

Pregrado

CARRERA: TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

ASIGNATURA (UIC): DESARROLLO DE PROYECTOS

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO EN:** TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

TEMA: REDISEÑO Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO E
ILUMINACIÓN EN EL ALBERGUE FUNDACIÓN CRISTO DE LA CALLE EN LA
CIUDAD DE IBARRA

AUTOR/S: EDISON JAVIER QUINCHIGUANGO CHILUISA

MARCO PATRICIO JIMÉNEZ JIMÉNEZ

LUIS MANUEL PILATÁSIG TOAQUIZA

TUTOR TÉCNICO: ING. ALVARO MULLO Q.MG.

SANGOLQUI, SEPTIEMBRE DE 2024





Autor: Quinchiguango Chiluisa Edison Javier

Título a obtener: Tecnólogo en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: ejqch@hotmail.es



Autor: Jiménez Jiménez Marco Patricio

Título a obtener: Tecnólogo en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: marco.patricio76@hotmail.com



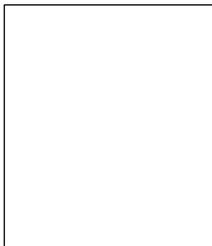
Autor: Pilatasig Toaquiza Luis Manuel

Título a obtener: Tecnólogo en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: Luis.pilatasig@ister.edu.ec

Dirigido por:



(Apellidos y nombres)

Título:

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico:

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

(APELLIDOS Y NOMBRES)

(TEMA DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR)

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 17 de Octubre del 2024

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, Marco Patricio Jiménez Jiménez, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado Rediseño y repotenciación del sistema eléctrico y de iluminación en el albergue FUNDACION CRISTO DE LA CALLE en la ciudad de Ibarra, de la Tecnología Superior Universitaria 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,



Marco Patricio Jiménez Jiménez

C.I.: 0502039936

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 16 de octubre del 2024

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, Luis Manuel Pilatásig Toaquiza, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado Rediseño y repotenciación del sistema eléctrico e iluminación en el albergue FUNDACION DE CRISTO DE LA CALLE, en la ciudad de Ibarra; 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,

Luis Manuel Pilatasig Toaquiza
C.I.: 1500921729



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 16 de octubre de 2024

**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 JAVIER QUINCHIGUANGO CHILUISA declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado REDISEÑO Y REPOTENCIACION DEL SISTEMA ELECTRICO E ILUMINACION EN EL ALBERGUE FUNDACIÓN CRISTO DE LA CALLE EN LA CIUDAD DE IBARRA, de la Tecnología Superior universitaria 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,

Edison Javier Quinchiguango Chiluisa
C.I.: 100351648-9

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

CT-ANX-2024-ISTER-1

CARRERA:

TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN ELECTRICIDAD

AUTOR /ES:

EDISON JAVIER QUINCHIGUANGO CHILUISA

MARCO PATRICIO JIMÉNEZ JIMÉNEZ

LUIS MANUEL PILATASIG TOAQUIZA

TUTOR:

MULLO QUEVEDO ÁLVARO SANTIAGO.

CONTACTO ESTUDIANTE:

0988581699

0988558775

0991239547

CORREO ELECTRÓNICO:

ejqch@hotmail.es

marco.patricio76@hotmail.com

Hotmusicdjluchomi@gmail.com

TEMA:

REDISEÑO Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO E ILUMINACIÓN EN
EL ALBERGUE FUNDACIÓN CRISTO DE LA CALLE EN LA CIUDAD DE IBARRA

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:

El presente proyecto tiene como objetivo rediseñar y repotenciar el sistema eléctrico e iluminación del albergue Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra. Esta iniciativa es crucial para mejorar la calidad de la iluminación, así como su sostenibilidad económica y ambiental. Además, busca incrementar la capacidad, eficiencia y confiabilidad del sistema, al mismo tiempo que se reducen los riesgos y consecuencias desfavorables. Para cumplir con el proyecto, se realizó un diagnóstico exhaustivo de las principales deficiencias, como el estado de los componentes eléctricos, la situación del tablero de carga principal, los bajos niveles de iluminación, el dimensionamiento inadecuado de los conductores eléctricos, y la falta de iluminación exterior. Con base en el diagnóstico realizado con el software DIALux, se desarrolló un plan de repotenciación que incluyó la sustitución de lámparas tradicionales por tecnología LED (interiores con lámparas LED de 18W y exteriores con lámparas de 200W). Asimismo, se realizó una distribución óptima de los puntos de luz, logrando mejoras significativas en los niveles de iluminancia. Por ejemplo, en la sala, el nivel de iluminación anterior era de 154 lx, por debajo del rango recomendado de 300-500 lx; tras la repotenciación, se alcanzaron 338 lx, lo que representa un rediseño muy significativo, replicado en todas las áreas del albergue. Finalmente, se logró independizar los circuitos de iluminación de los de potencia, mejorar la uniformidad y calidad de la iluminación, y asegurar un sistema idóneo que cumple con las normativas vigentes.

PALABRAS CLAVE:

Rediseño, repotenciación, sistema eléctrico, niveles de iluminación.

ABSTRACT:

The aim of this project is to redesign and repower the electrical and lighting system of the Fundación Cristo de la Calle shelter in the city of Ibarra. This initiative is crucial for improving lighting quality, as well as its economic and environmental sustainability. Additionally, it aims to increase the capacity, efficiency, and reliability of the system while reducing risks and adverse consequences. To achieve this, a thorough diagnosis was conducted to identify major deficiencies, including the condition of electrical components, the status of the main distribution board, low lighting levels, inadequate sizing of electrical conductors, and the absence of exterior lighting. Based on the diagnosis performed using DIALux software, a repower plan was developed that included replacing traditional lamps with LED technology (interior LED lamps of 18W and exterior lamps of 200W). Furthermore, an optimal distribution of light points was implemented, resulting in significant improvements in illuminance levels. For example, in the room, the previous lighting level was 154 lx, below the recommended range of 300-500 lx; after the repower, a level of 338 lx was achieved, representing a significant redesign replicated across all areas of the shelter. Finally, the project successfully isolated lighting circuits from power circuits, improved the uniformity and quality of illumination, and ensured a system that complies with current regulations.

Keywords: Redesign, repower, electrical system, lighting levels.

PALABRAS CLAVE: Redesign, repowering, electrical system, lighting levels.



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-2
Sangolquí, 17 de Octubre del 2024

Sres.-
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO

Presente

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital "DsPace" del estudiante: Marco Patricio Jiménez Jiménez, con C.I.: 05020239936 alumno de la Carrera TECNOLOGIA UNIVERSITARIA EN ELECTRICIDAD.

Atentamente,

Firma del Estudiante
C.I.: 0502039936

SÓLO PARA USO DEL ISTER

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software "TUNITING" y cuenta con un porcentaje de; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

Fecha del Informe ____ / ____ / ____

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-2
Sangolquí; 16 de Octubre del 2024

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital “DsPace” del estudiante: LUIS MANUEL PILATASIG TOAQUIZA, con C.I.: 1500921729, alumno de la Carrera TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN ELECTRICIDAD.

Atentamente,



Firma del Estudiante
C.I.: 1500921729

SÓLO PARA USO DEL ISTER

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software “TURNITING” y cuenta con un porcentaje de 11%; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

Fecha del Informe ____ / ____ / ____

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

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



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-2
Sangolquí, 16 de octubre de 2024

Sres.-
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO

Presente

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital "DsPace" del estudiante: EDISON JAVIER QUINCHIGUANGO CHILUISA, con C.I.: 100351648-9 alumno de la Carrera TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN ELECTRICIDAD

Atentamente,

Firma del Estudiante
C.I.: 100351648-9

SÓLO PARA USO DEL ISTER

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software "TUNITING" y cuenta con un porcentaje de; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

Fecha del Informe ____ / ____ / ____

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a los niños y niñas de la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra, quienes con su alegría, valentía y esperanza inspiran cada día el compromiso de crear un mundo más justo y lleno de oportunidades. Este proyecto es para ustedes, con el deseo de contribuir a su bienestar, crecimiento y felicidad. Que nunca pierdan la luz que ilumina su camino y el sueño de un futuro lleno de amor y posibilidades.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al Tecnológico Universitario Rumiñahui, por brindarnos la oportunidad de desarrollarnos académica y profesionalmente. Agradecemos a nuestros docentes y autoridades por su invaluable guía, apoyo constante y motivación, que han sido fundamentales para la realización de este proyecto de tesis.

Asimismo, extendemos nuestro profundo agradecimiento a nuestras familias, quienes han sido nuestro pilar de fortaleza y aliento en cada etapa de este proceso. Su amor, comprensión y apoyo incondicional nos han permitido superar cada desafío y alcanzar nuestras metas. Este logro es tanto nuestro como suyo, y les dedicamos este esfuerzo con todo nuestro cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	6
RESUMEN	10
ABSTRACT	17
CAPITULO I	17
1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Justificación.....	18
1.3. Alcance.....	19
1.4. Objetivos	20
1.4.1. Objetivo general	20
1.4.2. Objetivos específicos	20
CAPITULO II	21
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Generalidades.....	21
2.1.1. Conceptos básicos de la electricidad.....	21
2.1.1.1. Carga eléctrica.....	21
2.1.1.2. Corriente eléctrica.....	22
2.1.1.3. Ley de Ohm.....	24
2.1.1.4. Voltaje.....	25
2.1.1.5. Resistencia eléctrica.....	26
2.1.1.6. Potencia.....	27
2.1.1.7. Potencia eléctrica.....	27
2.1.1.8. Energía Eléctrica.....	30
2.1.1.9 Puesta A Tierra.....	31
2.1.2. Componentes de un sistema eléctrico e iluminación.....	32

2.1.2.1. Tablero de distribución.	32
2.1.2.2. Interruptores y tomacorrientes.	33
2.1.2.3. Cables o conductores.	34
2.1.2.4. Lámparas.	35
2.1.3. Parámetros de iluminación.	39
2.1.3.1. Flujo luminoso.	39
2.1.3.2. Intensidad luminosa.	40
2.1.3.3. Iluminancia.	40
2.1.3.4. Luminancia.	41
2.1.4 Características de la iluminación.	42
2.1.4.1. Temperatura de color.	42
2.1.4.2. Rendimiento luminoso.	42
2.1.4.3. Distribución de la luz.	42
2.1.4.4. Vida útil.	43
2.1.4.5. Eficiencia energética.	44
2.1.5. Simbología utilizada en diseños de instalaciones eléctricas.	44
CAPITULO III	45
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	45
3.1. Diagnóstico del estado inicial del sistema eléctrico e iluminación.	45
3.1.1. Planos arquitectónicos y eléctricos de la Fundación.	46
3.1.1.1. Planos arquitectónicos de la Fundación Cristo de la Calle.	46
3.1.1.2. Planos Eléctricos.	48
3.1.2. Estado inicial de los sistemas y componentes eléctricos	51
3.1.2.1. Estado inicial del centro de carga principal.	51
3.1.2.2. Estado inicial de los conductores eléctricos.	52
3.1.2.3. Estado inicial de los sistemas de iluminación interior.	53
3.1.2.4. Estado inicial de los sistemas de iluminación exterior.	53
3.1.2.5. Estado inicial de los circuitos de potencia (tomacorrientes).	54

3.1.3. Análisis de los niveles de iluminancia.	54
3.1.4. Análisis de cargas iniciales de iluminación.	55
3.1.5. Análisis de cargas iniciales de potencia.	56
3.1.6. Análisis de cargas especiales.	56
3.2. Rediseño del sistema eléctrico e iluminación	57
3.2.1. Rediseño del sistema de iluminación.	58
3.2.1.1. Rediseño de iluminación dormitorio 1.	58
3.2.1.2. Rediseño de iluminación dormitorio 2.	60
3.2.1.3. Rediseño de iluminación baño 1.	62
3.2.1.4. Rediseño de iluminación sala.	63
3.2.1.5. Rediseño de iluminación comedor.	65
3.2.1.6. Rediseño de iluminación cocina.	67
3.2.1.7. Rediseño de iluminación pasillo 1.	69
3.2.1.8. Rediseño de iluminación patio 1.	70
3.2.1.9. Rediseño de iluminación patio 2.	72
3.2.1.10. Rediseño de iluminación patio 3.	74
3.2.1.11. Rediseño de iluminación pasillo 2.	76
3.2.1.12. Rediseño de iluminación dormitorio 3.	78
3.2.1.13. Rediseño de iluminación dormitorio 4.	79
3.2.1.14. Rediseño de iluminación baño 2.	81
3.2.1.15. Rediseño de iluminación dormitorio 5.	83
3.2.2. Rediseño del circuito de iluminación (planos eléctricos).	85
3.3. Rediseño del circuito de potencia y cargas especiales	88
CAPITULO IV	91
4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN	91
4.1. Cantidad y tipo de luminarias seleccionadas por área	91
4.2. Protección y calibre del conductor centro de carga	92
4.3. Resultados de iluminancia.	93

4.4. Cargas finales de iluminación	94
4.5. Comparación de la iluminación inicial con la iluminación actual (final)	95
CAPITULO V	101
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1. Conclusiones	101
5.2. Recomendaciones.....	102
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estado inicial del centro de carga principal	51
Tabla 2. Estado inicial de los conductores eléctricos	52
Tabla 3. Niveles de iluminación iniciales en la Fundación Cristo de la Calle.....	54
Tabla 4. Estado de cargas iniciales de iluminación	55
Tabla 5. Estado de cargas iniciales circuitos de potencia	56
Tabla 6. Estado de cargas especiales	57
Tabla 7. Áreas para el rediseño y repotenciación de la Fundación Cristo de la Calle.....	58
Tabla 8. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 1	58
Tabla 9. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 2.....	60
Tabla 10. Datos de partida para el rediseño del baño 1	62
Tabla 11. Datos de partida para el rediseño de la sala	63
Tabla 12. Datos de partida para el rediseño del comedor	65
Tabla 13. Datos de partida para el rediseño de la cocina.....	67
Tabla 14. Datos de partida para el rediseño del pasillo 1	69
Tabla 15. Datos de partida para el rediseño del patio 1	71
Tabla 16. Datos de partida para el rediseño del patio 2	73
Tabla 17. Datos de partida para el rediseño del patio 3	74

Tabla 18. Datos de partida para el rediseño pasillo 2	76
Tabla 19. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 3	78
Tabla 20. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 4	80
Tabla 21. Datos de partida para el rediseño del baño 2	81
Tabla 22. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 5	84
Tabla 23. Luminarias seleccionadas nivel 1 y 2	91
Tabla 24. Protección y calibre del conductor del sistema de iluminación y potencia	92
Tabla 25. Niveles iniciales medidos de iluminación (repotenciación)	93
Tabla 26. Cargas finales de iluminación.....	94
Tabla 27. Niveles de iluminación entre el sistema inicial y el sistema actual o final.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cargas eléctricas de igual signo se repelen	22
Figura 2. Cargas eléctricas de distinto signo se atraen	22
Figura 3. Representación gráfica de la corriente continua CC	24
Figura 4. Representación gráfica de la corriente alterna CA	24
Figura 5. Descomposición factorial de la potencia en la corriente alterna	29
Figura 6. Sistema de puesta a tierra	32
Figura 7. Sistemas de iluminación; vida útil, eficiencia energética potencia	39
Figura 8. Simbología de instalaciones eléctricas e iluminación basados en la NEC	45
Figura 9. Plano arquitectónico nivel 1 o planta baja.....	47
Figura 10. Plano arquitectónico nivel 2	48
Figura 11. Plano eléctrico inicial planta baja o nivel 1	50
Figura 12. Plano eléctrico inicial nivel 2	50
Figura 13. Centro de carga con tapa frontal (a) e interior (b)	51
Figura 14. Elementos eléctricos de iluminación interior: interruptores rotos (a), cables sueltos e inapropiados (b) y boquillas rotas (c)	53
Figura 15. Iluminación exterior	53
Figura 16. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 1	59

Figura 17. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 1	59
Figura 18. Iluminancia final del dormitorio 1.....	60
Figura 19. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 2.....	61
Figura 20. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 2	61
Figura 21. Iluminancia final del dormitorio 2.....	61
Figura 22. Cantidad y tipo de luminarias para el baño 1	62
Figura 23. Simulación estado final y escenas de luz del baño 1	63
Figura 24. Iluminancia final del baño 1	63
Figura 25. Cantidad y tipo de luminarias para la sala.....	64
Figura 26. Simulación estado final y escenas de luz de la sala.....	64
Figura 27. Iluminancia final de la sala.....	65
Figura 28. Cantidad y tipo de luminarias para el comedor	66
Figura 29. Simulación estado final y escenas de luz del comedor.....	66
Figura 30. Iluminancia final del comedor.....	67
Figura 31. Cantidad y tipo de luminarias para la cocina.....	68
Figura 32. Simulación estado final y escenas de luz de la cocina	68
Figura 33. Iluminancia final de la cocina.....	68
Figura 34. Cantidad y tipo de luminarias para el pasillo 1	69
Figura 35. Simulación estado final y escenas de luz del pasillo 1	70
Figura 36. Iluminancia final del pasillo 1	70
Figura 37. Cantidad y tipo de luminarias para el patio 1	71

Figura 38. Simulación estado final y escenas de luz del patio 1.....	72
Figura 39. Iluminancia final del patio 1.....	72
Figura 40. Cantidad y tipo de luminarias para el patio 2.....	73
Figura 41. Simulación estado final y escenas de luz del patio 2.....	74
Figura 42. Iluminancia final del patio 2.....	74
Figura 43. Cantidad y tipo de luminarias para el patio 3.....	75
Figura 44. Simulación estado final y escenas de luz del patio 3.....	75
Figura 45. Iluminancia final del patio 3.....	76
Figura 46. Cantidad y tipo de luminarias para el pasillo 2.....	77
Figura 47. Simulación estado final y escenas de luz del pasillo 2.....	77
Figura 48. Iluminancia final del pasillo 2.....	77
Figura 49. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 3.....	78
Figura 50. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 3.....	79
Figura 51. Iluminancia final del dormitorio 3.....	79
Figura 52. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 4.....	80
Figura 53. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 4.....	81
Figura 54. Iluminancia final del dormitorio 4.....	81
Figura 55. Cantidad y tipo de luminarias para el baño 2.....	82
Figura 56. Simulación estado final y escenas de luz del baño 2.....	83
Figura 57. Iluminancia final del baño 2.....	83
Figura 58. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 5.....	84

Figura 59. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 5	85
Figura 60. Iluminancia final del dormitorio 5.....	85
Figura 61. Planos eléctricos del rediseño del circuito de iluminación interior y exterior (nivel 1)87	
Figura 62. Planos eléctricos del rediseño del circuito de iluminación interior (nivel 2)	88
Figura 63. Plano de potencia y cargas especiales (nivel 1).....	89
Figura 64. Plano de potencia y cargas especiales (nivel 2).....	90

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo rediseñar y repotenciar el sistema eléctrico e iluminación del albergue Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra. Esta iniciativa es crucial para mejorar la calidad de la iluminación, así como su sostenibilidad económica y ambiental. Además, busca incrementar la capacidad, eficiencia y confiabilidad del sistema, al mismo tiempo que se reducen los riesgos y consecuencias desfavorables. Para cumplir con el proyecto, se realizó un diagnóstico exhaustivo de las principales deficiencias, como el estado de los componentes eléctricos, la situación del tablero de carga principal, los bajos niveles de iluminación, el dimensionamiento inadecuado de los conductores eléctricos, y la falta de iluminación exterior. Con base en el diagnóstico realizado con el software DIALux, se desarrolló un plan de repotenciación que incluyó la sustitución de lámparas tradicionales por tecnología LED (interiores con lámparas LED de 18W y exteriores con lámparas de 200W). Asimismo, se realizó una distribución óptima de los puntos de luz, logrando mejoras significativas en los niveles de iluminancia. Por ejemplo, en la sala, el nivel de iluminación anterior era de 154 lx, por debajo del rango recomendado de 300-500 lx; tras la repotenciación, se alcanzaron 338 lx, lo que representa un rediseño muy significativo, replicado en todas las áreas del albergue. Finalmente, se logró independizar los circuitos de iluminación de los de potencia, mejorar la uniformidad y calidad de la iluminación, y asegurar un sistema idóneo que cumple con las normativas vigentes.

Palabras Clave: Rediseño, repotenciación, sistema eléctrico, niveles de iluminación.

ABSTRACT

The aim of this project is to redesign and repower the electrical and lighting system of the Fundación Cristo de la Calle shelter in the city of Ibarra. This initiative is crucial for improving lighting quality, as well as its economic and environmental sustainability. Additionally, it aims to increase the capacity, efficiency, and reliability of the system while reducing risks and adverse consequences. To achieve this, a thorough diagnosis was conducted to identify major deficiencies, including the condition of electrical components, the status of the main distribution board, low lighting levels, inadequate sizing of electrical conductors, and the absence of exterior lighting. Based on the diagnosis performed using DIALux software, a repower plan was developed that included replacing traditional lamps with LED technology (interior LED lamps of 18W and exterior lamps of 200W). Furthermore, an optimal distribution of light points was implemented, resulting in significant improvements in illuminance levels. For example, in the room, the previous lighting level was 154 lx, below the recommended range of 300-500 lx; after the repower, a level of 338 lx was achieved, representing a significant redesign replicated across all areas of the shelter. Finally, the project successfully isolated lighting circuits from power circuits, improved the uniformity and quality of illumination, and ensured a system that complies with current regulations.

Keywords: Redesign, repower, electrical system, lighting levels.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El sistema eléctrico e iluminación de la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra, presenta en la actualidad múltiples irregularidades y deficiencias, algunas propias de la instalación y otras que se han ido generando a través de los años; entre ellas: un diseño inadecuado de las instalaciones, tecnología

obsoleta y en mal estado, mala iluminación, falta de mantenimiento, elementos de seguridad dañados, consumo elevado...etc., que influye negativamente en la calidad de iluminación y la sostenibilidad económica y ambiental del lugar.

