

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y  
ELÉCTRICA**

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA  
ELÉCTRICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°16044  
MAGLLANAL, JAÉN- PERÚ**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO ELECTRICISTA**

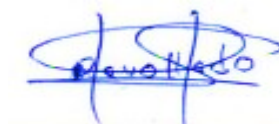
**Autor: Bach. Carlos Enrique Goicochea Tineo**

**Asesor: Ing. José Darwin Revollo Villanueva**

**Línea de Investigación: Eficiencia Energética**

**JAÉN – PERÚ**

**2025**



# Carlos Enrique Goicochea Tineo

## EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°16044 MAGL...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3256512589

131 Páginas

Fecha de entrega

21 may 2025, 11:02 a.m. GMT-5

22.962 Palabras

Fecha de descarga

21 may 2025, 11:08 a.m. GMT-5

124.399 Caracteres

Nombre de archivo

FORME\_CARLOS\_ENRIQUE\_GOICOCHEA\_TINEO-1\_-\_Carlos\_Goicochea\_1.pdf

Tamaño de archivo

5.9 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
  
Dr. Alexander Huamán Mera  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

## 18% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

### Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Small Matches (less than 15 words)

### Top Sources

- 15% Internet sources
- 0% Publications
- 7% Submitted works (Student Papers)

### Integrity Flags

#### 1 Integrity Flag for Review

- Hidden Text**  
132 suspect characters on 3 pages  
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
*Dr. Alexander Huamán Mera*  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-Sunedu/Cd  
*"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra  
Independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas  
de Junín y Ayacucho"*



**FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN**

En la ciudad de Jaén, el día 29 de mayo del año 2025, siendo las 18:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Secretario : Dr. Walter Linder Cabrera Torres

Vocal: Dr. José Luis Piedra Tineo

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

( ) Trabajo de Investigación

( ☒ ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

**"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°16044 MAGLLANAL, JAÉN - PERÚ"**, presentado por el Bachiller: **CARLOS ENRIQUE GOICOCHEA TINEO** de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

( ☒ ) Aprobar                      ( ) Desaprobar                      ( ☒ ) Unanimidad                      ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

|                |            |               |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | (     )       |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | (     )       |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( <u>15</u> ) |
| d) Regular     | 13         | (     )       |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | (     )       |

Siendo las 19 :00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
\_\_\_\_\_  
Mg. Mario Félix Olivera Aldana  
Presidente Jurado Evaluador

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Walter Linder Cabrera Torres  
Secretario Jurado Evaluador

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Luis Piedra Tineo  
Vocal Jurado Evaluador

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

**ANEXO N°06:**

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS**

Yo, Carlos Enrique Goicochea Tineo, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado con DNI 76932839.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

**“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 16044 MAGLLANAL, JAÉN - PERÚ”.**

Asesorado por el Ing. José Darwin Revolledo Villanueva.

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar; el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 16 de julio del 2025.



Carlos Enrique Goicochea Tineo  
DNI: 76932839

# ÍNDICE

|                                                                                     |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>RESUMEN.....</b>                                                                 | <b>xii</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                               | <b>xiii</b> |
| <b>I. INTRODUCCION .....</b>                                                        | <b>1</b>    |
| 1.1. Antecedentes.....                                                              | 2           |
| 1.2. Realidad problemática.....                                                     | 9           |
| 1.3. Formulación del Problema.....                                                  | 10          |
| 1.4. Hipótesis.....                                                                 | 10          |
| 1.5. Justificaciones. ....                                                          | 10          |
| 1.6.2. Objetivos Específicos.....                                                   | 12          |
| <b>II. MATERIALES Y METODOS.....</b>                                                | <b>13</b>   |
| 2.1. Objeto de Estudio.....                                                         | 13          |
| 2.2. Ubicación Geográfica.....                                                      | 13          |
| 2.3. Población, Muestra y Muestreo. ....                                            | 14          |
| 2.4. Tipo de Investigación. ....                                                    | 14          |
| 2.6. Materiales.....                                                                | 15          |
| 2.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....                           | 18          |
| 2.7.1. Técnicas de Recolección de Datos. ....                                       | 18          |
| 2.8. Metodología de la Investigación.....                                           | 19          |
| <b>III. RESULTADOS .....</b>                                                        | <b>67</b>   |
| 3.1. Determinar el estado actual del sistema eléctrico.....                         | 67          |
| 3.1.1. Resumen de resultados del estado actual de las instalaciones eléctricas..... | 67          |
| 3.1.2. Análisis de las condiciones de iluminación actual.....                       | 69          |
| 3.2. Análisis de consumo de energía del inventario de los equipos eléctricos.....   | 71          |
| 3.3. Proponer un plan de mejoras. ....                                              | 72          |
| 3.3.1. Sistema de iluminación con tecnología Led propuesto.....                     | 72          |
| 3.3.2. Diseño del sistema de iluminación de la loza deportiva.....                  | 75          |
| 3.3.3. Diseño del sistema eléctrico.....                                            | 77          |
| 3.3.4. Equipos de cómputo de generación moderna propuesto.....                      | 82          |
| 3.4. Resultado de la evaluación económica de la propuesta de mejora.....            | 83          |

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>IV. DISCUSIÓN .....</b>                     | <b>84</b> |
| <b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b> | <b>87</b> |
| <b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>     | <b>90</b> |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                    | <b>94</b> |
| <b>DEDICATORIA.....</b>                        | <b>95</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                            | <b>96</b> |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Características del Tablero Principal .....                                                                | 23 |
| Tabla 2. Características del Tablero de Distribución N°01 .....                                                     | 24 |
| Tabla 3. Características del Tablero de Distribución N°02 .....                                                     | 25 |
| Tabla 4. Características del Tablero de Distribución N°03 .....                                                     | 26 |
| Tabla 5. Características del Tablero de Distribución N° 04 .....                                                    | 27 |
| Tabla 6. Mediciones a diferentes distancias realizadas al SPAT .....                                                | 31 |
| Tabla 7. Niveles de iluminación actual de los ambientes .....                                                       | 33 |
| Tabla 8. Inventario de cargas eléctricas de la Institución Educativa N°16044 Magllanal .....                        | 35 |
| Tabla 9. Características técnicas de luminaria LED propuesto.....                                                   | 38 |
| Tabla 10. Dimensiones y altura del plano de trabajo del aula N°01 .....                                             | 39 |
| Tabla 11. Nivel de iluminación requerido resumido.....                                                              | 40 |
| Tabla 12. Coeficiente de reflexión .....                                                                            | 41 |
| Tabla 13. Coeficiente de reflexión .....                                                                            | 41 |
| Tabla 14. Selección del tipo de luminaria. ....                                                                     | 42 |
| Tabla 15. Interpolación del coeficiente de utilización .....                                                        | 42 |
| Tabla 16. Coeficiente de mantenimiento.....                                                                         | 43 |
| Tabla 17. Valores de iluminación según la norma DGE 017-AI-1/1982.....                                              | 47 |
| Tabla 18. Potencia instalada y máxima demanda .....                                                                 | 53 |
| Tabla 19. Selección de interruptores termomagnéticos .....                                                          | 55 |
| Tabla 20. Características técnicas Equipo de Generación Moderna Vs Existente.....                                   | 57 |
| Tabla 21. Análisis del consumo de energía sistema de iluminación existente Vs sistema<br>iluminación LED .....      | 58 |
| Tabla 22. Evaluación socioeconómico sistema actual Vs sistema LED .....                                             | 58 |
| Tabla 23. Consumo total de equipo de cómputo existente Vs equipo de cómputo generación<br>moderna .....             | 59 |
| Tabla 24. Evaluación socioeconómica equipo de cómputo existente Vs equipos de cómputo<br>de generación moderna..... | 59 |
| Tabla 25. Resumen general de ahorro económico .....                                                                 | 60 |
| Tabla 26. Presupuesto referencial de equipos y montaje mecánico .....                                               | 61 |
| Tabla 27. Flujo de caja económica.....                                                                              | 62 |
| Tabla 28. Valor Actual Neto .....                                                                                   | 64 |
| Tabla 29. Tasa Interna de Retorno .....                                                                             | 65 |
| Tabla 30. Resumen de observaciones de las instalaciones eléctricas .....                                            | 67 |

|                                                                                                     |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Tabla 31. Iluminación media actual en los ambientes de la I.E.Nº16044 Magllanal.....                | 69                                   |
| Tabla 32. Resultado de la iluminación propuesta según el Método Luminotécnico.....                  | 72                                   |
| Tabla 33. Comparación sistema de iluminación convencional VS sistema de iluminación LED<br>.....    | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Tabla 34. Resultado de datos luminotécnicos del sistema de propuesto.....                           | 74                                   |
| Tabla 35. Comparación equipos de cómputo existe Vs equipos de cómputo de generación<br>moderna..... | 82                                   |
| Tabla 36. Resumen del análisis económico .....                                                      | 83                                   |
| Tabla 37. Resultado del cálculo luminotécnico mediante el Microsoft Excel. ....                     | 110                                  |
| Tabla 38. Resultado del cálculo del emplazamiento de luminarias .....                               | 111                                  |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Figura 1.Ubicación Satelital, I.E.Nº16044 Magllanal de la ciudad de Jaén.....                                  | 13                                   |
| Figura 2 .Ubicación Geográfica de la I.E.Nº16044 Magllanal de la ciudad de Jaén .....                          | 14                                   |
| Figura 3.Luxometro Tenmars Utilizado.....                                                                      | 16                                   |
| Figura 4.Teluometro Testech Utilizado. ....                                                                    | 17                                   |
| Figura 5. Diagrama de procedimiento en la investigación.....                                                   | 19                                   |
| Figura 6.Sub Estación de 100KVA .....                                                                          | 21                                   |
| Figura 7.Sistema de Medición Monofásico.....                                                                   | 22                                   |
| Figura 8. Tablero Principal.....                                                                               | 23                                   |
| Figura 9 .Tablero de Distribución N° 01 .....                                                                  | 24                                   |
| Figura 10. Tablero de Distribución N° 02 .....                                                                 | 25                                   |
| Figura 11. Tablero de Distribución N° 03 .....                                                                 | 26                                   |
| Figura 12.Tablero de Distribución N° 04 .....                                                                  | 27                                   |
| Figura 13. Interruptor y tomacorriente en mal estado .....                                                     | 28                                   |
| Figura 14. Fluorescentes con encendido intermitente y sin vida útil .....                                      | 29                                   |
| Figura 15 .Foco espiral y fluorescente tubular.....                                                            | 29                                   |
| Figura 16. Resultado de medición de resistencia de SPAT.....                                                   | 30                                   |
| Figura 17 .Medición de nivel de iluminación de la dirección con el luxómetro.....                              | 32                                   |
| Figura 18. Lux medidos en la dirección, 61.6lux.....                                                           | 32                                   |
| Figura 19 .Ubicación de luminarias del Aula N°01 Pabellón N°01 .....                                           | 45                                   |
| Figura 20 .Altura de los postes para la instalación de los reflectores .....                                   | 48                                   |
| Figura 21. Ubicación y direccionamiento de las luminarias .....                                                | 50                                   |
| Figura 22. Vista en 3D de la Loza Deportiva.....                                                               | 51                                   |
| Figura 23. Iluminación en Vista en 3D de la Loza Deportiva.....                                                | 51                                   |
| Figura 24. Lista de Coordenadas de Ubicación de los Reflectores .....                                          | 52                                   |
| Figura 25 .Consumo de energía por equipos eléctricos .....                                                     | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Figura 26 .Análisis del consumo de energía sistema de iluminación convencional Sistema de iluminación LED..... | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Figura 27. Resumen del cálculo de iluminación de la loza deportiva.....                                        | 75                                   |
| Figura 28 .Curva de niveles de iluminación (Isolineas) de la losa deportiva.....                               | 76                                   |
| Figura 29. Iluminación de la loza deportiva.....                                                               | 76                                   |
| Figura 30. Plano eléctrico del pabellón N°01.....                                                              | 77                                   |
| Figura 31. Plano eléctrico del pabellón N°02.....                                                              | 78                                   |
| Figura 32 .Plano eléctrico del pabellón N°03.....                                                              | 79                                   |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 33. Diagramas unifilares .....                                                                                  | 80  |
| Figura 34. Análisis del consumo de energía equipos de cómputo existente-equipos de<br>cómputo generación moderna ..... | 82  |
| Figura 35. Autorización para el desarrollo de tesis en la I.E.N°10644 Magllanal. ....                                  | 96  |
| Figura 36. Institución Educativa N°16044 Magllanal-Jaén .....                                                          | 97  |
| Figura 37 .Inspeccionando el estado del interruptor .....                                                              | 97  |
| Figura 38. Interruptor doble sin vida útil .....                                                                       | 98  |
| Figura 39. Interruptor simple en mal estado .....                                                                      | 98  |
| Figura 40. Revisando el estado de socket y luminaria .....                                                             | 99  |
| Figura 41. Revisando los tableros eléctricos .....                                                                     | 99  |
| Figura 42. Fluorescente circular sin vida útil .....                                                                   | 100 |
| Figura 43. Fluorescente espiral utilizado en el inventario de equipos .....                                            | 100 |
| Figura 44. Fluorescente tubular utilizado en el inventario de equipos.....                                             | 101 |
| Figura 45. Fluorescente circular con encendido intermitente. ....                                                      | 101 |
| Figura 46. Ventanas opacas y cubiertas de polvo .....                                                                  | 102 |
| Figura 47. Computadoras existes .....                                                                                  | 102 |
| Figura 48 .Nivel de iluminación baño de damas N°02, 85.1 Lux .....                                                     | 103 |
| Figura 49 .Nivel de iluminación baño de damas N°01, 82.9 Lux .....                                                     | 103 |
| Figura 50 .Nivel de iluminación Aula N°01 del pabellón N°01, 17.5 Lux.....                                             | 104 |
| Figura 51 .Nivel de iluminación Aula N°02 del pabellón N°01, 20.4 Lux.....                                             | 104 |
| Figura 52. Nivel de iluminación Biblioteca N°01 del pabellón N°02, 37.8Lux. ....                                       | 104 |
| Figura 53 .Certificado de calibración Luxómetro TENMARS TM-202.....                                                    | 106 |
| Figura 54. Certificado de calibración Teluometro TESTECH KT-480D.....                                                  | 108 |
| Figura 56. Rendimiento del local .....                                                                                 | 112 |
| Figura 57 .Tabla de datos cable TH-80 Indeco .....                                                                     | 113 |
| Figura 58. Luminaria Led propuesto.....                                                                                | 114 |
| Figura 59. Ficha técnica de WAWA laptop propuesto .....                                                                | 114 |
| Figura 60. Requisitos mínimos de iluminación.....                                                                      | 115 |
| Figura 61. Iluminación recomendada para locales deportivos .....                                                       | 117 |
| Figura 62. Características técnicas del reflector propuesto PHILIPS .....                                              | 118 |
| Figura 63. Plano eléctrico loza deportiva.....                                                                         | 119 |
| Figura 64 .Vista 3D de iluminación de la loza deportiva.....                                                           | 120 |
| Figura 65. Recibo de luz de la I.E .N°16044 Magllanal.....                                                             | 121 |
| Figura 66. Calculo de VAN mediante Microsof Excel.....                                                                 | 121 |
| Figura 67 .Calculo del TIR mediante Microsof Excel.....                                                                | 121 |

## RESUMEN

En la Institución Educativa N°16044 Magllanal, Jaén- Perú, actualmente su sistema de iluminación es deficiente, también existen equipos de generación antigua, circuitos y componentes eléctricos en mal estado, generando un alto consumo de energía eléctrica. El objetivo de la investigación fue evaluar y proponer mejoras en el sistema eléctrico para tener un mejor confort visual, una correcta iluminación y un menor consumo de energía eléctrica. El tipo de investigación es aplicada, cuantitativo, descriptivo y no experimental. Se llegó a desarrollar: Inspección de componentes y equipos eléctricos, medición de nivel de iluminación (lux), análisis del consumo eléctrico, plan de acción, diseño de un nuevo sistema de iluminación LED y sistema eléctrico; asimismo la selección de equipos de cómputo de generación moderna. Como resultado, se realizó la propuesta de un plan de mejoras para su implementación, concluyendo que esta investigación genera mejores niveles de iluminación, mayor ahorro de energía eléctrica y confort visual. Los indicadores considerando solo el ahorro por la instalación de equipos con nueva tecnología, son favorables, obteniendo un VAN de S/ 13,628.12 y un TIR de 9%, en un periodo de recuperación de 6 años con 6 meses.

**Palabras Clave:** Diseño del sistema eléctrico, Sistema de iluminación, Tecnología Moderna, Eficiencia Energética.

## ABSTRACT

In Educational Institution N°16044 Magllanal, Jaén-Perú, currently its lighting system is deficient, there is also old generation equipment, circuits and electrical components in poor condition, generating a high consumption of electrical energy. The objective of the research was to evaluate and propose improvements in the electrical system to have better visual comfort, correct lighting and lower electrical energy consumption. The type of research is applied, quantitative, descriptive and non-experimental. The following were developed: Inspection of electrical components and equipment, measurement of lighting level (lux), analysis of electrical consumption, action plan, design of a new LED lighting system and electrical system; also the selection of modern generation computing equipment. As a result, an improvement plan was proposed for its implementation, concluding that this research generates better lighting levels, greater electrical energy savings and visual comfort. The indicators considering only the savings from the installation of equipment with new technology are favorable, obtaining a NPV of S/ 13,628.12 and an IRR of 9%, in a recovery period of 6 years, 6 months.

**Keywords:** Electrical system design, Lighting system, Modern Technology, Energy Efficiency.

# **I. INTRODUCCIÓN**

Las instalaciones eléctricas e iluminación que componen un centro educativo, deben contar con sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las variadas tareas y actividades que se desarrollan durante todo el periodo de enseñanza. Aplicando criterios de calidad adecuados al diseño, instalación y mantenimiento del sistema eléctrico y todos los elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación proporcionando a los estudiantes y docentes un ambiente agradable y estimulante, es decir, un mejor confort visual que les permita seguir su actividad sin demandar de ellos un sobre esfuerzo visual, reduciendo el cansancio y los dolores de cabeza producidos por una inadecuada iluminación. (Rodríguez, 2016).

Una correcta instalación e iluminación permite que los estudiantes y docentes de las instituciones educativas puedan realizar sus trabajos de manera correcta, asimismo una iluminación inadecuada puede generar trastornos oculares, dolor e inflamación en los párpados, fatiga visual lagrimeo e irritación. (Sanabria, 2019).

El sistema de Eléctrico en la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la Provincia de Jaén-Cajamarca en la actualidad cuenta con equipos de generación antigua las cuales; por falta de mantenimiento y el tiempo de uso al año, se deterioran disminuyendo su eficiencia energética; además, de tener un elevado consumo de energía eléctrica en referencia a las nuevas tecnologías modernas.

Si se proponen nuevas propuestas de mejora como un plan de acción, diseño de las instalaciones eléctricas y diseño del sistema de iluminación reemplazando luminarias por tecnologías más modernas y más amigables contribuyendo al cuidado del medio ambiente, debido a que les ayudaría a tener una mejor iluminación con un bajo consumo de energía eléctrica, una mayor vida útil y desempeño a que esto representaría ahorros económicos significativos; asimismo el reemplazo de equipos de cómputo por equipos de cómputo de generación moderna para las instituciones educativas privadas y públicas.

Uno de los principales objetivos hoy en día, es de mejorar los costos, ahorrar energía eléctrica y mejorar la iluminación. En esto últimos años se han desarrollado nuevos equipos que permiten generar ahorros como son las luminarias LED que representan un mayor

rendimiento y reducen la contaminación lumínica, lámparas más eficientes y respetuosas con el medio ambiente, como también equipos de cómputo generación moderna.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el sistema eléctrico para determinar las falencias existentes en dicha institución educativa y adoptar medidas o acciones que contribuyan en el ahorro de energía y mejora de la iluminación, para ello se propuso y demostró que la nueva tecnología propuesta como equipos de cómputo generación moderna; asimismo las luminarias con tecnología LED para alumbrado en la Institución Educativa N°16044 realmente ofrece más ahorros y una mejor iluminación que las lámparas de vapor de sodio instaladas actualmente en dicha institución, es por ello que se propone una propuesta de mejora para tener una correcta iluminación y reducir costos en energía eléctrica en la Institución Educativa N°16044 Magllanal.

Para mejorar el sistema eléctrico; asimismo la iluminación en la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la provincia de Jaén, se propuso un plan de acción, diseño del sistema eléctrico y diseño del sistema de iluminación con tecnología LED, a través de los datos obtenidos de su ficha técnica, se realizaron cálculos teóricos los cuales estuvieron dentro de los parámetros establecidos en la Norma EM-010 de Instalaciones Electricas de Interiores; al mismo tiempo se propuso reemplazar los equipos de cómputo existente por equipos de cómputo de generación moderna . Después de determinar que la luminaria propuesta cumplía con todos los requisitos según la norma, se realizó la viabilidad económica evaluando el consumo de energía del sistema de iluminación actual con el sistema de iluminación LED, de igual manera los equipos de cómputo existentes con los equipos de generación moderna propuesto, generándose un ahorro significativo.

## **1.1. Antecedentes.**

### **1.1.1. Al nivel internacional.**

Guambo & Perez (2020), en su tesis, “Estudio y propuesta de mejoramiento del sistema eléctrico del fuerte militar Marco Aurelio Subía”, tuvieron como objetivo realizar el estudio al sistema eléctrico para encontrar las causas principales de pérdidas de energía eléctrica, fundamentado en la inspección de todas las instalaciones, reconocimiento de cargas eléctricas y un diseño de planos eléctricos. Los resultados fueron que el Fuerte Militar Marco Aurelio Subia, presentaba problemas en su sistema eléctrico por ser de diseño antiguo y no se ha tomado la consideración de realizar un estudio eléctrico técnico, por un personal autorizado

que cuente con los conocimientos requeridos en este campo, lo que ha conllevado al alto consumo de energía eléctrica. El estudio pretendió conocer cuáles son las causas que generan un alto consumo de energía, para poder plantear una solución y reducir el pago excesivo de energía eléctrica el cual genera pérdidas económicas. Concluyendo que, el mayor consumo de energía se encuentra en las instalaciones lumínicas, siendo el punto principal en mejorar con el reemplazo de mejor calidad, mejor potencia; con la aplicación de este estudio en las instalaciones eléctricas, permitirá tener mejoras en la distribución de la energía eléctrica por todo el fuerte militar generando mejores beneficios económicos y la protección al personal civil y militar.

Chuquin (2019), en su tesis, "Propuesta Técnica para el Mejoramiento de la Eficiencia Energética Eléctrica en el Hospital San Luis de Otavalo", tuvo como objetivo, la elaboración de una auditoria energética en el hospital San Luis de Otavalo, para encontrar oportunidades de ahorro de energía eléctrica, con la finalidad de mejorar el sistema eléctrico y la eficiencia energética. Para lograr el objetivo, se tuvo que realizar la investigación de estudios realizados anteriormente que tengan relación con la eficiencia energética y aplicadas a Hospitales, con la finalidad de hacer una evaluación de las actividades y los resultados obtenidos en dichos estudios, para luego plantear la aplicación de una metodología y realizar la auditoria de acuerdo al estudio alcanzado y los objetivos propuestos. Como resultado, el hospital presenta problemas eléctricos, tanto en su diseño y operación; los problemas encontrados permitieron plantear propuestas de mejora. Concluyendo que, con las propuestas de mejora se obtiene un ahorro de energía eléctrica mensual de 3137.51 KWh y un ahorro de 37601.26KWh anual.

Cardenas & Marcillo (2012), en su tesis, "Auditoría Energética del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito", tuvieron como objetivo principal ejecutar una auditoría energética eléctrica, con la finalidad de diagnosticar en qué estado actual se encuentra el servicio eléctrico en el campus, descubriendo sus deficiencias en caso de existir. En la investigación se logró determinar que cuenta con instalaciones eléctricas nuevas y en buen estado, por lo tanto los niveles de energía y de iluminación analizados son aceptables, además que al observar los resultados del análisis económico se pudo concluir que el proyecto es viable y rentable.

### **1.1.2. Al Nivel Nacional.**

Zapata(2020), en su tesis, “Mejoramiento de la Eficiencia Energética Eléctrica de la Empresa Piladora Doña Carmela S.A.C Aplicando la Norma ISO 50001”, su objetivo principal fue mejorar la eficiencia energética eléctrica basándose en la Norma ISO 50001. Para el cual se desarrolló un diagnóstico eléctrico y energético de cada una de las instalaciones eléctricas, basándose en la Norma ISO 50001 para tener el control de los niveles de iluminación, eficiencia energética y calidad del suministro de energía en las instalaciones eléctricas. Se realizó el diagnóstico mediante una inspección de cada una de las instalaciones, para tener el conocimiento de las condiciones técnicas y eléctricas, operativas y arquitectónicas en que se encuentran las instalaciones, y donde sea conveniente realizar el levantamiento de planos eléctricos y cargas eléctricas instaladas. Para el diagnóstico en gran parte se hizo el uso de un analizador de redes y se realizó el análisis de cada parámetro medido, con el objetivo de determinar los factores que influyen en el consumo innecesario de energía eléctrica; facilitando encontrar oportunidades de mejora, que repercutan en la reducción del consumo de energía eléctrica, lo que conlleva a mejorar la eficiencia energética. En conclusión se obtuvo que, con la implementación de los planes de acción y control propuestos según la norma ISO 50001, la empresa logra obtener un ahorro de 22293.32KWh lo que equivale a S/ 14065 anuales. Siendo la investigación factible con un VAN de S/ 4,457.84 y un TIR del 24% con un periodo de recuperación 3 años 2 meses.

Martinez, Alvarez, Vera, & Perales (2019), en su tesis, “Análisis del sistema eléctrico para mejorar la eficiencia eléctrica de la Institución Educativa Pública Andrés Avelino Cáceres – Baños Del Inca –Cajamarca”, su objetivo fue efectuar un análisis del sistema eléctrico, fundamentado principalmente en la inspección de todas las instalaciones eléctricas del campus educativo, aplicar entrevistas al personal administrativo y trabajadores en general, para posteriormente proponer un plan de gestión en el uso de la energía eléctrica que optimice la eficiencia energética. Los resultados fueron el 83% de las personas encuestadas carecen de conocimiento acerca de las energías renovables relacionado a la eficiencia, el 56% no poseen cultura en ahorro de energía eléctrica, 83% tienen el deseo de aprender y capacitarse y el 69% no desean formar parte de este ahorro de energía. Concluyeron que, con una excelente gestión de auditoria energética, el ahorro se generaría realizando el cambio de sus luminarias y equipos eléctricos convencionales, haciendo uso de la automatización, tales como sistemas de sensores

de movimiento, interruptores horarios, controles eléctricos y sensores de presencia infrarroja. Asimismo, recomiendan que se debe hacer el desarrollo de una gestión de energía, también plantear el uso de energías renovables en dicha institución, y así contribuir a realizar el uso adecuado de energías no convencionales, para que no afecte de manera directa al medio ambiente.

Delgado (2016), en su tesis de investigación, “Propuesta de Auditoria Energética para Reducir el Consumo de Energía Eléctrica, empresa AGRIBRANDS PURINA, Pimentel 2016”, tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de consumo de energía eléctrica, fundamentado en la elaboración de un inventario de equipos eléctricos para determinar las áreas con mayor consumo; asimismo proponer implementar medidas de mejora en las instalaciones eléctricas para reducir el consumo de energía, elaborar una evaluación técnica y económica de la propuesta de auditoria energética. Esta investigación inicio con el diagnostico a través de las facturaciones de los últimos 12 meses, un inventario de los equipos eléctricos mediante una inspección técnica, obteniendo parámetros de evaluación; luego se implementó mejoras con nuevas tecnologías obteniendo como resultados la reducción de costos y una mejor eficiencia. Concluyeron que, se estableció propuestas de mejora para un óptimo uso eficiente de la energía, hacer uso de equipos de iluminación con tecnología LED y menos contaminantes al medio ambiente, ya que en lo que respecta la iluminación da un ahorro anual entre reflectores de S/ 40,158.60 y fluorescentes de S/ 15,886.92 de tecnología moderna que garantiza un uso más eficiente y genera ahorros económicos.

### **1.1.3. Al nivel Regional.**

Monteza (2020), en su tesis “Implementar un Plan de Auditoría y Eficiencia Energética del Hospital Regional Lambayeque, Basado en la Norma ISO 50001 para reducir los consumos energéticos”, tuvo como objetivo proponer la implementación de una auditoria energética en el Hospital Regional Lambayeque, basándose en la norma ISO 50001 para mejorar el índice de consumo energético, teniendo como prioridad el ahorro de energía eléctrica. La metodología de la investigación es de tipo aplicada no experimental. La investigación inicio con un análisis organizacional y energético basándose en la norma ISO 50001, determinando que el Hospital Regional Lambayeque no cuenta con una planificación energética, por tal motivo se desconoce el impacto energético en los costos de funcionamiento del Hospital Regional Lambayeque;

en dicho nosocomio no se proyecta ni se administra el consumo de energía, dejando un gran vacío para aplicar el sistema de gestión energética. Los resultados fueron la propuesta de implementación de un Plan de Gestión Energética Eléctrico. Concluyendo que, la propuesta permitirá tener una mejor administración del consumo de energía eléctrica, logrando que el ahorro sea sostenido a partir de la ejecución., obteniendo un nuevo Índice de Consumo Energético de ICE = 52.98 kW-h /m<sup>2</sup>, generando indicadores económicos favorables de un VAN de S/.94187, un TIR de 33.49% y un tiempo de recuperación de 4 años y 2 meses.

