensidad (A)	%Caída (V)
Tablero de medición a P2	300	39	236.8	2.76	0.18
Tablero de medición a P4	300	57	236.8	2.76	0.34

Una vez obtenidos los valores físicos de intensidad y voltaje en el área recreativa, se puede afirmar que estos coinciden y cumplen con los cálculos teóricos previos a su implementación. Se ha observado una variación mínima en el voltaje, con una caída que cumple con el límite máximo permitido por norma del 3%. De esta manera, los resultados obtenidos se ajustan a lo estipulado por las normativas correspondientes.



Figura 55. Medida de voltaje en tablero de medición.



Figura 56. Medida de intensidad en tablero de control.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La medición y revisión de carga en El Arenal, usando puntos GPS y luego hacer planos en AutoCAD, ha ayudado a tener una imagen clara y específica del lugar. Tomar datos geoespaciales justos con el GPS hizo fácil hacer planos sólidos; esto deja ver mejor, estudiar y planear en el área.

El diseño del sistema eléctrico para medir cables y protecciones según la norma NEC en el área de recreo aseguró que se cumplen los requisitos de seguridad y eficiencias. Utilizando la norma NEC y haciendo los cálculos para el circuito de iluminación se encontró que el cable THHN #8 de cobre puesto era el mejor, según los parámetros fijados por la norma. También, como hallado, se tenía claro que la caída de tensión no pasará el 3% lo que pone la norma lo cual garantizó un buen funcionamiento y seguridad del sistema eléctrico.

De acuerdo con la regla INEN, el panel de control y sus partes que tuvieron el interruptor de dos fases, el relé de dos fases, el cronómetro y la palanca de 3 puestos, funcionaron bien al nivel de voltaje que usaron. El voltaje de 236.8V y la corriente de 2.76A, que encontraron durante la puesta en marcha, mostraron una pequeña diferencia con relación a los cálculos anteriores hechos en el diseño. Esto prueba que las partes del sistema trabajaron dentro de lo acordado.

De acuerdo con la norma UNE-EN de iluminación, la aplicabilidad de las luminarias instaladas de 150W de potencia, simuladas anteriormente en el software DIALux, desempeñó correctamente al medirse con la aplicación luxómetro y brindar valores de entre 98 lux y 113 lux. Por lo tanto, coincidieron con la necesidad del área implementada, una cancha de tipo III, que requiere un valor de 75 lux.

5.2.Recomendaciones

Como principal recomendación, se debe realizar un mantenimiento preventivo al sistema de alumbrado público al menos una vez al año según las normativas de la IEC (International Electrotechnical Commission). Este mantenimiento debe incluir la revisión de luminarias, conexiones eléctricas, pozos de revisión y sistema de control, así como el reemplazo de lámparas de acuerdo con su vida útil. Implementar esta recomendación garantizará una mayor eficiencia energética, prolongará la vida útil de los equipos y mejorará la seguridad en las áreas públicas.

Se recomienda, según el diseño proyectado, que se implemente el sistema eléctrico en el área comunal destinada a reuniones, ya que, aunque se ejecutó en el área recreativa, aún falta en esta zona. El diseño para el área comunal ya ha sido entregado a la comunidad, incluyendo un plano eléctrico detallado y un listado de materiales necesarios para su implementación. Cabe resaltar que todos los cálculos y especificaciones se realizaron conforme a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC), asegurando así que el proyecto cumpla con los estándares técnicos y de seguridad requeridos.

Bibliografía

- ANSI. (2016). *Electric Power Systems and Equipment – Voltage Ratings (60 Hz)*. EEUU: American National Standards Institute.
- Beaty, H. W. (2009). *The Electric Power Engineering Handbook*. CRC Press.
- DISPOSTES, C. L. (2015). *Postes de hormigon armado*. Latacunga: ISO 9001:2015.
- Guerrero, R. &. (2010). *Manual de control eléctrico y automatización*. Alfaomega.
- IEC. (2013). *Low-voltage switchgear and controlgear*. IEC 60947-1.
- IEC. (2018). *Low-voltage switchgear and controlgear* . IEC 60947-1.
- IES. (2018). *IESNA*. The Lighting Handbook.
- INEN. (2011). *Instalaciones eléctricas en baja tensión*. NTE INEN 2050.
- INEN. (2012). *Diseño de iluminacion de interiores* . Quito: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2334.
- INEN. (2015). *Luminarias y sistemas de iluminación para exteriores*. Norma NTE INEN 2400.
- INEN. (2015). *Materiales y equipos eléctricos*. NTE INEN 2015.
- INEN. (2018). *Postes de hormigón armado para redes eléctricas y telecomunicaciones*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- INEN. (2019). *Servicio Ecuatoriano de Normalizacion*. Quito.
- MEER, E. (2015). *Manual de procedimientos para redes eléctricas subterráneas*. Quito: Ministerio de Energía y Recursos No Renovables (Ecuador).
- Montoya, J. (2016). *Instalaciones eléctricas de baja tensión*. Reverté.
- NEC. (2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción Instalaciones Electricas*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- REA, M. S. (2000). *Illuminating Engineering Society*. Lighting Handbook.
- Sánchez, R. &. (2019). *Eficiencia energética en el diseño de iluminación: Soluciones con LED para exteriores*. Reverté.
- SERCOP. (2020). *Fichas técnicas de postes de hormigón armado*. Servicio nacional de contratacion publica.
- UNE-EN. (2020). *Iluminación de instalaciones deportivas*. Madrid: Asocioación Española de Normalización.