El uso de tecnologías obsoletas de iluminación o sistemas antiguos, como lámparas fluorescentes o incandescentes, deriva a un alto consumo de energía; requieren de un mantenimiento preventivo frecuente, lo que ocasiona costos adicionales y tiempos de inactividad; los niveles de iluminación no satisfacen los estándares actuales, afectando el confort visual y además contribuye significativamente a la huella de carbono a causa de su ineficiencia energética general.

De igual manera, debido al diseño inapropiado del sistema eléctrico y su mala distribución, puede surgir una serie de consecuencias desfavorables que afectan la seguridad de las personas que conviven en el sitio; por ejemplo: incendios, descargas eléctricas, cortocircuitos, entre otros. Por tal motivo, es indispensable contar con un diseño idóneo y conforme a las normativas vigentes, para mejorar las condiciones del sistema eléctrico existente y así aumentar su capacidad, eficiencia y confiabilidad.

1.2. Justificación

El rediseño y repotenciación, parte de los múltiples inconvenientes de los sistemas eléctricos e iluminación, que presenta la Fundación Cristo de la Calle, los cuales son de vital importancia intervenir para mejorar la eficiencia energética del lugar, reducir posibles riesgos y daños físicos, aumentar la confiabilidad y seguridad de los sistemas, disminuir las tarifas de consumo y obtener una vida útil más prolongada.

El proyecto va destinado para cada una de las áreas de la Fundación Cristo de la Calle, con el fin de brindar una adecuada iluminación y una instalación segura, involucrando tanto los espacios interiores como los exteriores.

Al mejorar la iluminación interior se reduce la fatiga ocular, aumentando el rendimiento y la concentración de los jóvenes que albergan el lugar, influyendo positivamente en el aprendizaje. Ahora bien, al separar las conexiones de iluminación de los circuitos de potencia (tomacorrientes, electrodomésticos, etc.), mejora la seguridad y eficiencia del sistema.

Finalmente, se realizará el diseño e implementación del sistema de iluminación en el espacio exterior (espacio verde), para que las actividades recreacionales nocturnas se desarrollen de la mejor manera y además aporte numerosos beneficios, como la seguridad del lugar, la reducción de accidentes, la disuasión del crimen organizado e incluso de lugar a un ambiente atractivo y acogedor.

1.3. Alcance

Con el presente proyecto se busca mejorar la calidad de vida de los niños y jóvenes que albergan el lugar, proporcionando una iluminación óptima para el desarrollo de sus actividades diarias, así como también reducir el consumo energético, disponer de lámparas de seguridad, iluminar las áreas exteriores, contribuir con el medio ambiente y realizar un adecuado dimensionamiento y distribución del circuito de iluminación y potencia en base a las normativas vigentes.

Se realizará en primera instancia un análisis profundo del estado inicial de los equipos e instalaciones, con el fin de obtener datos que nos facilitaran el cumplimiento de los objetivos planteados. Para ello, se efectuará lo siguiente: inspección visual y física del lugar, listado de los equipos y elementos eléctricos, medición del consumo total, mediciones de corriente y voltaje, evaluación de la capacidad de los

conductores y componentes instalados, capacidad y estado de los dispositivos de protección y niveles de iluminación.

Finalmente, con el uso de una herramienta informática se rediseñará el sistema de iluminación, con el propósito de distribuir de una manera apropiada las luminarias, consiguiendo así un ambiente acogedor. No obstante, la creación de diagramas y planos, la inclusión de estándares actuales y la selección de nuevas tecnologías serán de gran valor para el desarrollo ideal del proyecto.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Rediseño y repotenciación de las instalaciones eléctricas e iluminación, mediante el cumplimiento de las normativas vigentes, con el fin de mejorar los niveles de iluminación e independizar el circuito de potencia, en la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado inicial del sistema eléctrico e iluminación de la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra.
- Rediseñar el sistema eléctrico e iluminación, independizando el circuito de iluminación con el de potencia.
- Repotenciar el sistema eléctrico e iluminación.

- Diseñar e implementar el sistema de iluminación en el espacio verde en donde se desarrollan actividades nocturnas.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

2.1.1. Conceptos básicos de la electricidad

Los conceptos fundamentales de la electricidad son esenciales para entender cómo funciona y como se aplica la energía eléctrica en diferentes ámbitos ya sea residenciales o industriales. A continuación, se detallan los conceptos más importantes.

2.1.1.1. Carga eléctrica.

Desde el siglo VI antes de Cristo se había observado que una resina fósil de origen vegetal al ser frotada sobre un trozo de lana, atraía pequeños cuerpos y al frotar un pedazo de vidrio con lana repele todos los cuerpos, a esta propiedad se la llamo desde el siglo XVII como electricidad. Y se observó también que distintos cuerpos al ser frotados desarrollaban la propiedad de atraer o repeler (Redondo Quintela y Redondo Melchor, 2019).

Ya para el siglo XVIII, se había manifestado que las atracciones y repulsiones eléctricas pueden justificarse si se supone que hay dos clases de electricidad, los cuerpos que presentan el mismo tipo de electricidad se repelen y los que tienen diferente clase de electricidad se atraen, como se observa en las figuras 1 y 2. En la actualidad denominada ley de Coulomb (Redondo Quintela y Redondo Melchor, 2019).

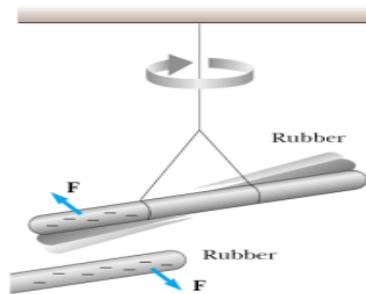


Figura 1. Cargas eléctricas de igual signo se repelen
Fuente: (Álvarez Ramos et al., 2017)

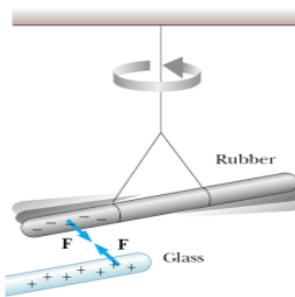


Figura 2. Cargas eléctricas de distinto signo se atraen
Fuente: (Álvarez Ramos et al., 2017)

La carga eléctrica es una característica esencial de la materia, responsable de la existencia de las interacciones electromagnéticas y fenómenos que observamos en la naturaleza, y se utilizan en distintas tecnologías, como: circuitos eléctricos y electrónicos, iluminación, transmisión de energía, comunicaciones, etc., su unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es el Coulomb (C) (Álvarez Ramos et al., 2017).

2.1.1.2. Corriente eléctrica.

La corriente eléctrica es el flujo sistematizado de electrones o iones (carga), a través de un conductor. De ello se entiende que, si un elemento permite el fácil desplazamiento de una gran cantidad de partículas portadoras de carga, se considera un elemento conductor. Un ejemplo de esto son los metales, que destacan por ser excelentes conductores tanto de electricidad como de calor (Astudillo Machuca, 2024).

Este valor es determinado por la fuerza de la corriente eléctrica, denominada intensidad, y se lo denota con la letra I . Es el número de cargas eléctricas que pasan a través de la sección transversal de un conductor en una unidad de tiempo (generalmente en un segundo). (Astudillo Machuca, 2024, pág. 22)

Se puede expresar de la siguiente manera:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

Donde:

I = Intensidad de corriente, se mide en amperios (A)

Q = Es la carga que atraviesa el conductor y su unidad es el culombio (C)

t = Tiempo (s)

Existen dos tipos principales de corriente eléctrica: la corriente directa o continua (DC o CC) y la corriente alterna (CA).

a) Corriente continua o directa.

La corriente continua se distingue por el movimiento libre de los electrones en una sola dirección a través de un material conductor, manteniendo siempre una intensidad constante con el paso del tiempo como se observa en la figura 3, esta corriente continua es proporcionada por los dínamos, baterías, cédulas, paneles fotovoltaicos, etc., y su simbología es $—$ (Alcalde San Miguel, 2019).

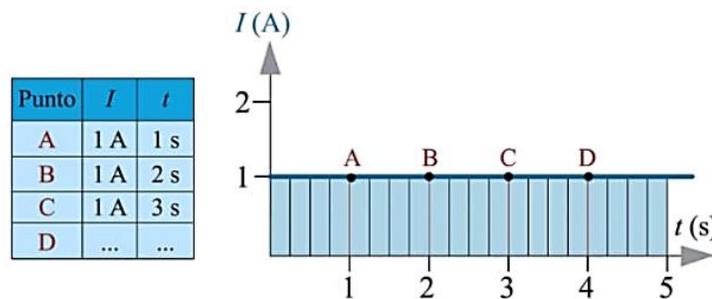


Figura 3. Representación gráfica de la corriente continua CC
Fuente: (Alcalde San Miguel, 2019)

b) Corriente alterna.

La corriente alterna se distingue por el movimiento de los electrones en un material conductor en un sentido y en otro, es decir la corriente eléctrica varía cíclicamente con el paso del tiempo, como se observa en la figura 4, esta corriente alterna es proporcionada por los alternadores de las centrales eléctricas y es la forma más usual de transportar energía eléctrica tanto a los hogares como a las industrias, su simbología es \sim (Alcalde San Miguel, 2019).

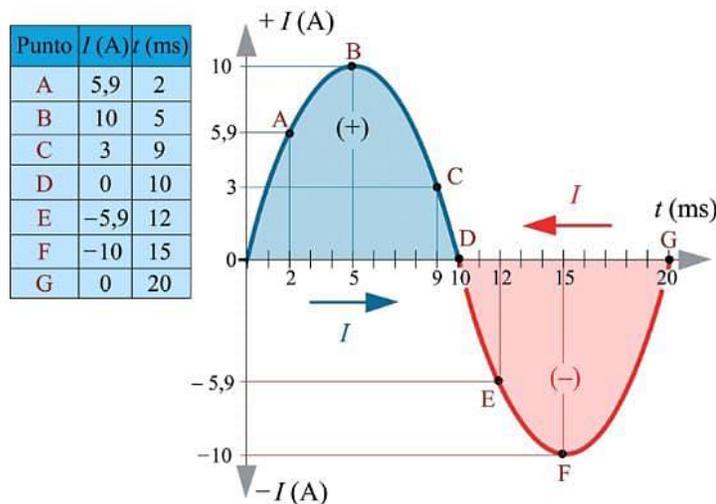


Figura 4. Representación gráfica de la corriente alterna CA
Fuente: (Alcalde San Miguel, 2019)

A su vez “dado que la corriente alterna es más fácil de producir, y que posee una serie de características que hacen más fácil su transporte, su campo de aplicación es muy amplio” (Alcalde San Miguel, 2019, pág. 16).

2.1.1.3. Ley de Ohm.

El hallazgo de la relación entre la corriente y el voltaje en una resistencia se le atribuye al físico alemán Georg Simón Ohm (1784-1854). Ohm basándose en un experimento, descubrió que, si el voltaje aplicado a una resistencia aumenta, la corriente que circula a través de ella también aumenta, y de manera

similar, si el voltaje disminuye, la corriente también disminuye. Esta relación es conocida como la Ley de Ohm (Cienfuegos Zurita y Arellano Sotelo, 2023).

Es decir “la intensidad de la corriente que recorre un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión aplicada (a más tensión, más intensidad), e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica (a más resistencia, menos intensidad)” (Alcalde San Miguel, 2019, pág. 22). Y se expresa con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{V}{R} \quad (2)$$

Donde:

I = Corriente en amperios (A)

V = Voltaje en voltios (V)

R = Resistencia en Ohmios (Ω)

2.1.1.4. Voltaje.

El voltaje también conocido como diferencia de potencial o tensión eléctrica es “la fuerza que obliga a los electrones a moverse ordenadamente en una cierta dirección a través de las líneas conductoras del circuito eléctrico” (Cienfuegos Zurita y Arellano Sotelo, 2023, pág. 13). Se tiene varios conceptos o formulas relacionadas con voltaje.

a) Voltaje relacionado con la energía y carga.

En términos generales, Zurita y Sotelo (2023) define que “el voltaje es directamente proporcional a la energía o trabajo por unidad de carga, y matemáticamente se expresa” (p. 13).

$$V = \frac{W}{Q} \quad (3)$$

Donde:

V = Voltaje en voltios (V)

W = Trabajo o energía en Joules (J)

Q = Carga en culombio (C)

b) Voltaje (Ley de Ohm).

El voltaje es una medida que resulta de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito, Cienfuegos y Arellano (2023) establece que “el voltaje en una resistencia es directamente proporcional al producto de la corriente por la resistencia” (p. 19), esto se expresa como:

$$V = I \cdot R \quad (4)$$

Donde:

V = Voltaje en voltios (V)

I = Corriente en amperios (A)

R = Resistencia en Ohmios (Ω)

2.1.1.5. Resistencia eléctrica.

La capacidad de los materiales conductores para oponerse al flujo constante de corriente eléctrica se denomina resistencia. En los circuitos eléctricos, las resistencias se utilizan principalmente para limitar la corriente y dividir el voltaje. La resistencia eléctrica se expresa con la letra R, y su unidad de medida es el Ohmio, simbolizado por la letra griega omega (Ω). Se dice que hay 1 Ohm (1 Ω) de resistencia cuando una corriente de 1 amperio (1 A) fluye a través de un conductor al aplicarse 1 voltio (1 V) de voltaje (Cienfuegos Zurita y Arellano Sotelo, 2023).

2.1.1.6. Potencia.

En la física se define a la potencia como la rapidez con la que ejecuta un trabajo, es decir, es la relación que existe entre un trabajo realizado y el tiempo empleado en ejecutarlo; su unidad de medida es el Vatio (W) (Alcalde San Miguel, 2019).

Por lo tanto, se tiene la ecuación:

$$P = \frac{W}{t} \quad (5)$$

Donde:

P = Potencia en vatios (V)

W = Trabajo en Joules (J)

t = Tiempo en segundos (s)

2.1.1.7. Potencia eléctrica.

La fuerza aplicada que mueve un objeto es similar a la tensión que empuja los electrones a través de un conductor en un circuito eléctrico, es por eso que, se puede definir a la potencia eléctrica, como, la cantidad de energía que se consume o se genera en una unidad de tiempo (Alcalde San Miguel, 2019). Según esto, se tiene la ecuación:

$$P = V \cdot I \quad (6)$$

Donde:

P = Potencia en vatios (W)

V = Tensión o voltaje en voltios (V)

I = Corriente eléctrica en amperios (A)

La potencia eléctrica resulta del producto de la tensión o voltaje por la intensidad. En los circuitos de corriente alterna se pueden distinguir tres tipos de potencia: potencia activa, potencia reactiva y potencia aparente.

a) Potencia activa.

La potencia activa real es una fracción de la potencia total, que representa la cantidad de energía que un componente eléctrico o sistema emplea para realizar un trabajo útil.

Esta potencia produce al transcurrir el tiempo un trabajo o resultado tangible (calor, potencia mecánica, luz, etc.). La potencia activa se representa por la letra P y su unidad de medida es el vatio (Wildi, 2007).

Se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (7)$$

Donde:

P = Potencia activa en vatios (W)

V = El voltaje eficaz en voltios (V)

I = Corriente eficaz en amperios (A)

$\cos \varphi$ = Factor de potencia

b) Potencia reactiva.

La potencia reactiva no genera trabajo útil. Todos los dispositivos inductivos como transformadores, balastos, imanes y motores de inducción absorben potencia reactiva para mantener sus campos magnéticos. La potencia reactiva se representa por la letra Q y se mide en voltios – amperios reactivos (VAr) (Wildi, 2007).

$$Q = V \cdot I \cdot \sen \varphi \quad (8)$$

Donde:

Q = Potencia reactiva en voltio-amperios reactivos (VAr)

V = El voltaje eficaz en voltios (V)

I = Corriente eficaz en amperios (A)

$\text{sen } \varphi$ = Seno del ángulo de fase entre el voltaje y la corriente

c) Potencia aparente.

La potencia aparente es la totalidad de la potencia consumida por un circuito eléctrico.

“A la suma resultante de la potencia activa y reactiva se le llama potencia aparente (S), y se mide en voltio amperios (VA). Si se representan vectorialmente la potencia activa, reactiva y aparente se determina el llamado triángulo de potencias” (Esaño González y Andrade Ortiz, 2021, pág. 12).

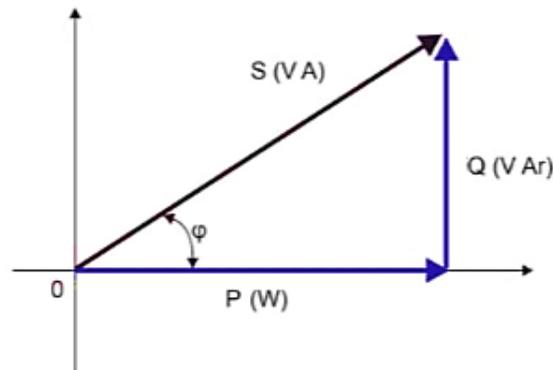


Figura 5. Descomposición factorial de la potencia en la corriente alterna
Fuente: (Esaño González y Andrade Ortiz, 2021)

$$S = V + I \quad (9)$$

Donde:

S = Potencia aparente en voltio-amperios (VA)

V = El voltaje eficaz en voltios (V)

I = Corriente eficaz en amperios (A)

Además, es posible calcular la potencia aparente por trigonometría mediante la suma vectorial de la potencia activa y la potencia reactiva de la siguiente manera:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (10)$$

Donde:

S = Potencia aparente en voltio-amperios (VA)

P = Potencia activa en vatios (W)

Q = Potencia reactiva en voltio-amperios reactivos (VAr)

2.1.1.8. Energía Eléctrica.

Es una estructura de la energía comúnmente asociada a nuestra comunidad moderna y es expresada en diferentes formas, como la generación de luz, calor y movimiento.

De la expresión que relaciona la energía con la potencia se deduce que la energía es el producto de la potencia por el tiempo. El cálculo de la energía eléctrica consumida por un receptor es muy interesante, especialmente para los consumidores, ya que sobre él se establecen los costos que facturan las compañías eléctricas. (Alcalde San Miguel, 2019, pág. 34)

Se expresa con la siguiente ecuación:

$$E = P \cdot t \quad (11)$$

Donde:

E = Energía en Joules (J)

P = Potencia en vatios (W)

t = Tiempo en segundos (s)

Nota: como la unidad Joules es muy pequeña se suele utilizar el kW/h.

Dicho de otra manera, la energía eléctrica se refiere a la forma de energía que surge de una diferencia de potencial entre dos puntos, de un elemento conductor o circuito, permitiendo el flujo de corriente eléctrica a través del mismo. Esta energía puede transformarse en nuevas formas energéticas, como luz (energía luminosa), energía mecánica, energía calórica y energía térmica.

2.1.1.9 Puesta A Tierra.

Los sistemas PAT o sistemas de puesta a tierra, son muy fundamentales en cuanto a la seguridad eléctrica de todo tipo de instalaciones, ya sean residenciales o industriales. Se instalan con el fin de brindar protección a las personas, conectando los sistemas eléctricos mediante un conductor de muy baja resistencia, con el fin de evacuar el exceso de corriente eléctrica en caso de surgir algún tipo de falla (Caballeiro, Electricidad 3: Instalaciones Eléctricas, 2015).

La denominación puesta a tierra comprende toda conexión metálica directa entre determinados elementos o partes de una instalación (que no deben estar bajo tensión) y un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con el fin de lograr que, en el conjunto de instalaciones, edificios o superficie próxima del terreno, no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falla o la descarga de origen atmosférico. (Caballeiro, Electricidad 3: Instalaciones Eléctricas, 2015, pág. 12)

En la figura 6, se muestra los componentes y un ejemplo de instalación de los electrodos de puesta a tierra.

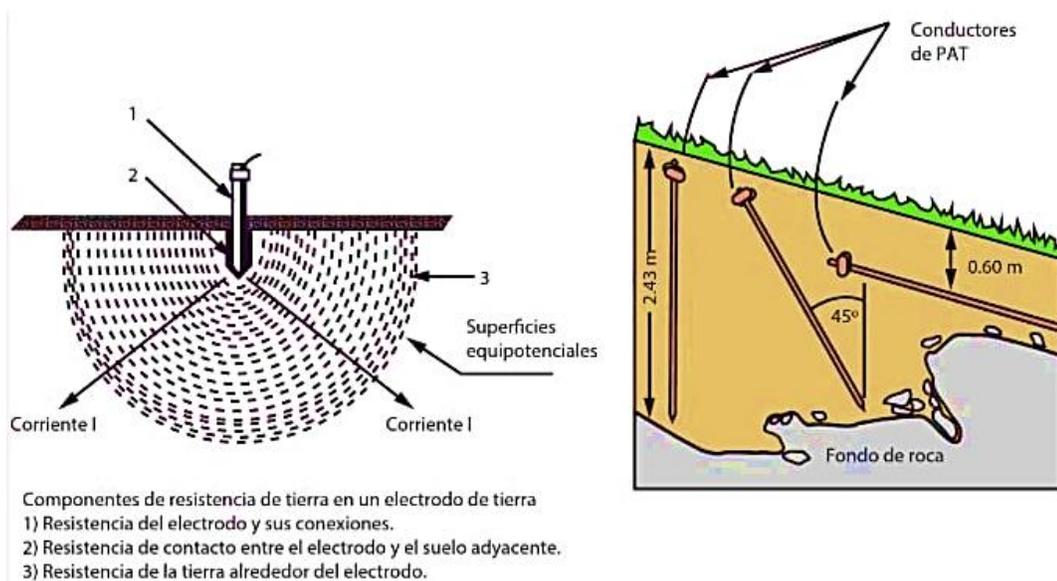


Figura 6. Sistema de puesta a tierra
Fuente: (Caballeiro, 2015)

La imagen representa los componentes de un electrodo de puesta a tierra, en donde se tiene los diferentes tipos de resistencias presentes en un sistema PAT: (1) Resistencia del electrodo y sus respectivas conexiones, (2) resistencia de contacto entre el electrodo y el suelo, y (3) resistencia del suelo próximo al electrodo.