Escobal (2017), en su tesis “Implementación de una Auditoría Eléctrica para Reducir el Consumo de Energía Eléctrica en el Hospital II de Essalud Cajamarca, 2017”, tuvo como objetivo implementar una Auditoría eléctrica para reducir el consumo de energía eléctrica. La metodología de la investigación es aplicada y tipo descriptivo. La investigación inicio con el diagnóstico del estado actual del consumo eléctrico, determinando las áreas que generan más consumo de energía eléctrica son las del servicio de Tomografía, Servicio de Radio Diagnóstico, Neonatología, Casa de Fuerza; asimismo respecto a la iluminación cuenta con un total de 386 fluorescentes T12 de 40W, con una potencia total de 15440W y un consumo diario de 95.92 KW. Los resultados fueron la propuesta de un plan de gestión de la energía eléctrica. Concluyendo que, si sustituimos los fluorescentes T12 de 40W por fluorescentes delgados T8 36W se logra reducir el consumo de energía eléctrica en 3504 KWH/año, por otra parte se determinó que al cambiar el tipo de suministro de MT3 a MT2 para las mismas condiciones de carga y operación se obtiene un ahorro de S/. 1,338.814 mensuales, además al realizar el mantenimiento oportuno y adecuado de las instalaciones eléctricas se llega a obtener un ahorro de S/. 439.67 al año, generando indicadores económicos favorables de un VAN de S/. 13, 735,00, un TIR de 41 % y un tiempo de recuperación de 1 año 1 mes.

#### **1.1.4. Al Nivel Local.**

Coronel & Saucedo (2022), en su tesis, “Evaluación del consumo de energía eléctrica en la I.E.S.M. Jose Olaya, Distrito de Pimpingos – Cajamarca”, tuvieron como objetivo realizar una evaluación del sistema eléctrico para optimizar el consumo de energía eléctrica y mejorar su iluminación. La metodología de la investigación es de tipo cuantitativo, según su finalidad aplicada y con alcance descriptivo. La investigación inicio con el diagnóstico del sistema eléctrico, determinando las áreas de mayor consumo, diseñar el sistema de iluminación y

realizar la propuesta de un plan de mejoras basándose en el CNE y la norma EM. 010. Instalaciones eléctricas de interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones, una comparación entre los equipos de iluminación actualmente instalados en la institución educativa y los equipos propuestos (tecnología LED) para determinar el ahorro energético. Los resultados fueron la propuesta del plan de acción para su implementación. Concluyeron que, los equipos propuestos mejorarían los niveles de iluminación, generarían mayor ahorro de energía con indicadores económicos favorables de un VAN S/18,331.98, un TIR de 16% y tiempo de recuperación a los 4 años 2 meses.

Sampertegui & Sanchez (2021), en su tesis, "Estudio de la Eficiencia Energetica en la Institucion Educativa Ramon Castilla y Marquesado, Jaen-Cajamarca", tuvieron como objetivo diagnosticar el consumo de energia electrica y el estado actual del sistema electrico del Pabellón N° 01. La metodologia empleada fue tipo de investigacion cuantitativa, con alcance aplicada y diseño no experimental (campo y gabinete). La investigacion inicio con el diagnostico del consumo y el estado actual del sistema electrico, fundamentado mediante la inspeccion tecnica, elaboracion de inventario de cargas electricas para determinar las areas de mayor consumo; respecto al sistema de iluminacion se obtuvo base datos de los niveles de iluminacion utilizando un luxometro LIGHTMETER MODELO CA811. Los resultados fueron que, los equipos de cómputo generan mayor consumo de energía; asimismo se encontró equipos de iluminación convencionales como fluorescentes de 40 W y focos ahorradores 16 W, para la mejora del sistema de iluminación se debe cambiar por equipos de tecnología LED. Concluyeron que, la investigación es factible técnica y económicamente según la evaluación de los indicadores a favor del pabellón N° 1 de la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado con un VAN S/ 29,441.75 TIR de 22%.

Anton & Bautista (2020), en su tesis, "Auditoría Energética del Sistema Eléctrico para la Empresa Molinera de Arroz Valle Dorado S.A.C en la Ciudad de Jaén – Perú – 2020", tuvieron como objetivo realizar auditoria energética al sistema eléctrico de la Molinera de Arroz Valle Dorado S.A.C. La investigación estuvo enfocada en estudiar el problema con la finalidad de disminuir el consumo de energía eléctrica, para el desarrollo de este plan de estudio emplearon un luxómetro, analizador de redes trifásico, pinza amperimétrica; realizando las mediciones correspondientes se obtuvieron datos en tiempo real que fueron puestos en

comparación con las normas nacionales e internacionales. La investigación inicio realizando un inventario de maquinas y equipos consumidores de energía eléctrica. Los resultados fueron que, la empresa tiene un registro de exceso de consumo de energía eléctrica según la facturación de sus recibos en los últimos meses, su máxima demanda es de 319.92KW, también mediciones y registros del transformador mixto se determinó la calidad de energía que entrega a la Molinera de Arroz; por lo cual para el sistema de motores eléctricos y de iluminación se propuso realizar un cambio de tecnología, y para poder tener una reducción de energía reactiva se requiere la instalación de un banco de capacitadores de 50KVar. Concluyeron que, el proyecto si es viable de acuerdo a los indicadores financieros del VAN con un monto de S/ 22,409.30 y un TIR del 14 %, y una relación beneficio/costo de S/ 1.30. Recomendando que se debe implementar auditorías energéticas en las empresas públicas y privadas con el objetivo de conocer el estado actual en el que se encuentran las instalaciones eléctricas de las empresas y poder tomar medidas y acciones de mejoramiento para las empresas industriales.

Chumacero & Paredes (2019), en su tesis, "Evaluación Mediante Auditoría Energética del Sistema Eléctrico en el Campus de la Universidad Nacional de Jaén", tuvieron como propósito evaluar mediante Auditoria Energética el Sistema Eléctrico en el campus de UNJ. Para lograr el desarrollo de esta investigación se tuvo que aplicar el trabajo de campo y de gabinete. Realizaron, fundamentado en la elaboración de inventarios de los equipos consumidores de energía eléctrica, evaluación del consumo eléctrico, estado de los niveles de iluminación y las instalaciones eléctricas, además propusieron medidas y mejoras en el sistema eléctrico que permitan brindar un servicio eficiente y finalmente realizar una evaluación económica. Los resultados fueron; los de mayor consumo son los equipos de aire acondicionado y refrigeración con un 57% del consumo total; así mismo se tiene que reemplazar los equipos de iluminación convencional a tecnología LED; también la tarifa eléctrica debe ser cambiada a MT2. Concluyeron que, para tener un sistema eléctrico más eficiente y con menor consumo se debe hacer el uso de tecnología LED mejorando la iluminación y cumplir con los niveles requeridos en cada uno de los ambientes que presentan déficit de iluminación, reduciendo costos por consumo de energía eléctrica; siendo la investigación factible con un VAN S/ 107,029.59 y TIR un 38% y la Relación Costo Beneficio S/ 1.82.

## **1.2. Realidad Problemática.**

En Ecuador , en las actividades productivas del centro de enseñanza Charlotte e Ilvem está existiendo un grave problema en discomfort lumínico el cual es provocado por la incorrecta selección de luminarias, el inadecuado diseño de oficinas y aulas, falta de mantenimiento en el sistema eléctrico, luminarias defectuosas, iluminación deficiente, incorrecta distribución de luminarias en las áreas de estudio, lo cual conlleva a estar propensos a enfermedades profesionales, bajo desempeño de los trabajadores y clientes, servicio de mala calidad ofertado e inconformidades. Como resultado de este riesgo, los empleados ya muestran síntomas de enfermedades laborales como la reducción de la capacidad visual, inicialmente debido a la presencia de fatiga en los ojos, visión borrosa, vista agotada, picor de ojos y pesadez en los párpados. Estos síntomas se originan a partir del trabajo en condiciones de iluminación deficientes. (Rodríguez, 2016).

En el Perú, actualmente la aplicación de las nuevas tecnologías en iluminación en instalaciones eléctricas residenciales no se encuentra adecuadamente generalizada debido a su mayor grado de inversión. Mayormente se opta por el uso de lámparas y luminarias ordinarias, las cuales no contribuyen a una mejora para la calidad a nivel de eficiencia energética eléctrica e iluminación. En este sentido, se hace necesario la concientización acerca del impacto de la aplicación del uso de nuevas tecnologías en iluminación innovadoras, con las cuales se puede obtener más ahorros económicos y mejorar los niveles de iluminación requeridos para una óptima realización de actividades en determinadas tareas. (Delgado & Sasai, 2019).

En la ciudad de Jaén, en la Institución Educativa Ramón Castilla y Marquesado en la actualidad cuenta con un sistema de iluminación convencional con luminarias tipo fluorescentes empolvadas y sin vida útil, energizadas y en condiciones de no haber sido reemplazadas hace bastante tiempo; todo esto se debe a la abundante carencia de mantenimiento y la falta de inspección técnica hacia las instalaciones eléctricas e iluminación. En las áreas de dicha institución existe un bajo nivel de iluminación no cumpliendo con los niveles de iluminación recomendados en la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores, siendo los servicios higiénicos la única área que cumple con los niveles de iluminación; afectando el confort visual de los estudiantes y personal administrativo. (Sempertegui & Sanchez, 2021).

Actualmente en la Institución Educativa N° 16044, ubicada en el sector Magllanal de la Provincia de Jaén, la cual brinda el servicio de educación primaria y secundaria, aún no se ha realizado una evaluación al sistema eléctrico. Siendo un proceso de gran utilidad para diagnosticar el estado actual del sistema eléctrico e iluminación que cuenta con fluorescentes tubular de 54 w, fluorescentes circular de 22w y 60w, focos de forma espiral de 27w, y focos bombilla de 16w que contienen mercurio y no logran una correcta iluminación en sus locales, produciéndose un déficit en aprendizaje de los alumnos, asimismo el consumo es elevado además de existir afectaciones con el medio ambiente. Asimismo cuenta con equipos de cómputo de generación antigua. La evaluación del sistema del sistema eléctrico permitirá determinar sus deficiencias y condiciones de iluminación actual en dicha institución. Este estudio propone un plan de mejoras y el uso de nuevas tecnologías para obtener un mejor ahorro de energía eléctrica, mejor cuidado del medio ambiente y un mejor confort visual para el aprendizaje de los estudiantes teniendo una mejor iluminación.

### **1.3. Formulación del Problema.**

¿Qué medidas de mejora se pueden proponer en la Institución Educativa N° 16044 Magllanal, Jaén - Perú, para tener un Sistema Eléctrico Eficiente?

### **1.4. Hipótesis.**

Si se propone medidas de mejora en la Institución Educativa N°16044 Magllanal - Jaén, entonces se tendrá un Sistema Eléctrico Eficiente.

### **1.5. Justificaciones.**

#### **1.5.1. Justificación Técnica.**

La evaluación del sistema eléctrico permitirá tomar medidas o acciones que permitan reducir la demanda reflejada en el consumo de energía eléctrica y mejorar la iluminación, para cual se propone mejoras a través de equipos con nuevas tecnologías, equipos más eficientes para mejorar el sistema de iluminación, repercutiendo en un ahorro energético y mejor calidad de iluminación.

### **1.5.2. Justificación Económica.**

La Institución Educativa N° 16044 Magllanal, cuenta con un sistema de iluminación convencional, el cual es uno de los más grandes consumidores de energía incrementando los costos de energía eléctrica en iluminación, asimismo cuenta con equipos de cómputo de generación antigua. Mientras en este estudio, se propone mejoras mediante el uso de nuevas tecnologías como es un sistema de iluminación con tecnología LED ya que su consumo de energía eléctrica es menor al sistema de iluminación convencional, asimismo el uso de equipos de cómputo de generación moderna logrando considerablemente un ahorro económico. Además, la propuesta de un sistema de iluminación con tecnología LED permitirá que la institución tenga una mejor calidad de iluminación en cada uno de sus ambientes.

### **1.5.3. Justificación Social.**

En la Institución Educativa N° 16044 Magllanal, aún no se ha realizado una evaluación al sistema eléctrico ni se ha optado por el uso de nuevas tecnologías de un sistema de iluminación con tecnología Led, ni equipos de cómputo de generación moderna, por lo que marcaría la diferencia en comparación con los sistemas de iluminación convencionales y equipos de cómputo existentes. Además abrirían las puertas para la implementación de proyectos que utilicen sistemas de iluminación Led logrando tener una mejor calidad de iluminación, tendrá un impacto positivo en la comunidad educativa y la sociedad, debido a que el uso de nuevas tecnologías para la iluminación y equipos de cómputo, ayudara a resolver problemas que afectan a un grupo social, beneficiando a los estudiantes y docentes teniendo una mejor iluminación y desarrollo de aprendizaje y enseñanza.

### **1.5.4. Justificación Ambiental.**

La evaluación del sistema eléctrico permitirá tomar acciones y medidas de mejoramiento para reducir el consumo de energía eléctrica, contaminación ambiental y el calentamiento global. Por ese motivo esta investigación es necesaria porque en la Institución Educativa N° 16044 Magllanal, para su alumbrado hacen uso de un sistema de iluminación convencional el cual contribuyen con la contaminación ambiental con desechos propios de sus elementos especialmente el de bombillas ya que estas poseen componentes nocivos como el mercurio, que de no tener un adecuado proceso de disposición final, serian grandes contaminantes de los ecosistemas y perjudiciales para la salud de las personas y de otros seres

vivos. Ante esta problemática se propone mejoras mediante el uso de nuevas tecnologías para la iluminación en dicha institución.

## **1.6. Objetivos.**

### **1.6.1. Objetivo General.**

Evaluar y proponer mejoras en el Sistema Eléctrico de la Institución Educativa N° 16044 Magllanal Jaén-Perú.

### **1.6.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar el estado actual en que se encuentra el sistema eléctrico.
- Elaborar un inventario de los equipos eléctricos.
- Proponer un plan de mejoras que contribuya a la optimización del sistema eléctrico.
- Realizar un análisis económico del plan de mejoras.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Objeto de Estudio.

El presente trabajo tuvo como objeto de estudio el sistema eléctrico de la Institución Educativa N°16044 Magllanal Jaén - Perú.

### 2.2. Ubicación Geográfica.

La Institución Educativa N°16044, se encuentra ubicada en el Sector Magllanal de la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, dedicada a brindar el servicio de Educación Primaria y Secundaria.

**Figura 1**

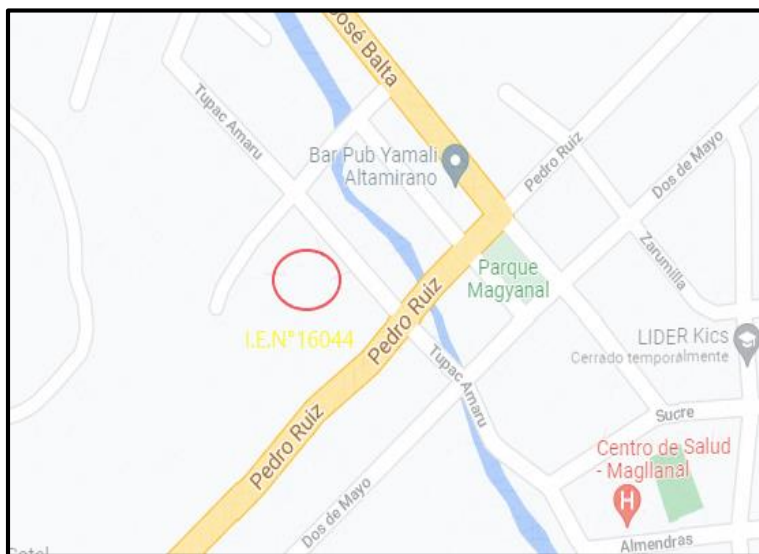
*Ubicación satelital, I.E.N°16044 Magllanal de la ciudad de Jaén*



*Nota.* La tabla muestra la Ubicación Satelital de la I.E.N°16044 Magllanal de la Ciudad de Jaén. Fuente: Google Earth.

**Figura 2**

*Ubicación Geográfica de la I.E. N°16044 Magllanal de la Ciudad de Jaén*



*Nota.* La tabla muestra la Ubicación Geográfica de la I.E. N°16044 Magllanal de la Ciudad de Jaén. Fuente: Google Maps.

### **2.3. Población, Muestra y Muestreo.**

La población y muestra del presente estudio estará conformada por todos los equipos y componentes del Sistema Eléctrico de la Institución Educativa N°16044 Magllanal en la Provincia de Jaén - Cajamarca.

El muestreo es no probabilístico ya que se considera el total de los equipos y componentes del sistema eléctrico.

### **2.4. Tipo de Investigación.**

#### **2.4.1. Según su finalidad.**

El tipo de investigación es aplicada, porque está orientada a resolver un problema que aqueja a la Institución Educativa N°16044 Magllanal, mediante la implementación de una propuesta de un nuevo diseño del sistema eléctrico y un sistema de iluminación más eficiente con tecnología LED, obteniendo los niveles de iluminación adecuados según lo establecido en la norma EM-10 de Instalaciones Eléctricas de Interiores; asimismo la propuesta de equipos de cómputo más eficientes. Lo cual se verá reflejado en ahorros económicos.

#### **2.4.2. Según su enfoque.**

Es cuantitativa, porque se realizaron mediciones de los niveles de iluminación para medir los lux con ayuda de un luxómetro, los datos recolectados fueron de ayuda para proponer un nuevo sistema de iluminación más eficiente y observar las mejoras que existe por el cambio del nuevo sistema.

#### **2.4.3. Según su alcance.**

Descriptivo, porque solo se identificó, describió, registro, analizo e interpreto es estado actual del sistema eléctrico e iluminación de la Institución Educativa N°16044 Magllanal.

#### **2.4.4. Según su diseño.**

Es una investigación no experimental, porque no se realizó ninguna manipulación o alteración a la población que se estudió. Solo se procedió a realizar una inspección técnica visual del estado del sistema eléctrico y las condiciones de iluminación actual en los ambientes de la Institución Educativa N°160144 Magllanal.

#### **2.5. Línea de investigación.**

Eficiencia energética.

#### **2.6. Materiales.**

Para lograr los objetivos planteados en esta investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos.

##### **2.6.1. EPP'S.**

Se hizo uso de casco, guantes y zapatos dieléctricos debido a que el trabajo realizado fue a una tensión de 220V, para evitar cualquier riesgo eléctrico.

##### **2.6.2. Internet.**

Se utilizó el internet para adquirir información de tesis, revistas, libros entre otros. El cual me permitió adquirir información relevante y de mucha importancia para tener un conocimiento claro en temas relacionados al tema de investigación.

### 2.6.3. Cámara fotográfica.

Se usó una cámara fotográfica para registrar evidencias fotográficas de las condiciones actuales del sistema eléctrico en la visita a campo.

### 2.6.4. Luxómetro.

Según Granados(2019), el luxómetro es un dispositivo que permite medir la luminosidad que hay en un ambiente con que la luz aparece en el ojo humano. La unidad de medida es lux, equivalente a la energía producida por una fuente de luz, ( $\text{Lumen}/\text{m}^2$ ).

Se hizo uso de un luxómetro TENMARS, para medir la iluminación media actual de todos los ambientes de la Institución Educativa N°16044 Magllanal. A continuación se muestra las especificaciones técnicas del luxómetro utilizado:

- Marca: TENMARS.
- Modelo: TM-202.
- Rango: 20 Lux hasta 200,000 Lux.
- Procedencia: Taiwán.
- N° de serie: 160400739
- N° de certificado: MT-0666-2021.

#### **Figura 3**

*Luxómetro Tenmars Utilizado*



*Nota.* La figura muestra el luxómetro de marca TENMARS, utilizado para la medición de los niveles de iluminación. Fuente: El Autor.

### 2.6.5. Telurómetro.

El medidor de resistencia de tierra (Telurómetro), es un equipo portátil que nos permite medir o determinar la resistencia de los sistemas de puestas a tierra; y la resistividad del suelo. Es uno de los equipos adecuados para la medición de sistemas puestas a tierra de subestaciones, redes de distribución, instalaciones domesticas e industriales, pararrayos entre otros. (Cruceira & Nieto, 2013).

Se hizo uso de un Teluometro TESTECH KT-480D, para la medición de resistencia del Sistema de Puesta a Tierra instalado en la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la Provincia de Jaen.Acontinuacion se muestra las características del Teluometro utilizado:

- Marca: TESTECH.
- Modelo: KT-480D.
- N° de serie: 21945018.
- Tensión de Prueba: 220V.
- Rango de Medición:  $20\Omega$  hasta  $2,000\Omega$ .

**Figura 4**

*Teluometro Testech Utilizado*



*Nota.* La figura muestra el Teluometro de marca TESTECH, utilizado para la medición de resistencia del SPAT.Fuente: El Autor.

#### **2.6.6. Microsoft Excel.**

El Microsoft Excel, es un programa informático de la suite ofimática Microsoft Office, cuya principal función es la de ejecutar operaciones matemáticas básicas (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones), hasta instrucciones de gran complejidad en la administración de grandes volúmenes de información a través de bases de datos y sus respectivos reportes gráficos útiles para la toma de decisiones. (Avalos, Peres, & Piñas, 2018).

Se hizo uso del Microsoft Excel 2023, para realizar el procesamiento de datos obtenidos y representarlos en gráficas para su respectivo análisis. También se usó para poder realizar la evaluación económica de la propuesta de mejora.

#### **2.6.7. AutoCAD 2015.**

Se hizo uso del AutoCAD 2015, para el diseño del sistema eléctrico propuesto. (Ver figura 30, 31, 32 y 33).

### **2.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

#### **2.7.1. Técnicas de Recolección de Datos.**

##### **2.7.1.1. Observación directa.**

Se visitó la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la Provincia de Jaén, para realizar una inspección técnica a los componentes del sistema eléctrico actual como el estado y tipo de luminarias, interruptores tomacorrientes, tableros eléctricos, sistema de puesta a tierra sockets entre otros. Se verifico las condiciones de iluminación realizando mediciones de los niveles de iluminación de los ambientes con un luxómetro. Ver anexo 3. Asimismo se realizó la inspección de los equipos consumidores de energía, realizando un inventario de equipos eléctricos mediante un formato de recolección de datos. Ver anexo 4.

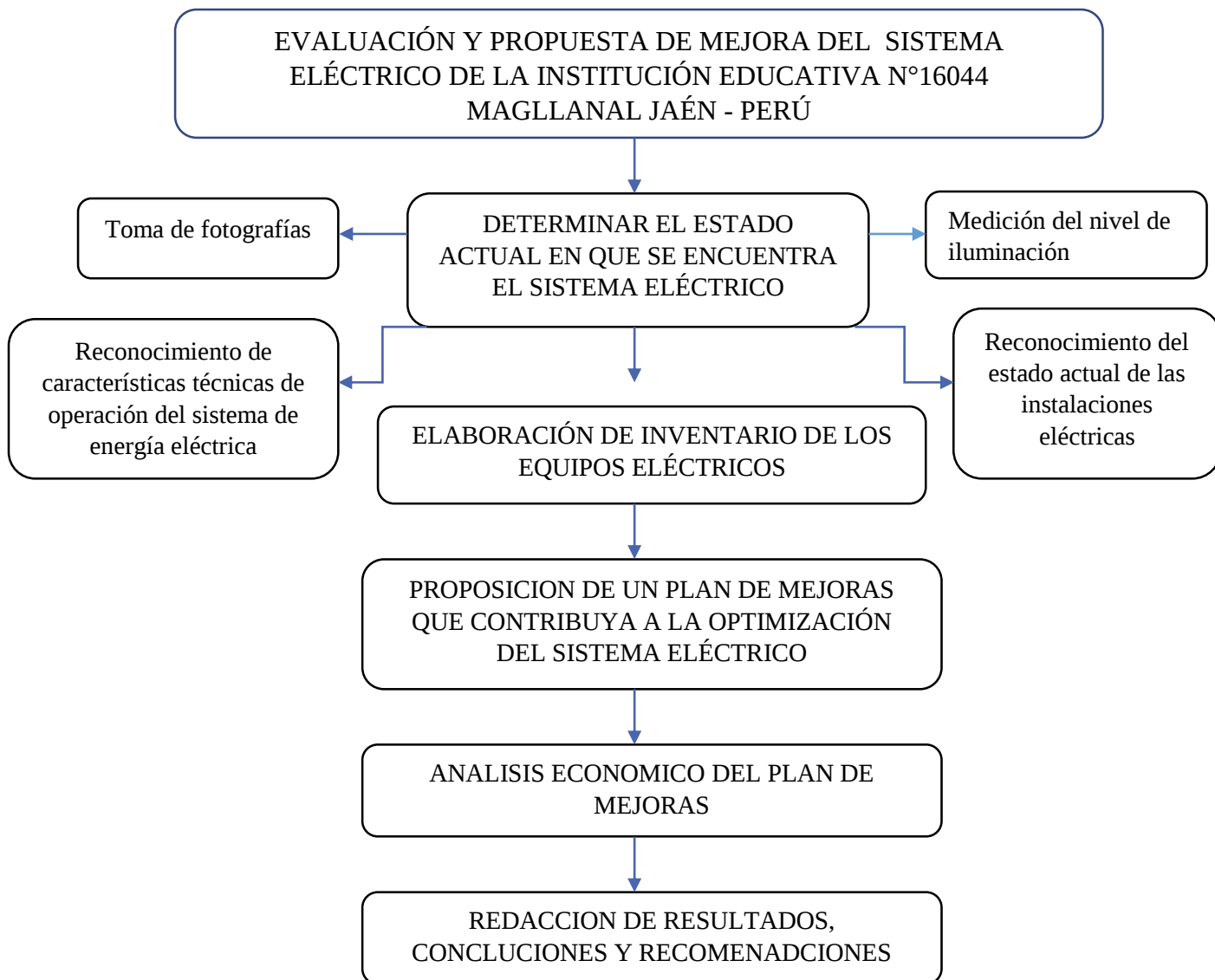
##### **2.7.1.2. Análisis de documentos.**

Se tuvo en cuenta tesis, revistas, artículos, libros de investigación, todos relacionados al tema que se está investigando, con la finalidad de obtener información de vital importancia y el conocimiento necesario para desarrollar el tema de investigación.

## 2.8. Procedimiento.

**Figura 5**

*Diagrama de Procedimiento en la investigación*



*Nota.* La figura muestra el diagrama de procedimiento en la investigación. Fuente: El Autor.

## **2.9. Metodología de la Investigación.**

Para realizar la evaluación del sistema eléctrico de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, se determinó mediante la inspección técnica, los datos para la elaboración del inventario de los equipos eléctricos se obtuvo del área de patrimonio de la Institución Educativa, así mismo los datos de iluminación se obtuvieron realizando toma de mediciones con el luxómetro.

Una vez realizado el análisis en iluminación, se realizó la comparación con la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores para verificar si el nivel de iluminación en cada ambiente son los adecuados, con los datos de potencia y energía se determinó el consumo diario y/o mensual de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, para luego dar las propuestas de mejoras para lograr un sistema eléctrico eficiente, una mejor iluminación y reducir el consumo de energía eléctrica. Finalmente se realizó la evaluación económica y técnica de la propuesta para su implementación.

### **2.9.1. Determinar el estado actual en que se encuentra el sistema eléctrico.**

Como primer objetivo fue determinar el estado actual del Sistema Eléctrico de la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la Provincia de Jaén, el cual fue un paso muy importante para que se conozca cómo y porque existen deficiencias. Para lo cual se realizó las siguientes actividades.

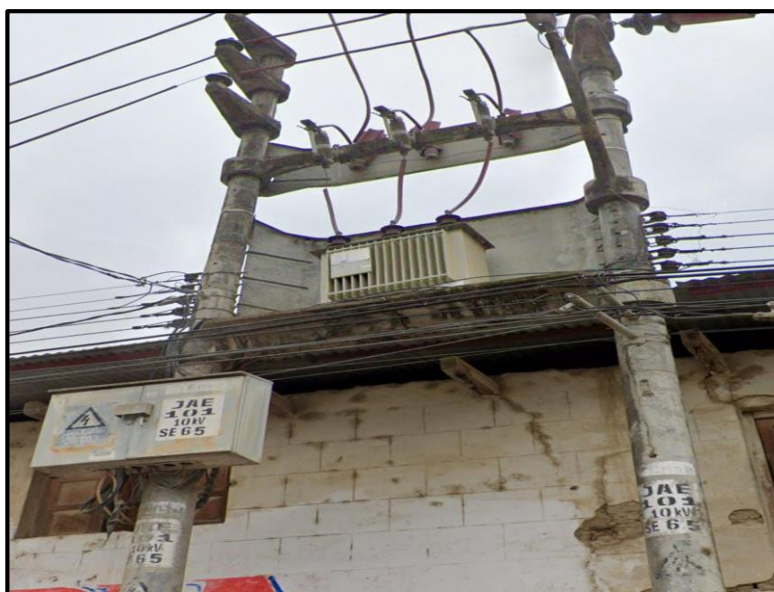
- Determinar las características técnicas de operación del sistema de energía eléctrica.
- Realizar el reconocimiento y estado actual de las instalaciones eléctricas.
- Realizar mediciones de nivel de iluminación actual en los ambientes.

**2.9.1.1. Determinar las características técnicas de operación del sistema de energía eléctrica.**

El Sistema Eléctrico de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, de la Provincia de Jaén, se encuentra alimentado con cable concéntrico de  $2 \times 4 \text{ m}^2$  de acometida y se alimenta de un transformador de 100KVA, ubicado en la parte exterior de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, perteneciente a la empresa concesionaria Electro Oriente S.A.