ANEXOS

1. Acta aceptación de elaboración del proyecto emitido por entidad



ACTA DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Cuenca, 21 de diciembre del 2024.

ENTIDAD BENEFICIARIA: Gobierno Autónomo Descentralizado de Nulti

PROYECTO: Diseño del sistema eléctrico del área comunal del barrio el Arenal e implementación de la zona recreativa.

En la ciudad de Cuenca provincia del Azuay, a los 21 días del mes de diciembre de 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 Tecnológico Superior Rumiñahui (ISTER)

- Henry Fabián Pulla Ordoñez
- Elio Stewart Araujo Zambrano
- Wendy Monserrath Guaranda Vega

Por medio del presente, el Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui (ISTER): 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

Firma: _____

Henry Fabián Pulla Ordóñez
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 0107133910

Firma: _____

Elio Stewart Araujo Zambrano
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 0922909445

Firma: _____

Wendy Monserrath Guaranda Vega
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 1725984544

Por la Entidad Receptora

Firma: _____

Abg. Franklin Sebastián Auquilla Tenesaca
Presidente
Gobierno Autónomo Descentralizado
parroquial Rural de Nulti
Cédula: 0105220941

2. Acta de entrega y recepción del proyecto firmado y sellado por la entidad



ACTA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Cuenca, 15 de febrero del 2025.

ENTIDAD BENEFICIARIA: Gobierno Autónomo Descentralizado de Nulti

PROYECTO: Diseño del sistema eléctrico del área comunal del barrio el Arenal e implementación de la zona recreativa.

En la ciudad de Cuenca provincia del Azuay, a los 15 días del mes de febrero de 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 Tecnológico Superior Rumiñahui (ISTER)

- Henry Fabián Pulla Ordoñez
- Elio Stewart Araujo Zambrano
- Wendy Monserrath Guaranda Vega

Por medio del presente, el Gobierno Autónomo Descentralizado de Nulti manifiesta su aceptación formal por cual los estudiantes mencionados han llevado a cabo con éxito el proyecto de titulación, cumpliendo con los lineamientos establecidos.

En conformidad con lo expuesto, firman las partes involucradas:



Por los estudiantes

Firma:  _____

Henry Fabián Pulla Ordóñez
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 0107133910

Firma:  _____

Elio Stewart Araujo Zambrano
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 0922909445

Firma:  _____

Wendy Monserrath Guaranda Vega
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 1725984544

Por la Entidad Receptora

Firma:  _____

Abg. Franklin Sebastián Auquilla Tenesaca
Presidente
Gobierno Autónomo Descentralizado
parroquial Rural de Nulti
Cédula: 0105220941

3. Link de Vídeo de entrega del proyecto.

<https://youtu.be/uDtTDQGXRw>

<https://youtu.be/fGhovRYFvqY>

4. Registro fotográfico con la respectiva descripción por foto



Figura 1. Excavación para postes de hormigón.

En la figura 1 se evidencia las mediciones de acuerdo a las dimensiones del terreno de la cancha, luego de los resultados obtenidos podemos empezar con la excavación y la instalación de los nuevos postes de cemento de 12 metros de alto.



Figura 2. Desmontaje de red y luminarias no funcionales.

En la figura 2 se visualiza el desmontaje de las antiguas lámparas de sodio con los respectivos equipos de seguridad para eliminar el sistema de iluminación, la cual no aportaba con los luxes necesarios para su operación en un área recreativa.



Figura 3. Izado de postes de hormigón de 12m.

En la figura 3 se procedió con la instalación de los postes, mediante el camión tipo grúa para luego continuar con el izado y posterior instalación en las excavaciones ya realizadas de acuerdo a las mediciones correspondientes.



Figura 4. Obra civil.

En la figura 4 se muestra las excavaciones para la ducteria soterrada con la ayuda de una gallineta, se empieza con las respectivas instalaciones de las tuberías y por ende la elaboración de los pozos de revisión diseñados en el proyecto de iluminación.



Figura 5. Armado de tablero de control y luminarias.

De acuerdo a la figura 5 se demuestra el armado e instalación tanto del tablero de control y fuerza como de los brazos de las lámparas, herrajes, tensores, tubería EMT que se ajustan a los postes.



Figura 6. Montaje de estructuras, conductor y luminarias.

En esta figura 6 se verifica el paso del cableado, tensado en la parte alta del poste, conexiones e instalaciones de las lámparas de 150 watts.



Figura 7. Montaje y conexión de tablero de control.

En esta figura 7 se evidencia el funcionamiento del tablero del control, energización, toma de voltaje y medición de consumo de corriente al momento de encender las luminarias de manera automática como de manera manual.



Figura 8. Medición de luxes y correcto funcionamiento de iluminación.

En la figura 8 visualizamos como empieza a caer la noche en la zona recreativa, por la cual se realizó el encendido y se verificó el correcto funcionamiento de las luminarias, como también la medición de luxes.