2.1.2. Componentes de un sistema eléctrico e iluminación.

Los componentes de un sistema eléctrico e iluminación incluyen todos los elementos necesarios para realizar una instalación de manera eficiente y segura. Esto abarca desde la generación y distribución de energía hasta los elementos de iluminación y control.

2.1.2.1. Tablero de distribución.

Un tablero de distribución es un elemento de vital importancia en un sistema eléctrico residencial o industrial, es el encargado de recibir la energía desde la red principal y distribuirla de una manera óptima a diversos circuitos o elementos secundarios.

La instalación de los tableros de distribución debe ajustarse a los siguientes criterios:

a) Debe ser ubicado en un lugar permanentemente seco, que represente el punto más cercano a todas las cargas parciales de la instalación y en paredes de fácil acceso a personas que realicen labores de reconexión o mantenimiento.

b) En el lado interior de la tapa o puerta de los tableros debe colocarse obligatoriamente el diagrama unifilar con el listado de los circuitos a los que protege cada uno de los interruptores.

c) Las cargas asignadas a las fases deben balancearse en todo cuanto sea posible.

d) Por cada cinco salidas que se alimenten del tablero de distribución se debe dejar por lo menos una salida de reserva.

e) Todo circuito debe tener necesariamente su respectivo dispositivo de protección de sobrecorriente.

f) La altura de instalación debe ser a 1,60 metros desde el nivel del piso a la base del tablero.

g) El tablero de distribución debe tener barra de neutro (aislada) y barra de tierra. (MIDUVI, 2018, págs. 10-11)

2.1.2.2. Interruptores y tomacorrientes.

El interruptor es un elemento de protección eléctrica que corta o interrumpe el flujo de corriente en un sistema cuando se presenta un cortocircuito o una sobrecarga. Estos equipos son muy importantes para proteger los equipos eléctricos y la seguridad física de las personas.

El tomacorriente o también conocido como enchufe es un elemento que permite conectar equipos eléctricos a una fuente de alimentación.

En la ubicación e instalación de los diferentes elementos eléctricos se debe considerar lo siguiente:

a) Para interruptores, conmutadores y pulsadores; la altura de instalación sobre el nivel de piso debe ser de 1,2 metros del lado de la apertura de la puerta y estos operativamente deben desconectar el conductor de fase.

b) El interruptor al ser instalado en un lugar húmedo o al exterior de la vivienda debe alojarse en un gabinete para intemperie. No se deben instalar interruptores en lugares mojados, espacios de bañeras o duchas, a menos que estén certificados para estos usos.

c) Los tomacorrientes, de uso general, deben colocarse a 0,40 m del piso terminado, salvo casos especiales como en baños y/o cocinas que pueden ser colocados sobre mesones a 0,10 m.

d) Los tomacorrientes, de uso general, deben ser polarizados para la instalación del cable de protección a tierra.

e) Los tomacorrientes para cocinas eléctricas deben ser instalados en puntos fácilmente accesibles y su altura de montaje entre 0,20 y 0,80 m desde el suelo. Cuando se instale sobre mesones de cocina se debe colocar los tomacorrientes a una altura mínima de 0,10 m sobre el mesón.

f) El tomacorriente para la cocina eléctrica debe ser tipo NEMA 10-50R, cumplir con lo indicado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y las especificaciones del MEER.

g) Si se ha previsto la utilización de tomacorrientes empotrados en el piso, estos deben ser a prueba de humedad y tener alta resistencia mecánica.

h) La altura de instalación de tomacorrientes puede ser diferente a la indicada en esta norma en ambientes o montajes especiales.

i) Para el caso de viviendas en las que habiten personas con discapacidad, personas de la tercera edad y niños; la altura de instalación de interruptores, pulsadores y tomacorrientes deberá regirse a lo indicado en el capítulo NEC-HS-AU Accesibilidad Universal. (MIDUVI, 2018, págs. 14-15)

2.1.2.3. Cables o conductores.

Un conductor eléctrico es un material que, al entrar en contacto con un cuerpo cargado eléctricamente, permite que la electricidad se distribuya a todos los puntos de su superficie.

Los elementos conductores son cables y alambres metálicos utilizados en todos los tipos de redes y circuitos, están compuestos de metales puros o aleaciones. Estos materiales contienen electrones libres que facilitan el movimiento de cargas a través del material (Caballeiro, 2015).

Los mejores conductores eléctricos son los metales y sus aleaciones, aunque existen materiales no metálicos, que tienen la propiedad de conducción de la electricidad, son ejemplos de esto el grafito y las soluciones salinas. Los cables eléctricos están hechos principalmente con un trozo muy largo de cualquier material conductor. Casi siempre, se construyen de cobre. Como norma general, los cables cuentan con un aislamiento o cubierta de plástico, termoplástico de PVC (policloruro de vinilo), PE (polietileno), PCP (policloropreno) o neopreno, cuyo tipo y grosor dependerá de la aplicación que tenga el cable, así como del grosor mismo del material conductor. Las partes de un cable eléctrico son:

- **Conductor:** elemento que conduce la corriente eléctrica. Puede ser de diversos materiales metálicos y estar formado por uno o varios hilos.
- **Aislamiento:** recubrimiento que envuelve al conductor para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera de él.
- **Capa de relleno:** material aislante que envuelve los conductores para mantener la sección circular del conjunto.
- **Cubierta:** fabricada de materiales que protegen mecánicamente al cable. Tiene como función resguardar el aislamiento de los conductores, de la acción de la temperatura, el sol, la lluvia, etcétera. (Caballeiro, 2015, pág. 33)

2.1.2.4. Lámparas.

Las lámparas son dispositivos emisores de luz que sirven para iluminar espacios tanto interiores como exteriores. Estos elementos pueden variar dependiendo de su estructura, funcionalidad y aplicación.

a) Lámparas Incandescentes.

Estos tipos de lámpara funcionan gracias al paso de una corriente eléctrica a través de un filamento de tungsteno, que se calienta por efecto Joule (transformación de energía eléctrica en calor) y emite una radiación luminosa visible. Para evitar que el filamento se queme al entrar en contacto con el aire, se encierra en una ampolla de vidrio, la cual ha sido generada en vacío o rellena con un gas (yoduro de bromo o yoduro de yodo). A estos dos tipos de lámparas se las conoce como lámparas de filamento y lámparas halógenas (Castro Guamán y Posligua Murillo, 2015).

- ***Lámparas de filamento.***

Es un tipo de bombilla que produce luz al calentar un filamento de tungsteno contenido en una ampolla de vidrio.

Castro y Posligua (2015) definen lo siguiente:

La lámpara incandescente posee un rendimiento muy bajo, por el motivo que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor, lo que no ofrece muy buena reproducción de los colores. Su beneficio se ve reflejado en su bajo costo y el color cálido de su luz, su eficiencia es muy baja, ya que solo convierte en trabajo (luz visible) alrededor del 15% de la energía consumida. Otro 25% será transformado en energía calorífica y el 60% restante en radiación no perceptible, luz ultravioleta y luz infrarroja, que igual terminan convirtiéndose en calor. (p. 71)

- ***Lámparas halógenas.***

Las lámparas halógenas funcionan de manera similar a las lámparas de filamento tradicionales, pero incorporan un componente halógeno (yodo) y un gas (bromo), que permite un ciclo de regeneración para prolongar la vida útil de la misma. Además, estas lámparas mejoran la eficiencia luminosa, son más compactas, tienen una temperatura de color más alta y experimentan poca pérdida de luminosidad con el pasar del tiempo, aunque, al mismo tiempo que ofrecen una excelente reproducción del color (Castro Guamán y Posligua Murillo, 2015).

Castro y Posligua (2015) argumentan que:

El funcionamiento de este tipo de lámparas requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno. Por eso, son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y la ampolla se fabrica con un cristal especial de cuarzo que impide manipularla con los dedos para evitar su deterioro. La lámpara halógena por su elevada temperatura superficial de la ampolla, no es recomendable para atmosfera explosivas salvo que se emplee un envoltente especial. (p. 72)

b) Lámparas de descarga.

Las lámparas según la descarga se pueden clasificar en fluorescentes, vapor de mercurio y vapor de sodio.

- Lámparas fluorescentes.

Las lámparas fluorescentes funcionan mediante un proceso de precalentamiento que tarda unos pocos segundos en encenderse completamente, utilizando dos electrodos ubicados dentro de una ampolla de vidrio que contiene una mezcla gaseosa (argón y vapor de mercurio). Este tubo está recubierto en su interior con una sustancia fluorescente (fósforo) que emite luz cuando una corriente eléctrica pasa entre los dos electrodos. Este tipo de iluminación funciona mediante una descarga eléctrica inducida por una alta tensión, activando la fosforescencia mediante la tecnología ultravioleta generada por un arco de mercurio (Castro Guamán y Posligua Murillo, 2015).

“Este tipo de lámpara no puede conectarse directamente a la red. El correspondiente balastro situado entre la corriente de alimentación y la lámpara limita y controla la corriente de la lámpara y asegura así un funcionamiento fiable bajo condiciones específicas” (Castro Guamán y Posligua Murillo, 2015, pág. 75).

- Lámparas de vapor de sodio o mercurio.

Estas lámparas comprenden el mismo principio de funcionamiento a excepción del gas que utilizan para encenderlas y del tipo de tubo para la descarga de vapor.

Las lámparas de vapor de sodio emiten una luminosidad de color anaranjado con un tubo de arcilla o cerámica para la descarga de vapor, mientras que, las lámparas de vapor de mercurio emiten una luz de color azul verdoso y su bulbo de descarga es fabricado de cuarzo.

Según Castro y Posligua (2015) las lámparas de vapor de sodio o mercurio descargan dicho gas por tubos internos (arcilla de alúmina cerámica / cuarzo, respectivamente) con el fin de producir luminosidad. Estas lámparas se clasifican en baja y alta presión según cómo trabaja el sodio o el mercurio (dependiendo de los elementos adicionales). Son conocidas por ser una de las fuentes de iluminación más eficientes, proporcionando una gran cantidad de lúmenes por vatio. Los focos están conformados por un tubo diseñado para resistir la alta corrosión y las temperaturas elevadas que se generan. En cada extremo del bulbo hay electrodos que suministran la tensión eléctrica necesaria para activar el vapor.

c) Lámparas LED.

Son elementos de iluminación que utilizan diodos emisores de luz, conocidos como LED. Estos componentes electrónicos están formados por la unión de materiales semiconductores con propiedades distintas, los cuales convierten directamente la energía eléctrica en energía luminosa al ser polarizados por un campo eléctrico. En la actualidad, los LED tienen una amplia gama de aplicaciones en diversos sistemas lumínicos, ofreciendo significativos ahorros en el consumo de energía. Además, los sistemas de iluminación LED presentan varias ventajas respecto a la iluminación convencional, como eficiencia energética, larga vida útil, variedad de colores, encendido rápido, resistentes, compatibles con otros sistemas y sobre todo amigables con el medio ambiente (Castro Guamán y Posligua Murillo, 2015).

En resumen, las lámparas LED ofrecen una combinación, de eficiencia energética, durabilidad y confiabilidad que las convierten casi como única opción en las instalaciones de iluminación moderna. En la figura 7, se presenta una comparación con los sistemas tradicionales de iluminación en cuanto a su vida útil, eficiencia energética y potencia.

	Incandescente de filamento	Halógena	Tubo fluorescente	Lámpara compacta	LED
Eficiencia energética	E	D	A	A	A+
Vida útil	1000 horas	3000 horas	2000 horas	10 000 horas	30000 horas
Ejemplo					
Potencia / lúmenes	15 W / 100 lm 60 W / 750 lm 100 W / 1600 lm	10 W / 140 lm 35 W / 600 lm 75 W / 1450 lm	18 W / 1350 lm 36 W / 3356 lm 58 W / 5200	3 W / 150 lm 15 W / 750 lm 23 W / 1600 lm	1 W / 75 lm 7 W / 750 lm 15 W / 1400 lm

Figura 7. Sistemas de iluminación; vida útil, eficiencia energética potencia
Fuente: (Martín Castillo et al., 2022)

2.1.3. Parámetros de iluminación

Los parámetros de iluminación son los diferentes aspectos y características de la luz que pueden ser controlados y ajustados a ciertas necesidades de un entorno. A continuación, se detalla cada uno de ellos:

2.1.3.1. Flujo luminoso.

Es la cantidad total de luz que se dispersa en todas las direcciones por una fuente luminosa en un periodo de tiempo específico. Su símbolo es Φ y se expresa en lúmenes (lm), dicha unidad permite medir el flujo luminoso emitido por una fuente de luz en un segundo (Iraola et al., 2023).

$$\Phi = \frac{Q}{t} = I \cdot \omega \quad (12)$$

Donde:

Φ = Flujo luminoso en lúmenes (lm)

Q = Energía luminosa o cantidad de luz emitida en lúmenes por segundo (lm.s)

t = Tiempo en segundos (s)

Como también:

I = Intensidad luminosa en candela (cd)

ω = Ángulo sólido en estereorradián (sr)

2.1.3.2. Intensidad luminosa.

Es la cantidad de luz (flujo luminoso) emitida por unidad de tiempo en una sola dirección proveniente de una fuente luminosa que fluye a través de un ángulo sólido. Su símbolo es I y se expresa en candela (cd); esta medida permite conocer que tan brillante es una fuente de luz en una dirección en particular (Iraola et al., 2023).

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (13)$$

Donde:

I = Intensidad luminosa en candela (cd)

Φ = Flujo luminoso en lúmenes (lm)

ω = Ángulo sólido en estereorradián (sr)

2.1.3.3. Iluminancia.

Es la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de superficie del objeto iluminado. Su símbolo es E y se expresa en lux (lx). Esta medida es importante para entender la cantidad de luz que realmente llega a una superficie, asegurando una iluminación adecuada según sea el caso (Iraola et al., 2023).

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (14)$$

Donde:

E = Iluminancia en lux (lx)

Φ = Flujo luminoso en lúmenes (lm)

S = Superficie a iluminar en metros cuadrados (m^2)

Cuando la superficie no es perpendicular a los rayos luminosos se tiene:

$$E = \frac{I}{d^2} * \cos \alpha \quad (15)$$

Donde:

E = Iluminancia en lux (lx)

d = Distancia del foco a la superficie horizontal en metros (m)

α = Ángulo que forma el plano con la dirección de las radiaciones luminosas en grados (°)

Además, se debe considerar que la Iluminancia es inversamente proporcional a la distancia entre la superficie a iluminar y la fuente de luz, es decir mientras más lejos esté la fuente la cantidad de luz que llegue a la superficie será menor.

2.1.3.4. Luminancia.

De acuerdo con Villazón et al. (2018) la luminancia “es la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente sobre la que la que está incidiendo” (p.44).

Es la intensidad luminosa reflejada por un objeto en dirección al observador, percibida visualmente como brillo. Su símbolo es L y se mide en candelas por metro cuadrado (cd/m²) (Iraola et al., 2023).

$$L = \frac{I}{S'} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha} \quad (16)$$

Donde:

L = Luminancia en candela por metro cuadrado (cd/m²)

I = Intensidad luminosa en candela (cd)

S' = Superficie aparente en metros cuadrados (m²)

Como también:

α = Ángulo que forma el plano con la dirección de las radiaciones luminosas en grados (°)

2.1.4 Características de la iluminación.

Existen diferentes tipos de luz y las características que las distinguen son:

2.1.4.1. Temperatura de color.

La temperatura del color se refiere al color aparente de la luz emitida por una fuente de luz, de acuerdo con Sá (2015) “es una indicación aproximada de la impresión del color que crea una fuente luminosa blanca, y básicamente describe la apariencia ‘cálida’ o ‘fría’ de la luz” (p. 35).

Iraola et al. (2023) especifican el rango de valores aproximados de la temperatura de color.

Blanco cálido: ($T_c < 3300K$)

Blanco neutro: ($3300K < T_c < 5000k$)

Blanco frío: ($T_c > 500K$) (p. 51).

Es decir que Las fuentes de luz con una temperatura de color más baja tienen una apariencia más cálida mientras que las de temperatura de color más alta tienen una apariencia más fría.

2.1.4.2. Rendimiento luminoso.

Iraola et al. (2023) y Díez et al. (2017) concuerdan “es la relación entre el flujo luminoso emitido y la potencia eléctrica consumida” (p.51) y (p. 108).

El rendimiento luminoso es conocido también como eficacia luminosa; se mide en lúmenes por vatio (lm/W) y es una medida importante para evaluar la eficiencia energética de una fuente de luz. Una mayor eficacia luminosa significaría que la fuente de luz produce más luz por cada vatio de potencia consumida, lo que la hace más eficiente desde el punto de vista energético (Iraola et al., 2023).

2.1.4.3. Distribución de la luz.

En cuanto a la distribución de la luz, es preferible contar con una iluminación general adecuada en lugar de una iluminación localizada para evitar deslumbramientos. Por esta razón, los accesorios eléctricos

deben distribuirse de manera uniforme para evitar diferencias en la intensidad luminosa. El constante movimiento a través de áreas con iluminación no uniforme causa fatiga ocular, lo que con el tiempo puede reducir la capacidad visual (Guasch Farrás, s.f.).

Una vez que se ha determinado la salida de luz total de un producto LED, Es importante entender hacia dónde se dirige esta luz. Más luz no es necesariamente de beneficio si no se entrega donde se necesita; Por lo tanto, la producción de luz total sólo debe utilizarse para comparar productos que distribuyen la luz de una manera similar. La intensidad luminosa, expresada en candelas (cd), se mide en una variedad de ángulos para permitir la caracterización de la distribución espacial de la luz. Estos datos de intensidad se utilizan para calcular una variedad de mediciones con el fin de generar diagramas que pueden encontrarse en informes fotométricos, dependiendo del tipo de producto y la aplicación prevista. (SYLVANIA, s.f.)

2.1.4.4. Vida útil.

Se considera el tiempo promedio en el que el filamento de una lámpara incandescente mantiene sus propiedades, sin que se observe una pérdida significativa del flujo luminoso (Martín Sánchez, 2015).

La industria de la iluminación ha experimentado una transformación significativa a través de la adopción generalizada de la tecnología LED. Esta tecnología ha revolucionado la forma en que se iluminan espacios comerciales, residenciales e industriales debido a su eficiencia energética, larga vida útil y versatilidad en diseño y aplicaciones. Los LED's ofrecen una iluminación más uniforme con menor consumo de energía en comparación con las fuentes de luz tradicionales, como las lámparas incandescentes y fluorescentes. El periodo en que el LED emite un porcentaje de flujo luminoso menor al original a lo largo de cierta cantidad de horas de funcionamiento, se denomina depreciación de flujo luminoso. Para estandarizar este dato existe una escala dependiendo del porcentaje de flujo luminoso mantenido, por ejemplo, un LED con una clasificación L90 mantiene el 90% de su flujo luminoso original, con un nivel de depreciación del 10%, después de cierta cantidad de horas de funcionamiento; mientras que un LED con una clasificación L80 mantendría al menos el 80% de su flujo luminoso original tendría un nivel de

depreciación del 20%. Cuando el nivel de depreciación del LED llegue al 30% (clasificación L70) debe ser reemplazado, ya que la calidad de la iluminación se ha deteriorado significativamente (SYLVANIA, s.f.).

2.1.4.5. Eficiencia energética.

La eficiencia energética según el MIDUVI (2018) “es la proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía” (p.2).

El desafío en cada proyecto de iluminación, es alcanzar un nivel de eficiencia energética máximo, pero la eficiencia no es solo que los sistemas de iluminación gasten menos, sino que además cuente con una vida útil más larga o que el mantenimiento sea menor. La reducción de consumos indirecta es otra ventaja, ya que la tecnología LED reduce la emisión de calor y por consiguiente el ahorro en climatización.

2.1.5. Simbología utilizada en diseños de instalaciones eléctricas.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC–SB-IE, en la figura 8, se presenta la simbología y descripción de los símbolos más utilizados en el diseño de instalaciones eléctricas e iluminación.

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Circuito de iluminación (grosor de la línea 0,5)		Circuito de tomacorrientes (grosor de la línea 0,5)
	Circuito de tomacorrientes especiales (grosor de la línea 0,7)		Circuito de puesta a tierra
	Punto de luz		Interruptor simple, símbolo general
	Interruptor doble		Interruptor triple
	Conmutador simple		Conmutador doble
	Tomacorriente doble monofásico		Tomacorriente doble monofásico con puesta a tierra
	Tablero de distribución principal		Tablero de distribución secundario
	Alimentaciones conductoras hacia arriba		Alimentaciones conductoras hacia abajo
	Alimentaciones conductoras hacia arriba y abajo		Empalme
	Luminaria fluorescente simple		Luminaria fluorescente triple
	Luminaria de alumbrado de emergencia		Pulsador
	Cajetín		Conexión de puesta a tierra
	Interruptor termomagnético		Tuberías que se cruzan
	Célula fotoeléctrica		Lámpara reflector

Figura 8. Simbología de instalaciones eléctricas e iluminación basados en la NEC
Fuente: (MIDUVI, 2018)

CAPITULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1. Diagnóstico del estado inicial del sistema eléctrico e iluminación

En este apartado se detallan los aspectos más importantes encontrados en el diagnóstico inicial de las instalaciones de la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra, partiendo desde la realización de planos tanto arquitectónicos como eléctricos para una mejor percepción del lugar y el análisis de las

instalaciones eléctricas (estado inicial de los componentes, sistemas, cableado, dimensionamiento, etc.) desde el centro de carga (tablero de distribución) hasta los diferentes derivados de cada bloque.

3.1.1. Planos arquitectónicos y eléctricos de la Fundación.

Con la ayuda de un software de diseño se elaboraron los planos de las instalaciones, tanto arquitectónicos como eléctricos ya que la fundación no contaba con dicha información.

3.1.1.1. Planos arquitectónicos de la Fundación Cristo de la Calle.

La Fundación Cristo de la Calle cuenta con una vivienda de dos niveles; planta baja o nivel 1 (figura 9) y nivel 2 (figura 10). Para el presente proyecto no involucraremos las áreas de la lavandería, bodega y el cuarto de juegos.