**Figura 6**

*Sub Estación de 100KVA*

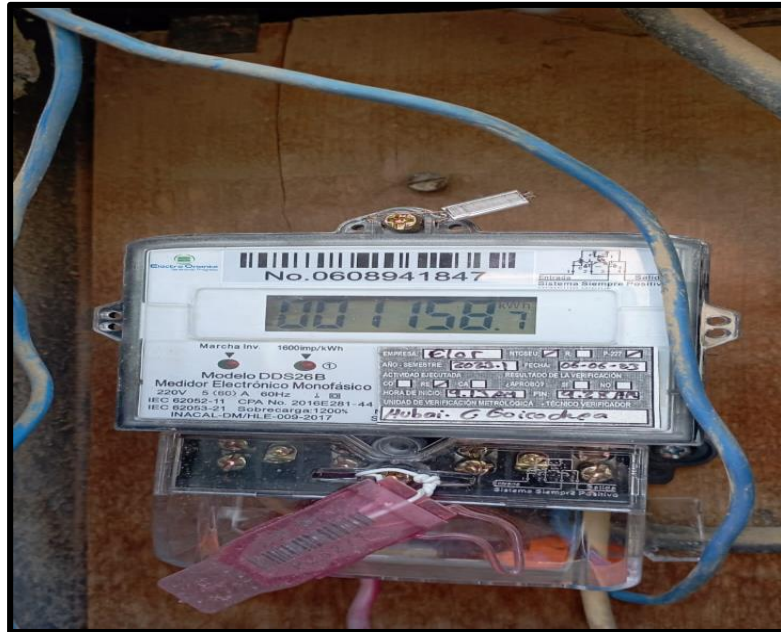


*Nota.* La figura muestra la Sub Estación de 100KVA, que alimenta a la Institución Educativa N°16044 Magllanal. Fuente: El Autor.

La Institución Educativa N°16044 Magllanal de la provincia de Jaén, cuenta con un Sistema de Medición Monofásico – Aérea, con una Tarifa BT5B, con cargo fijo mensual de S/ 0,9435, con Número de Suministro N° 30821631, Tensión de 220 V y una Potencia contratada de 1.0 kW. Serie del Medidor N° 0608941847(2H), de la Empresa Electro Oriente S.A.

**Figura 7**

*Sistema de Medición Monofásico*



*Nota.* La figura muestra el Sistema de Medición Monofásico de la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la Provincia de Jaén. Fuente: El Autor.

#### **2.9.1.2. Realizar el reconocimiento y estado actual de las instalaciones eléctricas.**

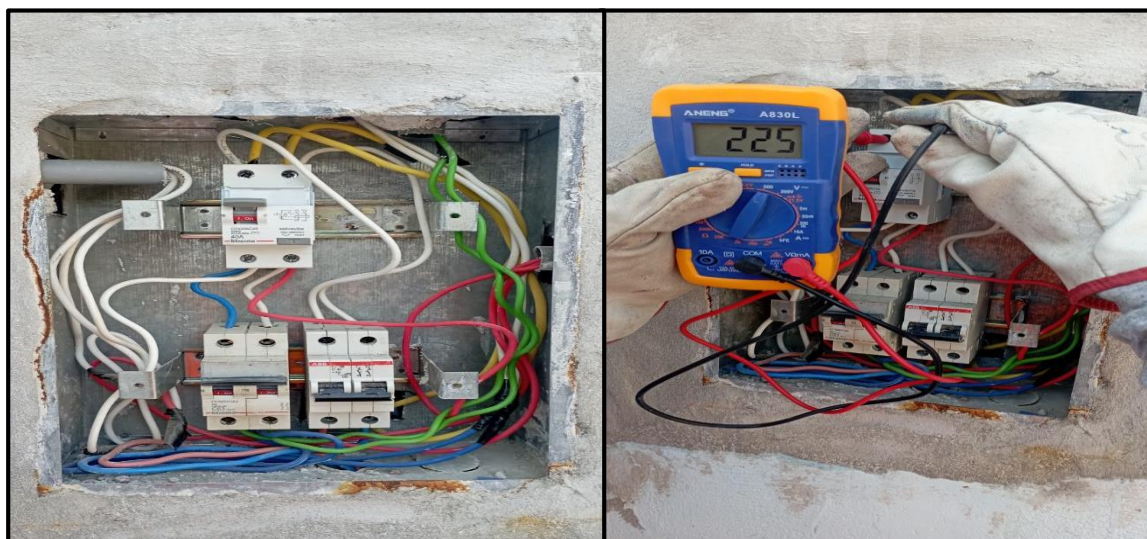
El reconocimiento de las Instalaciones Eléctricas, se realizó en las diferentes áreas de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, logrando conocer de qué manera se utiliza y como está distribuido la Energía Eléctrica, para tener una mejor estimación del estado y consumo de energía y así poder tomar medidas de mejora para lograr un Sistema Eléctrico más Eficiente.

##### **A).Tableros Eléctricos.**

En la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la Provincia de Jaén, se determinó la existencia de 01 Tablero Principal y 04 Tableros de Distribución, como se muestran en las siguientes figuras 8, 9, 10, 11y 12.

**Figura 8**

*Tablero Principal*



*Nota.* La figura muestra los componentes eléctricos de un interruptor diferencial y dos interruptores termomagnéticos del tablero principal. Fuente: El Autor.

En la figura 8, se aprecia el Tablero General, con una instalación no recomendable y la falta de un interruptor general, los conductores eléctricos no se encuentran dimensionados con respecto a sus protecciones contra cualquier sobrecarga y cortocircuito, los interruptores se encuentran en mal estado. Los interruptores de protección no son los adecuados, por el motivo a que se encuentran sobredimensionados y no son los adecuados para el Sistema Eléctrico. En la tabla 1, se muestra las características del tablero principal.

**Tabla 1**

*Características del tablero principal*

| SISTEMA DE PROTECCIÓN | CAPACIDAD | DESCRIPCIÓN            | CONDUCTOR(CALIBRE AWG/MCM) | TENSIÓN ( V ) |
|-----------------------|-----------|------------------------|----------------------------|---------------|
| I. Diferencial        | 40A       | Alimentación           | 12                         | 225           |
| I.Termomagnetico      | 63A       | Reflectores de loza    | 14                         | 225           |
| I.Termomagnetico      | 40A       | Iluminación de entrada | 14                         | 225           |

*Nota.* La figura muestra las características del tablero principal. Fuente: El Autor.

**Figura 9**

*Tablero de distribución N° 01*



*Nota.* La figura muestra los componentes eléctricos de tres interruptores termomagnéticos del Tablero de Distribución N°01.Fuente: El Autor.

En la figura 9, se aprecia el Tablero de Distribución N°01, con una instalación no recomendable y la falta de un interruptor diferencial para la protección ante cualquier fuga de energía y proteger la integridad física de los estudiantes, docentes, personal administrativo y terceros, los conductores eléctricos no se encuentran dimensionados con respecto a sus protecciones contra cualquier sobrecarga y cortocircuito, los interruptores se encuentran en mal estado. Los interruptores de protección no son los adecuados, por el motivo a que se encuentran sobredimensionados y no son los adecuados para el Sistema Eléctrico. En la tabla 2, se muestra las características del tablero de distribución N°01.

**Tabla 2**

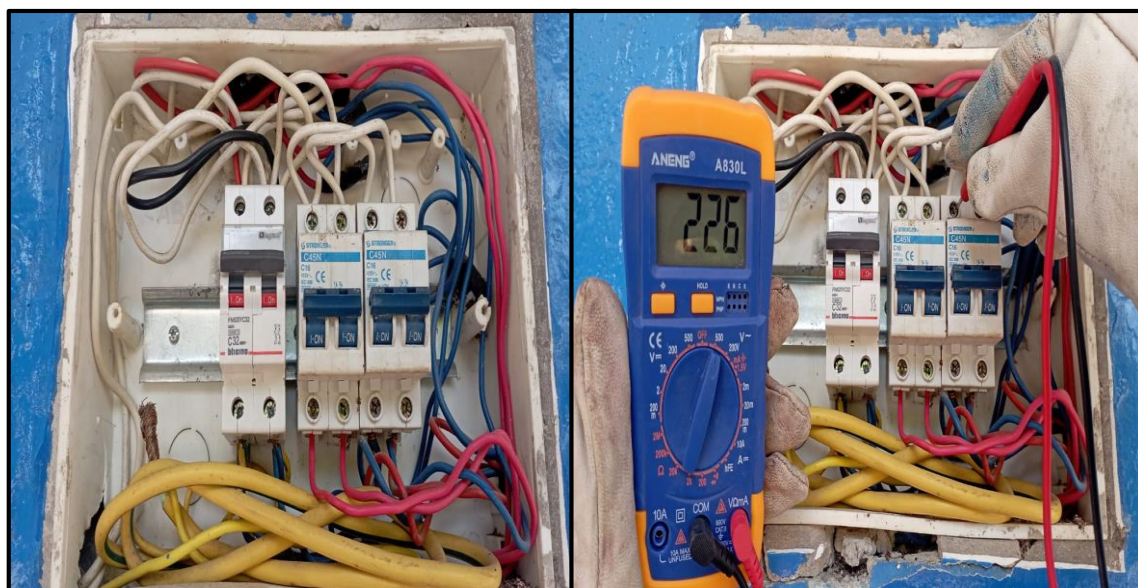
*Características del tablero de distribución N°01*

| SISTEMA DE PROTECCIÓN    | CAPACIDAD | DESCRIPCIÓN    | CONDUCTOR(Calibre AWG/MCM) | TENSIÓN (V) |
|--------------------------|-----------|----------------|----------------------------|-------------|
| I.Termomagnetico         | 63A       | Iluminación    | 12                         | 225         |
| I.Termomagnetico General | 20A       | Alimentación   | 14                         | 225         |
| I.Termomagnetico         | 25A       | Tomacorrientes | 14                         | 225         |

*Nota.* La tabla muestra las características del tablero de distribución N°01.Fuente: El autor.

**Figura 10**

*Tablero de distribución N° 02*



*Nota.* La figura muestra los componentes eléctricos de tres interruptores termomagnéticos del tablero de distribución N°02.Fuente: El Autor.

En la figura 10, se aprecia el Tablero de Distribución N°02, con una instalación no recomendable y la falta de un interruptor diferencial para la protección ante cualquier fuga de energía y proteger la integridad física de los estudiantes, docentes, personal administrativo y terceros, los conductores eléctricos no se encuentran dimensionados con respecto a sus protecciones contra cualquier sobrecarga y cortocircuito, los interruptores se encuentran en mal estado. Los interruptores de protección no son los adecuados, por el motivo a que se encuentran sobredimensionados y no son los adecuados para el sistema eléctrico. En la tabla 3, se muestra las características del tablero de distribución N°02.

**Tabla 3**

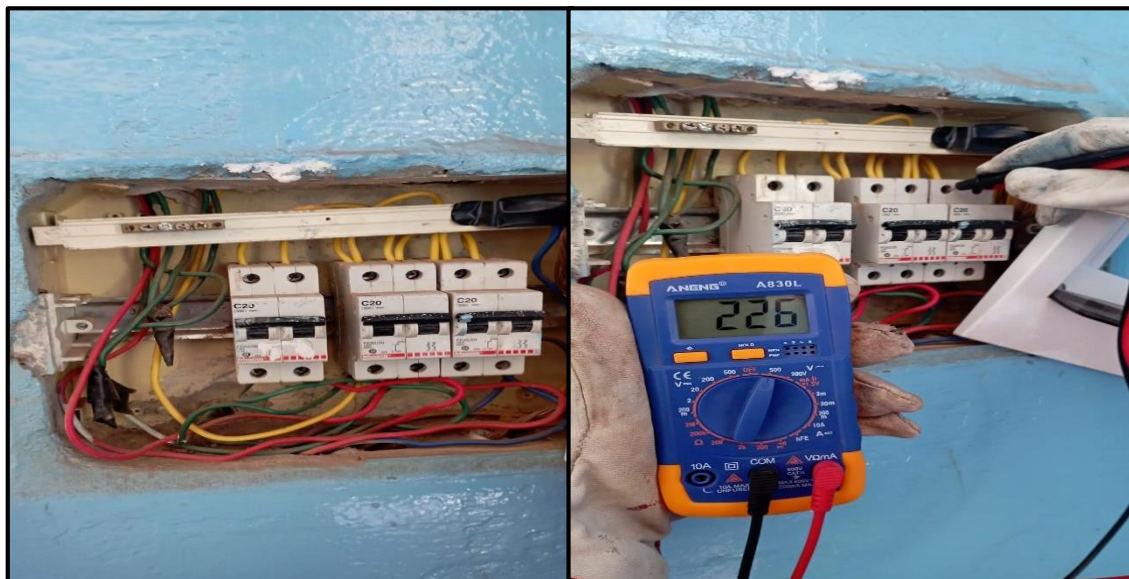
*Características del tablero de distribución N°02*

| SISTEMA DE PROTECCIÓN | CAPACIDAD | DESCRIPCIÓN    | CONDUCTOR(Calibre AWG/MCM) | TENSIÓN ( V ) |
|-----------------------|-----------|----------------|----------------------------|---------------|
| I.Termomagnetico      | 32A       | Alimentación   | 12                         | 226           |
| I.Termomagnetico      | 16A       | Tomacorrientes | 14                         | 226           |
| General               |           |                |                            |               |
| I.Termomagnetico      | 16A       | Iluminación    | 14                         | 226           |

*Nota.* La tabla muestra las características del tablero de distribución N°02.Fuente: El Autor.

**Figura 11**

*Tablero de distribución N° 03*



*Nota.* La figura muestra los componentes eléctricos de tres interruptores termomagnéticos del tablero de distribución N°03.Fuente: El Autor.

En la figura 11, se aprecia el Tablero de Distribución N°03, con una instalación no recomendable y la falta de un interruptor diferencial para la protección ante cualquier fuga de energía y proteger la integridad física de los estudiantes, docentes, personal administrativo y terceros, los conductores eléctricos no se encuentran dimensionados con respecto a sus protecciones contra cualquier sobrecarga y cortocircuito, los interruptores se encuentran en mal estado. Los interruptores de protección no son los adecuados, por el motivo a que se encuentran sobredimensionados y no son los adecuados para el sistema eléctrico. En la tabla 4, se muestra las características del tablero de distribución N°03.

**Tabla 4**

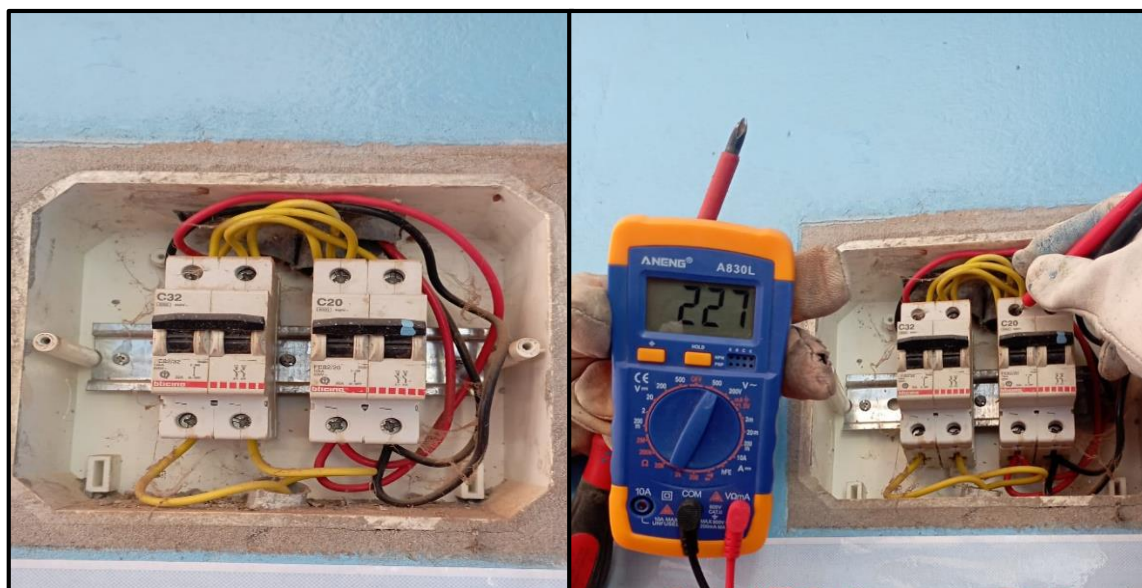
*Características del tablero de distribución N°03*

| SISTEMA DE PROTECCIÓN | CAPACIDAD | DESCRIPCIÓN   | CONDUCTOR(Calibre AWG/MCM) | TENSIÓN ( V ) |
|-----------------------|-----------|---------------|----------------------------|---------------|
| I.Termomagnetico      | 20A       | Iluminación   | 12                         | 226           |
| I.Termomagnetico      | 20A       | Alimentación  | 14                         | 226           |
| General               |           |               |                            |               |
| I.Termomagnetico      | 20A       | Tomacorriente | 14                         | 226           |

*Nota.* La tabla muestra las características del tablero de distribución N°03.Fuente: El autor.

**Figura 12**

*Tablero de distribución N° 04*



*Nota.* La figura muestra los componentes eléctricos de dos interruptores termomagnéticos del tablero de distribución N°04.Fuente: El Autor.

En la figura 12, se aprecia el Tablero de Distribución N°04, con una instalación no recomendable y la falta de un interruptor diferencial para la protección ante cualquier fuga de energía y proteger la integridad física de los estudiantes, docentes, personal administrativo y terceros, los conductores eléctricos no se encuentran dimensionados con respecto a sus protecciones contra cualquier sobrecarga y cortocircuito, los interruptores se encuentran en mal estado. Los interruptores de protección no son los adecuados, por el motivo a que se encuentran sobredimensionados y no son los adecuados para el sistema eléctrico. En la tabla 5, se muestra las características del tablero de distribución N°04.

**Tabla 5**

*Características del Tablero de Distribución N° 04*

| SISTEMA DE PROTECCIÓN | CAPACIDAD | DESCRIPCIÓN    | CONDUCTOR(Calibre AWG/MCM) | TENSIÓN ( V ) |
|-----------------------|-----------|----------------|----------------------------|---------------|
| I.Termomagnetico      | 32A       | Tomacorrientes | 12                         | 227           |
| I.Termomagnetico      | 20A       | Iluminación    | 14                         | 227           |

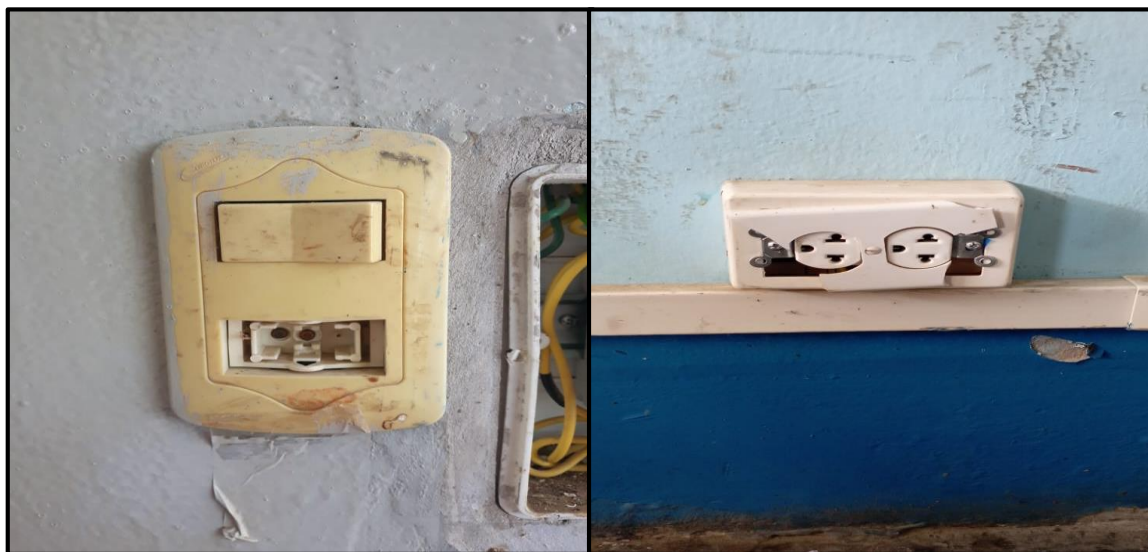
*Nota.* La tabla muestra las características del tablero de distribución N°04.Fuente: El autor.

### **B). Tomacorrientes e interruptores.**

Se evidencio la existencia de algunos interruptores simples, dobles y tomacorrientes en mal estado y algunos sin conexión al sistema de puesta a tierra generando un riesgo eléctrico como se aprecia en la figura 13.

**Figura 13**

*Interruptor y tomacorriente en mal estado*



*Nota.* La figura muestra el estado de interruptores y tomacorrientes en la Institución Educativa.  
Fuente: El Autor.

### **C). Sistema de Iluminación.**

Al realizar la inspección del sistema de iluminación (interior y exterior), se evidencio la existencia de fluorescentes circulares y tubulares para la iluminación exterior y foco espiral, foco bombilla ahorrador para la iluminación interior, de las cuales algunos se encuentran en mal estado, con polvo por la falta de mantenimiento como se aprecian en la figura 14 y 15.

**Figura 14**

*Fluorescentes con encendido intermitente y sin vida útil*



*Nota.* La figura muestra el estado de fluorescentes con encendido intermitente y sin vida útil en la Institución Educativa N°10644 Magllanal. Fuente: El Autor.

**Figura 15**

*Foco espiral y fluorescente tubular*



*Nota.* La figura muestra focos tipo espiral y fluorescentes tipo tubular existentes en la Institución Educativa N°16044 Magllanal. Fuente: El Autor.

#### D). Sistema de puesta a tierra.

El registro del Sistema de Puesta a Tierra (SPAT), fue difícil de ubicar, por encontrarse tapado con tierra y además de no estar debidamente señalado para su fácil ubicación, encontrándose ubicado en el patio frente a la sala de cómputo. Al momento de destapar el registro, se evidencio la falta de mantenimiento por encontrarse el conector A/B y la varilla de cobre sulfatadas, además de que no está interconectado con la mayoría de los sistemas a tierra (toma corrientes). Para terminar con la revisión del sistema de puesta a tierra, se procedió a realizar dos mediciones de resistencia del SPAT empleando el método del 62%, haciendo uso de un Teluometro TESTECH KT-480D, obteniendo unas resistencias de  $20.80\Omega$  y  $22.80\Omega$ , como se aprecia en la figura 16.

**Figura 16**

*Resultado de medición de resistencia de SPAT*



*Nota.* La figura muestra los resultados de las mediciones realizadas al SPAT en la Institución Educativa N°16044 Magllanal. Fuente: El Autor.

El método del 62% consistió en el uso de 2 electrodos, en lo cual un electrodo se enterró a una distancia “x” y el segundo electrodo se enterró al 62% de la distancia “x” en línea recta a partir del electrodo del SPAT, al cual se le conoce como distancia “y”. Una vez realizado se conectó los cables desde los bornes del Teluometro a los electrodos enterrados y se procedió

a realizar las mediciones. Se realizaron dos mediciones a diferentes distancias como se aprecian en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Mediciones a diferentes distancias realizadas al SPAT*

| ELECTRODO               | DISTANCIA( m ) | RESISTENCIA (Ω ) |
|-------------------------|----------------|------------------|
| <b>PRIMERA MEDICIÓN</b> |                |                  |
| X                       | 20             |                  |
| Y                       | 12.4           | 20.80            |
| <b>SEGUNDA MEDICIÓN</b> |                |                  |
| X                       | 20             |                  |
| Y                       | 11.4           | 22.80            |

*Nota.* La tabla muestra los resultados de las mediciones realizadas a diferentes distancias al sistema de puesta a tierra. Fuente: El autor.

Como se puede apreciar en la tabla 6, el valor de la resistencia del sistema medido se encuentra por debajo del máximo permitido por el CNE-Utilización en la sección 060-712 que es de 25 Ω cumpliendo sin ningún problema, se sugiere realizar un mantenimiento una vez al año para mantener el valor de la resistencia por debajo de lo permitido y en óptimas condiciones de funcionamiento.

#### **2.9.1.3. Realizar mediciones de iluminación actual en los ambientes.**

Se realizó las mediciones de iluminación media (lux) de todos los ambientes de los 03 pabellones como baños, dirección, sala de cómputo, almacén, biblioteca, aulas de estudio de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, haciendo el uso de un luxómetro como se observa en la figura 17 y 18, para ser comparadas con el Reglamento Nacional de Edificaciones según en la norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores.

**Figura 17**

*Medición de nivel de iluminación de la dirección con el luxómetro*



*Nota.* La figura muestra la medición del nivel de iluminación realizado a la dirección de la Institución Educativa N°16044 Magllanal. Fuente: El Autor.

**Figura 18**

*Lux medidos en la dirección, 61.6lux*



*Nota.* La figura muestra el resultado de nivel de iluminación de 61.6 Lux en la dirección de la Institución educativa N°16044 Magllanal. Fuente: El Autor.

El resto de mediciones que se realizaron en los ambientes de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, se encuentran en el Anexo 3.

En la tabla 7, se observan las mediciones de iluminación, registradas con el luxómetro para verificar si el sistema de distribución de iluminación en cada área cumple de acuerdo a la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores.

**Tabla 7**

*Niveles de iluminación actual de los ambientes*

| PABELLÓN       | AMBIENTE              | ACTIVIDAD                  | NIVEL DE ILUMINACION<br>( Lux ) |
|----------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Pabellón N° 01 | Aula N° 01            | Salón de clases            | 17.5                            |
|                | Aula N° 02            | Salón de clases            | 20.4                            |
|                | Baño de damas N° 01   | Servicios Higiénicos       | 82.9                            |
|                | Baño de damas N° 02   | Servicios Higiénicos       | 85.1                            |
|                | Baño de varones N° 01 | Servicios Higiénicos       | 52.8                            |
|                | Baño de varones N° 02 | Servicios Higiénicos       | 82.8                            |
| Pabellón N° 02 | Sala de computo       | Salón de clases de computo | 59.8                            |
|                | Dirección             | Oficina                    | 61.6                            |
|                | Almacén N° 01         | Almacén de material        | 57.8                            |
|                | Aula N° 01            | Salón de clases            | 83.2                            |
|                | Aula N° 02            | Salón de clases            | 15.6                            |
|                | Aula N° 03            | Salón de clases            | 43.1                            |
|                | Biblioteca N° 01      | Biblioteca de libros       | 37.8                            |
| Pabellón N° 03 | Aula N° 01            | Salón de clases            | 67.3                            |
|                | Aula N° 02            | Salón de clases            | 45.1                            |
|                | Aula N° 03            | Salón de clases            | 58.4                            |
|                | Aula N° 04            | Salón de clases            | 46.5                            |
|                | Aula N° 05            | Salón de clases            | 49.9                            |
|                | Aula N° 06            | Salón de clases            | 37.5                            |

*Nota.* La tabla muestra los resultados de los niveles de iluminación en los ambientes de la Institución Educativa N°16044 Magllanal. Fuente: El autor.

### **2.9.2. Elaborar un inventario de los equipos eléctricos.**

Después de haber realizado la inspección de todas las Instalaciones Eléctricas de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, se procedió a realizar la recolección de información de los equipos consumidores de energía del sistema eléctrico mediante un formato (ver anexo 4), permitiendo inventariar las cargas eléctricas existentes del sistema y a la vez conocer su máxima demanda en el sistema eléctrico. En la tabla 8, se detalla el inventario de cargas eléctricas del sistema eléctrico instaladas en todas las áreas de la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la Provincia de Jaén.

**Tabla 8**

*Inventario de cargas eléctricas de la Institución Educativa N°16044 Magllanal*

| ÍTEMS                                            | DESCRIPCIÓN                      | POTENCIA<br>(W) | CANTIDAD<br>EQUIPOS | POTENCIA<br>TOTAL (Kw) | USO (Hora/Día) | CONSUMO<br>(Kwh/Día) | CONSUMO<br>(Kwh/Mes) | PORCENTAJE (%) |
|--------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------|
| <b>I. Sistema de iluminación</b>                 |                                  |                 |                     |                        |                |                      |                      |                |
| 1.1                                              | Fluorescente circular<br>Philips | 60              | 41                  | 2.46                   | 1              | 2.46                 | 73.80                | 22             |
| 1.2                                              | Foco ahorrador<br>bombilla FSL   | 25              | 35                  | 0.87                   | 1              | 0.87                 | 26.25                | 8              |
| 1.3                                              | Fluorescente circular<br>Philips | 36              | 26                  | 0.93                   | 1              | 0.93                 | 28.08                | 8              |
| 1.4                                              | Fluorescente espiral<br>Philips  | 27              | 55                  | 1.48                   | 1              | 1.48                 | 44.55                | 13             |
| 1.5                                              | Fluorescente tubular<br>Philips  | 54              | 40                  | 2.16                   | 1              | 2.16                 | 64.80                | 19             |
| 1.6                                              | Reflector modelo Aran<br>Josfel  | 500             | 6                   | 3.00                   | 0.50           | 1.50                 | 45                   | 13             |
| 1.7                                              | Reflector Led                    | 450             | 8                   | 3.60                   | 0.50           | 1.80                 | 54                   | 16             |
|                                                  | Total                            | 1152            | 211                 | 14.51                  | 6              | 11.22                | 336.60               | 100            |
| <b>II. Componentes eléctricos y electrónicos</b> |                                  |                 |                     |                        |                |                      |                      |                |
| 2.1                                              | Computadoras-Sala de<br>computo  | 250             | 15                  | 3.75                   | 1              | 3.75                 | 112.50               | 43.50          |
| 2.2                                              | Computadora-<br>Dirección        | 250             | 1                   | 0.25                   | 8              | 2                    | 60                   | 23.20          |

|       |           |      |    |      |       |      |        |       |
|-------|-----------|------|----|------|-------|------|--------|-------|
| 2.3   | Impresora | 300  | 1  | 0.30 | 8     | 2.4  | 72     | 27.84 |
| 2.4   | TV 32``   | 120  | 1  | 0.12 | 0.50  | 0.06 | 1.80   | 0.69  |
| 2.5   | Laptops   | 35   | 2  | 0.07 | 3     | 0.21 | 6.30   | 2.43  |
| 2.6   | Proyector | 200  | 1  | 0.20 | 1     | 0.20 | 6      | 2.32  |
| Total |           | 3655 | 21 | 4.69 | 21.50 | 8.62 | 258.60 | 100   |

*Nota.* La tabla muestra el inventario de cargas eléctricas existente en la Institución Educativa N°16044 Magllanal. Fuente: El autor.