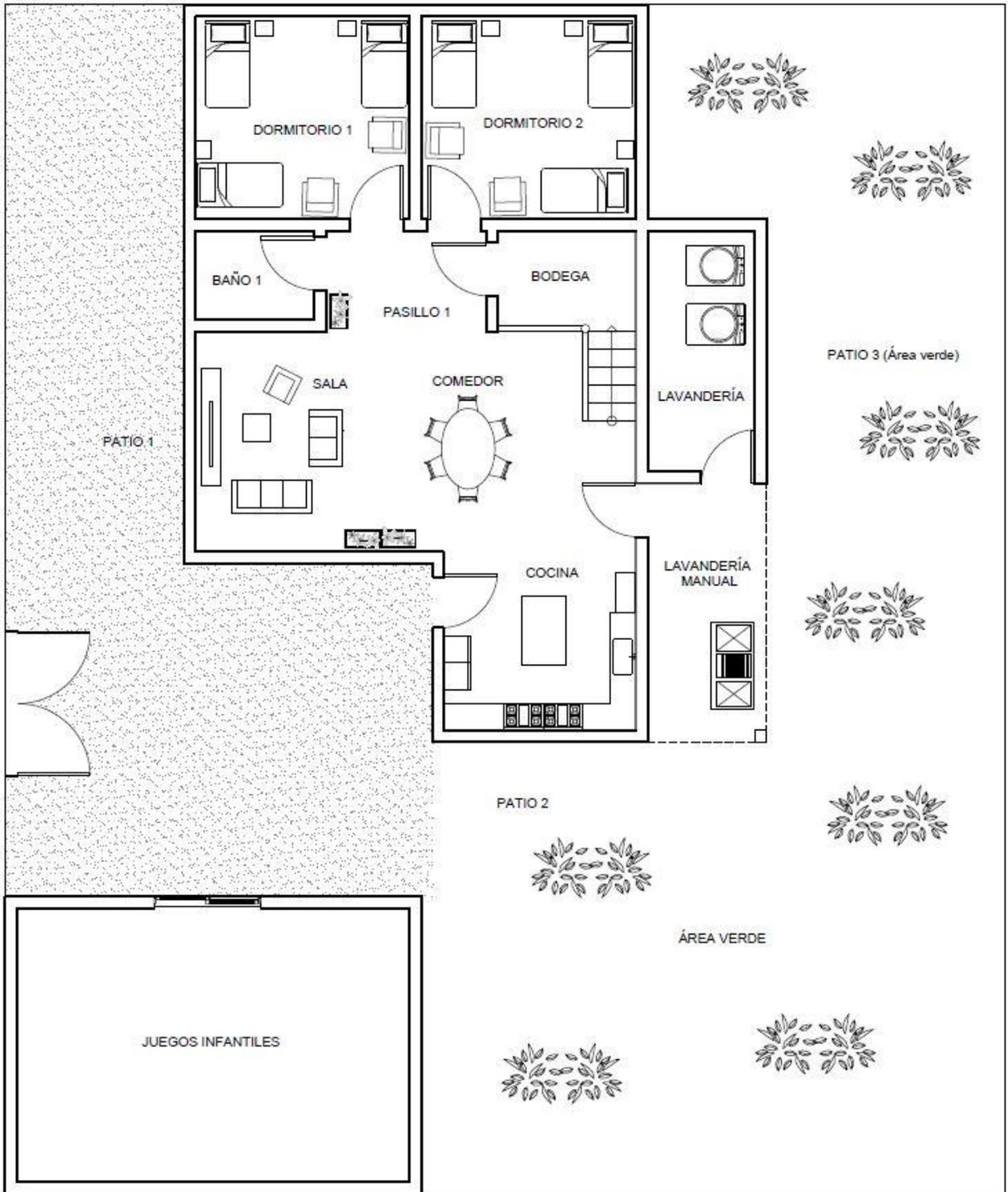


Figura 9. Plano arquitectónico nivel 1 o planta baja

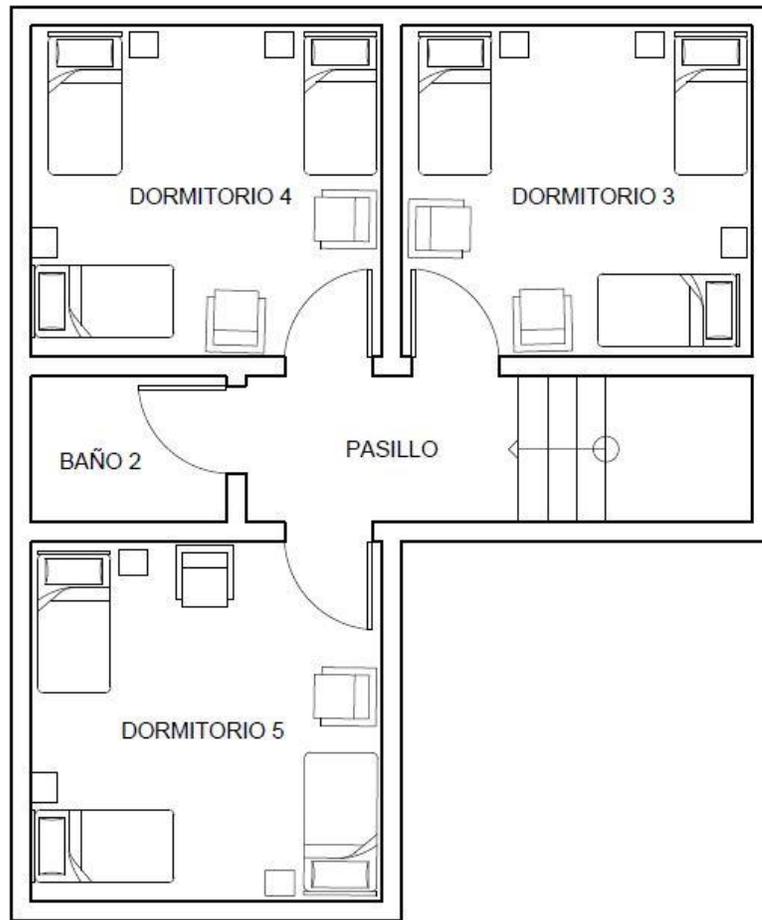


Figura 10. Plano arquitectónico nivel 2

3.1.1.2. Planos Eléctricos.

Las instalaciones eléctricas del lugar comparten los circuitos de potencia (tomacorrientes) con los de iluminación. En la figura 11, se puede observar el plano de la planta baja o nivel 1 y la figura 12, representa el plano del nivel 2.

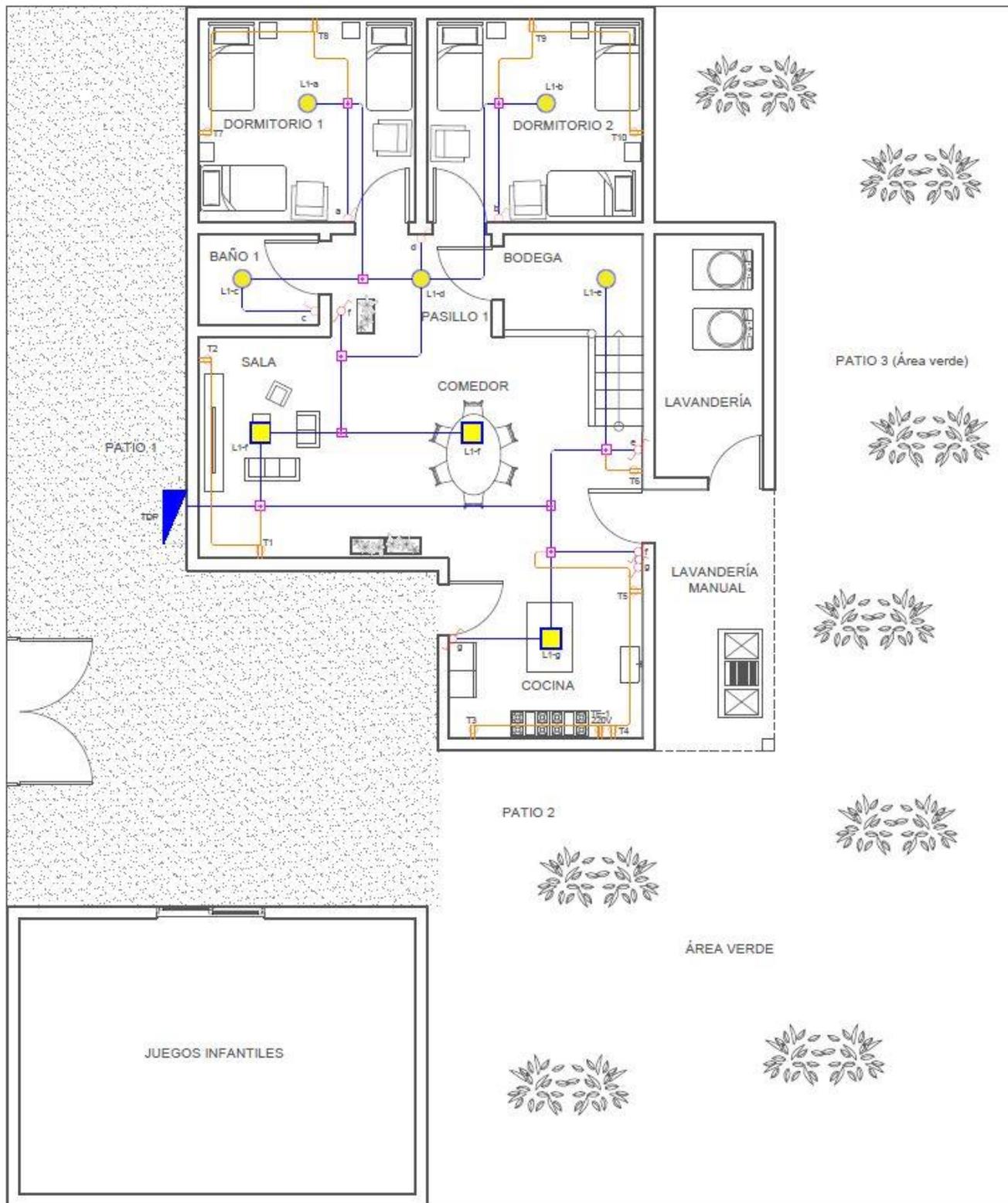


Figura 11. Plano eléctrico inicial planta baja o nivel 1

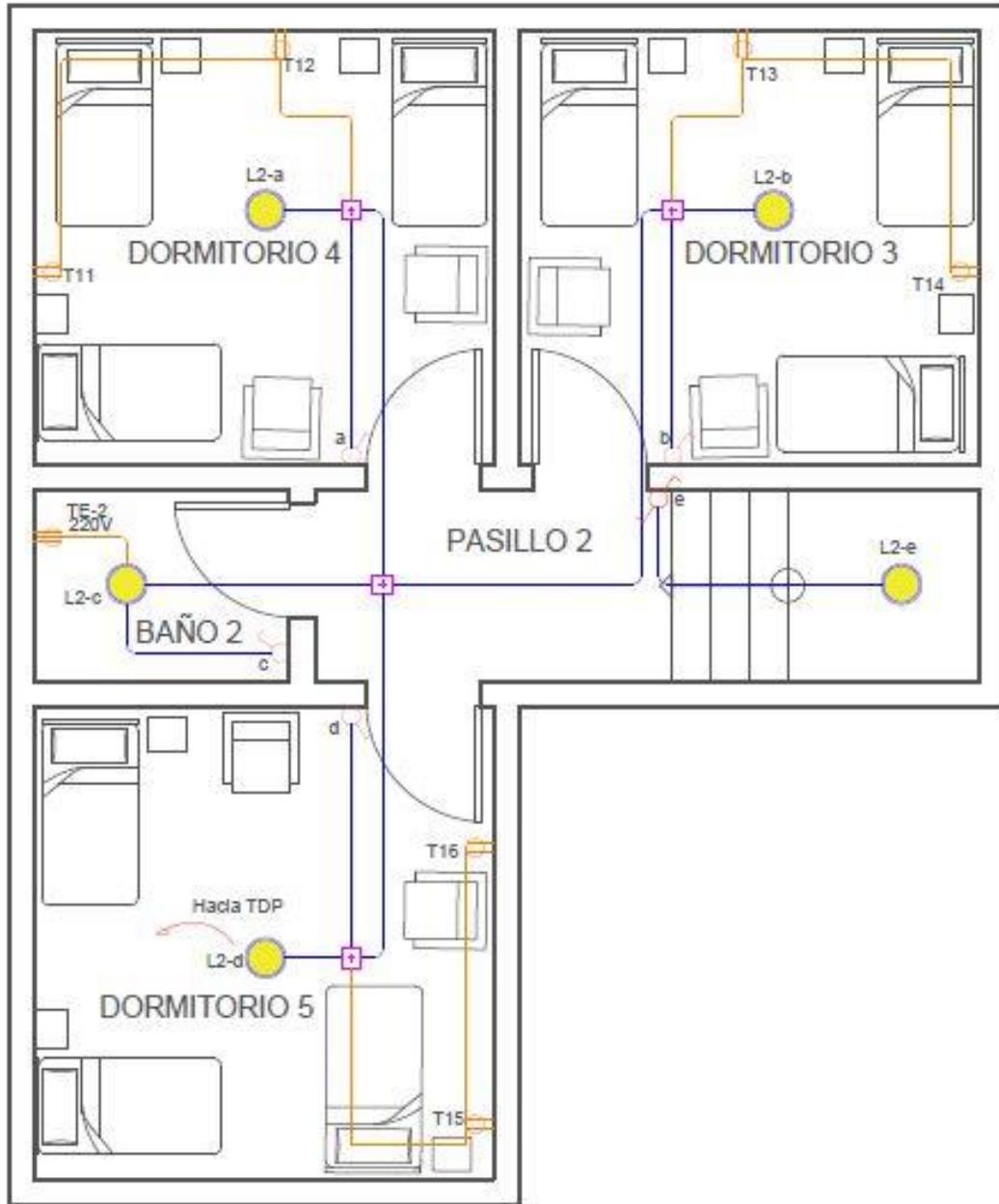


Figura 12. Plano eléctrico inicial nivel 2

3.1.2. Estado inicial de los sistemas y componentes eléctricos

3.1.2.1. Estado inicial del centro de carga principal.

La caja de distribución cuenta con 5 breakers principales, detallados a continuación en la tabla 1, en donde indica la capacidad de corriente de cada breaker y su aplicación.

Tabla 1. Estado inicial del centro de carga principal

CENTRO DE CARGA PRINCIPAL				
Cantidad	Descripción	Capacidad de corriente (A)	Etiquetado	Observaciones
1	Breaker 1P	40	Ninguno	Breaker para planta alta y baja: ducha planta alta, tomacorrientes e iluminación
1	Breaker 2P	63	Ninguno	Breaker para tomacorriente 220V (cocina de inducción) y centro de carga secundario (cuarto de juegos)
1	Breaker 1P	40	Ninguno	Breaker para iluminación, tomacorrientes y lámpara de emergencia, exterior
1	Breaker 1P	63	Ninguno	Breaker para tomacorrientes 220V (lavadoras)
1	Breaker 1P	40	Ninguno	Breaker para ducha eléctrica planta baja

Como se puede observar en la figura 13, el tablero de distribución principal no cuenta con el etiquetado correspondiente de los breakers, los cables no están dimensionados de acuerdo a la aplicación y están desordenados sin sus respectivas marquillas, la distribución y conexión no es la correcta, por lo que la situación inicial del centro de carga representa un riesgo para las personas que viven en la Fundación Cristo de la Calle.



Figura 13. Centro de carga con tapa frontal (a) e interior (b)

3.1.2.2. Estado inicial de los conductores eléctricos.

Los conductores eléctricos no están dimensionados de acuerdo a los estándares o normativas vigentes, además de que el circuito de iluminación comparte con el circuito de potencia (tomacorrientes), en la tabla 2, se tiene los conductores utilizados por áreas en el circuito inicial.

Tabla 2. Estado inicial de los conductores eléctricos

CONDUCTORES ELÉCTRICOS UTILIZADOS INICIALMENTE					
Área	Nivel / Planta	Detalle	Calibre de conductor inicial (AWG)	Calibre de conductor recomendado NEC-SB-IE (AWG)	Iluminación cumple con normativa NEC-SB-IE
Dormitorio 1	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Dormitorio 2	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Baño 1	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Ducha	12	8	No cumple
Sala	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Comedor	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Cocina	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	12	12	Si cumple
		Cocina Ind.	12	6	No cumple
Pasillo 1	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Patio 1	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Patio 2	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Patio 3	1	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Pasillo 2	2	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Dormitorio 3	2	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Dormitorio 4	2	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple
Baño 2	2	Iluminación	14	14	Si cumple
		Ducha	12	8	No cumple
Dormitorio 5	2	Iluminación	14	14	Si cumple
		Potencia	14	12	No cumple

3.1.2.3. Estado inicial de los sistemas de iluminación interior.

En lo que corresponde al circuito de iluminación, se ha encontrado en gran parte luminarias en mal estado e incompletas (bombillas LED de 9W y lámparas LED 12W), lo que genera una inadecuada iluminación en todas las áreas interiores. Además, los interruptores y boquillas están rotos y con el calibre del cable inapropiado como se observa en la figura 14.

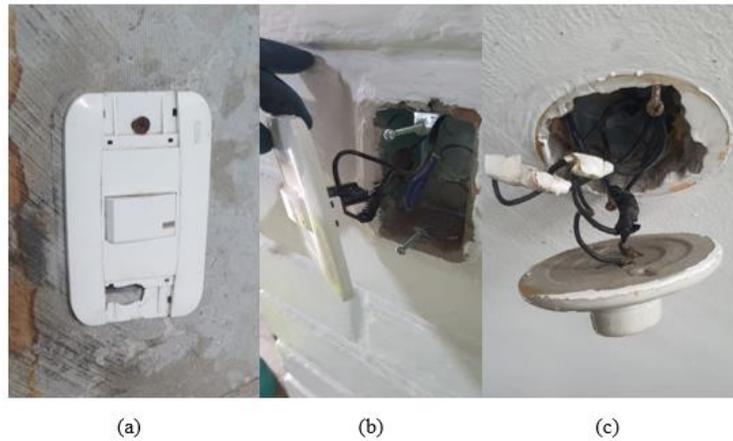


Figura 14. Elementos eléctricos de iluminación interior: interruptores rotos (a), cables sueltos e inapropiados (b) y boquillas rotas (c)

3.1.2.4. Estado inicial de los sistemas de iluminación exterior.

La iluminación exterior es poco eficiente como se puede observar en la figura 15, las lámparas tipo Farol ubicadas en la parte exterior no disponen de bombillas y en las áreas verdes no existe ningún tipo de luminarias por lo que representa un riesgo para las personas que conviven en el lugar al momento de realizar actividades recreacionales nocturnas.



Figura 15. Iluminación exterior

3.1.2.5. Estado inicial de los circuitos de potencia (tomacorrientes).

Los tomacorrientes se encuentran en mal estado, el calibre del conductor es inapropiado según la aplicación en base a la normativa vigente (tabla 2) y además el circuito de cableado comparte energía con el sistema de iluminación controlados por un solo breaker (tabla 2).

3.1.3. Análisis de los niveles de iluminancia.

Para el análisis del nivel de iluminación inicial de todas las áreas de la Fundación Cristo de la Calle, se toma como base lo estipulado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales, código NEC-HS-EE, apartado 4.5, valores mínimos de iluminación, y para espacios exteriores, parques o alumbrado público la RTE INEN 069. En donde tenemos los niveles mínimos de iluminación recomendados al interior y exterior de una vivienda Anexo 1 y los valores iniciales medidos con la ayuda de un luxómetro como se adjunta en la tabla 3, que nos servirán como referencia para la repotenciación del sistema de iluminación.

Tabla 3. Niveles de iluminación iniciales en la Fundación Cristo de la Calle

NIVELES DE ILUMINACIÓN EN LA FUNDACIÓN CRISTO DE LA CALLE					
Área	Nivel	Promedio de medición inicial de iluminancia (lx)	Nivel recomendado NEC-HS-EE o RTE INEN 096 (lx)	Nivel óptimo según NEC-HS-EE o RTE INEN 096 (lx)	Cumplimiento con NEC-HS-EE o RTE INEN 096
Dormitorio 1	1	83	150	200	No cumple
Dormitorio 2	1	54	150	200	No cumple
Baño 1	1	85	150	200	No cumple
Sala	1	154	300	500	No cumple
Comedor	1	95	300	500	No cumple
Cocina	1	57	150	200	No cumple
Pasillo 1	1	85	100	150	No cumple
Dormitorio 3	2	28	150	200	No cumple
Dormitorio 4	2	14	150	200	No cumple
Baño 2	2	76	150	200	No cumple
Dormitorio 5	2	68	150	200	No cumple
Patio 1	1	22	50	100	No cumple
Patio 2	1	5	50	100	No cumple
Patio 3 (área verde)	1	1	50	100	No cumple
Pasillo 2	2	12	100	150	No cumple

Como se puede observar en la columna número 3, los valores medidos de iluminación no cumplen con las normas establecidas, por lo que se realizará la repotenciación de todas las áreas mencionadas en la tabla 3.

3.1.4. Análisis de cargas iniciales de iluminación.

En la tabla 4, se puede apreciar la carga máxima instalada y la demanda total del sistema de iluminación de la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra del sistema inicial. En lo que corresponde a los 2 niveles de la vivienda se tiene una carga instalada de 201 W, una demanda máxima total de 140,7 W y una intensidad total de 1,28 A en cuanto a iluminación.

Tabla 4. Estado de cargas iniciales de iluminación

CARGAS INICIALES DE ILUMINACIÓN								
Área	Nivel	Cantidad de puntos de iluminación (N)	P(W)	CI (W)	FD	Voltaje (V)	Intensidad (A)	DM (W)
Dormitorio 1	1	1	9	9	0,7	110	0,06	6,3
Dormitorio 2	1	1	9	9	0,7	110	0,06	6,3
Baño 1	1	1	8	8	0,7	110	0,05	5,6
Sala	1	1	12	12	0,7	110	0,08	8,4
Comedor	1	1	12	12	0,7	110	0,08	8,4
Cocina	1	1	12	12	0,7	110	0,08	8,4
Pasillo 1	1	1	12	12	0,7	110	0,08	8,4
Dormitorio 3	2	1	9	9	0,7	110	0,06	6,3
Dormitorio 4	2	1	9	9	0,7	110	0,06	6,3
Baño 2	2	1	8	8	0,7	110	0,05	5,6
Dormitorio 5	2	1	9	9	0,7	110	0,06	6,3
Patio 1	1	3	20	60	0,7	110	0,38	42
Patio 2	1	1	20	20	0,7	110	0,13	14
Patio 3 (área verde)	1	0	0	0	0,7	110	0,00	0
Pasillo 2	2	1	12	12	0,7	110	0,08	8,4
Total				201			1,28	140,7

Donde:

P = Potencia por elemento (W)

CI = Carga instalada (W) = P * Cantidad de puntos

FD = Factor de demanda = 0.7 para vivienda pequeña o mediana según la NEC-SB-IE

DM = Demanda máxima (W) = CI * FD

3.1.5. Análisis de cargas iniciales de potencia.

En la tabla 5, se puede apreciar la carga máxima instalada y la demanda total del circuito de potencia de la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra. En lo que corresponde a los 2 niveles de la vivienda se tiene una carga instalada de 3200 W, una demanda máxima total de 1600 W y una intensidad total de 14,55 A. Para diseño se estima una potencia de 200 W por tomacorriente según la NEC-SB-IE.

Tabla 5. Estado de cargas iniciales circuitos de potencia

CARGAS INICIALES DE POTENCIA								
Área	Nivel	Cantidad de tomacorrientes (N)	P(W)	CI (W)	FD	Voltaje (V)	Intensidad (A)	DM (W)
Dormitorio 1	1	2	200	400	0,5	110	1,82	200
Dormitorio 2	1	2	200	400	0,5	110	1,82	200
Baño 1	1	0	0	0	0,5	110	0,00	0
Sala	1	2	200	400	0,5	110	1,82	200
Comedor	1	1	200	200	0,5	110	0,91	100
Cocina	1	3	200	600	0,5	110	2,73	300
Pasillo 1	1	0	0	0	0,5	110	0,00	0
Dormitorio 3	2	2	200	400	0,5	110	1,82	200
Dormitorio 4	2	2	200	400	0,5	110	1,82	200
Baño 2	2	0	0	0	0,5	110	0,00	0
Dormitorio 5	2	2	200	400	0,5	110	1,82	200
Patio 1	1	0	0	0	0,5	110	0,00	0
Patio 2	1	0	0	0	0,5	110	0,00	0
Patio 3 (área verde)	1	0	0	0	0,5	110	0,00	0
Pasillo 2	2	0	0	0	0,5	110	0,00	0
Total				3200			14,55	1600

Donde:

P = Potencia por elemento (W)

CI = Carga instalada (W) = P * Cantidad de puntos

FD = Factor de demanda = 0.5 para vivienda pequeña o mediana según la NEC-SB-IE

DM = Demanda máxima (W) = CI * FD

Según el análisis de cargas de potencia se debe disponer de 1 breaker 1P 20 A a 110 V para los tomacorrientes de potencia de los niveles 1 y 2.

3.1.6. Análisis de cargas especiales.

En la tabla 6, se puede apreciar las cargas especiales y la demanda total especial de la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra. En lo que corresponde a los 2 niveles de la vivienda se tiene una carga instalada de 21059 W, una demanda máxima total de 19065 W y una intensidad total de 145,32 A.

Para el factor de demanda se utiliza 0,8 cuando se tiene dos o más cargas y si la sumatoria total de las cargas especiales de una misma área es ≤ 10 KW y el factor de demanda de 1 si se tiene un solo punto de carga especial según la NEC-SB-IE.

Tabla 6. Estado de cargas especiales

CARGAS ESPECIALES										
Área	Nivel	Descripción	Cantidad de puntos (N)	P(W)	CE (KW)	CI (W)	FD	Voltaje (V)	Intensidad (A)	DM (W)
Baño 1	1	Ducha	1	3300	3,30	3300	1	110	30,00	3300
Sala	1	TV	1	89	0,089	89	1	110	0,81	89
Cocina	1	Microondas	1	1350	9,97	1350	0,8	110	9,82	1080
		Refrigeradora	1	320		0,8	110	2,33	256	
		Licuadora	1	600		0,8	110	4,36	480	
		Cocina Inducción	1	7700		0,8	220	28,00	6160	
Baño 2	2	Ducha	1	3300	3,30	3300	1	110	30,00	3300
Total										
						16659			105,32	14665

Donde:

P = Potencia por elemento (W)

CE= Suma de cargas especiales (KW)

CI = Carga instalada (W) = P * Cantidad de puntos

FD = Factor de demanda = 0.8 para 2 o más cargas CE ≤ 10 KW y 1 para 1 carga, según la NEC-SB-IE

DM = Demanda máxima (W) = CI * FD

Según el análisis de cargas especiales se debe disponer de un breaker 2P de 63 A a 220 V para la cocina de inducción, 1 breaker 1P de 40 A a 110 V tanto para la ducha del baño 1 como para la ducha del baño 2 y un breaker 1P de 20 A a 110 V para los tomacorrientes.

3.2. Rediseño del sistema eléctrico e iluminación

Para el rediseño del sistema de iluminación, se debe calcular en primera instancia con la ayuda del programa DIALux, el número total de lámparas que se necesitan en cada área para obtener los lúmenes adecuados recomendados en las normativas ecuatorianas vigentes, así como también, la potencia de cada luminaria y la ubicación en el plano.

Para el circuito de potencia en base a los niveles iniciales, se debe dimensionar con la ayuda de los estándares nacionales el calibre del conductor, la capacidad del breaker y la distribución. Además, se realizará un nuevo plano eléctrico con el rediseño final debido a la independización de los sistemas.

3.2.1. Rediseño del sistema de iluminación.

En base a los planos creados de la Fundación Cristo de la Calle, respetando las alturas de cada área de los dos niveles y en base al nivel de iluminación recomendado en las normativas NEC-HS-EE y RTE INEN 096 se realizó el rediseño del sistema de iluminación en el programa DIALux para todos los espacios indispensables. En la tabla 7, se puede apreciar los espacios intervenidos de cada nivel.

Tabla 7. Áreas para el rediseño y repotenciación de la Fundación Cristo de la Calle

ÁREAS PARA REDISEÑO Y REPOTENCIACIÓN					
N°	Área	Nivel / Planta	Nivel recomendado NEC-HS-EE o RTE INEN 096 (lx)	Nivel óptimo según NEC-HS-EE o RTE INEN 096 (lx)	Cantidad luminarias estado inicial
1	Dormitorio 1	1	150	200	1
2	Dormitorio 2	1	150	200	1
3	Baño 1	1	150	200	1
4	Sala	1	300	500	1
5	Comedor	1	300	500	1
6	Cocina	1	150	200	1
7	Pasillo 1	1	100	150	1
8	Patio 1	1	50	100	3
9	Patio 2	1	50	100	1
10	Patio 3	1	50	100	0
11	Pasillo 2	2	100	150	1
12	Dormitorio 3	2	150	200	1
13	Dormitorio 4	2	150	200	1
14	Baño 2	2	150	200	1
15	Dormitorio 5	2	150	200	1

3.2.1.1. Rediseño de iluminación dormitorio 1.

En la tabla 8, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del dormitorio 1; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 16), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 17) y el valor de iluminancia final (figura 18).

Tabla 8. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 1

DORMITORIO 1	
Nivel / Planta	1
Área del dormitorio 1 (m ²)	12,24
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	83
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	150
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	200
Cantidad de luminarias iniciales	1

En la figura 16, se puede observar que las lámparas para el dormitorio 1, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total} 3240 lm	P_{total} 36.0 W	Rendimiento lumínico 90.0 lm/W
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 16. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 1

Como se puede observar en la figura 17, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de las lámparas del dormitorio 1 (a) y las escenas de luz (b).

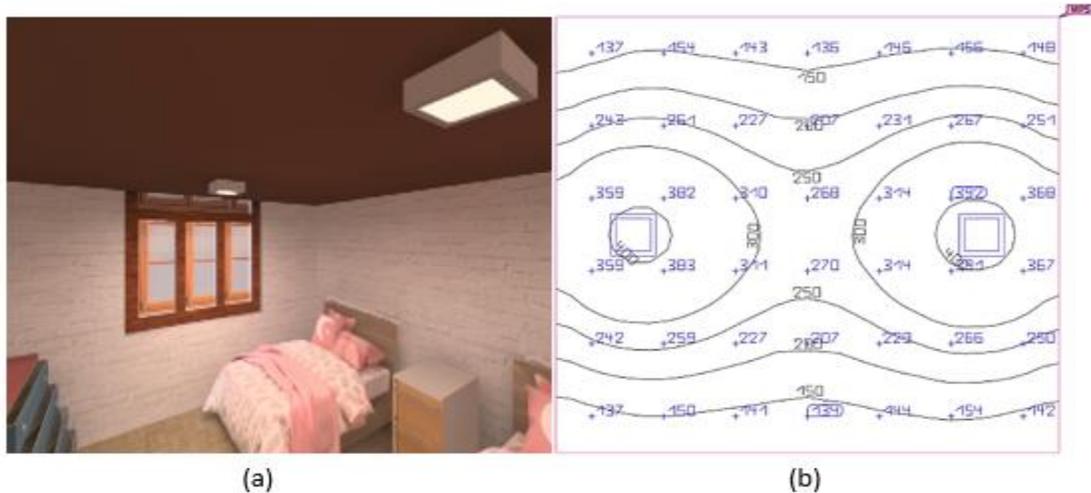


Figura 17. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 1

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	241 lx	≥ 150 lx	✓	WPS
	U _o (g _r)	0.44	≥ 0.40	✓	WPS
	Potencia específica de conexión	5.77 W/m ²	-		
		2.39 W/m ² /100 lx	-		

Figura 18. Iluminancia final del dormitorio 1

El valor de 241 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el dormitorio 1 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.1.2. Rediseño de iluminación dormitorio 2.

En la tabla 9, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del dormitorio 2; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 19), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 20) y el valor de iluminancia final (figura 21).

Tabla 9. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 2

DORMITORIO 2	
Nivel / Planta	1
Área del dormitorio 2 (m ²)	12,24
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	54
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	150
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	200
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Bombilla Led Toledo A60 9 Watts Luz cálida

En la figura 19, se puede observar que las lámparas para el dormitorio 2, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total} 3240 lm	P_{total} 36.0 W	Rendimiento lumínico 90.0 lm/W
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 19. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 2

Como se puede observar en la figura 20, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de las lámparas del dormitorio 2 (a) y las escenas de luz (b).



Figura 20. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 2

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{perpendicular}$	254 lx	≥ 150 lx	✓	WP6
	$U_0 (g_1)$	0.44	≥ 0.40	✓	WP6
	Potencia específica de conexión	5.77 W/m ²	-		
		2.27 W/m ² /100 lx	-		

Figura 21. Iluminancia final del dormitorio 2

El valor de 254 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el dormitorio 2 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.1.3. Rediseño de iluminación baño 1.

En la tabla 10, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del baño 1; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 22), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 23) y el valor de iluminancia final (figura 24).

Tabla 10. Datos de partida para el rediseño del baño 1

BAÑO 1	
Nivel / Planta	1
Área del baño 1 (m ²)	3
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	85
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	150
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	200
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Foco Led GX53 8W 6500K

En la figura 22, se puede observar que la lámpara para el baño 1, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total} 1620 lm	P_{total} 18.0 W	Rendimiento lumínico 90.0 lm/W
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 22. Cantidad y tipo de luminarias para el baño 1

Como se puede observar en la figura 23, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de la lámpara del baño 1 (a) y las escenas de luz (b).



Figura 23. Simulación estado final y escenas de luz del baño 1

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	303 lx	≥ 150 lx	✓	WP7
	U_0 (gr)	0.46	≥ 0.40	✓	WP7
	Potencia específica de conexión	11.06 W/m ²	-		
		3.64 W/m ² /100 lx	-		

Figura 24. Iluminancia final del baño 1

El valor de 303 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el baño 1 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.1.4. Rediseño de iluminación sala.

En la tabla 11, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final de la sala; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 25), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 26) y el valor de iluminancia final (figura 27).

Tabla 11. Datos de partida para el rediseño de la sala

SALA	
Nivel / Planta	1

Área de la sala (m ²)	11,91
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	154
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	300
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	500
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Panel LED redondo 12 Watts Luz cálida 700 lm

En la figura 25, se puede observar que las lámparas para la sala, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico
6480 lm	72.0 W	90.0 lm/W

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	RZB	901827.002.2.76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 25. Cantidad y tipo de luminarias para la sala

Como se puede observar en la figura 26, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de las lámparas de la sala (a) y las escenas de luz (b).

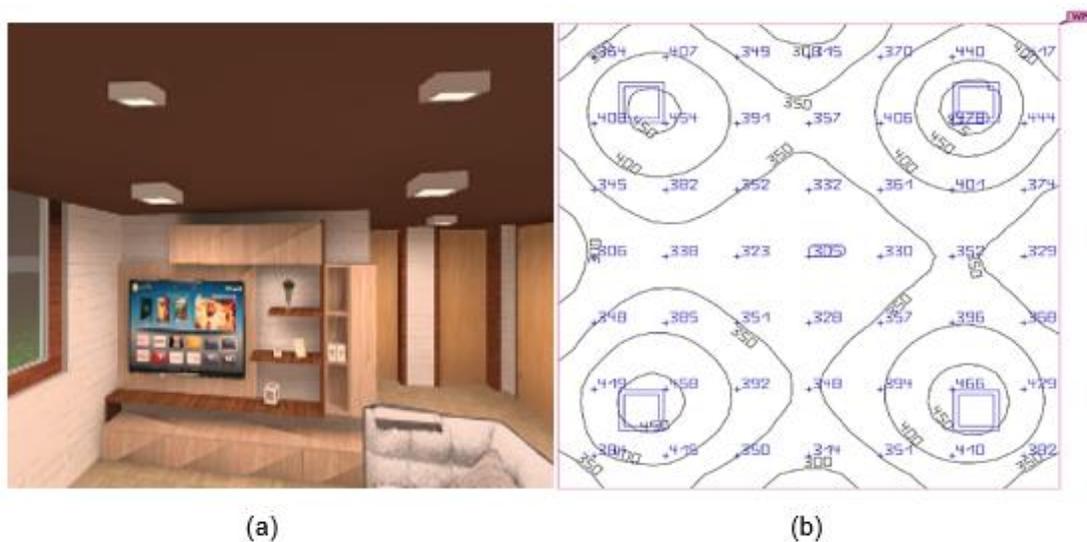


Figura 26. Simulación estado final y escenas de luz de la sala

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	375 lx	≥ 300 lx	✓	WP9
	U _o (g _s)	0.76	≥ 0.40	✓	WP9
	Potencia específica de conexión	10.69 W/m ²	-		
		2.85 W/m ² /100 lx	-		

Figura 27. Iluminancia final de la sala

El valor de 375 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para la sala.

3.2.1.5. Rediseño de iluminación comedor.

En la tabla 12, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del comedor; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 28), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 29) y el valor de iluminancia final (figura 30).

Tabla 12. Datos de partida para el rediseño del comedor

COMEDOR	
Nivel / Planta	1
Área del comedor (m ²)	8,10
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	95
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	300
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	500
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Panel LED redondo 12 Watts Luz cálida 700 lm

En la figura 28, se puede observar que las lámparas para el comedor, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total} 3240 lm	P_{total} 36.0 W	Rendimiento lumínico 90.0 lm/W
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 28. Cantidad y tipo de luminarias para el comedor

Como se puede observar en la figura 29, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de las lámparas del comedor (a) y las escenas de luz (b).

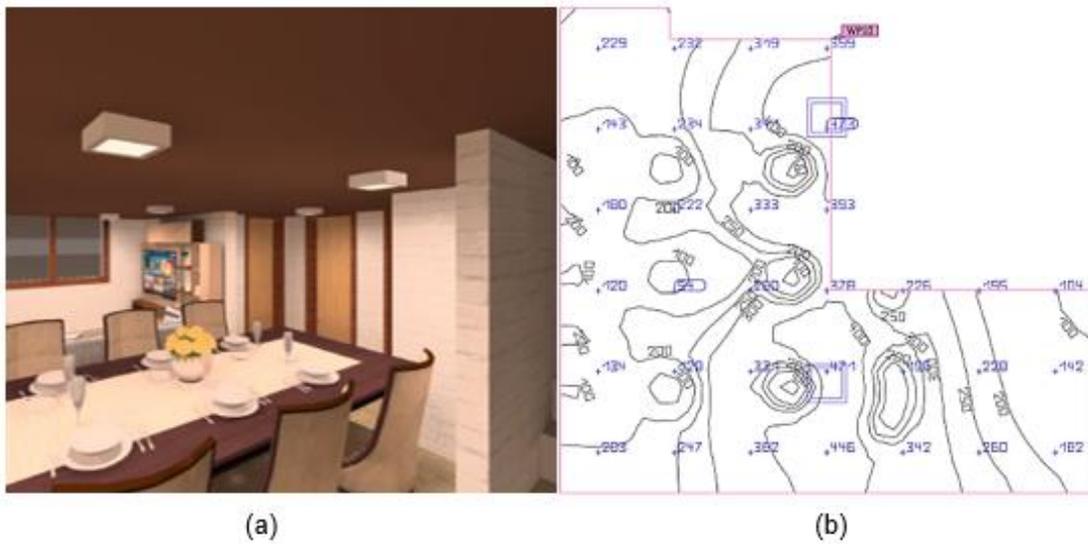


Figura 29. Simulación estado final y escenas de luz del comedor

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	399 lx	≥ 300 lx	✓	WP10
	U _o (g ₁)	0.54	≥ 0.40	✓	WP10
	Potencia específica de conexión	5.67 W/m ²	-		
		2.60 W/m ² /100 lx	-		

Figura 30. Iluminancia final del comedor

El valor de 399 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el comedor.

3.2.1.6. Rediseño de iluminación cocina.

En la tabla 13, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final de la cocina; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 31), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 32) y el valor de iluminancia final (figura 33).

Tabla 13. Datos de partida para el rediseño de la cocina

COCINA	
Nivel / Planta	1
Área de la cocina (m ²)	7,76
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	57
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	150
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	200
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Panel LED redondo 12 Watts Luz cálida 700 lm

En la figura 31, se puede observar que las lámparas para la cocina, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total} 3240 lm	P_{total} 36.0 W	Rendimiento lumínico 90.0 lm/W
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 31. Cantidad y tipo de luminarias para la cocina

Como se puede observar en la figura 32, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de las lámparas de la cocina (a) y las escenas de luz (b).

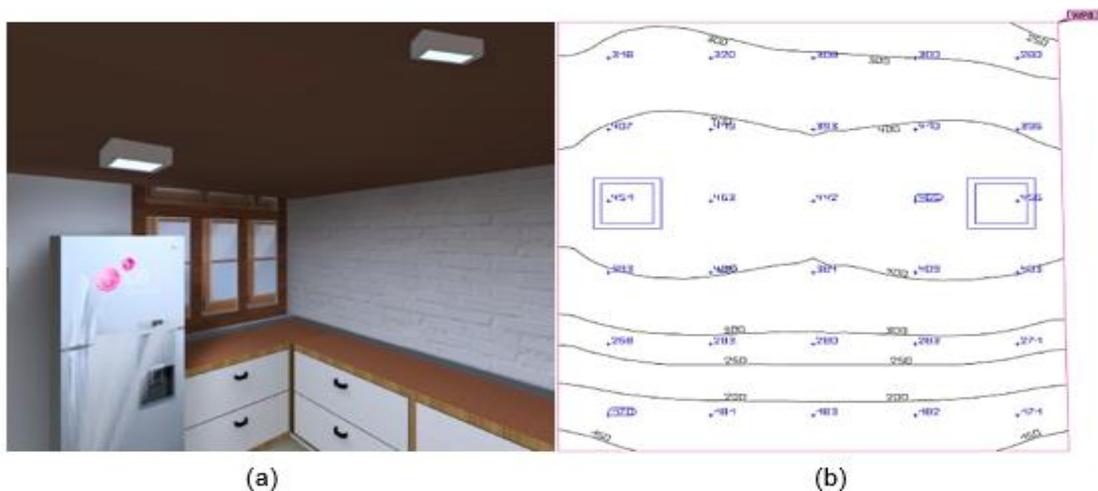


Figura 32. Simulación estado final y escenas de luz de la cocina

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{perpendicular}$	336 lx	≥ 150 lx	✓	WP8
	$U_0 (g_t)$	0.42	≥ 0.40	✓	WP8
	Potencia específica de conexión	10.75 W/m ²	-		
		3.20 W/m ² /100 lx	-		

Figura 33. Iluminancia final de la cocina

El valor de 336 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para la cocina.

3.2.1.7. Rediseño de iluminación pasillo 1.

En la tabla 14, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del pasillo 1; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 34), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 35) y el valor de iluminancia final (figura 36).

Tabla 14. Datos de partida para el rediseño del pasillo 1

PASILLO 1	
Nivel / Planta	1
Área del pasillo 1 (m ²)	2,92
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	85
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	100
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	150
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Panel LED redondo 12 Watts Luz cálida 700 lm

En la figura 34, se puede observar que la lámpara para el pasillo 1, tiene una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total} 1620 lm	P_{total} 18.0 W	Rendimiento lumínico 90.0 lm/W
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 34. Cantidad y tipo de luminarias para el pasillo 1

Como se puede observar en la figura 35, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de la lámpara del pasillo 1 (a) y las escenas de luz (b).