Como se observa en la tabla 8, los fluorescentes circulares PHILIPS de 60W representan el 22% del consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación, los focos ahorradores bombilla FSL de 25W el 8%, los fluorescentes circulares PHILIPS de 36W el 8%, los focos espirales PHILIPS de 27W el 13%, los fluorescentes tubular PHILIPS de 54W el 19%, los reflectores ARAN de 500W el 13% y los reflectores led de 450W el 16%. Las computadoras de la sala de cómputo de 250W representa el 43.50% del consumo de energía eléctrica de todos los componentes eléctricos y electrónicos, la computadora de la dirección de 250W el 23.20%, la impresora de 300W el 27.84%, el TV de 32`` de 140W el 0.69%, laptops de 35W el 2.43% y el proyector de 200W el 2.32%.

### **2.9.3. Proponer un plan de mejoras que contribuya a la optimización del Sistema Eléctrico.**

A partir de nuestro primer y segundo objetivo realizado, se encontró cierta deficiencia en el sistema eléctrico. Por lo cual los resultados obtenidos nos serán útil para proponer un buen plan de mejoramiento del sistema eléctrico en la Institución Educativa N°16044 Magllanal. Partiendo del análisis energético y de la evaluación del estado actual del Sistema Eléctrico de la Institución Educativa, se proponen una serie de medidas que conllevan a la organización de un plan de ahorro energético los cuales se detallan a continuación:

#### **3.9.3.1. Plan de acción.**

- Reparar todas las anomalías técnicas encontradas en el sistema eléctrico.
- Elaborar un plan de mantenimiento de todas las instalaciones y equipos eléctricos de la Institución Educativa N°16044 Magllanal.
- Apagar y desconectar las computadoras cuando no se estén haciendo uso.
- Hacer uso de la iluminación de una manera más eficiente, prendiendo las luminarias solo cuando sea necesario para desarrollar el trabajo, viéndose reflejado en una reducción de gastos de energía y mantenimiento.
- Se recomienda instalar controles automáticos de luz, como por ejemplo sensores infrarrojos, sónicos entre otros; especialmente en los pasillos, sala de reuniones.
- Realizar mantenimiento de las ventanas para aprovechar al máximo la luz natural.
- Individualizar los interruptores con la finalidad de no mantener prendidas todas las luminarias cuando no es necesario.
- Elaborar un cronograma para realizar la capacitación a los estudiantes, profesores y a toda la plana docente de manera activa, sobre uso Eficiente de la Energía Eléctrica.
- Desarrollar una propuesta con la finalidad de mejorar el Sistema de Iluminación actual y que cumpla con la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores. Esta propuesta se describirá en el apartado 2.9.3.2.
- Fomentar la cultura de ahorro energético, desarrollando actividades como foros, debates sobre temas relacionados con energías alternativas y el desarrollo sostenible.
- Incluir el tema de Eficiencia Energética en los programas de estudio en el área técnica de la electricidad y relacionarlos con las áreas de ciencias básicas.

### 2.9.3.2. Sistema de iluminación con tecnología LED propuesto.

Después de determinar las condiciones actuales de iluminación en las áreas como aulas, baños, dirección, sala de cómputo, almacén y biblioteca de la Institución Educativa N°160144 Magllanal, se pudo verificar que el Sistema de Iluminación interior no cumple con la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctrica de Interiores, y con ello se determinó que no existe una buena iluminación.-

Los datos de iluminación actual interno fue analizada el cual conlleva al interés por mejorar la iluminación interior y generar más ahorros significativos en el consumo de energía eléctrica en la Institución Educativa N°16044 Magllanal y buscar alternativas de iluminación para el alumbrado de las diferentes áreas internas con las que cuenta dicha institución, tales como, las lámparas con tecnología LED. Para ello se propone una luminaria LED ECOTREN-24W6K-PANEL REDONDO ADOSABLE, con una potencia de 24W, para ello se propone el cambio de luminarias de vapor de sodio a luminarias con tecnología LED.

En la Tabla 9, se muestran las características técnicas de luminaria LED propuesta.

**Tabla 9**

*Características técnicas de luminaria LED propuesto*

| PARÁMETROS            | CARACTERÍSTICAS                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Modelo                | 24W6K                             |
| Marca                 | ECOTREND                          |
| Tipo de luminaria LED | Panel Redondo Adosable            |
| Potencia              | 24W                               |
| Flujo luminoso        | 2400lm                            |
| Vida útil             | 35 0000horas                      |
| Temperatura color     | 6000K                             |
| Color de luz          | Fría                              |
| Angulo                | 120° de ángulo de inclinación     |
| Beneficio             | Hasta el 80% de ahorro de energía |
| Voltaje               | 100-277V AC                       |

*Nota.* Fuente: Datos técnicos del producto ECOTREND.

Para mejorar los niveles de iluminación de las áreas internas se realizó mediante el método luminotécnico según el método de lúmenes.

- **Calculo luminotécnico según el método de lúmenes.**

Con el uso del método de lúmenes se logró determinar el nivel de iluminación requerido para establecer el número de luminarias que debe tener cada ambiente en la Institución Educativa N° 16044, basándose en la norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas de Interiores. A continuación se expone el método de lúmenes.

**E).** Para determinar el nivel de iluminación media ( $E_m$ ) y el número de luminarias requerido, se tomó como ejemplo las dimensiones y altura del plano de trabajo del Aula N° 01 del pabellón N° 01, la altura del suelo sería a la superficie de la mesa.

**Tabla 10**

*Dimensiones y altura del plano de trabajo del Aula N°01*

| Medida | Longitud                      | Unidad |
|--------|-------------------------------|--------|
| Ancho  | 4.3                           | m      |
| Largo  | 5.4                           | m      |
| Altura | 2.3, desde la mesa de trabajo | m      |

*Nota.* La tabla muestra dimensiones y altura del plano de trabajo del aula N°01. Fuente: El autor.

**F).** Nivel de iluminación media ( $E_m$ ) según la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores. Los valores de iluminación media recomendados se encuentran en la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones. Esta Norma cuenta con los parámetros recomendados para los distintos tipos de áreas, actividades y tareas. (Ver figura 60). En la tabla 11, se muestra un resumen de niveles de iluminación requerido para cada ambiente de trabajo.

**Tabla 11***Nivel de iluminación requerido resumido*

| Tipo de áreas o actividades | Nivel de<br>Iluminación ( Lux ) |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Dirección, oficina          | 300                             |
| Aulas, Aulas de Profesores  | 300                             |
| Almacén de Materiales       | 100                             |
| Baños                       | 100                             |

*Nota.* La tabla muestra los niveles de iluminación requerido en cada ambiente de trabajo resumido. Fuente: El autor.

Las clases en la Institución Educativa N°16044 Magllanal, se realizan hasta las 7.00 p.m. de la noche. La cantidad de iluminación media recomendable que se establece en la norma es de 300 Lux para las aulas.

**G).** Cálculo del índice del local, según (Castilla, Blanca, Martinez, & Pastor, 2011), para realizar este cálculo se consideran las dimensiones del ambiente que se va a iluminar, el cual se determinara con la ecuación (1).

$$K = \frac{A * B}{H * (A + B)} \quad (1)$$

Donde:

K: índice del local.

A: Ancho del local (m).

B: Largo del local (m).

H: Altura de las luminarias desde el plano de trabajo.

Reemplazamos los datos del ítems a en la ecuación (1).

$$K = \frac{4.3 * 5.4}{2.3 * (4.3 + 5.4)} = 1.04$$

**H).** Coeficiente de utilización ( $C_u$ ), para este cálculo es importante saber el coeficiente de reflexión del techo, paredes y suelo, estos datos se tomaran de la Tabla 12.

**Tabla 12***Coeficiente de reflexión*

| Superficies | Color              | Factor de reflexión( $\rho$ ) |
|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Techo       | Blanco o muy claro | 0.7                           |
|             | Claro              | 0.5                           |
|             | Medio              | 0.3                           |
| Paredes     | Claro              | 0.5                           |
|             | Medio              | 0.3                           |
|             | Oscuro             | 0.1                           |
| Suelo       | Claro              | 0.3                           |
|             | Oscuro             | 0.1                           |

*Nota.* La tabla muestra el coeficiente de reflexión en techos, paredes y suelos.

Fuente: Irigoin (2016).

Los colores que se consideraron de acuerdo al estado del Aula N°01 del pabellon N°01, se muestran en la Tabla 13.

**Tabla 13***Coeficiente de reflexión*

| Color del local   | Grado de reflexión |
|-------------------|--------------------|
| Techo de calamina | 0.3                |
| Pared             | 0.3                |
| Piso              | 0.1                |

*Nota.* La tabla muestra el grado de reflexión de techo de calamina, pared y piso. Fuente: El Autor.

Seleccionamos el tipo de luminaria recomendada según la altura del local, como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14***Selección del tipo de luminaria*

| Altura del local | Tipo de luminaria |
|------------------|-------------------|
| Hasta 4m         | Extensiva         |
| De 4m a 6m       | Semi-Extensiva    |
| De 6m a 10m      | Semi-Intensiva    |
| Más de 10m       | Intensiva         |

*Nota.* Fuente:Czajkowski(2016).

La luminaria que se utilizo para el Aula N° 01,es de tipo extensiva,luego pasamos a ubicar los valores como se señala en la figura 56,luego interpolamos el indice del local (k=1.04), para obtener el coeficiente de utilizacion.

**Tabla 15***Interpolación del coeficiente de utilización*

| Indice del local (K) | Coeficiente de utilizacion (C <sub>u</sub> ) |
|----------------------|----------------------------------------------|
| 1                    | 0.52                                         |
| 1.04                 | <b>C<sub>u</sub></b>                         |
| 1.25                 | 0.60                                         |

*Nota.* La figura muestra la interpolación del coeficiente de utilización.

Fuente: El autor.

$$\frac{C_u - 0.52}{1.04 - 1} = \frac{0.60 - 0.52}{1.25 - 1}$$

$$C_u = \frac{(0.60 - 0.52) * (1.04 - 1)}{(1.25 - 1)} + 0.52$$

$$\mathbf{C_u = 0.53}$$

**I).** Factor de mantenimiento( $C_m$ ),este coeficiente de mantenimiento se considero según la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Coeficiente de mantenimiento*

| Ambiente      | Coeficiente de mantenimiento( $C_m$ ) |
|---------------|---------------------------------------|
| Sucio         | 0.6                                   |
| <b>Limpio</b> | <b>0.8</b>                            |

*Nota.*La tabla muestra el coeficiente de mantenimiento sucio y limpio.Fuente:Castilla, Blanca, Martinez, & Pastor(2011).

El coeficiente de mantenimiento que se considero es **0.8** ,ya que es una Institucion Educativa y su limpieza es constante.

**J).** Calculo de la cantidad total de lumenes que se necesitaran en el ambiente a iluminar según la ecuacion (2).

$$\Phi = \frac{E_m * A}{C_u * C_m} \quad (2)$$

Donde:

$\Phi$ : Flujo luminoso que se necesita en un determinado ambiente(m).

$E_m$ : Nivel de iluminacion media(lux).

A: Superficie( $m^2$ ).

$C_u$ : Coeficiente de utilizacion.

$C_m$ : Coeficiente de mantenimiento.

Reemplazamos los datos obtenidos anteriormente en la ecuacion (2).

$$\Phi = \frac{300 * 4.3 * 5.4}{0.53 * 0.8} = 16429.25 \text{ lumenes}$$

**K).** Cálculo del número de luminarias necesarias para alcanzar el nivel de iluminación adecuado, se determina mediante la ecuación (3).

$$NL = \frac{\Phi_T}{N * \Phi_L} \quad (3)$$

Donde:

NL: Numero de luminarias.

$\Phi_T$ : Flujo luminoso total.

$\Phi_L$ : Flujo luminoso de la luminaria.

Reemplazamos los datos en la ecuacion (3).

$$NL = \frac{16429.25lm}{1 * 2400lm} = 6.84 = 7 \text{ luminarias}$$

**L).** Emplazamiento de luminarias. Cuando ya se ha calculado el minimo numero de luminarias, luego se las ubica sobre la planta del aula, se tienen que colocar uniformemente de acuerdo al area del aula. Las luminarias se reparten de forma uniforme en filas y columnas paralelas a los ejes según la simetria del aula que se establecen en las ecuaciones (4) y (5).

1. Numeo de filas.

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{luminarias} * Ancho}{Largo}} \quad (4)$$

Donde:

$N_{ancho}$ : Ancho entre lumnarias.

$N_{luminarias}$ : Numero total de lumnarias

Ancho: Ancho del local

Largo: Largo del local.

De los datos anteriormente calculados se reemplazan en la ecuacion ...

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{7 * 4.3}{5.4}} = 2.36 = 2$$

2. Numero de columnas.

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} * \left( \frac{\text{Largo}}{\text{Ancho}} \right) \quad (5)$$

Donde:

$N_{\text{largo}}$ : Largo entre luminarias.

$N_{\text{ancho}}$ : Ancho entre luminarias.

$N_{\text{luminarias}}$ : Numero total de luminarias

Ancho:Ancho del local

Largo:Largo del local.

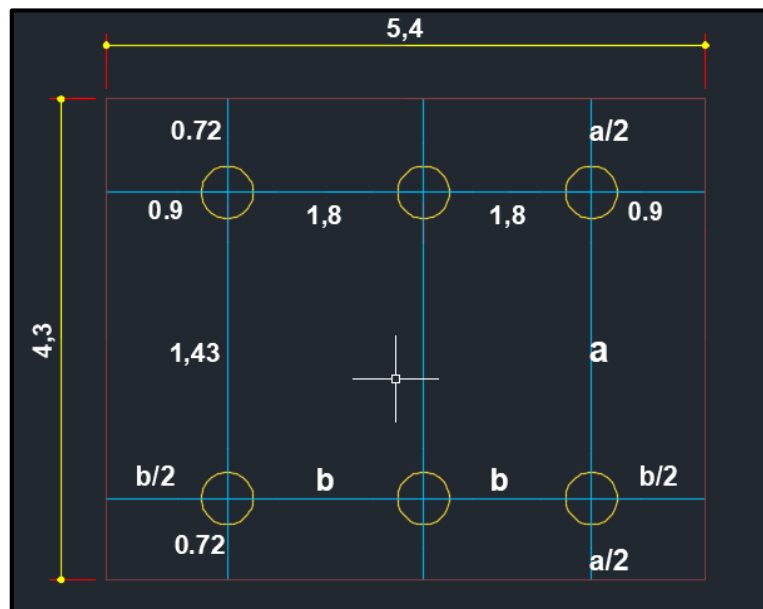
De los datos anteriormente calculados se reemplazan en la ecuacion (5).

$$N_{\text{largo}} = 2.36 * \left( \frac{5.4}{4.3} \right) = 2.96 = 3$$

Según los datos obtenidos de las cuaciones (4) y (5),el numero de filas de luminarias que se tiene a lo ancho del aula es de 2,y el numero de columnas de luminarias que se puede llegar a tener a lo largo de aula es de 3.Ver figura 19.

**Figura 19**

*Ubicación de luminarias del aula N°01 pabellón N°01*



*Nota.* La figura muestra la Ubicación de luminarias en el Aula N°01 Pabellón N°01.Fuente: El Autor.

En la figura 19 ,se muestra la ubicación de luminarias propuesta para el Aula N°01, el resto de distribuciones de luminarias en los ambientes de la institucion se muestran en la tabla 38.Ver anexo 5.

**M).** Evaluar si el numero de luminarias que se a determinado es el correcto o no para iluminar el Aula N°01, mediante la ecuacion (6), se comprobara la validez de los resultados, teniendo en cuenta que en la tabla 11, nos indica el nivel de iluminacion media recomendada de 300lux.

$$E_m = \frac{NL * n * \Phi * C_u * C_m}{A} \quad (6)$$

Donde:

NL:Numero de luminarias.

n:Numero de lamparas por luminaria.

Reemplazamos los datos en la ecuacion (6).

$$E_m = \frac{7 * 1 * 2400 * 0.53 * 0.8}{4.3 * 5.4} = 307 \text{ lux} > 300 \text{ lux si cumple}$$

El valor promedio calculado, comprueba que la luminaria elegida es la adecuada, el cual indica que si cumple con los valores de iluminación media establecida en la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores.Un sistema de iluminación no solo es bueno observar desde el punto técnico si no también desde lo economico, si se optara por una segunda opción y se usará 6 luminarias nos da un resultado de 263lux menor con referencia a los estandares, lo cual seria recomendable desde lo energetico y economico. El resto de calculos se realizo mediante el microstf excel 2023 se muestra en la tabla 37. Ver anexo 5.

### **2.9.3.3. Sistema de iluminacion con tecnologia LED propuesta para la Loza Deportiva.**

El diseño de la loza deportiva se realizo desde el punto energetico y economico,tambien que cumpla con los parametros que se encuentran establecidos en la Norma “Alumbrado de interiores y campos deportivos DGE 017-AI-1/1982”, como se aprecia en la figura 63. Ver anexo5. Para proceder a diseñar el sistema de iluminacion, es necesario desarrollar los siguientes parametros:

#### N). Area.

El área de la loza deportiva es de  $475m^2$ , con dimensiones de 25m de largo y 19m de ancho, como se puede apreciar en la figura 63. Ver anexo 5. Se consideró como un área para realizar fútbol, voleibol y basquetbol, para así poder cumplir con la iluminación recomendada en la norma de "Alumbrado de interiores y campos deportivos DGE 017-AI-1/1982".

#### Ñ). Valores de iluminación según la norma de "Alumbrado de interiores y campos deportivos DGE 017-AI-1/1982".

**Tabla 17**

*Valores de iluminación según la Norma DGE 017-AI-1/1982*

| TIPO DE LOCAL<br>DEPORTIVO          | ILUMINACION NOMINAL HORIZONTAL |             | UNIFORMIDAD<br>$E_{min}/E_{med}$ |             |
|-------------------------------------|--------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
|                                     | Entrenamiento                  | Competencia | Entrenamiento                    | Competencia |
|                                     | ( Lux )                        | ( Lux )     | ( Lux )                          | ( Lux )     |
| <b>Fútbol, Voleibol, Basquetbol</b> |                                |             |                                  |             |
| <b>Exterior</b>                     | 100                            | 200         | 1:2                              | 1:1.5       |
| <b>Interior</b>                     | 200                            | 400         | 1:2                              | 1:1.5       |

*Nota:* La Tabla muestra los Valores de iluminación según Norma Alumbrado de Interiores y Campos Deportivos DGE 017-AI-1/1982.

#### O). Ubicación de los postes para la distribución de las luminarias.

La cantidad de postes que se desea poner son 6, para una mejor distribución de las luminarias y exista una uniformidad de iluminación de acuerdo a la norma.

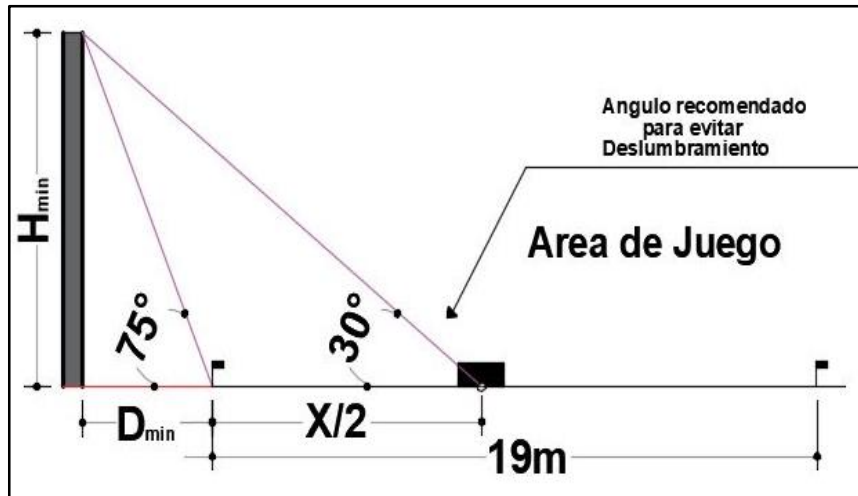
- Distancia entre los postes =  $25/3 = 8.3m$
- Distancia de la esquina del campo al poste  $8.3/3 = 2.8 m$

#### P). Altura de los postes para la instalación de los reflectores.

Para encontrar la altura de los postes donde van a ir instalados los reflectores, se tuvo en consideración el deslumbramiento a la cual están expuestos los estudiantes y a su vez los reflectores, por lo tanto para poder controlar estas situaciones se consideró ángulos como  $20^\circ$  o  $30^\circ$  al horizontal y  $75^\circ$  cuando se encuentre a una distancia desde el borde de la loza deportiva como se muestra en la siguiente figura 20.

**Figura 20**

*Altura de los postes para la instalación de los reflectores*



*Nota.* La figura muestra la altura de los postes para la instalación de los Reflectores en la loza deportiva de la Institución Educativa N°16044. Fuente: El Autor.

La altura de montaje de los reflectores se calculó con la finalidad de poder aprovechar más la iluminación de los reflectores y así poder utilizar reflectores de menos potencia y más económica. La altura mínima de los postes se realizó con la ecuación (7).

$$H_{min} = \tan(30^\circ) \times \left(\frac{x}{2} + D_{min}\right) \quad (7)$$

Donde:

$H_{min}$  = Altura mínima de los postes.

$X$  = Ancho de la loza.

$D_{min}$  = Distancia entre el borde de la loza y la posición del poste.

$$H_{min} = \tan(30^\circ) \times \left(\frac{x}{2} + D_{min}\right)$$

$$H_{min} = \tan(30^\circ) \times \left(\frac{19}{2} + D_{min}\right)$$

$$H_{min} = (0.58) \times (9.5 + D_{min})$$

$$H_{min} = 5.51 + 0.58D_{min} \quad (8)$$

Reemplazamos la ecuación (8) en la ecuación (9).

El cálculo de la distancia mínima entre el borde de la loza y la posición del poste se realizó con la ecuación (9).

$$D_{min} = \frac{H_{min}}{\tan(75^\circ)} \quad (9)$$

$$D_{min} = \frac{5.51 + 0.58D_{min}}{\tan(75^\circ)}$$

$$\tan(75^\circ) \times D_{min} = 5.51 + 0.58D_{min}$$

$$3.73 \times D_{min} = 5.51 + 0.58D_{min}$$

$$3.15 \times D_{min} = 5.51$$

$$D_{min} = 1.75\text{m} = 2\text{m}$$

La distancia mínima entre el borde de la loza y la posición del poste sería de 2m, luego reemplazamos en la ecuación (8), para determinar la altura mínima del poste.

$$H_{min} = 5.51 + 0.58D_{min}$$

$$H_{min} = 5.51 + 0.58 \times 1.75$$

$$H_{min} = 6.54\text{m} = 7\text{m}$$

La altura de los postes para la instalación de los reflectores sería de 7m.

#### **Q). Selección de las luminarias.**

Para la selección de la luminaria se consideró la marca PHILIPS de una potencia de 205W con un flujo luminoso de 29082 Lm y con un rendimiento lumínico de 141.9 Lm/W, ya que es una de las marcas con mayor garantía en durabilidad y con una iluminación más efectiva. La luminaria para iluminar la loza deportiva es la siguiente:

- PHILIPS-BVP650 T45 1 xLED340-4S/757 S.

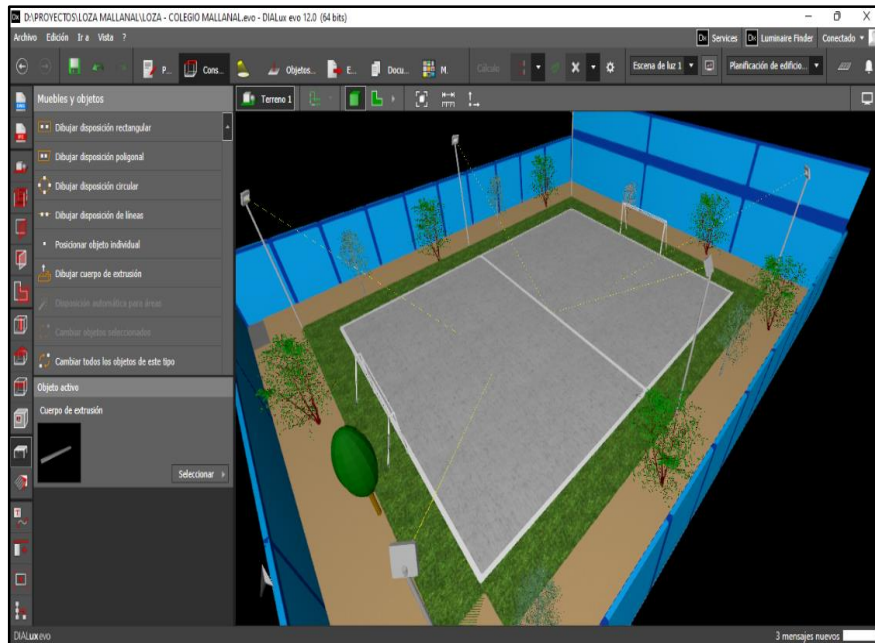
## R). Procedimiento de cálculo en el Software Dialux.

En las figuras 21, 22, 23 y 24, se muestran el diseño del sistema de iluminación de la loza deportiva de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, mediante el Software Dialux.

- Ubicación y direccionamiento de las luminarias.

**Figura 21**

*Ubicación y direccionamiento de las luminarias*

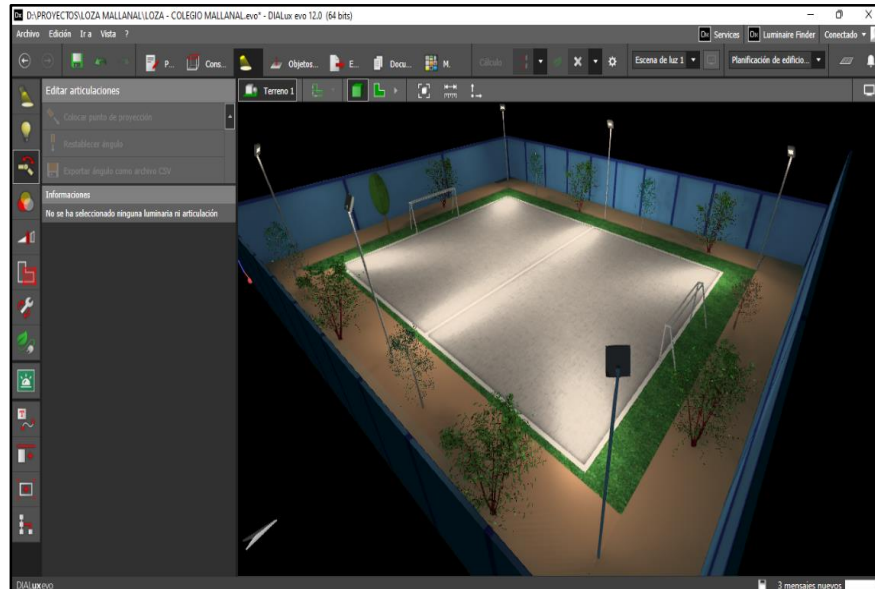


*Nota.* La figura muestra la ubicación y direccionamiento de las luminarias en la Loza Deportiva de la Institución Educativa. Fuente: El Autor. Data: Software DIALux.

- Vista en 3D de la loza deportiva.

**Figura 22**

*Vista en 3D de la loza deportiva*



*Nota.* La figura muestra la Vista en 3D de la Loza Deportiva .Fuente: El Autor.

Data: Software DIALux.

- Iluminación en vista 3D de la Loza Deportiva.

**Figura 23**

*Iluminación en Vista en 3D de la Loza Deportiva*



*Nota.* La figura muestra la Iluminación en Vista en 3D de la Loza Deportiva.

Fuente: El Autor. Data: software DIALux.

- Coordenadas de Ubicación de los Reflectores.

**Figura 24**

*Lista de coordenadas de ubicación de los reflectores*

| Luminarias individuales |          |                   |           |
|-------------------------|----------|-------------------|-----------|
| X                       | Y        | Altura de montaje | Luminaria |
| 3.247 m                 | 3.309 m  | 7.000 m           | 1         |
| 32.022 m                | 3.301 m  | 7.000 m           | 2         |
| 17.639 m                | 3.345 m  | 7.000 m           | 3         |
| 17.647 m                | 25.951 m | 7.000 m           | 4         |
| 32.019 m                | 25.999 m | 7.000 m           | 5         |
| 3.279 m                 | 26.014 m | 7.000 m           | 6         |

*Nota.* La figura muestra la Lista de Coordenadas de Ubicación de los Reflectores.

Fuente: El Autor. Data: Software DIALux.

#### 2.9.3.4. Diseño del Sistema Eléctrico de la Institución Educativa N°16044 Magllanal.

La Institución Educativa N°16044 Magllanal, hasta la actualidad no cuenta con planos eléctricos, por lo cual se propone un diseño de un plano del sistema eléctrico acorde lo que está establecido en el Código Nacional de Electricidad (CNE-Utilización). Se calculó la potencia instalada y cálculo de máxima demanda para determinar sus sistemas de protección, luego se procederá a realizar los diagramas unifilares de los tableros de distribución; asimismo el plano eléctrico del sistema iluminación se tomó en cuenta la cantidad de luminarias lux calculadas mediante el cálculo luminotécnico según el método de lúmenes descrito en el apartado 2.9.3.2.

**Tabla 18**

*Potencia instalada y máxima demanda*

| POTENCIA INSTALADA Y MAXIMA DEMANDA |                           |       |                             |          |               |                   |                         |                     |              |       |       |           |        |
|-------------------------------------|---------------------------|-------|-----------------------------|----------|---------------|-------------------|-------------------------|---------------------|--------------|-------|-------|-----------|--------|
| Instalación                         |                           |       |                             | Cantidad | Carga.Inst(W) | Potencia.Inst (W) | Factor de Simultaneidad | Máxima demanda (KW) | Voltaje (KV) | Cos Ø | I (A) | 25% I (A) | Id (A) |
| LOZA DEPORTIVA                      |                           | C1    | LUMINARIAS                  | 6        | 205           | 615               | 0.85                    | 0.52                | 0.22         | 0.9   | 2.64  | 0.66      | 3.30   |
|                                     |                           | TOTAL |                             |          |               |                   |                         |                     |              |       |       |           | 3.30   |
| TD-1                                | PABELLÓN N°01             | C-2   | TOMACORRIENTE.              | 8.00     | 140.00        | 140.00            | 0.60                    | 0.08                | 0.22         | 0.9   | 0.42  | 0.11      | 0.53   |
|                                     |                           | C-3   | ILUMINACIÓN                 | 24.00    | 24.00         | 576.00            | 0.85                    | 0.49                | 0.22         | 0.9   | 2.47  | 0.62      | 3.09   |
|                                     |                           | TOTAL |                             |          |               |                   |                         |                     |              |       |       |           | 3.62   |
| TD-2                                | PABELLÓN N°02-PRIMER PISO | C-4   | TOMACORRIENTE. SALA COMPUTO | 9.00     | 11910.00      | 11910.00          | 0.60                    | 7.15                | 0.22         | 0.9   | 36.09 | 9.02      | 45.11  |
|                                     |                           | C-5   | ILUMINACION                 | 13.00    | 24.00         | 312.00            | 0.85                    | 0.27                | 0.22         | 0.9   | 1.34  | 0.33      | 1.67   |

|                                  |       |                         |        |          |          |      |       |      |     |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------------------------|--------|----------|----------|------|-------|------|-----|-------|-------|-------|
| TD-2-A                           | C-6   | TOMACORRINTES DIRECCION | 8.00   | 655.00   | 655.00   | 0.60 | 0.39  | 0.22 | 0.9 | 1.98  | 0.50  | 2.48  |
|                                  | TOTAL |                         |        |          |          |      |       |      |     |       |       | 49.27 |
|                                  | C-7   | TOMACORRIENTE.          | 19.00  | 140.00   | 140.00   | 0.60 | 0.08  | 0.22 | 0.9 | 0.42  | 0.11  | 0.53  |
|                                  | C-8   | ILUMINACION             | 17.00  | 24.00    | 408.00   | 0.85 | 0.35  | 0.22 | 0.9 | 1.75  | 0.44  | 2.19  |
|                                  | TOTAL |                         |        |          |          |      |       |      |     |       |       | 2.72  |
| TD-2-B                           | C-9   | TOMACORRIENTES          | 12     | 140.00   | 140      | 0.60 | 0.08  | 0.22 | 0.9 | 0.34  | 0.09  | 0.43  |
|                                  | C-10  | ILUMINACION             | 23.00  | 24.00    | 552      | 0.85 | 0.47  | 0.22 | 0.9 | 1.92  | 0.48  | 2.40  |
|                                  | TOTAL |                         |        |          |          |      |       |      |     |       |       | 2.83  |
| TD-2-C                           | C-11  | TOMACORRIENTES          | 12     | 140      | 140      | 0.6  | 0.08  | 0.22 | 0.9 | 0.34  | 0.09  | 0.43  |
|                                  | C-12  | ILUMINACION             | 23.00  | 24       | 552      | 0.85 | 0.47  | 0.22 | 0.9 | 1.92  | 0.48  | 2.40  |
|                                  | TOTAL |                         |        |          |          |      |       |      |     |       |       | 2.83  |
| TD-2-D                           | C-13  | TOMACORRIENTES          | 9      | 420      | 420      | 0.6  | 0.25  | 0.22 | 0.9 | 1.03  | 0.26  | 1.29  |
|                                  | C-14  | ILUMINACION             | 11     | 24       | 264      | 0.85 | 0.22  | 0.22 | 0.9 | 0.92  | 0.23  | 1.15  |
|                                  | TOTAL |                         |        |          |          |      |       |      |     |       |       | 2.44  |
| CIRCUITO TOTAL PARA TABLERO TD-2 |       |                         |        |          |          |      |       |      |     |       |       | 60.08 |
| TABLERO GENERAL                  |       | TOTAL                   | 188.00 | 13689.00 | 16209.00 |      | 10.39 | 0.22 | 0.9 | 53.60 | 13.40 | 67.00 |

*Nota.* La tabla muestra la potencia y máxima demanda instalada en la Institución Educativa Fuente: El Autor.

**Tabla 19**

*Selección de interruptores termomagnéticos*

| INSTALACIÓN |                               |                |                               | ID<br>(A)      | L<br>(m) | S<br>(mm2) | ΔV<br>(V) | TIPO DE<br>CONDUCTOR | LLAVE<br>TERMOMAGNETICA |       |
|-------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|----------|------------|-----------|----------------------|-------------------------|-------|
| TD-1        | LOZA DEPORTIVA                | C1             | LUMINARIAS                    | 3.30           | 150      | 4          | 4.33      | NH-80                | 2X16A                   |       |
|             |                               | TOTAL          |                               | 3.30           | 3        | 6          | 0.06      | NH-80                | 2X20A                   |       |
|             |                               | C-2            | TOMACORRIENTE.                | 0.53           | 40       | 4          | 0.19      | NH-80                | 2X10A                   |       |
|             | PABELLÓN N°01                 | C-3            | ILUMINACIÓN                   | 3.09           | 50       | 2.5        | 2.16      | NH-80                | 2X10A                   |       |
|             |                               | TOTAL          |                               | 3.62           | 3        | 6          | 0.06      | NH-80                | 2X16A                   |       |
|             |                               | C-4            | TOMACORRIENTE.SALA<br>COMPUTO | 45.11          | 40       | 10         | 6.32      | NH-80                | 2X40A                   |       |
|             | PABELLÓN N°02-<br>PRIMER PISO | C-5            | ILUMINACION                   | 1.67           | 60       | 2.5        | 1.41      | NH-80                | 2X10A                   |       |
|             |                               | C-6            | TOMACORRINTES DIRECCION       | 2.48           | 40       | 4          | 0.87      | NH-80                | 2X10A                   |       |
|             |                               | TOTAL          |                               | 49.27          | 3        | 16         | 0.32      | NH-80                | 2X50A                   |       |
|             | TD-2                          | TD-2-A         | C-7                           | TOMACORRIENTE. | 0.53     | 60         | 4         | 0.28                 | NH-80                   | 2X10A |
|             |                               |                | C-8                           | ILUMINACION    | 2.19     | 60         | 2.5       | 1.84                 | NH-80                   | 2X10A |
|             |                               |                | TOTAL                         |                | 2.72     | 3          | 6         | 0.05                 | NH-80                   | 2X16A |
| TD-2-B      |                               | C-9            | TOMACORRIENTES                | 0.43           | 80       | 4          | 0.30      | NH-80                | 2X10A                   |       |
|             |                               | C-10           | ILUMINACION                   | 2.40           | 80       | 2.5        | 2.69      | NH-80                | 2X10A                   |       |
|             |                               | TOTAL          |                               | 2.83           | 4        | 6          | 0.07      | NH-80                | 2X16A                   |       |
| TD-2-C      | C-11                          | TOMACORRIENTES | 0.43                          | 80             | 4        | 0.30       | NH-80     | 2X10A                |                         |       |
|             | C-12                          | ILUMINACION    | 2.40                          | 80             | 2.5      | 2.69       | NH-80     | 2X10A                |                         |       |

|                                  |       |                |       |    |     |       |       |       |
|----------------------------------|-------|----------------|-------|----|-----|-------|-------|-------|
| TD-2-D                           | TOTAL |                | 2.83  | 4  | 6   | 0.07  | NH-80 | 2X16A |
|                                  | C-13  | TOMACORRIENTES | 1.29  | 70 | 4   | 0.79  | NH-80 | 2X10A |
|                                  | C-14  | ILUMINACION    | 1.15  | 70 | 2.5 | 1.12  | NH-80 | 2X10A |
|                                  | TOTAL |                | 2.44  | 3  | 6   | 0.04  | NH-80 | 2X16A |
| CIRCUITO TOTAL PARA TABLERO TD-2 |       |                | 60.08 | 80 | 6   | 28.04 | N2XH  | 2X63A |
| TABLERO GENERAL                  |       | TOTAL          | 67.00 | 80 | 10  | 18.76 | N2XH  | 2X80A |

*Nota.* La tabla muestra la selección de interruptores termomagneticos. Fuente: El autor.

### 2.9.3.5. Propuesta de Equipos de Computo de Generación Moderna.

Mediante la inspección técnica, se determinó que la tecnología de las computadoras existentes sobrepasan su vida útil, limitando el desarrollo de la educación de los estudiantes. Gracias a los avances de la tecnología, existe la posibilidad de mejorar tanto la Eficiencia Energética como en ahorro económico, por lo tanto es necesario implementar equipos de cómputo de generación moderna para maximizar el desarrollo de las actividades y el rendimiento del personal y estudiantes. En la tabla 20, se muestran las características técnicas.

**Tabla 20**

*Características técnicas equipo de generación moderna vs existentes*

| DESCRIPCIÓN             | EXISTENTE                                        | PROPUESTA                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Voltaje de alimentación | 100V - 240 VC                                    | 5V/3.1A - 220V                                   |
| Modelo                  | MiniOS10LTSC 2021.10                             | -----                                            |
| Sistema operativo       | Windows 10                                       | Linux y/o Android                                |
| Procesador              | Intel(R) Pentium(R) Dual CPU<br>E2160 @ 1.80 GHZ | Broadcom BCM2711, Coryex-<br>A72 (ARM v8) 64-bit |
| Potencia                | 250W                                             | 25 W                                             |
| Generación              | 7ta Generación                                   | Versión 2.5                                      |
| Marca                   | LG                                               | WAWA                                             |

*Nota.* La tabla muestra las características técnicas de Equipo de Generación Moderna Vs Existentes. Fuente: El autor.

### 2.9.4. Realizar un análisis económico del plan de mejoras.

#### 2.9.4.1. Análisis del consumo de energía del sistema de iluminación.

El sistema de iluminación propuesto para la Institución Educativa N°16044 Magllanal, se utilizará 112 luminarias Led de 24W, como 6 luminarias Led para la loza deportiva de 205W, según el nuevo diseño propuesto, el consumo total de las luminarias se detallan a continuación en la tabla 21.

**Tabla 21**

*Análisis del consumo de energía sistema de iluminación existente Vs sistema iluminación LED*

| SISTEMA DE ILUMINACIÓN                    | CONSUMO         | CONSUMO          |
|-------------------------------------------|-----------------|------------------|
|                                           | DIARIO(Kwh/Dia) | MENSUAL(Kwh/Mes) |
| Sistema de Iluminación Actual             | 11.22           | 336.60           |
| Sistema de Iluminación con Tecnología LED | 3.00            | 90.00            |

*Nota.* La tabla muestra el análisis del consumo de energía sistema de iluminación existente Vs sistema iluminación LED. Fuente: El autor.

En la tabla 21, se observa que el sistema de iluminación actual genera un consumo mensual de 336.60Kwh, respecto al sistema de iluminación con tecnología LED, que generaría un consumo mensual de 90.00Kwh.

#### **2.9.4.2. Evaluación Económica del Sistema de Iluminación con Tecnología led propuesto.**

**Tabla 22**

*Evaluación socioeconómico sistema actual vs sistema led*

| SISTEMA DE ILUMINACIÓN                    | CONSUMO MENSUAL | COSTO S/ / | TOTAL(S/) |
|-------------------------------------------|-----------------|------------|-----------|
|                                           | (Kwh)           | Kwh        |           |
| Sistema de Iluminación Actual             | 336.60          | 0.9435     | S/ 317.50 |
| Sistema de Iluminación con Tecnología LED | 90.00           | 0.9435     | S/ 84.91  |

*Nota.* La tabla muestra la evaluación socioeconómico sistema actual Vs sistema LED. Fuente: El autor.

En la tabla 22, se observa que el sistema de iluminación actual genera un consumo mensual de 336.60Kwh, el cual representa un costo de S/.317.50, respecto al sistema de iluminación con tecnología LED genera un consumo mensual de 90.00Kwh, representando un costo de S/.84.91.

Ahorro mensual: S/.232.50

Ahorro anual/.2,790.00

#### 2.9.4.3. Análisis del consumo de equipos de cómputo de generación moderna propuesto.

Los equipos de cómputo propuesta para la Institución Educativa N°16044 Magllanal, se utilizara 15 equipos de cómputo de generación moderna de 25w, el consumo total de los equipos de cómputo se muestran continuación en la tabla 23.

**Tabla 23**

*Consumo total de equipo de cómputo existente vs equipo de cómputo generación moderna*

| EQUIPOS DE COMPUTO                    | CONSUMO         | CONSUMO          |
|---------------------------------------|-----------------|------------------|
|                                       | DIARIO(Kwh/Dia) | MENSUAL(Kwh/Mes) |
| Equipos de Cómputo Existente          | 3.75            | 112.50           |
| Equipos de Cómputo Generación Moderna | 0.37            | 11               |

*Nota.* La tabla muestra el consumo total de equipo de cómputo existente Vs equipo de cómputo generación moderna. Fuente: El autor.

En la tabla 23, se observa que los equipos de cómputo existente generan un consumo mensual de 112.50Kwh, respecto a los equipos de cómputo de generación moderna propuesta que generaría un consumo mensual de 11Kwh.

#### 2.9.4.4. Evaluación económica de equipos de cómputo de generación moderna propuesta.

**Tabla 24**

*Evaluación socioeconómica equipo de cómputo existente vs equipos de cómputo de generación moderna*

| EQUIPOS DE COMPUTO                      | CONSUMO MENSUAL | COSTO       | TOTAL(S/) |
|-----------------------------------------|-----------------|-------------|-----------|
|                                         | (Kwh)           | S/ /<br>Kwh |           |
| Equipos de Cómputo Existente            | 112.50          | 0.9435      | S/ 106    |
| Equipos de Generación Moderna Propuesto | 11              | 0.9435      | S/ 10     |

*Nota.* La tabla muestra la evaluación socioeconómica equipo de cómputo existente Vs equipos de cómputo de generación moderna. Fuente: El autor.

En la tabla 24, se observa que el equipo de cómputo existente genera un consumo mensual de 112.50Kwh, el cual representa un costo de S/.106, respecto al equipo de cómputo de generación moderna propuesto, genera un consumo mensual de 11Kwh, representando un costo de S/.10.

Ahorro mensual: S/ 96

Ahorro anual: S/ 1,152

#### 2.9.4.5. Resumen de los ahorros económicos.

**Tabla 25**

*Resumen general de ahorro económico*

| <b>EQUIPOS DE COMPUTO</b>               | <b>AHORRO<br/>ECONÓMICO(S/ /Año)</b> |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| Mejoramiento del sistema de iluminación | S/ 2,790.00                          |
| Mejoramiento de equipos de computo      | S/ 1,152.00                          |
| <b>Total</b>                            | <b>S/ 3,942.00</b>                   |

*Nota.* La tabla muestra un resumen general de ahorro económico. Fuente: El Autor.

En la Tabla 25, se muestra el ahorro anual de cada propuesta de mejoramiento del sistema de iluminación con tecnología LED y el mejoramiento de los equipos de cómputo, siendo los montos de ahorro de **S/.2, 790** y **S/.1, 152** respectivamente.

#### 2.9.4.6. Evaluación económica de la propuesta de mejora.

Se realiza el análisis del VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y el Tiempo de Recuperación; mediante el uso de Microsoft Excel 2023.

**Tabla 26**

*Presupuesto referencial de equipos y montaje mecánico*

| ITEM                                | DESCRIPCION                                | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIOS<br>UNITARIOS(S/) | SUB<br>TOTAL(S/)    |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|--------|----------|--------------------------|---------------------|
| <b>I. Suministro de Materiales.</b> |                                            |        |          |                          |                     |
| 1.1                                 | Luminaria LED ECOTREN-24W6K                | Und    | 112      | S/.25.50                 | S/.2,856.00         |
| 1.2                                 | Reflector LED BVP650 T45 1xLED340-4S/757 S | Und    | 6        | S/.350.00                | S/.2,100.00         |
| 1.3                                 | Laptop Wawa                                | Und    | 15       | S/.950.00                | S/.14,250.00        |
| <b>II. Montaje Electromecánico</b>  |                                            |        |          |                          |                     |
| 2.1                                 | Desmontaje del Sistema de Iluminación      | Und    | 112      | S/.5.00                  | S/.560.00           |
| 2.2                                 | Montaje del Sistema de Iluminación         | Und    | 112      | S/.10.00                 | S/.1,120.00         |
| 2.3                                 | Desmontaje de PC                           | Und    | 15       | S/.6.00                  | S/.90.00            |
| 2.4                                 | Montaje de Laptops WAWA                    | Und    | 15       | S/.4.00                  | S/.60.00            |
| <b>Costo Total</b>                  |                                            |        |          |                          | <b>S/.21,036.00</b> |

*Nota.* La tabla muestra el presupuesto referencial de equipos y montaje mecánico. Fuente: El Autor.

En la tabla 26, muestra el presupuesto de suministro de materiales y montaje de los equipos electromecánicos, el costo asciende a **S/ 21,036.00**.

**Tabla 27**

*Flujo de caja económica*

|                                           | AÑO 0     | AÑO 1              | AÑO 2              | AÑO 3              | AÑO 4              | AÑO 5              | AÑO 6              | AÑO 7              | AÑO 8              | AÑO 9              | AÑO 10             |
|-------------------------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| CAJA INICIAL                              |           | S/.25,791.88       | S/.21,849.88       | S/.17,907.88       | S/.13,965.88       | S/.10,023.88       | S/.6,081.88        | S/.2,139.88        | S/.1,802.12        | S/.5,744.12        | S/.9,686.12        |
| <b>A. INGRESOS</b>                        |           |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
| a. Ingresos por cambio de iluminación LED |           | S/.2,790.00        | S/.2,790.00        | S/.2,790.00        | S/.2,790.00        | S/.2,790.00        | S/.2,790.00        | S/.2,790.00        | S/.2,790.00        | S/.2,790.00        | S/.2,790.00        |
| b. Ingresos por cambio de Laptop WAWA     |           | S/.1,152.00        | S/.1,152.00        | S/.1,152.00        | S/.1,152.00        | S/.1,152.00        | S/.1,152.00        | S/.1,152.00        | S/.1,152.00        | S/.1,152.00        | S/.1,152.00        |
| <b>Total</b>                              |           | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> |
| <b>B. EGRESOS</b>                         |           |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
| <b>2.1 Equipamiento.</b>                  |           |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
| a. Casco dieléctrico                      | S/ 49.90  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |
| b. Lentes de seguridad                    | S/ 10.90  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |
| c. Guantes dieléctricos                   | S/ 10.00  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |
| d. Zapatos dieléctricos                   | S/ 120.00 | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |
| e. Útiles de escritorio                   | S/ 65.00  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |
| f. Internet                               | S/ 50.00  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  |

|                                                                              |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| <b>2.2 Compra de suministros y montaje y desmontaje mecánico de equipos.</b> | S/ 21,036.00        | -                   | -                   | -                   | -                   | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                   | -                  |
| <b>2.3 Recursos Humanos.</b>                                                 |                     | -                   | -                   | -                   | -                   | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                   | -                  |
| a. Asesoría                                                                  | S/ 1 500.00         | -                   | -                   | -                   | -                   | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                   | -                  |
| b. Tesistas                                                                  | S/ 950.00           | -                   | -                   | -                   | -                   | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                   | -                  |
| c. Asistente técnico                                                         | S/ 500.00           | -                   | -                   | -                   | -                   | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                   | -                  |
| <b>2.3 Gastos administrativos</b>                                            |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |
| a. Depreciación y otros valores                                              | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                   | -                  |
| <b>III. SALDO ECONOMICO</b>                                                  | <b>S/.24,291.80</b> | <b>S/.3,942.00</b>  | <b>S/.3,942.00</b>  | <b>S/.3,942.00</b>  | <b>S/.3,942.00</b>  | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b> | <b>S/.3,942.00</b>  | <b>S/.3,942.00</b> |
| a. Imprevistos                                                               | S/ 1500.00          | -                   | -                   | -                   | -                   | -                  | -                  | -                  | -                  | -                  | -                   | -                  |
| <b>IV. AMORTIZACIÓN Y DEUDA</b>                                              | <b>-</b>            | <b>-</b>            | <b>-</b>            | <b>-</b>            | <b>-</b>            | <b>-</b>           | <b>-</b>           | <b>-</b>           | <b>-</b>           | <b>-</b>           | <b>-</b>            | <b>-</b>           |
| <b>V. SALDO NETO</b>                                                         | <b>S/.25,791.88</b> | <b>S/.21,849.88</b> | <b>S/.17,907.88</b> | <b>S/.13,965.88</b> | <b>S/.10,023.88</b> | <b>S/.6,081.88</b> | <b>S/.2,139.88</b> | <b>S/.1,802.12</b> | <b>S/.5,744.12</b> | <b>S/.9,686.12</b> | <b>S/.13,628.12</b> |                    |
| <b>Saldo Acumulado</b>                                                       | <b>S/.25,791.88</b> | <b>S/.21,849.00</b> | <b>S/.17,907.88</b> | <b>S/.13,965.88</b> | <b>S/.10,023.88</b> | <b>S/.6,081.88</b> | <b>S/.2,139.88</b> | <b>S/.1,802.12</b> | <b>S/.5,744.12</b> | <b>S/.9,686.12</b> | <b>S/.13,628.12</b> |                    |

---

*Nota.* La tabla muestra el flujo de caja económica. Fuente: El autor.

### S). Valor Actual Neto (VAN).

El Valor Actual Neto (VAN), viene hacer la suma de los flujos de efectivo que se acumulan a lo largo de la duración del proyecto para un tiempo cero (actual). Según Coss(2005), el VAN se calcula con la ecuación (10).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+Y)^t} \quad (10)$$

Donde “Y”, viene hacer la tasa de descuento del proyecto la cual aumenta para proyectos con más riesgos y representa el valor del dinero en el tiempo. Un proyecto que retorne flujos de efectivo posee un VAN mayor a cero. El cálculo del VAN se realizó mediante el programa Excel 2023.

**Tabla 28**

*Valor actual neto*

|                     | AÑO 0         | AÑO 1       | AÑO 2       | AÑO 3       | AÑO 4       | AÑO 5       | AÑO 6       | AÑO 7       | AÑO 8       | AÑO 9       | AÑO 10              |
|---------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| Flujo neto de caja  |               | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00         |
| Tasa de descuento   |               | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -                   |
| Flujos actualizados |               | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00         |
| Inversión Inicial   | -S/.25,791.88 |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                     |
| <b>VAN</b>          |               |             |             |             |             |             |             |             |             |             | <b>S/.13,628.12</b> |

*Nota:* La tabla muestra el Valor Actual Neto de S/.13,628.12, calculado mediante el programa Excel 2023. Fuente: El Autor.

### T). Tasa Interna de Retorno (TIR).

Según Coss (2005), la Tasa de Interna de Retorno (TIR), viene hacer la máxima tasa que hace que el VAN sea igual a cero. Luego se puede calcular igualando a cero la ecuación (10), dando origen a la ecuación (11).

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \quad (11)$$

Otra forma de entender la TIR es como la tasa que entrega un monto equivalente a la inversión del proyecto en el tiempo de evaluación. (Van Horne & Wachowicz, 2010).El calculo de Tasa Interna de Retorno se realizo mediante el progarma Excel 2023.

**Tabla 29**

*Tasa interna de retorno*

| INVERSION     | AÑO 1       | AÑO 2       | AÑO 3       | AÑO 4       | AÑO 5       | AÑO 6       | AÑO 7       | AÑO 8       | AÑO 9       | AÑO 10      |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| -S/.25,791.88 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 |
| <b>TIR</b>    | <b>9%</b>   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |

*Nota:*La taba muestra la Tasa Interna de Retorno de 9% calculado mediante el programa Excel 2023.Fuente: El Autor.

**U). Tiempo de recuperacion de la inversion.**

Salinas (2015),señala que para hallar el periodo de recuperacion con flujos de ingresos anuales uniforme.Consiste en dividir la inversion inicial a invertir entre el flujo de ingreso anual,según la siguiente ecuacion (12):

$$TR = I/F \quad (12)$$

Donde:

TR: Tiempo de recuperación (años).

I: Inversión inicial (S/).

F: Flujo de caja (S/).

$$TR: \frac{25,791.88}{3,942.00}$$

TR: 6 años con 6 meses.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Determinar el estado actual del sistema eléctrico.

##### 3.1.1. Resumen de resultados del estado actual de las instalaciones eléctricas.

En la tabla 30, se muestra un resumen de las observaciones encontradas en las Instalaciones Eléctricas de la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la Provincia de Jaén.

**Tabla 30**

*Resumen de observaciones de las Instalaciones Eléctricas*

| ÍTEMS | OBSERVACIONES                                                                                                                                   | ACCION                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1     | Luminaria, con encendido intermitente.                                                                                                          | Reemplazo de luminarias.                         |
| 2     | El difusor de luminaria esta opaca por envejecimiento y suciedad.                                                                               | Limpieza de difusores de luminarias.             |
| 3     | Luminarias sin vida útil.                                                                                                                       | Reemplazo de luminarias.                         |
| 4     | Luminaria en mal estado.                                                                                                                        | Reemplazo de luminarias.                         |
| 5     | Interruptor doble y simple en mal estado imposibilitando su función de encendido de la luminaria.                                               | Reemplazo de interruptores.                      |
| 6     | Sockets en mal estado imposibilitando su función encendido de luminarias.                                                                       | Reemplazo de sockets.                            |
| 7     | Falta de unidad de alumbrado en los ambientes.                                                                                                  | Instalación de luminarias.                       |
| 8     | Interruptores termomagnéticos en mal estado, con polvo y sobredimensionados.                                                                    | Mantenimiento general de Tableros.               |
| 9     | Conductores eléctricos empalmados, y no se encuentran dimensionados con respecto a sus protecciones contra cualquier sobrecarga y cortocircuito | Mantenimiento general de conductores             |
| 10    | Tomacorrientes en mal estado, y sin conexión al sistema de puesta a tierra                                                                      | Mantenimiento general de tomacorrientes          |
| 11    | Tableros de distribución sin interruptor diferencial                                                                                            | Instalación de interruptores diferenciales       |
| 12    | Sistema de puesta a tierra en buen estado, con valores de resistencia de $20.80\Omega$ y $22.80\Omega$ .                                        | Se sugiere realizar mantenimiento una vez al año |
| 13    | Ventanas con polvo, evitando aprovechar la luz natural al 100%.                                                                                 | Limpieza de las ventanas                         |

*Nota.* La tabla muestra un resumen de observaciones encontradas en las instalaciones eléctricas de la Institución Educativa.

Con el objetivo de determinar el estado actual de las instalaciones eléctricas de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, en la tabla 30, se muestran el resumen de observaciones encontradas mediante la inspección técnica (Observación), determinando la mala calidad de las instalaciones eléctricas debido a la abundante carencia de mantenimiento, falta de inspección técnica a las instalaciones de la Institución Educativa, solo cumpliendo la resistencia del sistema de puesta a tierra medido se encuentra por debajo del máximo permitido por el CNE-Utilización en la sección 060-712 que es de  $25\ \Omega$ , cumpliendo sin ningún problema, se sugiere realizar un mantenimiento una vez al año para mantener el valor de la resistencia por debajo de lo permitido y en óptimas condiciones de funcionamiento.

### 3.1.2. Análisis de las condiciones de iluminación actual.

La tabla 31, nos muestra la actividad que se realiza en cada tipo de ambiente, los lux medidos con el luxómetro, la iluminación media requerida según la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores y finalmente su verificación si cumple o no con dicha Norma.