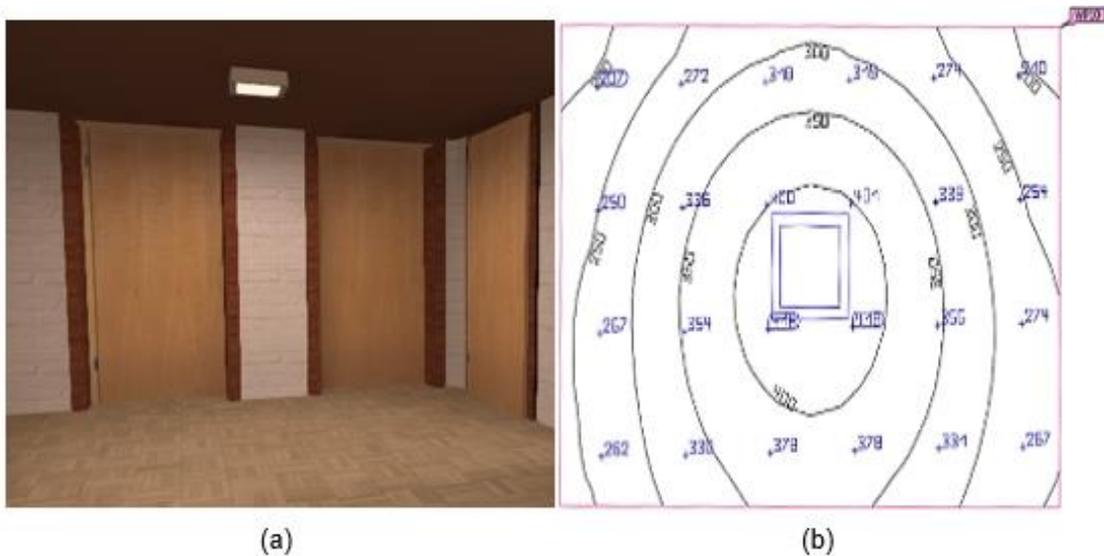


Figura 35. Simulación estado final y escenas de luz del pasillo 1

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	319 lx	≥ 100 lx	✓	WP11
	U _o (gr)	0.57	≥ 0.40	✓	WP11
	Potencia específica de conexión	11.45 W/m ²	-		
		3.59 W/m ² /100 lx	-		

Figura 36. Iluminancia final del pasillo 1

El valor de 319 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el pasillo 1 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.1.8. Rediseño de iluminación patio 1.

En la tabla 15, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del patio 1; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 37), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 38) y el valor de iluminancia final (figura 39).

Tabla 15. Datos de partida para el rediseño del patio 1

PATIO 1	
Nivel / Planta	1
Área del patio 1 (m ²)	22,72
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	22
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	50
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	100
Cantidad de luminarias iniciales	3
Tipo de luminarias iniciales	Foco LED 20W Luz blanca 1700 lm

En la figura 37, se puede observar que la lámpara para el patio 1, tiene una potencia de 200W por unidad, un flujo luminoso de 26150 lm y un rendimiento lumínico de 130,7 lm/W.

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580754293 69	LED PFM FLOODLIGHT 200W 830 277V BK	200.0 W	26150 lm	130.7 lm/W

Figura 37. Cantidad y tipo de luminarias para el patio 1

Como se puede observar en la figura 38, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de la lámpara del patio (a) y las escenas de luz (b).

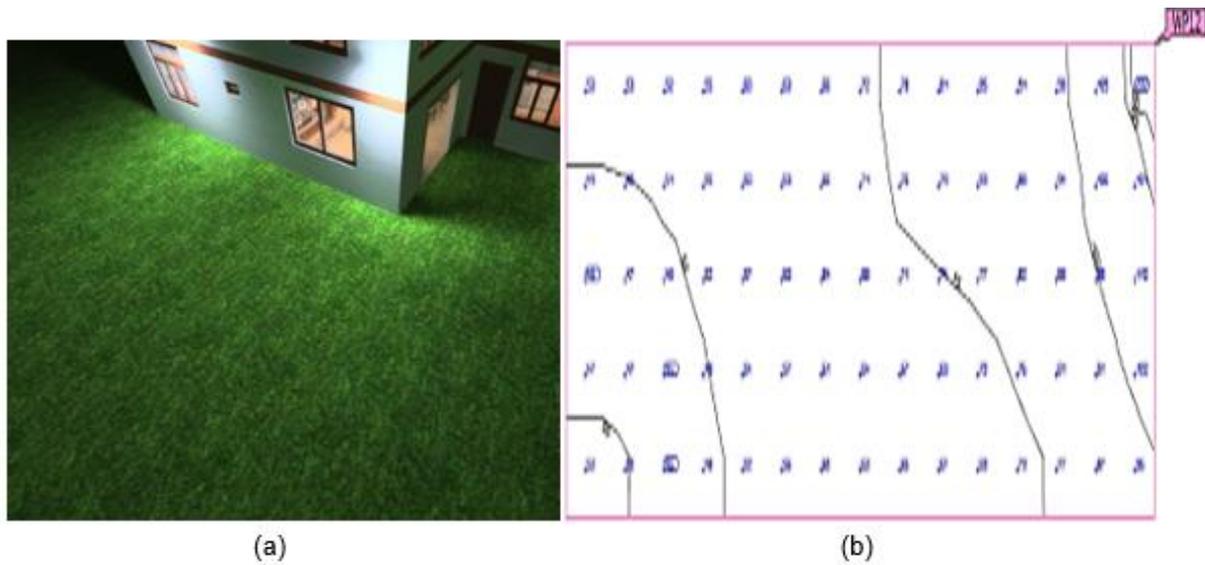


Figura 38. Simulación estado final y escenas de luz del patio 1

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	69.8 lx	≥ 50.0 lx	✓	WP12
	U_0 (gr)	0.66	≥ 0.25	✓	WP12
	Potencia específica de conexión	41.47 W/m ²	-		
		59.44 W/m ² /100 lx	-		

Figura 39. Iluminancia final del patio 1

El valor de 69.8 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el patio 1.

3.2.1.9. Rediseño de iluminación patio 2.

En la tabla 16, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del patio 2; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 40), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 41) y el valor de iluminancia final (figura 42).

Tabla 16. Datos de partida para el rediseño del patio 2

PATIO 2	
Nivel / Planta	1
Área del patio 2 (m ²)	27,74
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	5
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	50
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	100
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Foco LED 20W Luz blanca 1700 lm

En la figura 40, se puede observar que la lámpara para el patio 2, tiene una potencia de 200W por unidad, un flujo luminoso de 26150 lm y un rendimiento lumínico de 130.7 lm/W.

Φ_{total} 26150 lm	P_{total} 200.0 W	Rendimiento lumínico 130.8 lm/W				
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580754293 69	LED PFM FLOODLIGHT 200W 830 277V BK	200.0 W	26150 lm	130.7 lm/W

Figura 40. Cantidad y tipo de luminarias para el patio 2

Como se puede observar en la figura 41, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de la lámpara del patio 2 (a) y las escenas de luz (b).

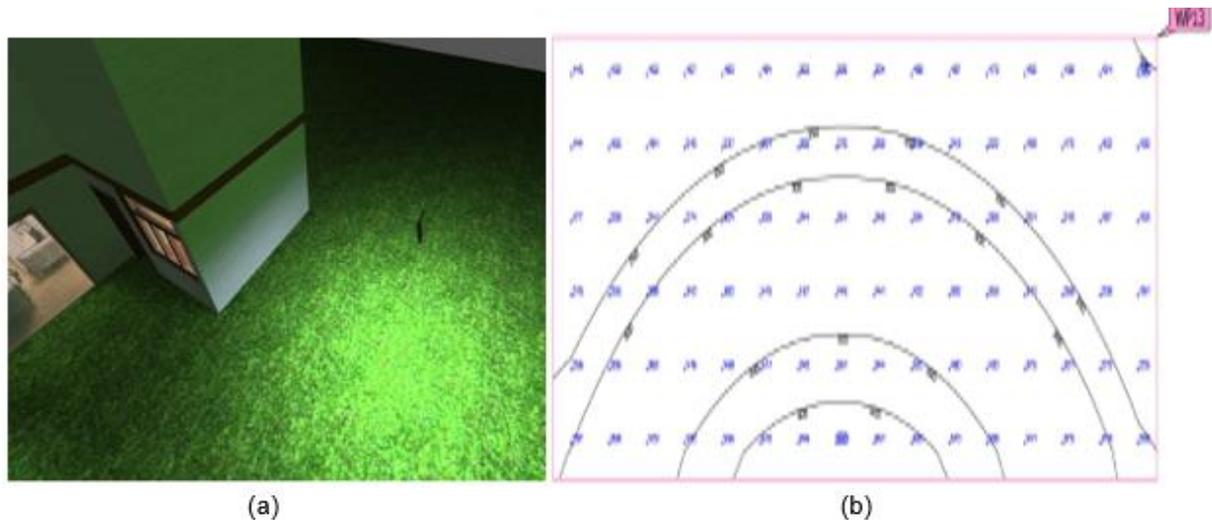


Figura 41. Simulación estado final y escenas de luz del patio 2

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	313 lx	≥ 50.0 lx	✓	WP13
	$U_o (g_1)$	0.31	≥ 0.25	✓	WP13
	Potencia específica de conexión	27.25 W/m ²	-		
		8.70 W/m ² /100 lx	-		

Figura 42. Iluminancia final del patio 2

El valor de 313 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el patio 2 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.1.10. Rediseño de iluminación patio 3.

En la tabla 17, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del patio 3; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 43), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 44) y el valor de iluminancia final (figura 45).

Tabla 17. Datos de partida para el rediseño del patio 3

PATIO 3	
Nivel / Planta	1

Área del patio 3 (m ²)	18,76
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	1
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	50
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	100
Cantidad de luminarias iniciales	0
Tipo de luminarias iniciales	-

En la figura 43, se puede observar que la lámpara para el patio 3, tiene una potencia de 200W por unidad, un flujo luminoso de 26150 lm y un rendimiento lumínico de 130.7 lm/W.

Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico
26150 lm	200.0 W	130.8 lm/W

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580754293 69	LED PFM FLOODLIGHT 200W 830 277V BK	200.0 W	26150 lm	130.7 lm/W

Figura 43. Cantidad y tipo de luminarias para el patio 3

Como se puede observar en la figura 44, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de la lámpara del patio 2 (a) y las escenas de luz (b).

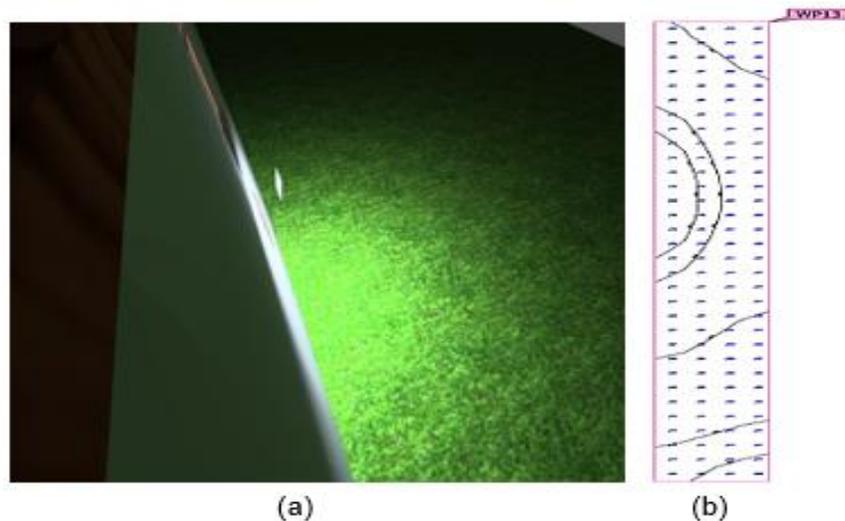


Figura 44. Simulación estado final y escenas de luz del patio 3

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	540 lx	≥ 50.0 lx	✓	WP14
	$U_0 (g_1)$	0.43	≥ 0.25	✓	WP14
	Potencia específica de conexión	96.66 W/m ²	-		
		17.91 W/m ² /100 lx	-		

Figura 45. Iluminancia final del patio 3

El valor de 540 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el patio 3 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.1.11. Rediseño de iluminación pasillo 2.

En la tabla 18, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del pasillo 2; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 46), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 47) y el valor de iluminancia final (figura 48).

Tabla 18. Datos de partida para el rediseño pasillo 2

PASILLO 2	
Nivel / Planta	2
Área del pasillo 2 (m ²)	5,19
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	12
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	100
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	150
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Panel LED redondo 12 Watts Luz cálida 700 lm

En la figura 46, se puede observar que las lámparas para el pasillo 2, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total} 3240 lm	P_{total} 36.0 W	Rendimiento lumínico 90.0 lm/W
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 46. Cantidad y tipo de luminarias para el pasillo 2

Como se puede observar en la figura 47, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de las lámparas del pasillo 2 (a) y las escenas de luz (b).

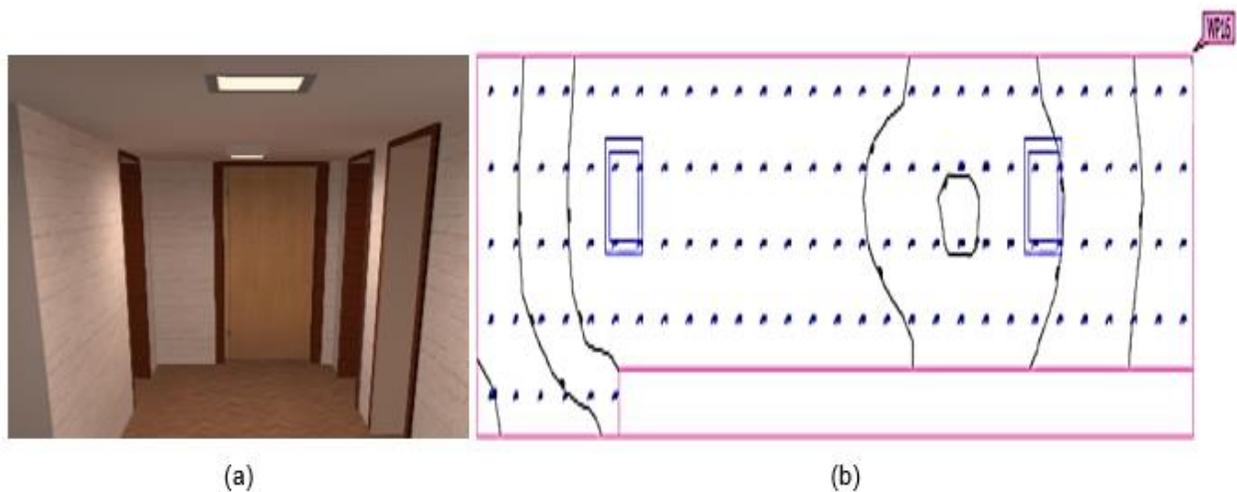


Figura 47. Simulación estado final y escenas de luz del pasillo 2

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{perpendicular}$	117 lx	≥ 100 lx	✓	WP16
	$U_0 (g_1)$	0.76	≥ 0.40	✓	WP16
	Potencia específica de conexión	10.66 W/m ²	-		
		9.10 W/m ² /100 lx	-		

Figura 48. Iluminancia final del pasillo 2

El valor de 117 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el pasillo 2.

3.2.1.12. Rediseño de iluminación dormitorio 3.

En la tabla 19, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del dormitorio 3; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 49), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 50) y el valor de iluminancia final (figura 51).

Tabla 19. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 3

DORMITORIO 3	
Nivel / Planta	2
Área del dormitorio 3 (m ²)	12,24
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	28
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	150
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	200
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Bombilla Led Toledo A60 9 Watts Luz cálida

En la figura 49, se puede observar que las lámparas para el dormitorio 3, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 49. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 3

Como se puede observar en la figura 50, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de las lámparas del dormitorio 3 (a) y las escenas de luz (b).

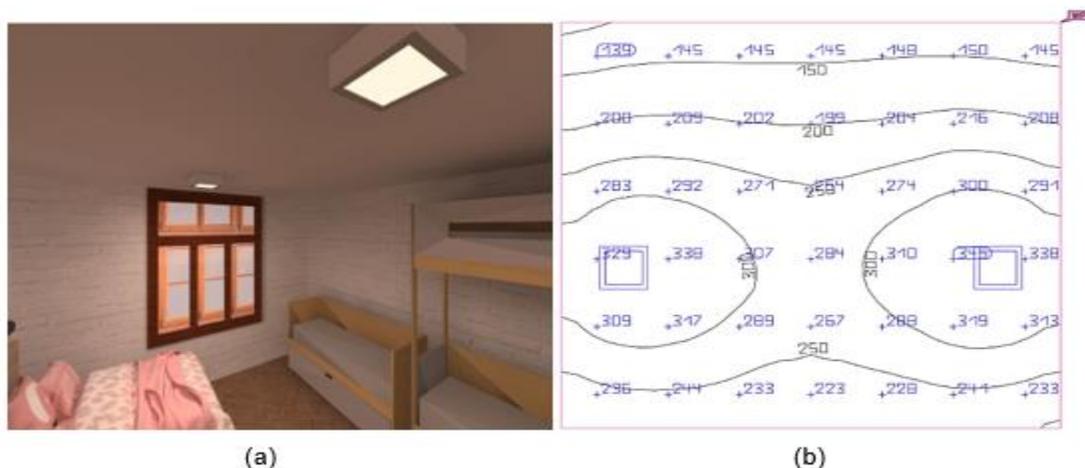


Figura 50. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 3

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	248 lx	≥ 150 lx	✓	WP1
	U_0 (gr)	0.49	≥ 0.40	✓	WP1
	Potencia específica de conexión	6.82 W/m ²	-		
		2.75 W/m ² /100 lx	-		

Figura 51. Iluminancia final del dormitorio 3

El valor de 248 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el dormitorio 3 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.1.13. Rediseño de iluminación dormitorio 4.

En la tabla 20, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del dormitorio 4; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 52), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 53) y el valor de iluminancia final (figura 54).

Tabla 20. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 4

DORMITORIO 4	
Nivel / Planta	2
Área del dormitorio 4 (m ²)	12,24
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	14
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	150
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	200
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Bombilla Led Toledo A60 9 Watts Luz cálida

En la figura 52, se puede observar que las lámparas para el dormitorio 4, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total} 3240 lm	P_{total} 36.0 W	Rendimiento lumínico 90.0 lm/W				
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 52. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 4

Como se puede observar en la figura 53, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de las lámparas del dormitorio 4 (a) y las escenas de luz (b).

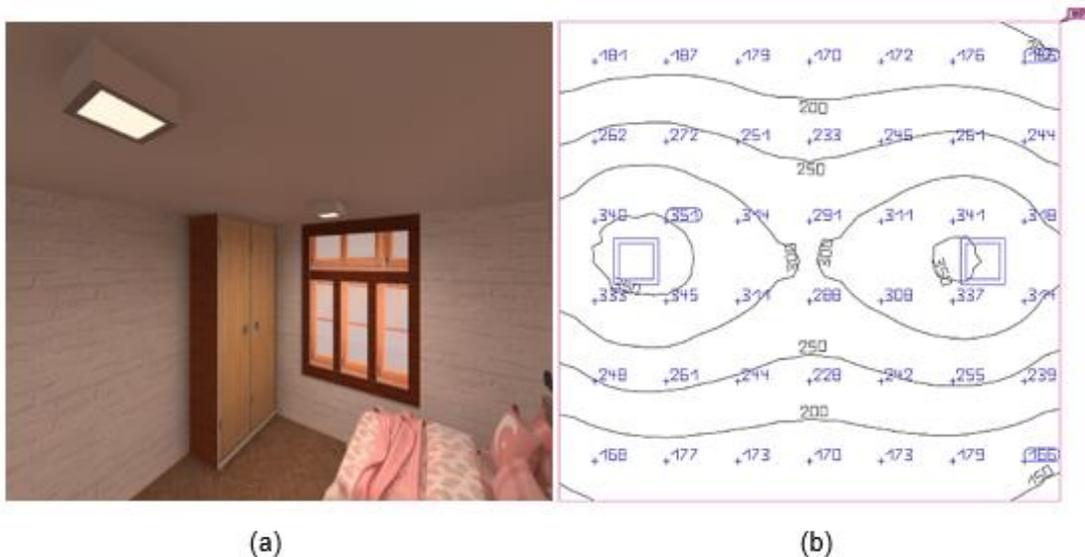


Figura 53. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 4

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Ē _{perpendicular}	247 lx	≥ 150 lx	✓	WP2
	U ₀ (g _r)	0.57	≥ 0.40	✓	WP2
	Potencia específica de conexión	5.77 W/m ²	-		

Figura 54. Iluminancia final del dormitorio 4

El valor de 247 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el dormitorio 4 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.1.14. Rediseño de iluminación baño 2.

En la tabla 21, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del baño 2; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 55), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 56) y el valor de iluminancia final (figura 57).

Tabla 21. Datos de partida para el rediseño del baño 2

BAÑO 2	
Nivel / Planta	2
Área del baño 2 (m ²)	3
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	76
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	150
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	200
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Foco Led GX53 8W 6500K

En la figura 55, se puede observar que la lámpara para el baño 2, tiene una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Φ_{total} 1620 lm	P_{total} 18.0 W	Rendimiento lumínico 90.0 lm/W
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 55. Cantidad y tipo de luminarias para el baño 2

Como se puede observar en la figura 56, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de la lámpara del baño 2 (a) y las escenas de luz (b).