**Tabla 31**

*Iluminación media actual en los ambientes de la I.E.Nº16044 Magllanal*

| PABELLÓN       | AMBIENTE              | ACTIVIDAD                  | EM(Lux) | REQUERIMIENTO(Lux) | OBSERVACIÓN |
|----------------|-----------------------|----------------------------|---------|--------------------|-------------|
| Pabellón N° 01 | Aula N° 01            | Salón de clases            | 17.5    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Aula N° 02            | Salón de clases            | 20.4    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Baño de damas N° 01   | Servicios Higiénicos       | 82.9    | 100 según norma    | No cumple   |
|                | Baño de damas N° 02   | Servicios Higiénicos       | 85.1    | 100 según norma    | No cumple   |
|                | Baño de varones N° 01 | Servicios Higiénicos       | 52.8    | 100 según norma    | No cumple   |
|                | Baño de varones N° 02 | Servicios Higiénicos       | 82.8    | 100 según norma    | No cumple   |
|                | Sala de computo       | Salón de clases de computo | 59.8    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Dirección             | Oficina                    | 61.6    | 300 según norma    | No cumple   |
| Pabellón N° 02 | Almacén N° 01         | Almacén de material        | 57.8    | 100 según norma    | No cumple   |
|                | Aula N° 01            | Salón de clases            | 83.2    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Aula N° 02            | Salón de clases            | 15.6    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Aula N° 03            | Salón de clases            | 43.1    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Biblioteca N° 01      | Biblioteca de libros       | 37.8    | 100 según norma    | No cumple   |
|                |                       |                            |         |                    |             |
| Pabellón N° 03 | Aula N° 01            | Salón de clases            | 67.3    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Aula N° 02            | Salón de clases            | 45.1    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Aula N° 03            | Salón de clases            | 58.4    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Aula N° 04            | Salón de clases            | 46.5    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Aula N° 05            | Salón de clases            | 49.9    | 300 según norma    | No cumple   |
|                | Aula N° 06            | Salón de clases            | 37.5    | 300 según norma    | No cumple   |

*Nota.* La tabla muestra la iluminación media actual en los ambientes de la Institución Educativa N°16044 Magllanal. Fuente: El autor.

Con el objetivo de determinar las condiciones de los niveles de iluminación en los ambientes de trabajo de la institución educativa y proponer propuestas de mejora, en la tabla 31, muestra los resultados de los lux medidos en cada ambiente con un luxómetro, determinando que los niveles de iluminación se encuentran por debajo de los valores de iluminación establecidos en la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores, ocasionando incomodidades en el desarrollo de las actividades en las áreas administrativas y académicas afectando el confort visual de los estudiantes y del personal administrativo, todo esto se debe al tiempo de uso de las luminarias, que con el pasar del tiempo pierden el nivel de iluminación, además por la falta de mantenimiento e inspección técnica hacia el sistema de iluminación.

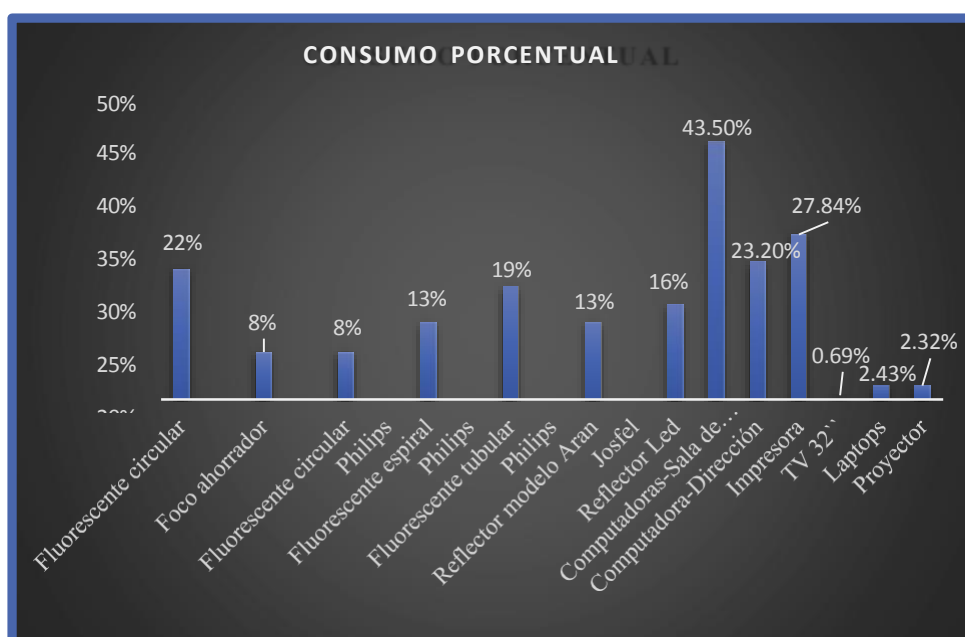
### 3.2. Elaborar un inventario de los equipos eléctricos.

#### 3.2.1 Análisis de consumo de energía del inventario de los equipos eléctricos.

En la figura 25, se muestra la representación del consumo de energía porcentual de cada equipo eléctrico, los fluorescentes circulares PHILIPS de 60W representan el 22% del consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación, los focos ahorradores bombilla FSL de 25W el 8%, los fluorescentes circulares PHILIPS de 36W el 8%, los focos espirales PHILIPS de 27W el 13%, los fluorescentes tubular PHILIPS de 54W el 19%, los reflectores modelo Aran Josfel de 500W el 13% y los reflectores led de 450W el 16%. Las computadoras de la sala de cómputo de 250W representa el 43.50% del consumo de energía eléctrica de todos los componentes eléctricos y electrónicos, la computadora de la dirección de 250W el 23.20%, la impresora de 300W el 27.84%, el TV de 32" de 120W el 0.69%, laptops de 35W el 2.43% y el proyector de 200W el 2.32%.

**Figura 25**

*Consumo de energía por Equipos Eléctricos.*



*Nota:* La figura muestra el consumo porcentual por cada equipo eléctrico en la institución educativa. Fuente: El Autor.

En base a los valores obtenidos en la tabla 8 y la figura 25, podemos afirmar que los equipos eléctricos que consumen mayor energía son las computadoras de la sala de cómputo un 43.50% del consumo total.

### 3.3. Proponer un plan de mejoras.

#### 3.3.1. Sistema de iluminación con tecnología Led propuesto.

Para el desarrollo de actividades en diferentes ambientes, la iluminación cumple un papel importante. Gracias a los adelantos tecnológicos en sistema de iluminación, existe una probabilidad de mejora tanto en eficiencia energética como ahorro económico, por lo cual es sumamente importante implementar estas mejoras tecnológicas en el sistema de iluminación para mejorar el confort visual de los estudiantes y personal administrativo y así mejorar la producción de desarrollo de sus actividades.

Después de realizar el cálculo mediante el Método Luminotécnico según el método de lúmenes, en la Tabla 32, se muestran los resultados de la iluminación propuesta.

**Tabla 32**

*Resultado de la iluminación propuesta según el Método Luminotécnico*

| PABELLÓN      | AMBIENTE             | ILUMINACIÓN ACTUAL(LUX) | ILUMINACIÓN PROPUESTO(LUX) |
|---------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|
| Pabellón N°01 | Aula N°01            | 17.5                    | 306                        |
|               | Aula N°02            | 20.4                    | 306                        |
|               | Baño de damas N°01   | 82.9                    | 134                        |
|               | Baño de damas N°02   | 85.1                    | 132                        |
|               | Baño de varones N°01 | 52.8                    | 134                        |
|               | Baño de varones N°02 | 82.8                    | 132                        |
|               | Sala de computo      | 59.8                    | 328                        |
| Pabellón N°02 | Dirección            | 61.6                    | 312                        |
|               | Almacén N°01         | 57.8                    | 131                        |
|               | Aula N°01            | 83.2                    | 354                        |
|               | Aula N°02            | 15.6                    | 373                        |
|               | Aula N°03            | 43.1                    | 308                        |
| Pabellón N°03 | Biblioteca N°01      | 37.8                    | 111                        |
|               | Aula N°01            | 67.3                    | 313                        |
|               | Aula N°02            | 45.1                    | 313                        |
|               | Aula N°03            | 58.4                    | 313                        |
|               | Aula N°04            | 46.5                    | 313                        |
|               | Aula N°05            | 49.9                    | 313                        |
|               | Aula N°06            | 37.5                    | 313                        |

*Nota.* La tabla muestra el resultado de iluminación propuesto según el método luminotécnico para cada ambiente. Fuente: El autor.

La iluminación mejoro del 56% al 93% con el nuevo sistema de iluminación LED propuesto, en la tabla 32, se detallan estos valores de mejora, no solo se mejoró la iluminación en los ambientes, también se mejoró el consumo de energía eléctrica, demostrando que se ilumino mejor consumiendo menos energía y con un mejor ahorro económico, como se puede apreciar en la siguiente tabla 33.

**Tabla 33**

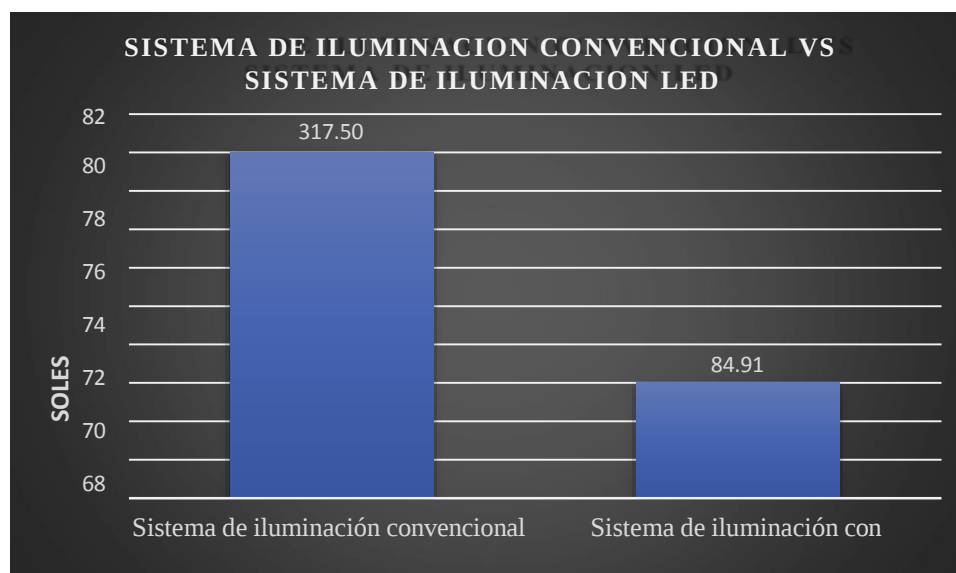
*Comparación sistema de iluminación convencional vs sistema de iluminación Led.*

| SISTEMA DE ILUMINACIÓN                    | CONSUMO<br>DIARIO(Kwh/Día) | CONSUMO<br>MENSUAL(Kwh/Mes) | TOTAL(S/)  |
|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------|
| Sistema de iluminación convencional       | 11.22                      | 336.60                      | S/. 317.50 |
| Sistema de iluminación con tecnología LED | 3.00                       | 90.00                       | S/. 84.91  |

*Nota.* La tabla muestra una comparación entre sistema de iluminación convencional VS sistema de iluminación LED. Fuente: El autor.

**Figura 26**

Análisis del consumo de energía sistema de iluminación convencional Vs sistema de iluminación Led.



*Nota.* La figura muestra el análisis del consumo de energía sistema de iluminación Convencional-Sistema de iluminación LED. Fuente: El Autor.

En la figura 26, se observa que el sistema de iluminación LED representa un consumo de energía eléctrica menor respecto al sistema de iluminación convencional produciéndose un ahorro de S/ 2,790.00 anuales.

Asimismo, en la tabla 33, se muestran los resultados calculados mediante el Microsoft Excel 2023, como el número de luminarias y la iluminación propuesta necesario para mejorar los niveles de iluminación en la Institución Educativa N°16044 Magllanal.

**Tabla 33**

*Resultado de datos luminotécnicos del sistema de propuesto*

| PABELLÓN      | AMBIENTE             | N° DE LUMINARIA | ILUMINACIÓN PROPUESTO(Lux) |
|---------------|----------------------|-----------------|----------------------------|
| Pabellón N°01 | Aula N°01            | 7               | 306                        |
|               | Aula N°02            | 7               | 306                        |
|               | Baño de damas N°01   | 2               | 134                        |
|               | Baño de damas N°02   | 2               | 132                        |
|               | Baño de varones N°01 | 2               | 134                        |
|               | Baño de varones N°02 | 2               | 132                        |
|               | Sala de computo      | 4               | 328                        |
|               | Dirección            | 4               | 312                        |
| Pabellón N°02 | Almacén N°01         | 2               | 131                        |
|               | Aula N°01            | 6               | 354                        |
|               | Aula N°02            | 6               | 373                        |
|               | Aula N°03            | 6               | 308                        |
|               | Biblioteca N°01      | 3               | 111                        |
| Pabellón N°03 | Aula N°01            | 6               | 313                        |
|               | Aula N°02            | 6               | 313                        |
|               | Aula N°03            | 6               | 313                        |
|               | Aula N°04            | 6               | 313                        |
|               | Aula N°05            | 6               | 313                        |
|               | Aula N°06            | 6               | 313                        |

*Nota.* La tabla muestra la cantidad de luminarias y luxes requerido para cada ambiente. Fuente: El autor.

### 3.3.2. Diseño del sistema de iluminación de la loza deportiva.

El diseño del sistema de iluminación de la loza deportiva se realizó con el software DIALux, permitiendo determinar, seleccionar y distribuir los reflectores bajo lo establecido en la Norma DGE 017-AI-1982.

#### 3.3.2.1. Ubicación de los reflectores.

Se ubicaran 6 postes para una mejor distribución de los reflectores.

- Distancia entre los postes de 8.3m.
- Distancia de la esquina del campo al poste de 2.8 m.

#### 3.3.2.2. Altura de montaje de los reflectores.

La altura de montaje de los reflectores será de 7m.

#### 3.3.2.3. Resultado del diseño en el Software Dialux.

La ubicación de los reflectores nos permitió obtener las curvas de nivel de la iluminación de la loza deportiva de la Institución Educativa N°16044 Magllanal, obteniendo una iluminación media de ***Em*=150Lux**, con una uniformidad de ***U0*=0.29**, como se muestran en las siguientes figuras 27, 28 y 29.

**Figura 27**

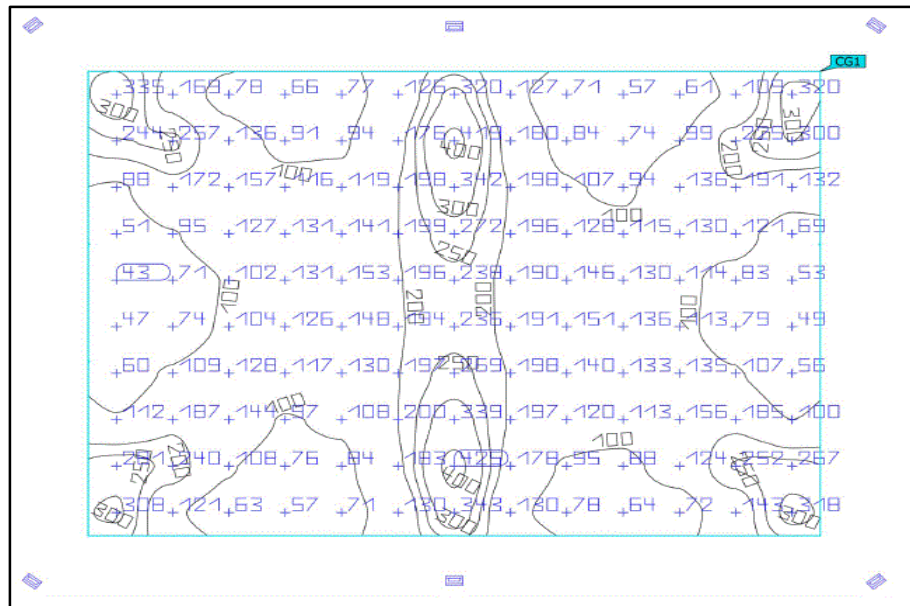
*Resumen del cálculo de iluminación de la loza deportiva*

| Terreno 1 (Escena de luz 1) |        |           |           |            |       |        |
|-----------------------------|--------|-----------|-----------|------------|-------|--------|
| Objetos de cálculo          |        |           |           |            |       |        |
| Superficie de cálculo       |        |           |           |            |       |        |
| Propiedades                 | $E$    | $E_{min}$ | $E_{max}$ | $U_0 (gr)$ | $g_z$ | Índice |
| LOZA                        | 150 lx | 43,5 lx   | 425 lx    | 0.29       | 0.10  | CG1    |
| Iluminancia perpendicular   |        |           |           |            |       |        |

*Nota.* La figura muestra el resumen del cálculo de iluminación de la loza deportiva. Fuente: El Autor. Data: Software DIALux.

**Figura 28**

*Curva de niveles de iluminación (Isolineas) de la losa deportiva*



*Nota.* La figura muestra la curva de niveles de iluminación (Isolineas) de la losa deportiva. Fuente: El Autor. Data: Software DIALux.

**Figura 29**

*Iluminación de la losa deportiva*



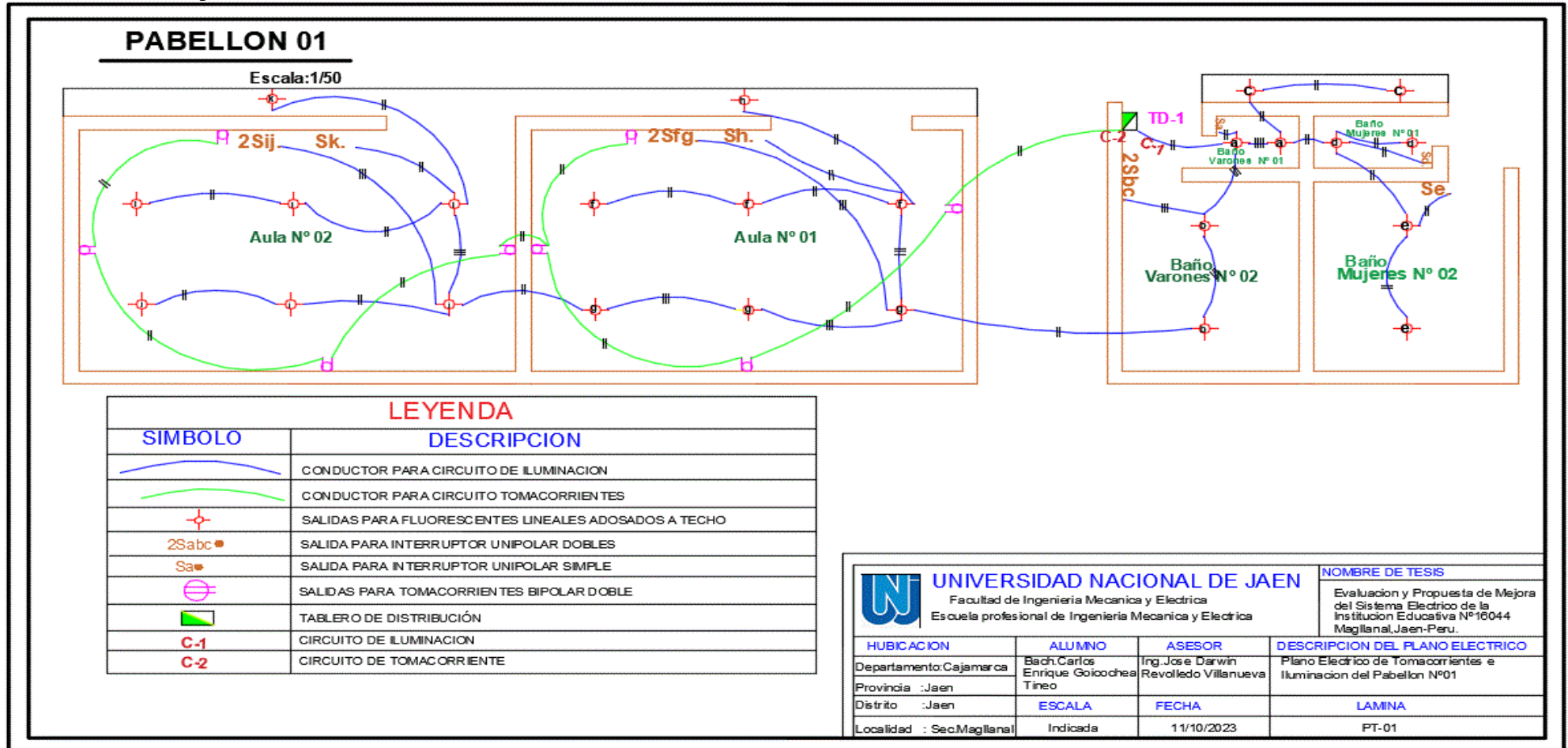
*Nota.* La figura muestra la Iluminación de la losa deportiva. Fuente: El Autor. Data: Software DIALux.

### 3.3.3. Diseño del sistema eléctrico.

La institución educativa N°16044 Magllanal, actualmente no cuenta con planos eléctricos, por lo cual se propone el rediseño del sistema eléctrico mostrados en las figuras 30, 31, 32 y 33.

**Figura 30**

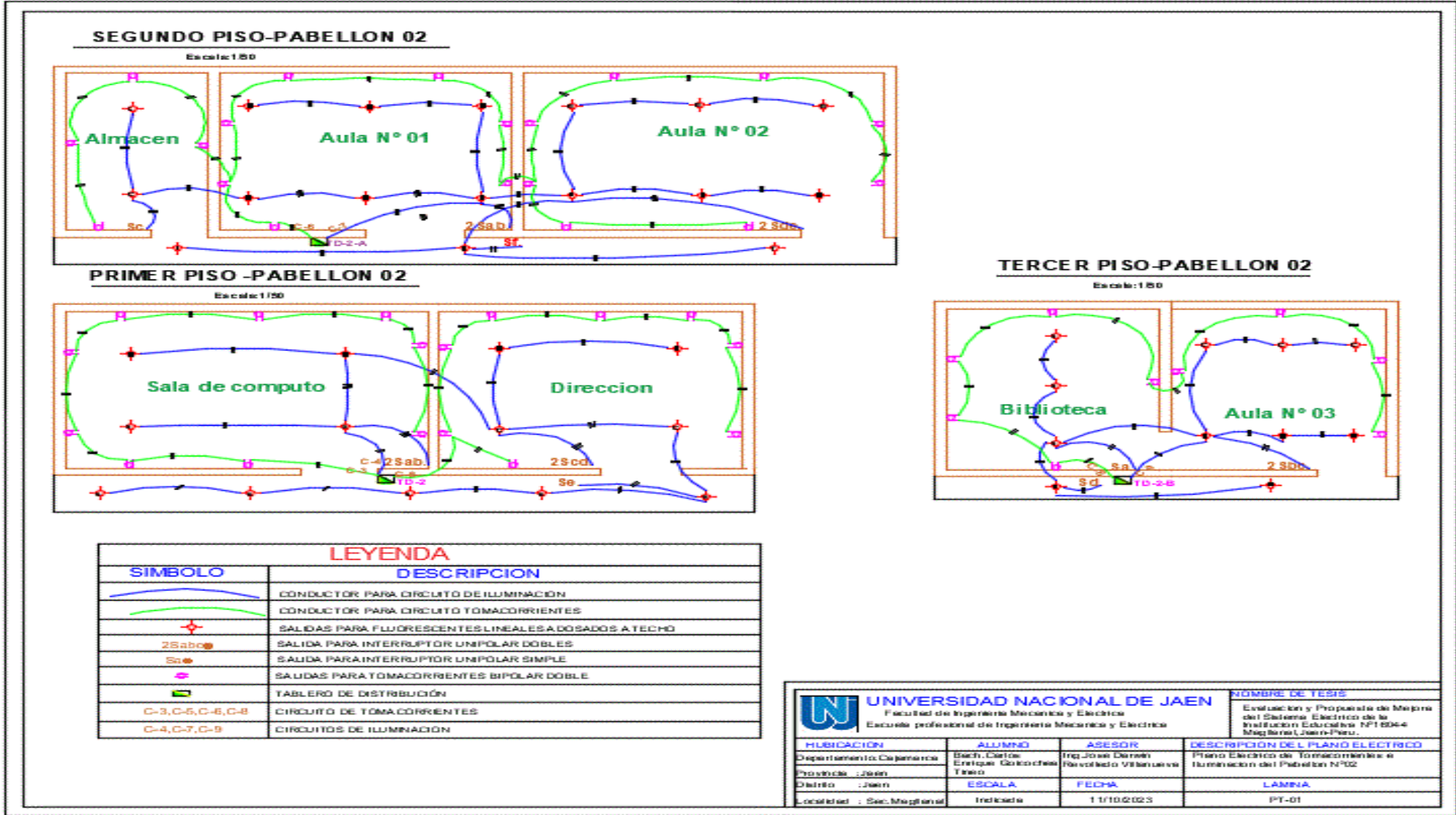
*Plano eléctrico del pabellón N°01*



*Nota.* La figura muestra el plano eléctrico del pabellón N°01 propuesto. Fuente: El Autor.

Figura 31

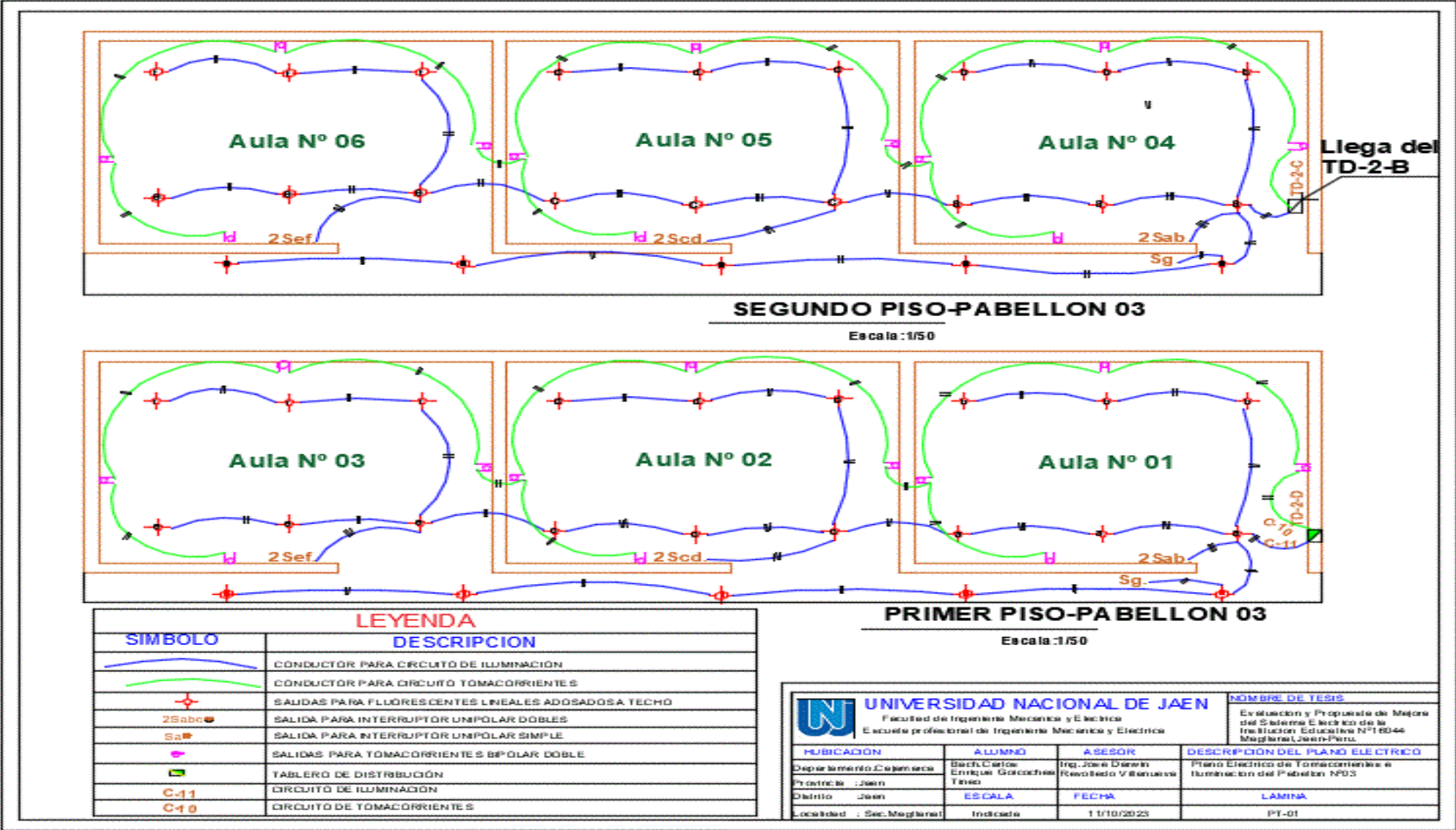
Plano eléctrico del pabellón N°02



Nota. La figura muestra el plano eléctrico del pabellón N°02 propuesto. Fuente: El Autor.