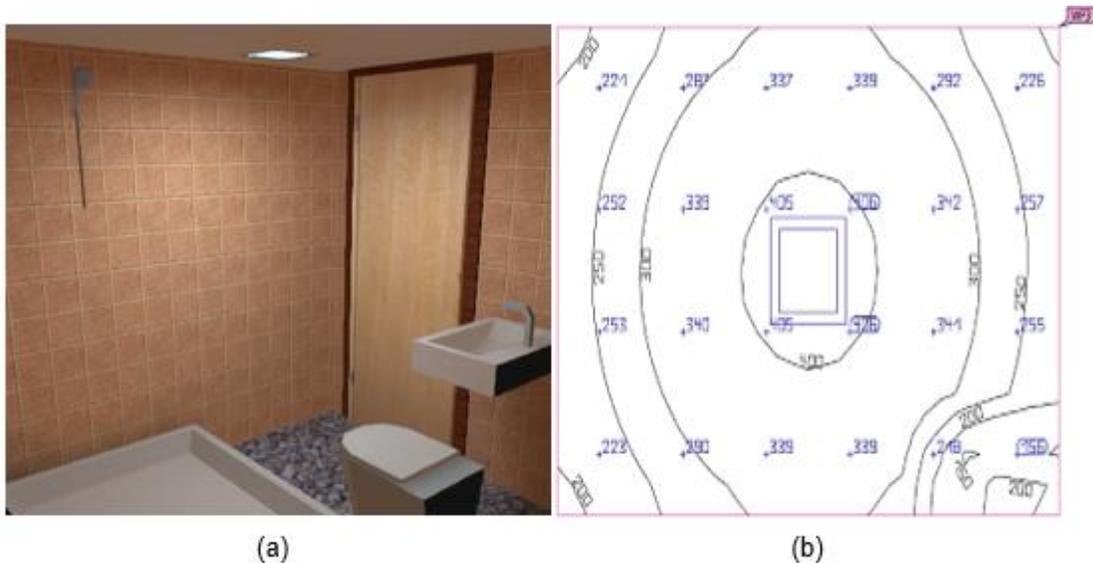


Figura 56. Simulación estado final y escenas de luz del baño 2

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Ēperpendicular	304 lx	≥ 150 lx	✓	WP3
	U ₀ (g ₁)	0.46	≥ 0.40	✓	WP3
	Potencia específica de conexión	11.06 W/m ²	-		
		3.64 W/m ² /100 lx	-		

Figura 57. Iluminancia final del baño 2

El valor de 304 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el baño 2 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.1.15. Rediseño de iluminación dormitorio 5.

En la tabla 22, se muestra los datos de partida con los cuales se realizó el diseño final del dormitorio 5; obteniendo como resultado la cantidad de luminarias y tipo (figura 58), la simulación del estado final y escenas de luz (figura 59) y el valor de iluminancia final (figura 60).

Tabla 22. Datos de partida para el rediseño del dormitorio 5

DORMITORIO 5	
Nivel / Planta	2
Área del dormitorio 5 (m ²)	13,69
Valor de Iluminancia inicial medido (lx)	68
Valor de Iluminancia recomendado (lx)	150
Valor de Iluminancia óptimo (lx)	200
Cantidad de luminarias iniciales	1
Tipo de luminarias iniciales	Bombilla Led Toledo A60 9 Watts Luz cálida

En la figura 58, se puede observar que las lámparas para el dormitorio 4, tienen una potencia de 18W por unidad, un flujo luminoso de 1620 lm y un rendimiento lumínico de 90 lm/W.

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	RZB	901827.002.2. 76	TOLEDO FLAT+ square A	18.0 W	1620 lm	90.0 lm/W

Figura 58. Cantidad y tipo de luminarias para el dormitorio 5

Como se puede observar en la figura 59, se tiene la simulación del estado final de la ubicación de las lámparas del dormitorio 5 (a) y las escenas de luz (b).



Figura 59. Simulación estado final y escenas de luz del dormitorio 5

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	242 lx	≥ 150 lx	✓	WP4
	$U_0 (g_1)$	0.41	≥ 0.40	✓	WP4
	Potencia específica de conexión	4.94 W/m ²	-		

Figura 60. Iluminancia final del dormitorio 5

El valor de 242 lx, corresponde al valor calculado por el programa DIALux del estado final de iluminancia para el dormitorio 5 y alcanza el nivel óptimo estipulado en la normativa NEC-HS-EE.

3.2.2. Rediseño del circuito de iluminación (planos eléctricos).

En base a los datos obtenidos durante el diseño del nuevo sistema mediante la utilización del software DIALux, se elaboró los planos eléctricos de los circuitos de iluminación del nivel 1 y 2, incorporando la cantidad y capacidad adecuada de lámparas LED, para garantizar una iluminación apropiada, como se observa en la figura 61 y 62 (nivel 1 y 2 respectivamente). Cabe recalcar que se independizó el sistema de iluminación con el de potencia.

Además, se diseñó e implementó 3 lámparas LED de 200W cada una en los patios exteriores del albergue (figura 61), de acuerdo con los resultados del rediseño obtenido, encajando en el nivel de iluminación recomendado por las normativas vigentes.

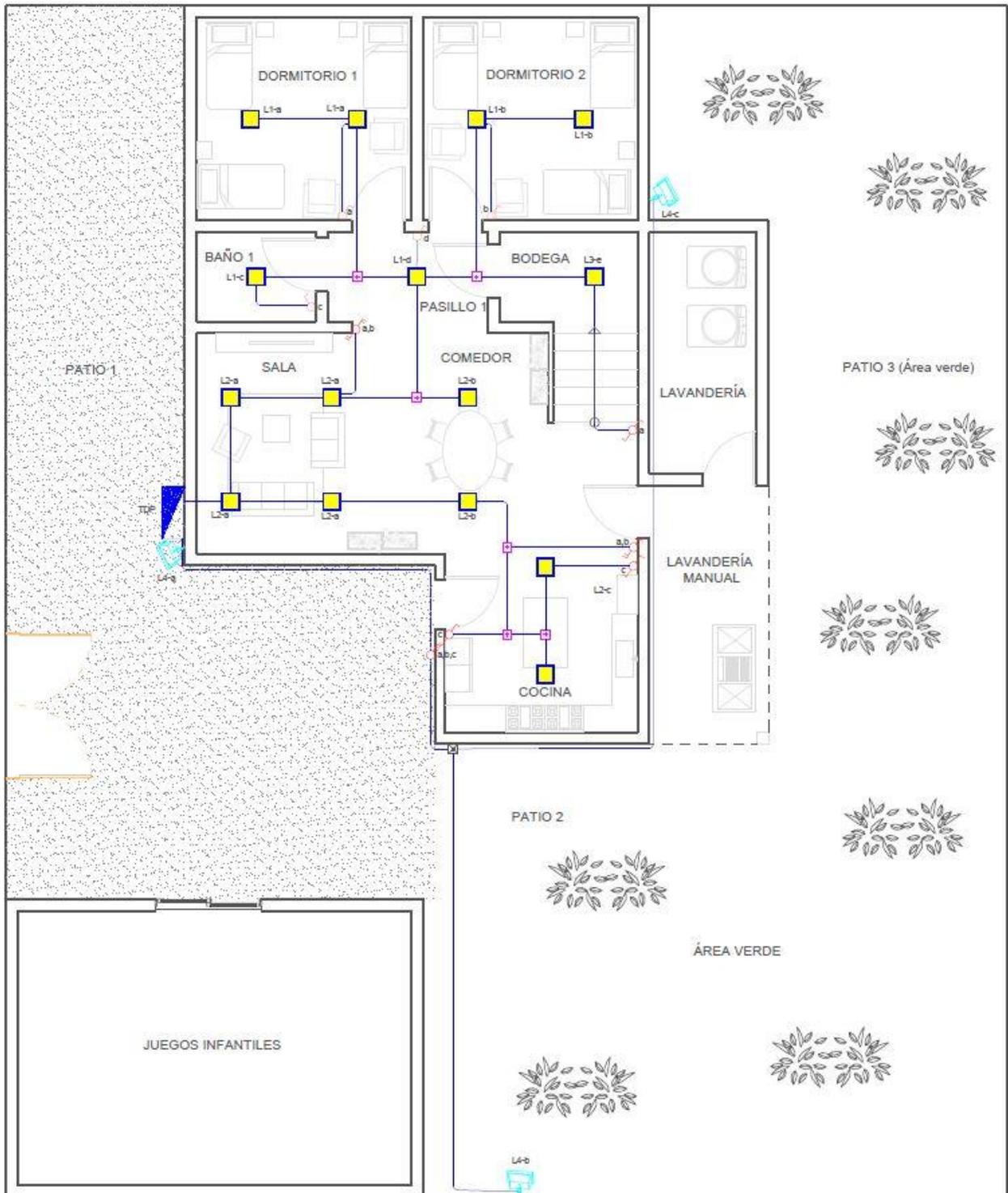


Figura 61. Planos eléctricos del rediseño del circuito de iluminación interior y exterior (nivel 1)

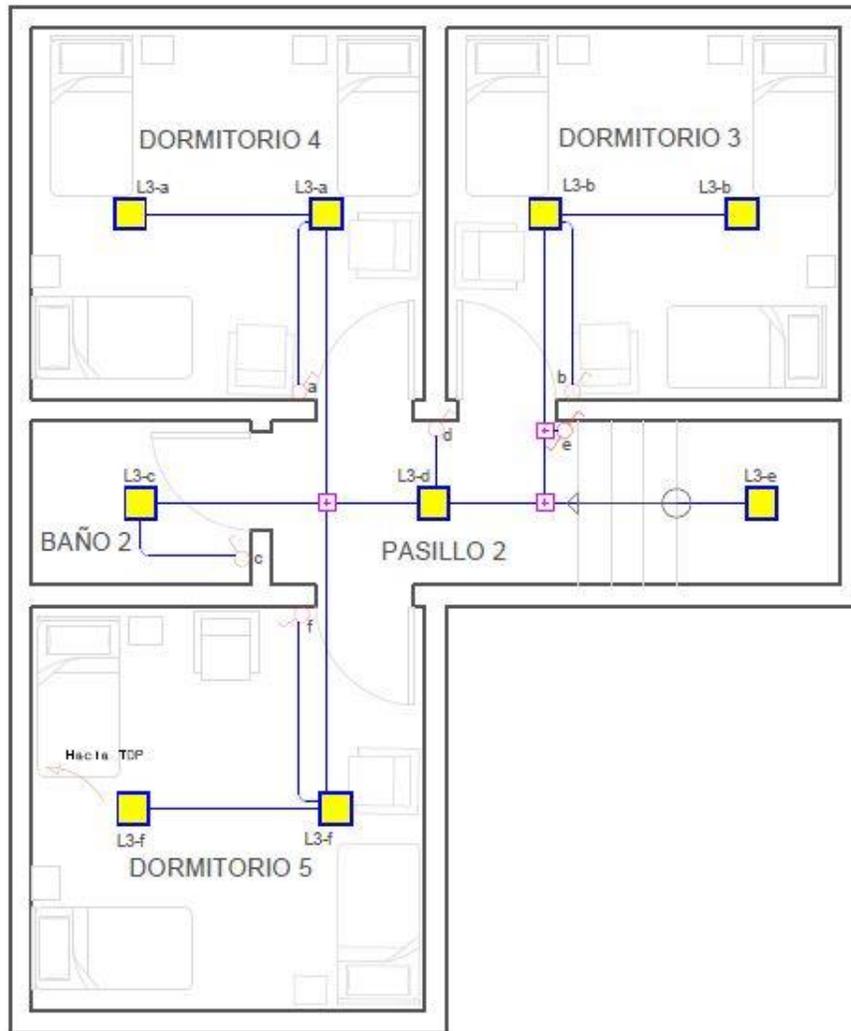


Figura 62. Planos eléctricos del rediseño del circuito de iluminación interior (nivel 2)

3.3. Rediseño del circuito de potencia y cargas especiales

Debido a la independización del circuito de iluminación con el de potencia, se realizó un rediseño del sistema de potencia y cargas especiales, considerando los niveles 1 y 2 como se observa en la figura 63 y 64, respectivamente.

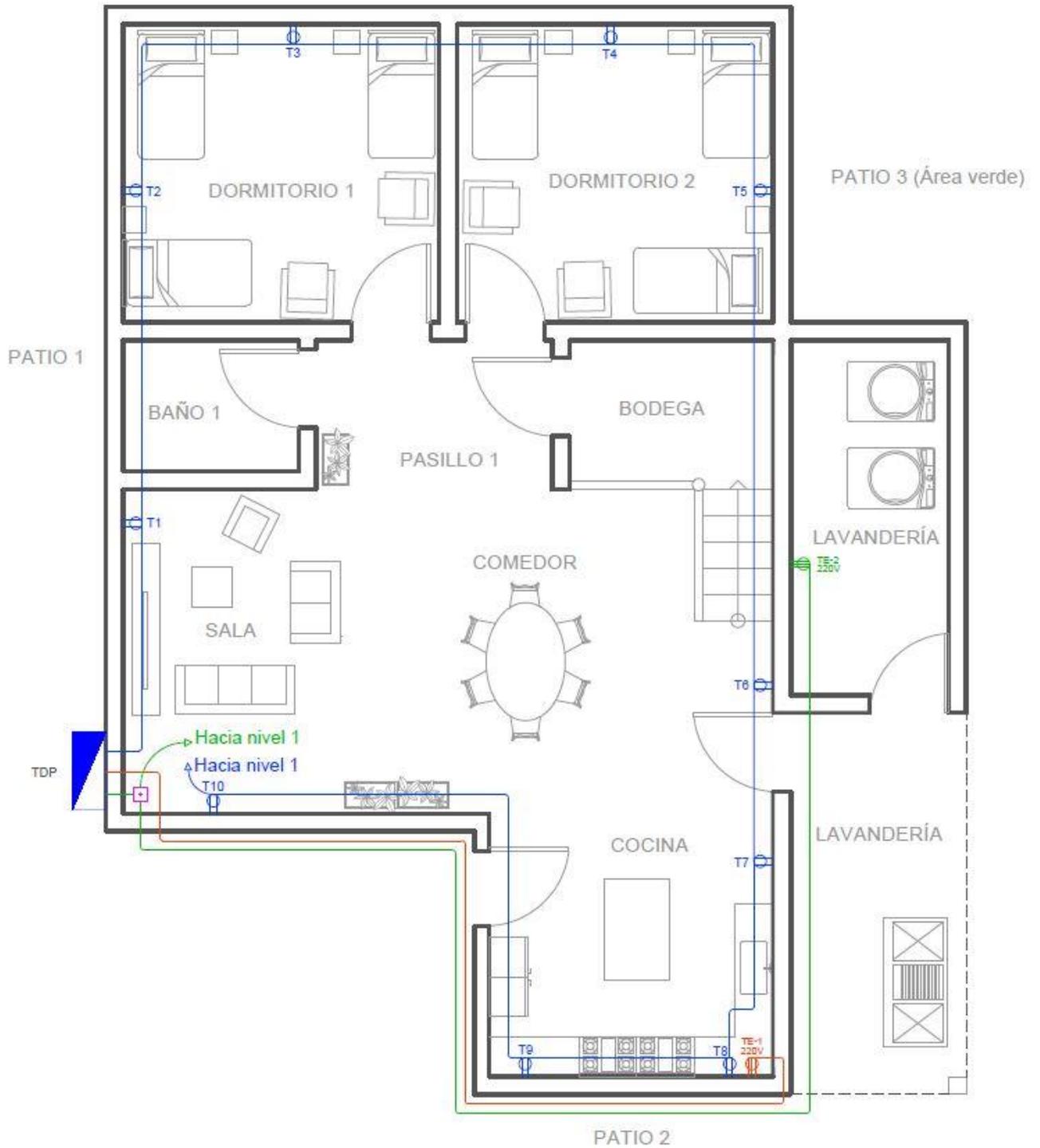


Figura 63. Plano de potencia y cargas especiales (nivel 1)

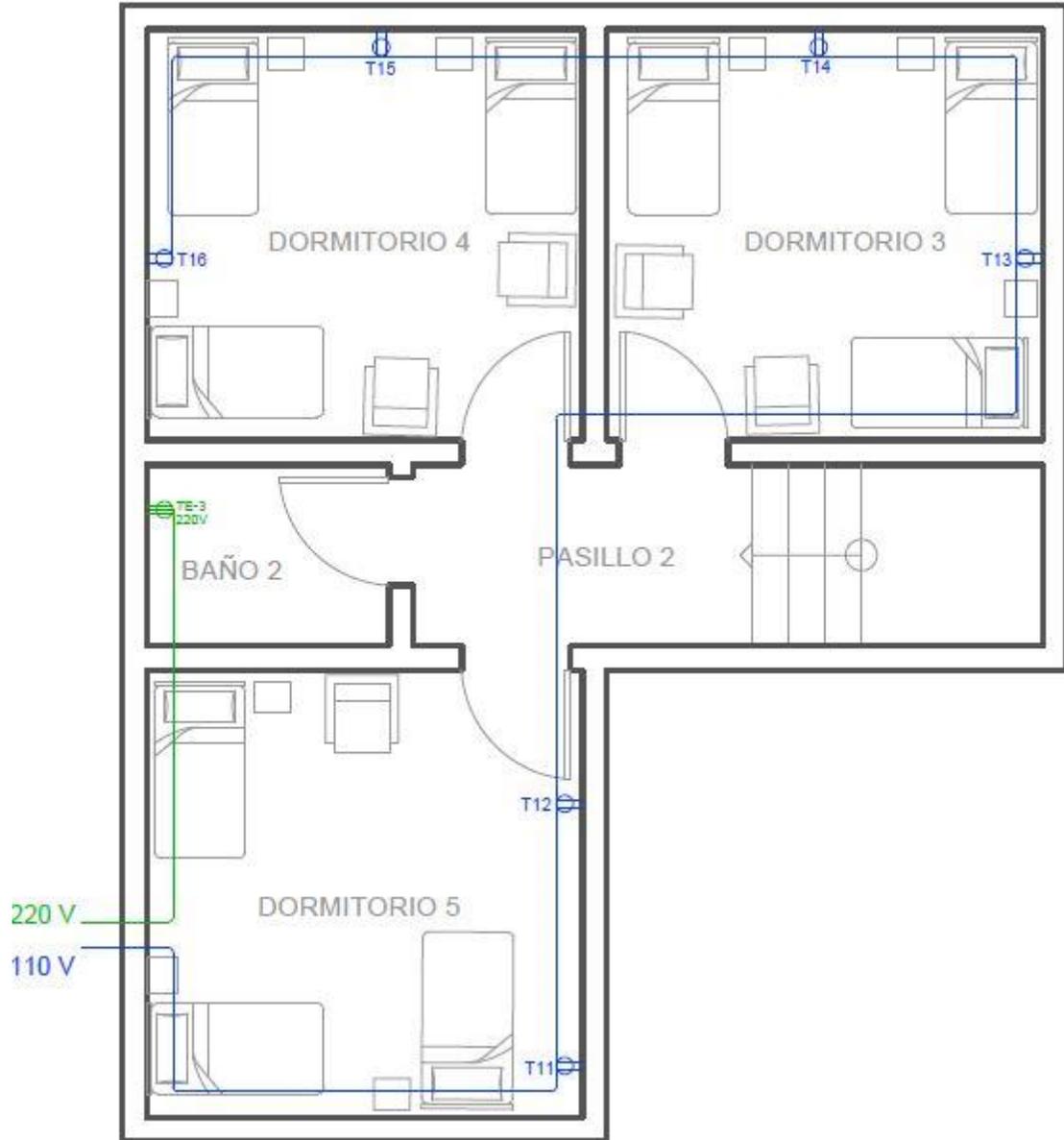


Figura 64. Plano de potencia y cargas especiales (nivel 2)

CAPITULO IV

4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cantidad y tipo de luminarias seleccionadas por área

De acuerdo con los resultados obtenidos de la simulación, en la tabla 23 se muestra el tipo de lámpara utilizada por área, la cantidad y la potencia unitaria y total.

Tabla 23. Luminarias seleccionadas nivel 1 y 2

LUMINARIAS SELECCIONADAS NIVEL 1 Y 2						
N°	Área	Nivel / Planta	Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
1	Dormitorio 1	1	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	2	18	36
2	Dormitorio 2	1	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	2	18	36
3	Baño 1	1	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	1	18	18
4	Sala	1	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	4	18	72
5	Comedor	1	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	2	18	36
6	Cocina	1	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	2	18	36
7	Pasillo 1	1	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	1	18	18
8	Patio 1	1	LEDVANCE FL PFM 200 W 3000 K SYM 100 BK	1	200	200
9	Patio 2	1	LEDVANCE FL PFM 200 W 3000 K SYM 100 BK	1	200	200
10	Patio 3	1	LEDVANCE FL PFM 200 W 3000 K SYM 100 BK	1	200	200
11	Pasillo 2	2	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	2	18	36
12	Dormitorio 3	2	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	2	18	36
13	Dormitorio 4	2	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	2	18	36
14	Baño 2	2	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	1	18	18
15	Dormitorio 5	2	LED Panel Sylvania SQ empotrable 1620lm	2	18	36
TOTAL						1014

4.2. Protección y calibre del conductor centro de carga

En la tabla 24 se muestra la capacidad del breaker seleccionado y el calibre del conductor para cada circuito, de acuerdo con las normativas vigentes. Dependiendo de la aplicación se agruparon las áreas y cargas especiales para cada breaker. Según la NEC la protección y el calibre del conductor deben soportar por lo mínimo el 125% de la corriente total.