Figura 32

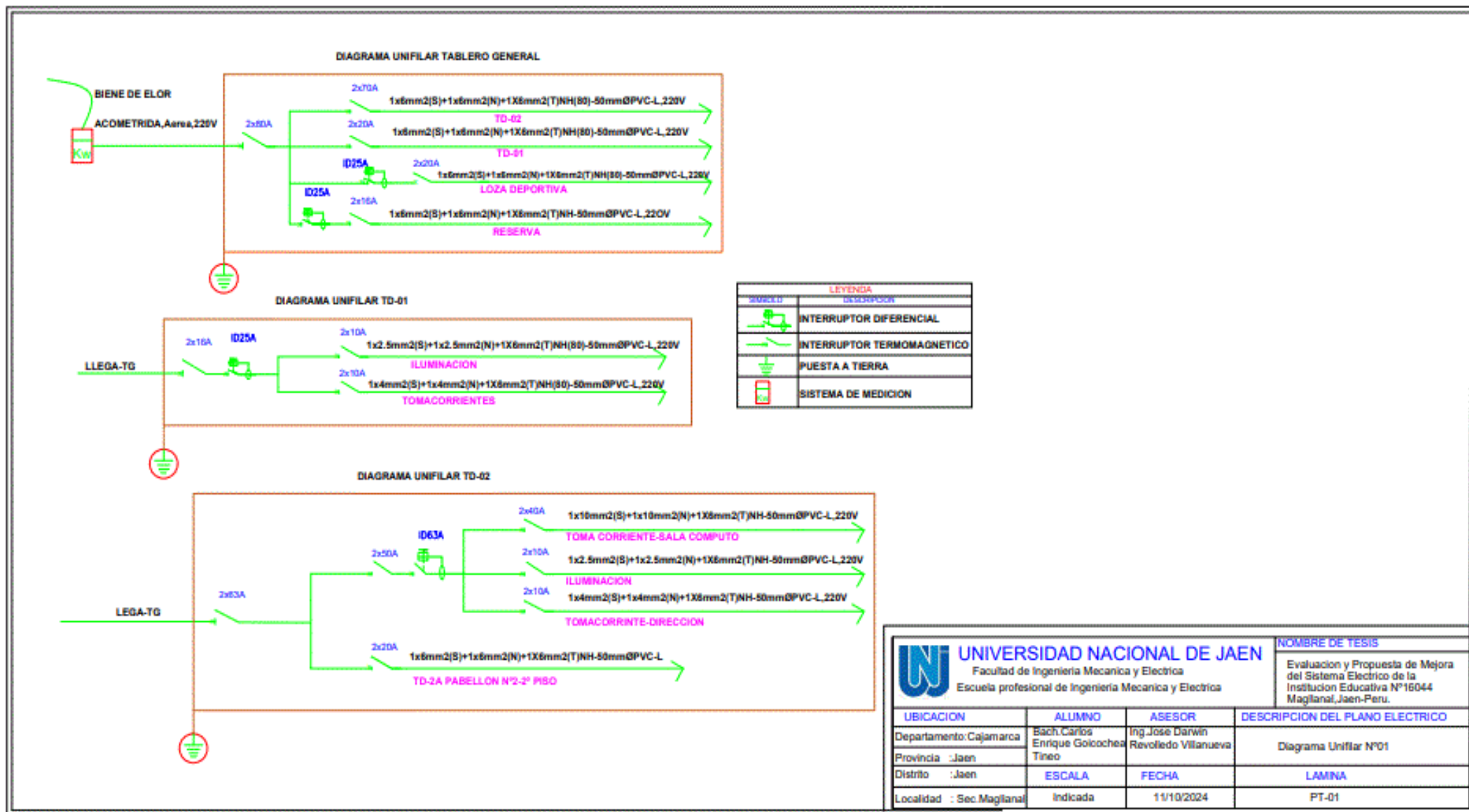
Plano eléctrico del pabellón N°03

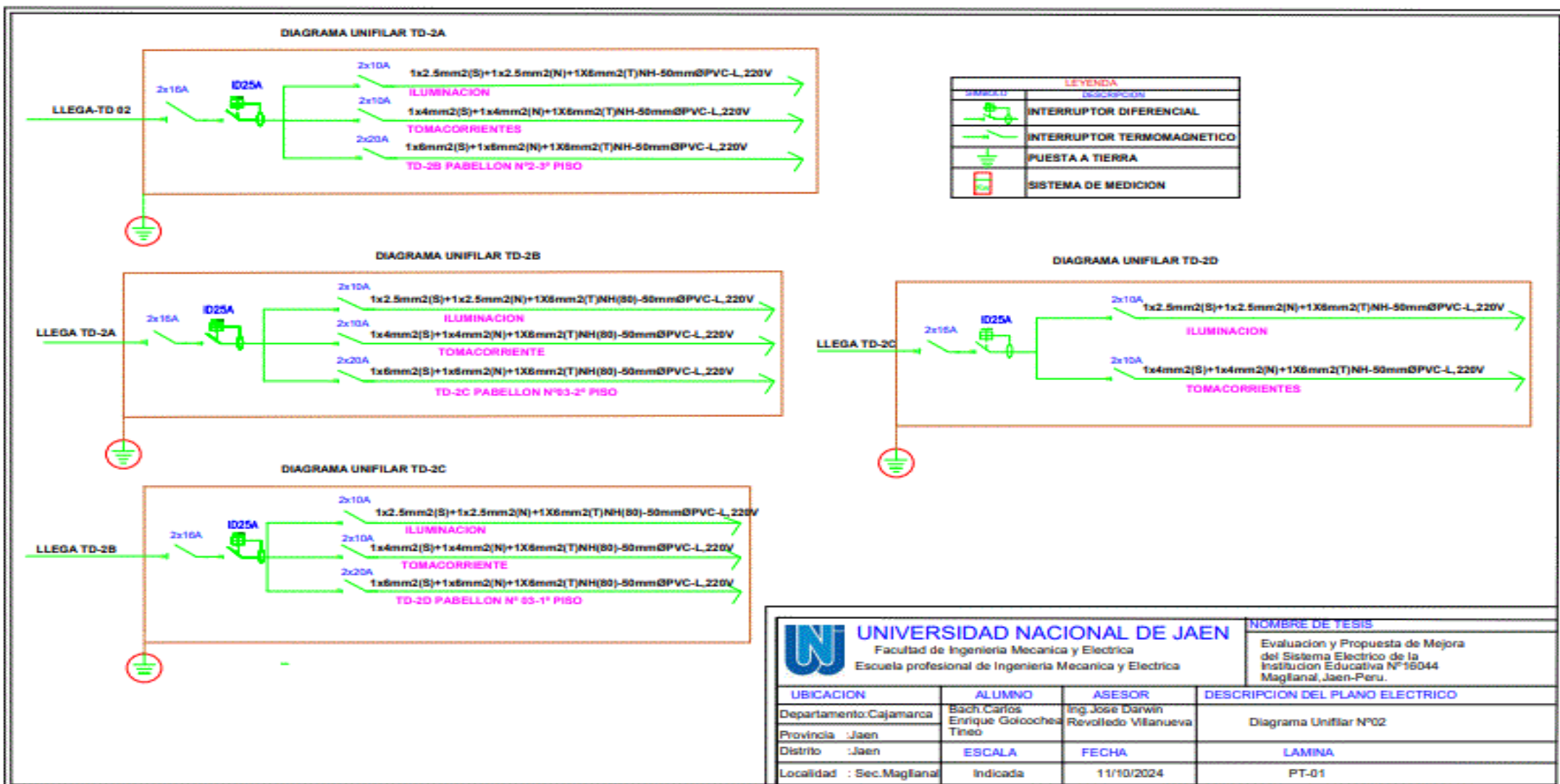


Nota. La figura muestra el plano eléctrico del pabellón N°03 propuesto. Fuente: El Autor.

Figura 33

Diagramas unifilares.





Nota. La figura muestra los Diagramas unifilares de los tableros eléctricos propuestos. Fuente: El Autor.

### 3.3.4. Equipos de cómputo de generación moderna propuesto.

Se propuso implementar equipos de cómputo de generación moderna de 25 W marca WAWA por equipos de cómputo de generación antigua de 250W marca LG, como se muestra en la tabla 20, trayendo ahorros de consumo de energía y económicos significativos como se muestra en la tabla 35.

**Tabla 34**

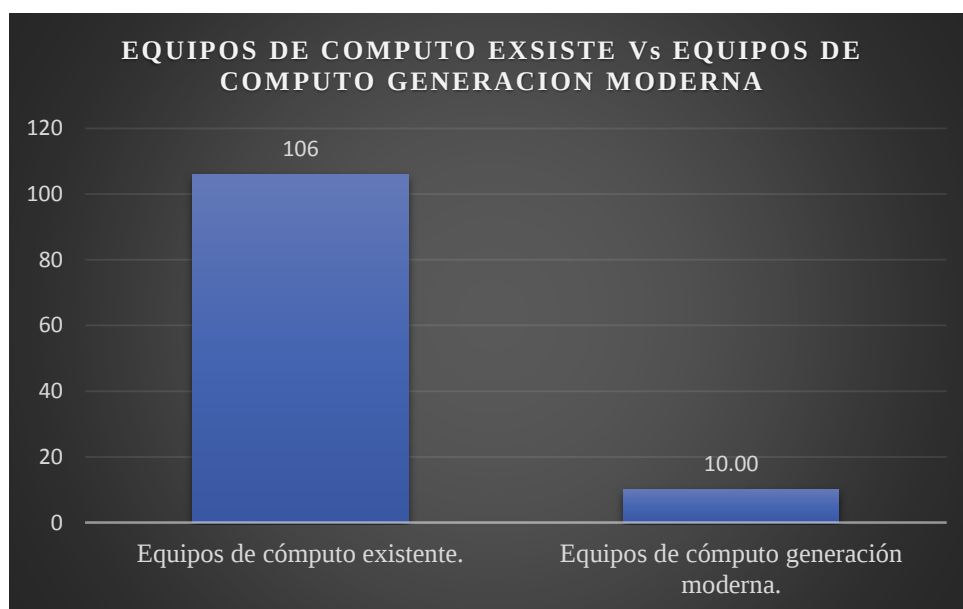
*Comparación equipos de cómputo existe vs equipos de cómputo de generación moderna*

| SISTEMA DE ILUMINACIÓN                 | CONSUMO         | CONSUMO          | TOTAL(S/) |
|----------------------------------------|-----------------|------------------|-----------|
|                                        | DIARIO(Kwh/día) | MENSUAL(Kwh/mes) |           |
| Equipos de cómputo existente.          | 3.75            | 112.50           | S/ 106.00 |
| Equipos de cómputo generación moderna. | 0.37            | 11.00            | S/ 10.00  |

*Nota.* La tabla muestra una comparación entre *equipos de cómputo existe Vs equipos de cómputo de generación moderna* Fuente: El autor.

**Figura 34**

*Análisis del consumo de energía equipos de cómputo existente-equipos de cómputo generación moderna*



*Nota.* La figura muestra un análisis del consumo de energía equipos de cómputo existente-equipos de cómputo generación moderna. Fuente: El Autor.

En la figura 34, se observa que los equipos de generación moderna representa un consumo de energía eléctrica menor respecto a los equipos de cómputo existe produciéndose un ahorro de S/ 1,152.00 anuales.

### 3.4. Resultado de la evaluación económica de la propuesta de mejora.

**Tabla 35**

*Resumen del análisis económico*

| <b>Descripción</b>     | <b>Valor</b>        |
|------------------------|---------------------|
| Inversión              | S/. 25,791.88       |
| Flujo de caja          | S/. 3,942.00        |
| VAN                    | S/. 13,628.12       |
| TIR                    | 9%                  |
| Tiempo de recuperación | 6 años con 6 meses. |

*Nota.* La tabla muestra el resumen del análisis económico. Fuente: El autor.

En la Tabla 36, se muestra los resultados del análisis económico de la propuesta de mejora, realizado mediante el Microsof Excel 2023.El cual describe una inversión de S/ 25,791.88 para cubrir los gastos como compra de suministros montaje de equipos mecánicos, recursos humanos, servicios e imprevistos. El flujo de caja o ingreso que se tendría por año se obtuvo S/ 3,942.00.El VAN obtenido es de S/ 13,628.12 como se muestra en el anexo 66, el TIR de 9% mostrado en el anexo 67 y el tiempo de recuperación de la inversión de 6 años con 6 meses.

## IV. DISCUSIÓN

Según el diagnóstico del estado situacional realizado al sistema eléctrico e iluminación de la Institución Educativa N° 16044 Magllanal, mediante visitas a campo, se ha obtenido como resultado el plan de mejora del sistema eléctrico que se ha descrito en los resultados de la investigación, cabe resaltar que actualmente existe deficiencias en el sistema eléctrico e iluminación por la ausencia de un plan de mantenimiento rutinario al sistema, componentes y equipos eléctricos; asimismo un consumo elevado por la existencia de equipos eléctricos de generación antigua. Por lo tanto comparto con lo mencionado por Guambo & Perez (2020), en su investigación, en el cual tuvieron como objetivo realizar el estudio al sistema eléctrico para encontrar las causas principales de pérdidas de energía eléctrica, fundamentado en la inspección de todas las instalaciones. Mencionan que el mayor consumo de energía está dado por las instalaciones lumínicas siendo el principal punto en mejorar en el reemplazo de mejor potencia, mejor calidad; y la aplicación de este estudio en las instalaciones eléctricas permitirá generar mejores beneficios económicos y protección al personal civil y militar.

En la Tabla 8, se observa el inventario energético de los equipos consumidores de energía eléctrica en la Institución Educativa N° 16044 Magllanal, en el cual se observa que, el mayor consumo se concentra en la sala de computo(Computadoras) con un 43.50% de total de los componentes eléctricos y electrónicos, asimismo como los Fluorescentes Circular PHILIPS con un 23.84% del total del sistema de iluminación; definiendo un consumo total mensual es de 157.50Kwh/mes, el cual fue posibles demostrar mediante cálculos estadísticos. Por lo que, con la implementación de equipos de tecnología moderna se espera una reducción de consumo de energía eléctrica ya que dicho plan contempla propuestas de mejora a implementar para reducir el consumo y gastos económicos en la Institución Educativa. Estos datos se corroboran con la investigación de Sampertegui & Sánchez (2021), en donde tuvieron como objetivo diagnosticar el consumo de energía eléctrica y el estado actual del sistema eléctrico del Pabellón N°01, fundamentado mediante una inspección técnica y elaboración de inventario de equipos eléctricos, obteniendo como resultado que los equipos de cómputo generan mayor consumo de energía del 81%; así mismo como los fluorescentes de 40 W y focos ahorradores 16 W, para la mejora del sistema de iluminación se debe cambiar por equipos de tecnología LED.

Se propone un plan de mejoras que contribuya a la mejora y optimización del sistema eléctrico a partir del diagnóstico del estado actual mediante una inspección visual de sus componentes del sistema y mediciones de los niveles de iluminación de los diferentes ambientes, proponiendo así un plan de acción y desarrollando el diseño del sistema eléctrico de acuerdo a la Normativa del CNE; asimismo el diseño del sistema de iluminación proponiendo cambiar su tecnología de iluminación convencional a tecnología LED, como también sustituir las computadoras existentes a laptops de generación moderna. Obteniendo con la propuesta del sistema de iluminación LED un ahorro de S/ 2,790.00 anual con una mejora en iluminación del 56% al 93%; asimismo ahorro de S/1,152.00 anual con equipos de cómputo generación moderna. De igual manera Coronel & Saucedo (2022), en su investigación, tuvieron como objetivo realizar la evaluación del sistema eléctrico para optimizar el consumo de energía eléctrica y mejorar su iluminación. Diseñaron el sistema de iluminación y proponen un plan de mejoras cumpliendo lo escrito en el CNE y la norma EM. 010. Instalaciones eléctricas de interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones. Los resultados fueron la propuesta del plan de acción para su implementación. Concluyeron que, los equipos propuestos mejorarían los niveles de iluminación, viéndose reflejado en un ahorro de S/1280.93 así como también en un ahorro de S/2255,51 con equipos modernos de cómputo.

En la Tabla 35, se muestra los resultados del análisis económico de la propuesta de mejora, en el cual se describe una inversión de S/ 25,791.88 para cubrir los gastos como compra de suministros montaje de equipos mecánicos, recursos humanos, servicios e imprevistos, con ahorro económico de S/ 3,942.00. Asimismo un VAN de S/ 13,628.12, un TIR del 9% con un tiempo de recuperación de la inversión en 6 años con 6 meses. Estos resultados tienen concordancia con la investigación de Zapata (2020), en donde, tuvo como propósito mejorar la eficiencia energética eléctrica aplicando la Norma ISO 50001. Propuso planes de acción y control según las norma ISO 50001 para mejorar la eficiencia energética eléctrica en la empresa obteniendo un ahorro de 22293.32KWh equivalente a S/ 14065 anuales. Siendo la investigación factible con un VAN S/4,457.84 y un TIR del 24% con un periodo de recuperación 3 años 2 meses. Asimismo con la investigación de Monteza (2020), donde tuvo como objetivo realizar una propuesta de implementación de auditoria energética en el Hospital Regional Lambayeque, basado en la norma ISO 50001 para mejorar el índice de consumo energético, dándole importancia al ahorro de energía eléctrica. Los resultados fueron la propuesta de implementación de un Plan de Gestión Energética Eléctrico. Concluyendo que, la propuesta

permitirá mejorar la administración del consumo de energía eléctrica el cual logrará que el ahorro sea sostenido a partir de la ejecución., logrando que el nuevo Índice de Consumo Energético de ICE =  $52.98 \text{ kW-h /m}^2$ , generando indicadores económicos favorables de un VAN de S/.94187, un TIR de 33.49% y un tiempo de recuperación de 4 años y 2 meses.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Se realizó el análisis del estado actual en que se encuentra el sistema eléctrico de la Institución Educativa N° 16044 Magllanal, mediante visitas a campo; se obtuvo como conclusión que, los equipos y componentes eléctricos en mayoría se encuentran en mal estado y existe la falta de un programa de mantenimiento rutinario, sus sistemas no son los adecuados mucho menos recomendables, sus equipos ofrecen poca eficiencia energética ya que son de generación antigua. Asimismo, se determinó las condiciones de iluminación en los ambientes, concluyendo que, los niveles de iluminación se encuentran por debajo de los valores de iluminación establecidos en la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores, ocasionando incomodidades en el desarrollo de las actividades en las áreas administrativas y académicas afectando el confort visual de los estudiantes y del personal administrativo, todo esto se debe al tiempo de uso de las luminarias, que con el pasar del tiempo pierden el nivel de iluminación, además por la falta de mantenimiento e inspección técnica hacia el sistema de iluminación.

Se determinó el inventario energético de los equipos consumidores de energía eléctrica en la Institución Educativa N° 16044 Magllanal, se concluyó que, el mayor consumo se concentra en la sala de computo con un 43.50% de total de los componentes eléctricos y electrónicos, asimismo como los fluorescentes circular PHILIPS con un 23.84% del total del sistema de iluminación; definiendo un consumo total mensual es de 157.50Kwh/mes.

Se propuso un plan de mejoras que contribuya a la optimización del sistema eléctrico a partir del diagnóstico del estado actual mediante una inspección visual de sus componentes del sistema y mediciones de los niveles de iluminación de los diferentes ambientes, proponiendo así un plan de acción y desarrollando el diseño del sistema eléctrico de acuerdo a la Normativa del CNE; asimismo el diseño del sistema de iluminación proponiendo cambiar su tecnología de iluminación convencional a tecnología LED, como también sustituir las computadoras existentes a laptops de generación moderna. Se concluye que, con la propuesta del sistema de iluminación LED se produce un ahorro de S/ 2,790.00 anual con una mejora en iluminación del 56% al 93%; asimismo ahorro de S/ 1,152.00 anual con equipos de cómputo generación moderna.

De acuerdo a la evaluación económica, se concluye que la propuesta del proyecto tiene una inversión de S/ 25,791.88 con un flujo de caja de S/ 3,942.00 anuales, se concluye que, el proyecto es viable en un periodo de 10 años, con un VAN de S/ 13,628.12 y un TIR de 9%, en un periodo de recuperación de 6 años con 6 meses.

## **5.2. Recomendaciones.**

Elaborar un plan de mantenimiento rutinario de todas las instalaciones, componentes y equipos eléctricos; asimismo implementar la propuesta de mejora con la finalidad de perfeccionar el Sistema de Iluminación actual, y que cumpla con la Norma EM-010 de Instalaciones Eléctricas Interiores.

Se opte por implementar equipos más eficientes con tecnología moderna, mantener un inventario energético más eficiente, y obtener más ahorro económico referente a costos de consumo de energía eléctrica.

Capacitar a la comunidad estudiantil sobre la importancia del uso correcto de los equipos eléctricos y electrónicos, ya que todo esto tiene un gran impacto en el ahorro de energía eléctrica.

Asignar el presupuesto necesario para la adquisición de materiales y montaje electromecánico necesario para la implementación de la propuesta de mejora.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anton, K., & Bautista, F. (2020). *Auditoría Energética del Sistema Eléctrico para la Empresa Molinera de Arroz Valle Dorado S.A.C en la Ciudad de Jaén – Perú – 2020* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/ UNJ/214/1 /Ant%c3% b3n\\_BKGK\\_Bautista\\_NFJC.pdf](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/214/1/Ant%c3%b3n_BKGK_Bautista_NFJC.pdf).
- Avalos, M., Peres, M., & Piñas, M. (2018). *Microsoft Excel 2016 Nociones Basicas*. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2019-09-19-145302-80%20Excel%202016%20Nociones%20basicas.pdf>.
- Cardenas, & Marcillo. (2012). *Auditoría Energética del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito] Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana de la sede Quito. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3230>.
- Castilla, Blanca, Martinez, & Pastor. (2011). *Luminotecnia:Calculo segun el metodo de lumenes*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20C%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf>.
- Chumacero, J., & Paredes, A. (2019). *Evaluación Mediante Auditoría Energética del Sistema Eléctrico en el Campus de la Universidad Nacional de Jaén* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén] Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <https://core.ac.uk/download/pdf/270319025.pdf>.
- Chuquin. (2019). *Propuesta Técnica para el Mejoramiento de la Eficiencia Energética Eléctrica en el Hospital san Luis de Otavalo* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador] Repositorio Institucional de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9965?mode=full>

- Coronel, H., & Saucedo, K. (2022). *Evaluacion del consumo de energia electrica en la I.E.S.M. Jose Olaya ,Distrito de Pimpingos – Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén] Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/462>.
- Coss, R. (2005). *Analisis y Evaluacion de Proyectos de Inversion*. Mexico: Limusa S.A. <https://books.google.com.mx/books?id=XfVvR-TwcbEC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Cruceira, E., & Nieto, S. (2013). *Construccion de un Teluometro Digital de 3 puntos para Medir la Resistencia de Instalaciones a Tierra* [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional] Repositorio de la Escuela Politecnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6649/1/CD-5038.pdf>.
- Czajkowski, J. (2016). *Diseño Ambientalmente Consciente Iluminacion Eficiente*. [http://www.arquinstal.com.ar/2016/n2\\_04\\_2016\\_luminotecnia.pdf](http://www.arquinstal.com.ar/2016/n2_04_2016_luminotecnia.pdf).
- Delgado, F., & Sasai, D. (2019). *Estudio para la Implementación de cargas tipo LED en iluminacion residencial interior para la optimizacion del confort visual y la demanda energetica en lima* [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del Perú] Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica del Perú. [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2229/Fran%20Delgado\\_David%20Sasai\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2229/Fran%20Delgado_David%20Sasai_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Delgado, J. (2016). *Propuesta de Auditoria Energética para Reducir el Consumo de Energía Eléctrica, empresa AGRIBRANDS PURINA, Pimentel 2016* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo] Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8860/Delgado\\_RJO-SD.pdf?sequence=4](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8860/Delgado_RJO-SD.pdf?sequence=4).
- Escobal, M. (2017). *Implementación de una Auditoría Eléctrica para Reducir el Consumo de Energía Eléctrica en el Hospital II de Essalud Cajamarca, 2017* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo] Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32418>

- Granados, P. (2019). *Iluminancia en el Area de Envasado de la Cerveceria BACKUS-JOHNSTON Trujillo y su Impacto en el Bienestar de los Trabajadores* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo] Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14357/Granados%20Porturas%20Pablo%20Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Guambo, L., & Perez., C. (2020). *Estudio y Propuesta de Mejoramiento del Sistema Eléctrico del Fuerte Militar Marco Aurelio Subia* [Tesis de Pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador] Repositorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/23088/1/T-ESPE-044060.pdf>.
- Irigoin. (2016). *Auditoría Energética para Reducir el Consumo Electrico en la Empresa Automotores Pakatnamu* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo] Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8902/irigoin\\_se.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8902/irigoin_se.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Laptop, W. (2021). *Ficha Tecnica WAWA Laptop*. <http://www.wawaperu.org/>.
- Martinez, Y., Alvarez, L., Vera, J., & Perales, E. (2019). *Análisis del Sistema Eléctrico para Mejorar la Eficiencia Eléctrica de la Institución Educativa Pública Andrés Avelino Cáceres – Baños Del Inca –Cajamarca*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo] Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41308/B\\_Mart%c3%adnez\\_DLCY-%c3%81lvarez\\_GL-Vera\\_AJL-Perales\\_DER-SD.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41308/B_Mart%c3%adnez_DLCY-%c3%81lvarez_GL-Vera_AJL-Perales_DER-SD.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Monteza, L. (2020). *Implementar un Plan de Auditoría y Eficiencia Energética del Hospital Regional Lambayeque, Basado en la Norma ISO 50001 Para Reducir los Consumos Energéticos* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo] Repositorio Institucional de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2929/1/TL\\_MontezaRojasLuis.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2929/1/TL_MontezaRojasLuis.pdf)

- Rodriguez, P. (2016). *Diseño Lumínico de los Puestos de Trabajo del Centro de Enseñanza General de Nnivel Secundario Charlotte e Ilvem Sucursal Colon de la Ciudad de Quito* [Tesis de Prergrado, Universidad Tecnica de Ambato] Repositorio Institucional de la Universidad Tecnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/0a8ce447-70ee-4bd1-9ba3-bb8ef5165e4b>
- Salinas, C. (2015). *Criterios para la Toma de D. Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 17. [http://www.accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/periodo-de-recuperacion\\_1563978353.pdf](http://www.accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/periodo-de-recuperacion_1563978353.pdf)
- Sampertegui, L., & Sanchez, R. (2021). *Estudio de la Eficiencia Energetica en la Institucion Educativa Ramon Castilla y Marquesado ,Jaen - Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Jaén. [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/221/1/Semp%c3%a9rtegui\\_RLG\\_S%c3%a1nchez\\_QR.pdf](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/221/1/Semp%c3%a9rtegui_RLG_S%c3%a1nchez_QR.pdf)
- Sanabria, M. (2019). *Estudio de la Iluminación Ambiental en el Area de Educacion para el Trabajo(EPT)-Especialidad de Electronica y su Influencia en el Esfuerzo de la Agudeza Visual en los Alumnos de la IE Politecnico Tupac Amaru Huancayo -2017*[Tesis de Pregrado universidad Continental] Repositorio de la Universidad continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7134>
- Zapata, L. (2020). *Mejoramiento de la Eficiencia Energética Eléctrica de la Empresa Piladora Doña Carmela S.A.C, Aplicando la Norma ISO 50001* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo] Repositorio Institucional de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2619/1/TL\\_ZapataBenitesLeonel.p df](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2619/1/TL_ZapataBenitesLeonel.p df)

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias

A dios por la vida y la salud, iluminando mi camino, darme fuerzas de seguir adelante, lograr terminar mi carrera profesional y permitirme culminar mi tesis. Le agradezco a dios por todo.

A la Universidad Nacional de Jaén, a todos los catedráticos que con sus enseñanzas de sus experiencias, sus conocimientos que compartieron me ayudaron con mi formación profesional ante la sociedad.

A la Institución Educativa N°16044 Magllanal, por haberme brindado todas las facilidades en la recolección de datos para hacer posible la realización de mi tesis.

A mi asesor que con su apoyo y su tiempo, me supo guiar desde un inicio y sacar adelante mi proyecto de tesis.

## **DEDICATORIA**

A

Dios, por darme la vida, salud y mucha voluntad para lograr culminar mi carrera profesional; asimismo mi proyecto de tesis, que es una etapa muy importante en mi vida.

Mis padres por su apoyo incondicional que me brindaron en cada momento del día a día y así ayudándome a seguir adelante y que logre culminar mi carrera profesional, donde son el motivo de seguir cumpliendo metas para velar por su salud más adelante. Se les quiere mucho.

Mis amigos de la Universidad Nacional de Jaén, por todos los conocimientos y experiencias que compartimos juntos, por motivarme a través de sus consejos a seguir adelante, y por permitirme formar parte de sus vidas.

# ANEXOS

## Anexo 1

### Autorización para el desarrollo de tesis

#### Figura 35

*Autorización para el desarrollo de tesis en la I.E.Nº10644 Magllanal*

**“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”**

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE ACCESO A LA  
I.E.Nº16044 MAGLLANAL.**

Jaén, 20 de Setiembre del 2023.

**VITALI FUENTES GUERRERO  
DIRECTOR DE LA I.E.Nº16044 MAGLLANAL**

*Yo: CARLOS ENRIQUE GOICOCHEA TINEO, identificado con DNI  
Nº76932839, domiciliado en la Calle: Pedro Ruiz Gallo s/n, me presento y le manifiesto  
lo siguiente:*

En mi condición de Bachiller de la carrera profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, acudo a su despacho para solicitarle a usted, de favor, se me autorice acceso a la Institución Educativa N°16044 Magllanal de la Provincia de Jaén, para la inspección del estado actual de las instalaciones eléctricas (tableros eléctricos, luminarias, tomacorrientes, interruptores, cables, sockets, puesta a tierra, y otros), inventario de cargas eléctricas, mediciones de niveles de iluminación de los ambientes de trabajo, entre otros; dicha información me servirá para el desarrollo de mi proyecto de tesis denominado **“EVALUACION Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA N°16044 MAGLLANAL, JAÉN- PERU”**, dicho proyecto se encuentra aprobado por la Universidad Nacional de Jaén mediante resolución N°323-2023-UNJ, su desarrollo me servirá para la obtención de mi título profesional. Cabe mencionar que le estoy adjuntando una copia simple de dicha resolución.