Tabla 24. Protección y calibre del conductor del sistema de iluminación y potencia

PROTECCIÓN Y CALIBRE DEL CONDUCTOR							
Línea	Etiquetado centro de carga principal	Área	Corriente (A)	Corriente total (A)	Cálculo de protección * 125% (A)	Capacidad del breaker recomendado (A)	Capacidad del conductor (AWG)
P1	Circuito tomas	Sala	2,63				
		Dormitorio 1	1,82				
		Dormitorio 2	1,82				
		Comedor	0,91				
		Cocina	2,73	15,37	19,21	20	12
		Dormitorio 3	1,82				
		Dormitorio 4	1,82				
		Dormitorio 5	1,82				
P2 - P4	Toma 220V	Lavandería	-	-	-	63	6
P3	Ducha eléctrica 1	Baño 1	30,00	30,00	37,50	40	8
P5	C. Iluminación 1	Dormitorio 1	0,33				
		Dormitorio 2	0,33				
		Baño 1	0,16	3,52	4,40	16	14
		Sala	0,65				
		Pasillo 1	0,16				
		Patio 1	1,89				
P6 - P8	Cocina inducción	Cocina de inducción	28,00	28,00	35	63	6
P7	Ducha eléctrica 2	Baño 2	30,00	30,00	37,5	40	8
P9	C. Iluminación 3	Dormitorio 3	0,33				
		Dormitorio 4	0,33				
		Baño 2	0,16	3,29	4,11	16	14
		Pasillo 2	0,33				
		Dormitorio 5	0,33				
		Patio 3 (área Verde)	1,81				
P10	C. Iluminación 2	Cocina	0,33				
		Comedor	0,33	2,96	3,70	16	14
		Patio 2	2,30				

4.3. Resultados de iluminancia

En la tabla 25 se muestra los valores de iluminancia inicial o anterior medidos con la ayuda de un luxómetro, los valores mínimos u óptimos recomendados por la NEC-HS-EE o RTE INEN 096, los niveles calculados por el software DIALux y los niveles iniciales de iluminancia.

Por ende, el rediseño del sistema de iluminación cumple significativamente con los estándares o normativas vigentes.

Tabla 25. Niveles iniciales medidos de iluminación (repotenciación)

NIVELES INICIALES DE ILUMINACIÓN EN LA FUNDACIÓN CRISTO DE LA CALLE (REPOTENCIACIÓN)							
Área	Nivel / Planta	Nivel inicial de iluminancia (lux)	Nivel recomendado NEC-HS-EE o RTE INEN 096 (lux)	Nivel óptimo según NEC-HS-EE o RTE INEN 096 (lux)	Cálculo DIALux de iluminancia (lux)	Promedio actual de iluminancia (lux)	Cumplimiento con NEC-HS-EE o RTE INEN 096
Dormitorio 1	1	83	150	200	241	261	Si cumple
Dormitorio 2	1	54	150	200	254	272	Si cumple
Baño 1	1	85	150	200	303	290	Si cumple
Sala	1	154	300	500	375	338	Si cumple
Comedor	1	95	300	500	399	410	Si cumple
Cocina	1	57	150	200	336	323	Si cumple
Pasillo 1	1	85	100	150	319	369	Si cumple
Dormitorio 3	2	28	150	200	248	259	Si cumple
Dormitorio 4	2	14	150	200	247	264	Si cumple
Baño 2	2	76	150	200	304	293	Si cumple
Dormitorio 5	2	68	150	200	242	253	Si cumple
Patio 1	1	22	50	100	69,80	214	Si cumple
Patio 2	1	5	50	100	313	251	Si cumple
Patio 3 (área verde)	1	1	50	100	540	224	Si cumple
Pasillo 2	2	12	100	150	117	211	Si cumple

4.4. Cargas finales de iluminación

En la tabla 26, se puede apreciar la carga máxima instalada y la demanda total del sistema de iluminación de la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra del sistema inicial. En lo que corresponde a los 2 niveles de la vivienda se tiene una carga instalada de 1014 W, una demanda máxima total de 709,80 W y una intensidad total de 6,45 A en cuanto a iluminación.

Tabla 26. Cargas finales de iluminación
CARGAS FINALES DE ILUMINACIÓN

Área	Nivel	Cantidad de puntos de iluminación (N)	P(W)	CI (W)	FD	Voltaje (V)	Intensidad (A)	DM (W)
Dormitorio 1	1	2	18	36	0,7	110	0,23	25,20
Dormitorio 2	1	2	18	36	0,7	110	0,23	25,20
Baño 1	1	1	18	18	0,7	110	0,11	12,60
Sala	1	4	18	72	0,7	110	0,46	50,40
Comedor	1	2	18	36	0,7	110	0,23	25,20
Cocina	1	2	18	36	0,7	110	0,23	25,20
Pasillo 1	1	1	18	18	0,7	110	0,11	12,60
Dormitorio 3	2	2	18	36	0,7	110	0,23	25,20
Dormitorio 4	2	2	18	36	0,7	110	0,23	25,20
Baño 2	2	1	18	18	0,7	110	0,11	12,60
Dormitorio 5	2	2	18	36	0,7	110	0,23	25,20
Patio 1	1	1	200	200	0,7	110	1,27	140
Patio 2	1	1	200	200	0,7	110	1,27	140
Patio 3 (área verde)	1	1	200	200	0,7	110	1,27	140
Pasillo 2	2	2	18	36	0,7	110	0,23	25,20
Total				1014			6,45	709,80

Donde:

P = Potencia por elemento (W)

CI = Carga instalada (W) = P * Cantidad de puntos

FD = Factor de demanda = 0.7 para vivienda pequeña o mediana según la NEC-SB-IE

DM = Demanda máxima (W) = CI * FD

4.5. Comparación de la iluminación inicial con la iluminación actual (final)

En la Tabla 27, se comparan los niveles de iluminación entre el sistema inicial y el sistema final. Los resultados obtenidos son relevantes, ya que no solo mejoran la estética del entorno, sino que también proporcionan un mayor confort y bienestar visual a las personas que residen en el albergue.

Tabla 27. Niveles de iluminación entre el sistema inicial y el sistema actual o final

Dormitorio 1	
Inicial	Final
	
Dormitorio 2	
Inicial	Final



Baño 1

Inicial

Final



Sala

Inicial

Final



Comedor

Inicial



Final



Cocina

Inicial

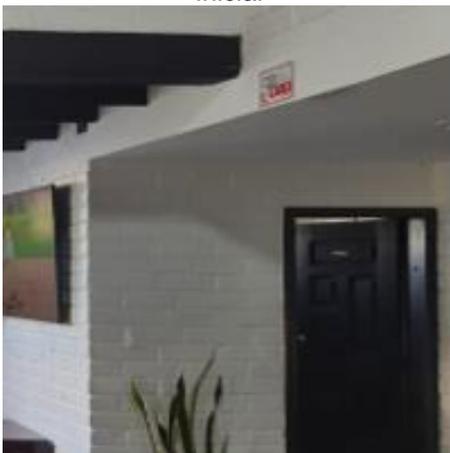


Final



Pasillo 1

Inicial



Final



Patio 1

Inicial



Final

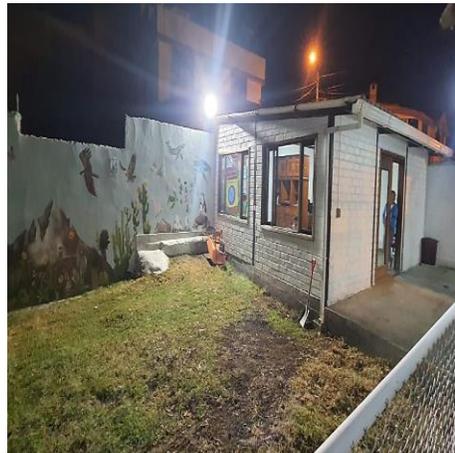


Patio 2

Inicial



Final



Patio 3

Inicial



Final





Pasillo 2

Inicial

Final



Dormitorio 3

Inicial

Final



Dormitorio 4

Inicial



Final



Baño 2

Inicial



Final



Dormitorio 5

Inicial



Final



CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El diagnóstico inicial del sistema eléctrico e iluminación fue fundamental para el desarrollo del proyecto, ya que permitió identificar múltiples deficiencias en el sistema existente. Entre ellas, el centro de carga carecía de un etiquetado adecuado, los conductores eléctricos no estaban dimensionados correctamente según su aplicación, y los elementos eléctricos tanto de iluminación como de potencia se encontraban en mal estado. Del mismo modo, se verificó que el área exterior no contaba con luminarias o las existentes eran ineficientes, con un promedio de iluminación de 9,33 lx, muy por debajo del nivel óptimo requerido de 100 lx. Además, tanto el nivel 1 (planta baja) como el nivel 2 no alcanzaban los valores adecuados, con un cumplimiento del 0%. Como resultado, los índices de iluminancia no se ajustaban en absoluto a las normativas vigentes. Estos hallazgos fueron cruciales para abordar y resolver los problemas identificados a lo largo del proyecto.

Con la ayuda del software DIALux, se rediseñó el sistema de iluminación, lo que permitió determinar el número de lámparas para cada área del albergue, así como su potencia y ubicación estratégica. Para las áreas interiores, se seleccionaron lámparas de 18W con un flujo luminoso de 1260 lm, mientras que para las áreas exteriores se optó por proyectores de 200W con un flujo luminoso de 22,000 lm. Este proceso aseguró que los niveles de iluminancia alcanzaran los valores apropiados recomendados por la normativa NEC-HS-EE y RTE INEN 096 en un 100%. Por ejemplo, en el dormitorio 1, el nivel de iluminación anterior era de 83 lx, considerablemente inferior a los 200 lx recomendados, y tras la repotenciación se logró un nivel de 261 lx, alcanzando el nivel óptimo y así en todas las áreas del albergue. Estos resultados no solo facilitaron la independencia del circuito de iluminación, sino que también permitieron mejorar la estética del lugar, aportar en el bienestar ocular de las personas y seleccionar las protecciones y conductores conforme a los estándares actuales.

Ahora, con la implementación de tecnología LED, se mejora la durabilidad de los componentes eléctricos, lo que se traduce a la reducción de costos de mantenimiento, con una iluminación más uniforme

y de mayor calidad. El sistema resultante es eficiente y respetuoso con el medio ambiente. Por otra parte, se seleccionó e implementó, conforme a las normativas, las protecciones y calibres de conductores adecuados para la ducha (40A – 8AWG), cocina de inducción (63A – 6AWG), lavandería y cargas especiales (63A – 6AWG), garantizando la seguridad de las personas que residen en la fundación.

Finalmente, al diseñar e implementar el circuito de iluminación para el área exterior (área verde), se alcanzó los niveles apropiados de iluminancia en un promedio de 230 lx aproximadamente, creando un ambiente agradable y acogedor. Esto no solo incrementa la seguridad al prevenir accidentes y disuadir la delincuencia, sino que también permite la realización de actividades nocturnas. En resumen, la iluminación adecuada de las áreas exteriores contribuye a un entorno más seguro y atractivo.

5.2. Recomendaciones

Para futuras investigaciones sobre los sistemas de iluminación y potencia en la Fundación Cristo de la Calle en la ciudad de Ibarra, es esencial establecer un plan de monitoreo y mantenimiento preventivo de las instalaciones. Esto garantizará su funcionamiento eficiente a largo plazo, permitirá la prevención de fallas y prolongará la vida útil de los equipos.

Capacitar al personal a cargo de la fundación en el manejo y cuidado de los sistemas de iluminación y potencia. Un conocimiento básico de su funcionamiento es crucial para reducir el riesgo de accidentes eléctricos, cortocircuitos o incendios, lo que protege tanto a las personas como a las instalaciones del albergue.

Se recomienda considerar la integración de una fuente de energía renovable, como paneles solares, para alimentar el sistema de iluminación. Esto no solo aumentaría la eficiencia energética y reduciría los costos en la factura eléctrica, sino que también permitiría que el sistema sea independiente de la red eléctrica convencional.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalde San Miguel, P. (2019). *Electrotecnia: Instalaciones Eléctricas y Automáticas*. Paraninfo.
- Álvarez Ramos , M., Duarte Zamorano, R., Rodríguez Jáuregui , E., & Jesús Castillo, S. (2017). *Física II*.
Electricidad: https://dcbs.fisica.uson.mx/archivos/fisica2/01-fisica_II.pdf
- Astudillo Machuca, C. (2024). *Electricidad para ingenieros de mantenimiento*. Riobamba, Ecuador: La Caracola.
- Caballeiro, G. (2015). *Electricidad 2: Elementos eléctricos y normalización*. Fox Andina.
- Caballeiro, G. (2015). *Electricidad 3: Instalaciones Eléctricas*. Fox Andina.
- Castro Guamán , M., & Posligua Murillo, N. (2015). *Diseño de iluminación con luminarias tipo LED basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas*. <https://n9.cl/pi5ro>
- Cienfuegos Zurita , J., & Arellano Sotelo, H. (2023). *Introducción al análisis de circuitos eléctricos de corriente directa*. Editorial Digital.
- Diez, A., González, A., Gil, Á., Martín, M., & Vega, B. (2017). *Selección de equipos y materiales en las instalaciones eléctricas de baja tensión en el entorno de edificios de viviendas, industrias, oficinas y locales de pública concurrencia*. Paraninfo.
- Dorf, R., & Svoboda, J. (2011). *Circuitos Eléctricos*. Alfaomega.
- Escaño González , J., & Andrade Ortiz, A. (2021). *Sistemas de potencia*. Paraninfo.
- Guasch Farrás, J. (s.f.). *Iluminación: Riesgos Generales*. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo:
<https://n9.cl/f5ms9>
- Iraola, B., Cabrero, J., Arteaga, I., & Basterrechea, M. (2023). *Proyectar la física : Física de la construcción, apuntes para arquitectos*. EUNSA.

- Martín Castillo , J., Caballero Escudero, P., Carbajosa Domínguez, J., Gómez Venegas, D., & Miranda Blanco , J. (2022). *Instalaciones Eléctricas y Domóticas*. EDITEX.
- Martín Sánchez, S. (2015). *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior*. ELEARNING S.L.
- MIDUVI. (2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción, Instalaciones Eléctricas NEC - SB - IE*.
- Redondo Quintela, F., & Redondo Melchor, R. (2019). *Electrostática y Corriente Eléctrica para Ingenieros*. Béjar, Salamanca, España: STS Ediciones.
- Sá Lago, A. (2015). *Aplicaciones del LED en diseño de iluminación*. MARCOMBO S.A.
- SYLVANIA. (s.f.). *Guía técnica de iluminación*. <https://n9.cl/yjy66>
- Villazón , R., Pinzón , A., Sánchez , A., & Rodríguez, D. (2018). *Luz / materia: Estrategias proyectuales para la iluminación de espacios arquitectónicos*. Ediciones Uniandes.
- Wildi, T. (2007). *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia*. Pearson Educación.

ANEXOS

Anexo 1. Niveles mínimos de iluminación recomendados para interiores y exteriores de una vivienda NEC-HS-EE y RTE INEN 096

Tabla 14. Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda

Áreas	Mínimo (LUX)	Recomendado (LUX)	Óptimo (LUX)
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo/baños	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de estudio o trabajo	300	500	750
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación y pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200

ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA PARQUES Y JARDINES

Descripción	Iluminación Nominal En lx
- Alumbrado General	5
- Fondos decorativos (vallas, árboles)	20
- Flores	50
- Puntos importantes de confluencia	100



FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO FL PFM 200 W 3000 K SYM 100 BK

FLOODLIGHT 200 W | Proyector versátil con una salida de luz de hasta 25000 lm



Áreas de aplicación

- Sustituto para proyectores con lámparas halógenas
- Uso exterior (IP65)
- Industria
- Áreas públicas
- Areas de construcción
- Construcción de fachadas

Beneficios del producto

- Luminoso, robusto y duradero
- Iluminación segura y muy uniforme, gracias al difusor de cristal esmerilado y templado.
- Sin salida de luz superior (ULOR 0%) cuando se monta a 0° de inclinación
- Ahorro energético de hasta 90% en comparación con los proyectores halógenos
- 5 años de garantía

DATOS ELÉCTRICOS

Potencia nominal	200,00 W
Tensión nominal	100...277 V
Frecuencia de red	50...60 Hz
Corriente nominal	1000 mA
Corriente de encendido IP	80 A
T. corriente entrante T _{h50}	1000 µs
Máx. número de luminarias por magnetotérmico B16	3
Máx. número de luminarias por magnetotérmico C10	5
Máx. número de luminarias por magnetotérmico C16	8
Factor de potencia	> 0,90
Distorsión armónica total	< 20 %
Clase de protección	I
Modo de funcionamiento	Integrated LED driver

Datos fotométricos

Flujo luminoso	22000 lm
Eficacia luminosa	110 lm/W
Temperatura de color	3000 K
Tono de luz (denominación)	Blanco cálido
Índice de reproducción cromática Ra	≥80
Desviación estándar de ajuste de color	≤5 sdc _m
Intensidad luminosa	-
Libre de flickering	Sí
Valor del Flickering Pst LM	-
Valor del efecto del estroboscópico SVM	-
Grupo de seguridad fotobiológica EN62778	RG1
Grupo de seguridad fotobiológica EN62471	RG1
Ángulo de radiación	100 ° x 100 °



LED Panel Sobreponer
 LED PANEL SQ 18W DL MV SP
 P23589



Luminaria tipo panel LED de sobreponer cuadrado, de uso interior. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con fuente LED SMD de alta eficacia.
 Marco con difusor opalizado
 Alto flujo luminoso en tamaño compacto

APLICACIONES

Illuminación residencial
 Restaurantes, Hoteles
 Zonas comunes



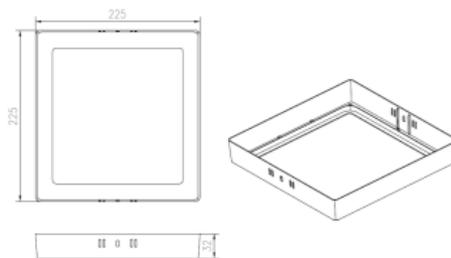
DATOS ÓPTICOS

DATOS FÍSICOS

DATOS ELÉCTRICOS

Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	18 W
Flujo luminoso	1260 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-240 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (DxH)	225x225x32 mm	Corriente de entrada	0.3 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Sobreponer	Factor de potencia	0.5
Reproducción de color (IRC)	>70	Chasis	Plástico + PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Vida útil	25000 h L70	Óptica	Difusor opalizado	Atenuable	NO
Eficacia	70 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C		

DIMENSIONES



Ficha técnica del producto

Especificaciones



Interruptor enchufable QOvs 1P 16A 10kA Curva C 120VCA

QO116VSC6

Principal

Aplicación del Dispositivo	Distribución Eléctrica Residencial y Comercial
Gama	Square D
Nombre del Producto	QOvs RCBO
Tipo de Producto o Componente	Interruptor automático en miniatura
Número de Polos	1P
número de polos protegidos	1
corriente nominal (In)	16 A
tipo de red	AC
código de curva	C
poder de corte	6000 A Icn en 240 V AC 50/60 Hz acorde a ENIEC 60898-1

Complementario

Frecuencia de Red	50/60 Hz
[Ue] tensión asignada de empleo	240/480 V AC 50/60 Hz
limite de disparo magnético	5...10 x In
[Ics] poder de corte en servicio	6 kA 100 % acorde a ENIEC 60898-1 - 240 V AC 50/60 Hz
clase de limitación	3
[U] tensión asignada de	500 V AC 50/60 Hz

sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios



Fundación
Cristo de la Calle

Fundación sin fines de lucro
con visión social. Acuerdo
ministerial N°502 Del 3 de Abril
de 1995

Ibarra, 28 de mayo de 2024

SOLICITUD DE APROBACIÓN

Ingeniero;
Álvaro Santiago Mullo Quevedo
DESARROLLO DE PROYECTOS ELECTRICOS

Presente. -

En atención a la solicitud verbal de los señores: **Edison Javier Quinchiguango Chiluisa, Luis Manuel Pilatasig Toaquiza, Marco Patricio Jiménez Jiménez**, estudiantes de la carrera de ELECTRICIDAD, de manera más comedida disponga a quien corresponda, reciba la ACEPTACIÓN y ACREDITACIÓN de cada uno de los estudiantes, esperando que sea acertada su contribución para el cumplimiento de la misión de la Fundación Cristo de la Calle.


Fundación
Cristo de la Calle
RUC: 1003105937094
IBARRA - ECUADOR

Juan Francisco Santacruz Terán
C.I. 1001351566
REPRESENTANTE LEGAL
FUNDACIÓN CRISTO DE LA CALLE

Anexo 6. Fotografías del procedimiento de medición de iluminación y repotenciación.

Anexo 6	Fotografías proyecto	6.1
	<p data-bbox="386 373 737 405">Medición dormitorio 1 (261 lx)</p> 	<p data-bbox="922 373 1211 405">Medición patio 1 (214 lx)</p> 
	<p data-bbox="321 835 802 867">Instalación de canaletas para iluminación</p> 	<p data-bbox="824 835 1305 867">Reacondicionamiento del tablero principal</p> 
	<p data-bbox="354 1297 769 1329">Sustitución de elementos eléctricos</p> 	<p data-bbox="899 1297 1240 1329">Colocación de lámparas LED</p> 



Fundación
Cristo de la Calle

Fundación sin fines de lucro
con visión social. Acuerdo
ministerial N°502 Del 3 de Abril
de 1995

Ibarra, 28 de agosto de 2024

CERTIFICADO

Yo, **JUAN FRANCISCO SANTACRUZ TERÁN** con número cédula **1001351566**, en calidad de Representante Legal de la Fundación Cristo de la Calle certifico que; los señores: **Edison Javier Quinchiguango Chiluisa, Luis Manuel Pilatasig Toaquizza, Marco Patricio Jiménez Jiménez**, estudiantes del INSTITUTO TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI, del cuarto nivel, realizaron el proyecto eléctrico "Rediseño y Repotenciación de las instalaciones eléctricas de iluminación en la Casa Familia Ceibos, en la ciudad de Ibarra".

Para la ejecución e implementación del proyecto se brindó toda la colaboración necesaria y por lo tanto se extiende este certificado posterior a la finalización y entrega del proyecto y resultados. Felicitamos al Instituto por la calidad de estudiantes que están formando, los cuales han sido de gran beneficio para nuestra institución.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, por lo que faculto a los interesados hacer uso del presente documento en la forma que estime conveniente a excepción de trámites legales.

Atentamente. -

Juan Francisco Santacruz Terán
C.I. 1001351566
**REPRESENTANTE LEGAL
FUNDACIÓN CRISTO DE LA CALLE**



Link de video agradecimiento por parte de la representante de la fundación

https://youtu.be/0q3l_FXLOWg?si=Vvg5RI88XO2nT0h6

<https://youtu.be/DTmuE66D7qQ?si=RHDABm9de4fqh6Ip>