Agradezco de antemano la debida atención que le preste al presente.



CARLOS ENRIQUE GOICOCHEA TINEO  
CEL: 916424901



## Anexo 2

Panel fotográfico de la Institución Educativa N°16044 Magllanal

**Figura 36**

*Institución Educativa N°16044 Magllanal, Jaén*



*Nota.* La figura muestra la Institución Educativa N°16044 Magllanal-Jaén. Fuente: El Autor.

## Anexo 3

Estado actual en que se encuentra el sistema eléctrico

**Figura 37**

*Inspeccionando el estado del interruptor*



*Nota.* La imagen muestra la inspección del estado del interruptor. Fuente: El Autor.

**Figura 38**

*Interruptor doble sin vida útil*



Nota. La figura muestra un interruptor doble sin vida útil. Fuente: El Autor.

**Figura 39**

*Interruptor simple en mal estado*



Nota. La figura muestra un interruptor simple en mal estado. Fuente: El Autor.

**Figura 40**

*Revisando el estado de socket y luminaria*



*Nota.* La figura muestra la revisión del estado de los socket y las luminarias. Fuente: El Autor.

**Figura 41**

*Revisando los tableros eléctricos*



*Nota:* La figura muestra la revisión y análisis de los tableros eléctricos. Fuente: El Autor. .

**Figura 42**

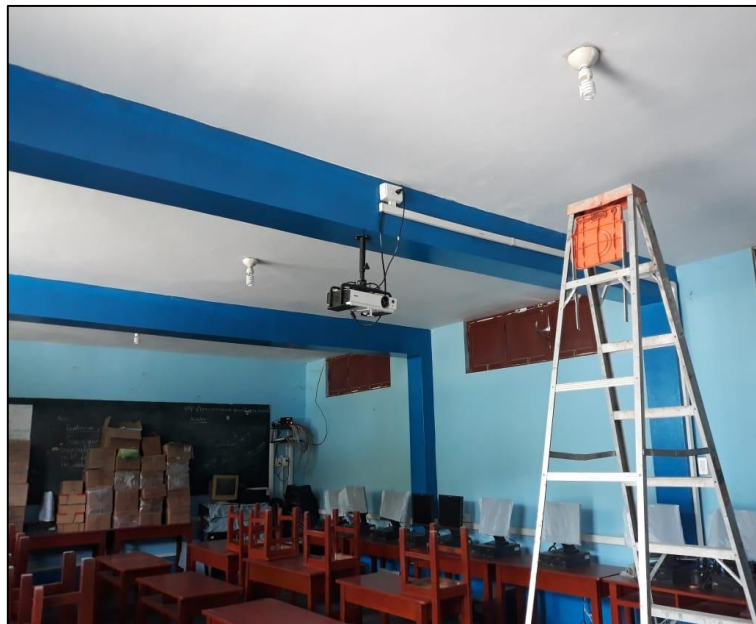
*Fluorescente circular sin vida útil*



*Nota.* La figura muestra fluorescente circular sin vida útil. Fuente: El Autor.

**Figura 43**

*Fluorescente espiral utilizado en el inventario de equipos*



*Nota.* La figura muestra fluorescentes de tipo espiral existente. Fuente: El Autor.

**Figura 44**

*Fluorescente tubular utilizado en el inventario de equipos*



*Nota.* La figura muestra fluorescente tipo tubular existe. Fuente: El Autor.

**Figura 45**

*Fluorescente circular con encendido intermitente*



*Nota.* La figura muestra fluorescente tipo circular con encendido intermitente.  
Fuente: El Autor.

**Figura 46**

*Ventanas opacas y cubiertas de polvo*



Nota. La figura muestra ventanas opacas y cubiertas de polvo por falta de limpieza, impidiendo aprovechar la luz natural. Fuente: El Autor.

**Figura 47**

*Computadoras existes*



Nota. La figura muestra las computadoras existes de tecnología antigua. Fuente: El Autor.

-Medición de iluminación del sistema de iluminación actual.

**Figura 49**

*Nivel de iluminación baño de damas N°02, 85.1 Lux*



*Nota.* La figura muestra el resultado de nivel de iluminación 85.1 Lux en baño de damas.

Fuente: El Autor.

**Figura 50**

*Nivel de iluminación baño de damas N°01, 82.9 Lux*



*Nota.* La figura muestra el resultado de nivel de iluminación 82.9 Lux baño de damas. Fuente:

El Autor.

**Figura 50**

*Nivel de iluminación Aula N°01 del pabellón N°01, 17.5 Lux*



*Nota.* La figura muestra el nivel de iluminación 17.5 Lux del Aula N°01 del pabellón N°01.Fuente: El Autor.

**Figura 51**

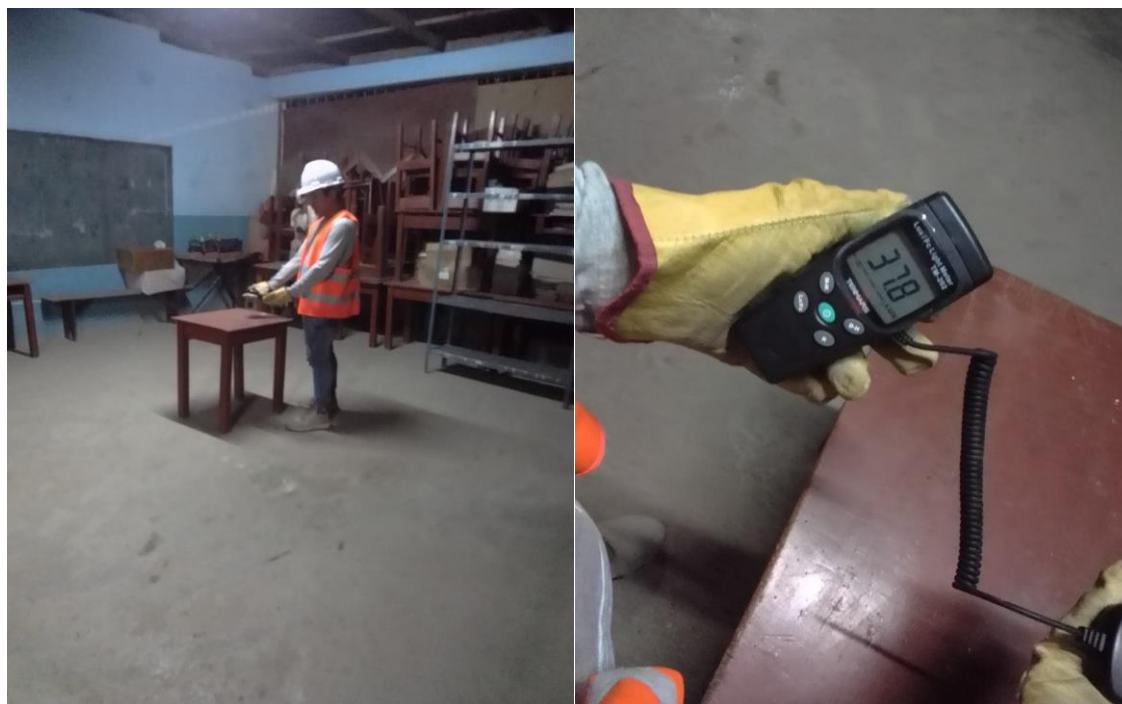
*Nivel de iluminación Aula N°02 del pabellón N°01, 20.4 Lux*



*Nota.* La figura muestra el nivel de iluminación 20.4 Lux del Aula N°02 del pabellón N°01.Fuente: El Autor.

**Figura 52**

*Nivel de iluminación Biblioteca N°01 del pabellón N°02, 37.8Lux*



*Nota.* La figura muestra el nivel de iluminación 37.8 Lux de la biblioteca N°01 del pabellón N°02. Fuente: El Autor.

**Figura 53**

*Certificado de calibración Luxómetro TENMARS TM-202*

|  <b>METRINDUST</b><br>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | <b>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN</b><br>SEGÚN NTP-ISO/IEC 17025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                   |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------|------------------|
| <b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                   |                  |
| Laboratorio de Electricidad y Tiempo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | <table border="1"> <tr> <th>N° DE CERTIFICADO</th> </tr> <tr> <td>MT - 0666 - 2021</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | N° DE CERTIFICADO | MT - 0666 - 2021 |
| N° DE CERTIFICADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                   |                  |
| MT - 0666 - 2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                   |                  |
| <p>EXPEDIENTE : EXP - 1234BT1 - 2021</p> <p>SOLICITANTE : NDT INSPECTION TECHNOLOGIES S.A.C</p> <p>Dirección : Av. San Juan Nro. 489 Lincoln Lima - Lima - San Luis</p> <p><b>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : LUXÓMETRO</b><br/>                     Marca : Tenmars<br/>                     Modelo : TM-202<br/>                     N° de Serie : 160400739<br/>                     Alcance de Escala : 20 / 200 / 2,000 / 20,000 / 200,000 Lux<br/>                     Identificación : Lux 001<br/>                     Tipo : Digital<br/>                     Procedencia : Taiwán<br/>                     Ubicación : No indica</p> <p><b>FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN</b><br/>                     Fecha de Calibración : 2021-12-27<br/>                     Fecha de emisión : 2021-12-27<br/>                     Lugar de Calibración : Instalaciones de METRINDUST S.A.C.</p> <p><b>MÉTODO DE CALIBRACIÓN</b><br/>                     Calibración por comparación tomando como referencia el método de ensayo del Technical Report CIE 69 - 1987 utilizando como fuente una lámpara fluorescente de luz blanca, y lámparas de luz incandescente.</p> |  | <p>METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones metrológicas según procedimientos de calibración validados o normalizados.</p> <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento.</p> <p>Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización del Departamento de Metrología de METRINDUST S.A.C.</p> |  |                   |                  |
| <p>REVISADO:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <br/> <small>FIRMA DIGITAL</small><br/> <b>Gamarra Rodríguez Dennis</b><br/>                     Gerente Técnico                 </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                   |                  |
| <p><b>PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE METRINDUST S.A.C.</b></p> <p>Calle Los Jazmines Mz. G LT. 13 Coo. Talavera De La Reyna – El Agustino, Lima – Perú<br/>                     Celular: 915972598 / 917607794 / 925033922 - Email: informes@metrindust.com.pe<br/>                     www.metrindust.com.pe</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                   |                  |

Certificado : MT - 0666 - 2021

Página : 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

| Trazabilidad | Patrón de Trabajo | Certificado de Calibración |
|--------------|-------------------|----------------------------|
| INACAL - DM  | Luxómetro Lutrón  | LFR - 007 - 2021           |

**CONDICIONES AMBIENTALES**

| Magnitud         | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 21,1 °C | 20,9°C  |
| Humedad Relativa | 65 % hr | 67 % hr |

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**
**CON LUZ INCANDESCENTE**

| ALCANCE DE INDICACIÓN<br>( lux ) | ILUMINANCIA CONVENCIONALMENTE VERDADERA<br>( lux ) | INDICACIÓN DEL LUXÓMETRO<br>( lux ) | CORRECCIÓN<br>( lux ) | INCERTIDUMBRE<br>( lux ) |
|----------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 20                               | 0                                                  | 0                                   | 0                     | 0                        |
|                                  | 9                                                  | 10                                  | -1                    | 2                        |
|                                  | 16                                                 | 17                                  | -1                    | 2                        |
|                                  | 18                                                 | 20                                  | -2                    | 4                        |
| 200                              | 0                                                  | 0                                   | 0                     | 1                        |
|                                  | 62                                                 | 66                                  | -4                    | 5                        |
|                                  | 137                                                | 143                                 | -6                    | 25                       |
|                                  | 163                                                | 169                                 | -6                    | 8                        |
| 2000                             | 0                                                  | 0                                   | 0                     | 1                        |
|                                  | 660                                                | 680                                 | -20                   | 65                       |
|                                  | 1138                                               | 1190                                | -52                   | 36                       |
|                                  | 1762                                               | 1834                                | -72                   | 62                       |
| 20000                            | 0                                                  | 0                                   | 0                     | 1                        |
|                                  | 1000                                               | 1058                                | -58                   | 45                       |
|                                  | 1500                                               | 1567                                | -67                   | 48                       |
|                                  | 2000                                               | 2060                                | -60                   | 60                       |
| 200000                           | 0                                                  | 0                                   | 0                     | 1                        |
|                                  | 1500                                               | 1557                                | -57                   | 48                       |
|                                  | 3000                                               | 2970                                | 30                    | 90                       |
|                                  | 4000                                               | 3955                                | 45                    | 100                      |

Iluminancia Convencionalmente Verdadera ICV = Indicación del Luxómetro + Corrección

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva ( CALIBRADO ).

**INCERTIDUMBRE**

 La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

\*\* FIN DEL DOCUMENTO \*\*

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE METRINDUST S.A.C.**

 Calle Los Jazmines Mz. G LT. 13 Coo. Talavera De La Reyna – El Agustino, Lima – Perú  
 Celular: 915972598 / 917607794 / 925033922 - Email: informes@metrindust.com.pe  
 www.metrindust.com.pe

**Figura 54**

*Certificado de calibración Teluometro TESTECH KT-480D*



# EQUINLAB

**Equipamiento Instrumentación  
Industrias y Laboratorios**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
PATRONES DE TRAZABILIDAD NACIONAL  
INACAL E INTERNACIONAL AL NIST  
CENAM, DAKKS, ENAC, DKD

**INGENIERÍA EN METROLOGÍA**

Empresa de Servicios Meteorológicos de Verificación, Calibración y Emisión de Certificados Adjuntando la Trazabilidad de Nuestros Patrones Nacionales o Internacionales

---

°F 16,16% 1 456 kg/m³ 1 -27,3td 1 0,64aw 1 51,9°r H 1 14,6%abs 1 100,4 g/m³ 1 09m/s 1 4,90Ug/L 1 163 ym 1 23,2° C 1 78,6 °F 1 6,21 % 1 424 kg/m³ 1 78,0 °F 1 6,16% 1 456kg/m³ 1 -27,3 td 1 0,64 aw

## CERTIFICADO DE CALIBRACION N° CLE-890-2022

Página 1 de 2

Fecha de Emisión: 2022-11-24

Expediente: EIII-4116-2022

**INSTRUMENTO: TELUOMETRO**  
 Marca: TESTECH  
 Modelo: KT-480D  
 Identificación: No indica  
 Serie: 21945018  
 Procedencia: No indica  
 Ubicación: Planta

Tensión de Prueba: 200 V  
 Rango de Medición: 20  $\Omega$  / 200  $\Omega$  / 2000  $\Omega$   
 Rango de tensión AC 0-200V AC

**SOLICITANTE: DCA INGENIEROS S.A.C.**  
 Dirección: Av. Carlos Alberto Izaguirre Nro. 789 urb. Las Palmeras 1 Etapa Los Olivos - Lima

**CALIBRACIÓN: Fecha 2022-11-24**  
 Lugar: Av. Universitaria 2786 Los Olivos Lima-Lima  
 Método: Comparación directa con Instrumento patrón Calibrado.

**RESULTADO DE LAS MEDICIONES:**  
 E.M.P = Error Máximo permisible.  
 La incertidumbre de la medición que se presenta estaba basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura K=2, el cual proporcionada un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

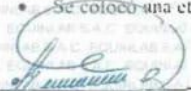
|                        | Inicial | final |
|------------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C)       | 22,3    | 22,5  |
| Humedad relativa (%HR) | 67,7    | 66,8  |

**PATRONES DE REFERENCIA:**

| Trazabilidad | Patrón utilizado                          | Certificado de calibración |
|--------------|-------------------------------------------|----------------------------|
| DM - INACAL  | Multimetro FLUKE 8845A                    | LE - 153 - 2022            |
| IPT          | Década de Resistencia CPR - 20G -Megabras | 167514-101                 |

**OBSERVACIONES:**

- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.
- Los resultados de las mediciones se muestran a partir de la página 02 del documento
- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla es el promedio de 5 valores medidos.
- Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRACION".

  
 Ing. Roger Cueva J. ta  
 Jefe de Mantenimiento




PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Av. Universitaria 2786 Mz. G Lt. 43 Los Olivos - Lima - Lima  
 Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel.: 939294882 / 946480783  
 E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com

## Anexo 4

Elaborar un inventario de los equipos eléctricos.

**Tabla 36**

*Formato de registro de equipos eléctricos*

| Formato de registro de equipos consumidores de energía eléctrica |        |       |          |          |              |
|------------------------------------------------------------------|--------|-------|----------|----------|--------------|
| Ítems                                                            | Equipo | Marca | Potencia | Cantidad | Horas de uso |
| 1                                                                |        |       |          |          |              |
| 2                                                                |        |       |          |          |              |
| 3                                                                |        |       |          |          |              |
| 4                                                                |        |       |          |          |              |
| 5                                                                |        |       |          |          |              |
| 6                                                                |        |       |          |          |              |
| 7                                                                |        |       |          |          |              |
| 8                                                                |        |       |          |          |              |
| 9                                                                |        |       |          |          |              |
| 10                                                               |        |       |          |          |              |
| 11                                                               |        |       |          |          |              |
| 12                                                               |        |       |          |          |              |
| 13                                                               |        |       |          |          |              |
| 14                                                               |        |       |          |          |              |
| 15                                                               |        |       |          |          |              |
| 16                                                               |        |       |          |          |              |
| 17                                                               |        |       |          |          |              |
| 18                                                               |        |       |          |          |              |
| 19                                                               |        |       |          |          |              |
| 20                                                               |        |       |          |          |              |
| 21                                                               |        |       |          |          |              |
| 22                                                               |        |       |          |          |              |
| 23                                                               |        |       |          |          |              |
| 24                                                               |        |       |          |          |              |
| 25                                                               |        |       |          |          |              |

*Nota.* La tabla muestra el formato que se utilizó para la recolección de inventario de equipos consumidores de energía de la institución educativa. Fuente: El Autor

## Anexo 5

Proponer un plan de mejoras que contribuya a la optimización del sistema eléctrico.

**Tabla 36**

*Resultado del cálculo luminotécnico mediante el Microsoft Excel*

| PABELLÓN      | AMBIENTE           | ANCHO(m) | LARGO(m) | ALTURA(m) | EM(lux) | K    | CU   | CM  | LM(lux)  | LM DE LUMINARIA(lux) | POTENCIA (w) | N° DE LUMINARIA | ILUMINACIÓN PROPUESTO(lux) |
|---------------|--------------------|----------|----------|-----------|---------|------|------|-----|----------|----------------------|--------------|-----------------|----------------------------|
| Pabellón N°01 | Aula N°01          | 4.3      | 5.4      | 2.3       | 300     | 1.04 | 0.53 | 0.8 | 12628.30 | 2400                 | 24           | 7               | 306                        |
|               | Aula N°02          | 4.3      | 5.4      | 2.3       | 300     | 1.04 | 0.53 | 0.8 | 12628.30 | 2400                 | 24           | 7               | 306                        |
|               | Baño de damas N°01 | 1.9      | 3.9      | 2.1       | 100     | 0.61 | 0.34 | 0.8 | 3582.35  | 2400                 | 24           | 2               | 134                        |
|               | Baño de damas N°02 | 2.1      | 4.3      | 2.1       | 100     | 0.67 | 0.37 | 0.8 | 3632.43  | 2400                 | 24           | 2               | 132                        |
|               | Baño de varones    |          |          |           |         |      |      |     |          |                      |              |                 |                            |
|               | N°01               | 1.9      | 3.9      | 2.1       | 100     | 0.61 | 0.34 | 0.8 | 3582.35  | 2400                 | 24           | 2               | 134                        |
|               | Baño de varones    |          |          |           |         |      |      |     |          |                      |              |                 |                            |
|               | N°02               | 2.1      | 4.3      | 2.1       | 100     | 0.67 | 0.37 | 0.8 | 3632.43  | 2400                 | 24           | 2               | 132                        |
|               | Sala de computo    | 4.5      | 6.4      | 1.8       | 300     | 1.47 | 0.67 | 0.8 | 8785.07  | 2400                 | 24           | 4               | 328                        |
|               | Dirección          | 4.5      | 7.3      | 1.8       | 300     | 1.67 | 0.55 | 0.8 | 9234.78  | 2400                 | 24           | 4               | 312                        |
| Pabellón N°02 | Almacén N°01       | 4.7      | 4.1      | 2.2       | 100     | 1    | 0.53 | 0.8 | 3652.83  | 2400                 | 24           | 2               | 131                        |
|               | Aula N°01          | 4.7      | 6.2      | 2.2       | 300     | 1.22 | 0.59 | 0.8 | 12193.22 | 2400                 | 24           | 6               | 354                        |
|               | Aula N°02          | 4.7      | 5.3      | 2.2       | 300     | 1.13 | 0.57 | 0.8 | 11578.95 | 2400                 | 24           | 6               | 373                        |
|               | Aula N°03          | 4.6      | 6.3      | 2.4       | 300     | 1.11 | 0.56 | 0.8 | 14014.29 | 2400                 | 24           | 6               | 308                        |
|               | Biblioteca N°01    | 4.6      | 6.3      | 2.4       | 100     | 1.11 | 0.56 | 0.8 | 4671.43  | 2400                 | 24           | 3               | 111                        |
| Pabellón N°03 | Aula N°01          | 4.1      | 5.2      | 1.9       | 300     | 1.21 | 0.58 | 0.8 | 13784.48 | 2400                 | 24           | 6               | 313                        |
|               | Aula N°02          | 4.1      | 5.2      | 1.9       | 300     | 1.21 | 0.58 | 0.8 | 13784.48 | 2400                 | 24           | 6               | 313                        |
|               | Aula N°03          | 4.1      | 5.2      | 1.9       | 300     | 1.21 | 0.58 | 0.8 | 13784.48 | 2400                 | 24           | 6               | 313                        |
|               | Aula N°04          | 4.1      | 5.2      | 1.9       | 300     | 1.21 | 0.58 | 0.8 | 13784.48 | 2400                 | 24           | 6               | 313                        |
|               | Aula N°05          | 4.1      | 5.2      | 1.9       | 300     | 1.21 | 0.58 | 0.8 | 13784.48 | 2400                 | 24           | 6               | 313                        |
|               | Aula N°06          | 4.1      | 5.2      | 1.9       | 300     | 1.21 | 0.58 | 0.8 | 13784.48 | 2400                 | 24           | 6               | 313                        |
|               |                    |          |          |           |         |      |      |     |          |                      |              |                 |                            |

*Nota.* La tabla muestra el resultado del cálculo luminotécnico mediante el Microsoft Excel. Fuente: El autor.

**Tabla 37***Resultado del cálculo del emplazamiento de luminarias*

| PABELLÓN      | AMBIENTE             | ANCHO(m) | LARGO(m) | N° DE      | N° DE FILAS DE    | N° DE COLUMNAS          |
|---------------|----------------------|----------|----------|------------|-------------------|-------------------------|
|               |                      |          |          | LUMINARIAS | LUMINARIAS(Ancho) | DE<br>LUMINARIAS(Largo) |
| Pabellón N°01 | Aula N°01            | 4.3      | 5.4      | 7          | 2                 | 3                       |
|               | Aula N°02            | 4.3      | 5.4      | 7          | 2                 | 3                       |
|               | Baño de damas N°01   | 1.9      | 3.9      | 2          | 1                 | 2                       |
|               | Baño de damas N°02   | 2.1      | 4.3      | 2          | 1                 | 2                       |
|               | Baño de varones N°01 | 1.9      | 3.9      | 2          | 1                 | 2                       |
|               | Baño de varones N°02 | 2.1      | 4.3      | 2          | 1                 | 2                       |
|               | Sala de computo      | 4.5      | 6.4      | 4          | 2                 | 2                       |
|               | Dirección            | 4.5      | 7.3      | 4          | 2                 | 2                       |
| Pabellón N°02 | Almacén N°01         | 2.4      | 4.1      | 2          | 1                 | 2                       |
|               | Aula N°01            | 4.7      | 6.2      | 6          | 2                 | 3                       |
|               | Aula N°02            | 4.3      | 5.3      | 6          | 2                 | 3                       |
|               | Aula N°03            | 4.6      | 6.3      | 6          | 2                 | 3                       |
|               | Biblioteca N°01      | 4.6      | 6.3      | 3          | 1                 | 2                       |
| Pabellón N°03 | Aula N°01            | 4.1      | 5.2      | 6          | 2                 | 3                       |
|               | Aula N°02            | 4.1      | 5.2      | 6          | 2                 | 3                       |
|               | Aula N°03            | 4.1      | 5.2      | 6          | 2                 | 3                       |
|               | Aula N°04            | 4.1      | 5.2      | 6          | 2                 | 3                       |
|               | Aula N°05            | 4.1      | 5.2      | 6          | 2                 | 3                       |
|               | Aula N°06            | 4.1      | 5.2      | 6          | 2                 | 3                       |

*Nota.* La tabla muestra el resultado del cálculo del emplazamiento de luminarias .Fuente: El autor.

**Figura 56**

*Rendimiento del local*

| LUMINARIA                                                                                                                                       | Techo p1 | 0.8  |      |      | 0.5  |      | 0.3  |      |      | 0.5  |      | 0.3  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                                 | Pared p2 | 0.8  | 0.5  | 0.3  | 0.5  | 0.3  | 0.8  | 0.5  | 0.3  | 0.5  | 0.3  | 0.3  |
|                                                                                                                                                 | Suelo p3 | 0.3  |      |      |      |      | 0.1  |      |      |      |      |      |
| Índice del local                                                                                                                                | K        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <br>Intensiva<br>0° - 30°                                      | 0.8      | 0.6  | 0.55 | 0.54 | 0.6  | 0.55 | 0.81 | 0.58 | 0.78 | 0.69 | 0.58 | 0.68 |
|                                                                                                                                                 | 0.9      | 0.69 | 0.54 | 0.64 | 0.7  | 0.65 | 0.7  | 0.65 | 0.87 | 0.72 | 0.68 | 0.75 |
|                                                                                                                                                 | 1        | 0.75 | 0.7  | 0.7  | 0.78 | 0.71 | 0.77 | 0.71 | 0.93 | 0.79 | 0.72 | 0.8  |
|                                                                                                                                                 | 1.25     | 0.81 | 0.76 | 0.75 | 0.82 | 0.77 | 0.83 | 0.78 | 0.97 | 0.85 | 0.79 | 0.84 |
|                                                                                                                                                 | 1.5      | 0.84 | 0.79 | 0.79 | 0.88 | 0.81 | 0.87 | 0.82 | 0.99 | 0.9  | 0.83 | 0.87 |
|                                                                                                                                                 | 2        | 0.89 | 0.85 | 0.84 | 0.91 | 0.88 | 0.93 | 0.88 | 1.02 | 0.97 | 0.9  | 0.9  |
|                                                                                                                                                 | 2.5      | 0.92 | 0.88 | 0.87 | 0.94 | 0.9  | 0.97 | 0.92 | 1.04 | 1.02 | 0.98 | 0.93 |
|                                                                                                                                                 | 3        | 0.94 | 0.91 | 0.9  | 0.97 | 0.93 | 1    | 0.95 | 1.06 | 1.08 | 1    | 0.95 |
|                                                                                                                                                 | 4        | 0.97 | 0.93 | 0.94 | 0.99 | 0.97 | 1.04 | 1    | 1.08 | 1.11 | 1.05 | 0.97 |
|                                                                                                                                                 | 5        | 0.99 | 0.98 | 0.95 | 1    | 0.98 | 1.08 | 1.02 | 1.08 | 1.14 | 1.09 | 0.98 |
| <br>Medio-Intensiva<br>30° - 40°<br>Especializada<br>40° - 50° | 0.8      | 0.93 | 0.74 | 0.7  | 0.74 | 0.69 | 0.89 | 0.73 | 0.7  | 0.72 | 0.68 | 0.82 |
|                                                                                                                                                 | 0.9      | 1.01 | 0.82 | 0.77 | 0.81 | 0.78 | 0.94 | 0.78 | 0.77 | 0.8  | 0.78 | 0.93 |
|                                                                                                                                                 | 1        | 1.05 | 0.88 | 0.82 | 0.88 | 0.82 | 0.98 | 0.83 | 0.82 | 0.84 | 0.81 | 1    |
|                                                                                                                                                 | 1.25     | 1.1  | 0.93 | 0.88 | 0.91 | 0.87 | 1.01 | 0.9  | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 1.08 |
|                                                                                                                                                 | 1.5      | 1.13 | 0.97 | 0.92 | 0.94 | 0.9  | 1.03 | 0.93 | 0.89 | 0.92 | 0.88 | 1.09 |
|                                                                                                                                                 | 2        | 1.17 | 1.03 | 0.97 | 0.99 | 0.95 | 1.05 | 0.97 | 0.93 | 0.95 | 0.92 | 1.14 |
|                                                                                                                                                 | 2.5      | 1.2  | 1.07 | 1.01 | 1.03 | 0.98 | 1.05 | 0.99 | 0.96 | 0.97 | 0.94 | 1.17 |
|                                                                                                                                                 | 3        | 1.21 | 1.1  | 1.05 | 1.05 | 1    | 1.08 | 1    | 0.98 | 0.98 | 0.96 | 1.2  |
|                                                                                                                                                 | 4        | 1.24 | 1.15 | 1.1  | 1.08 | 1.03 | 1.08 | 1.02 | 1    | 1    | 0.98 | 1.23 |
|                                                                                                                                                 | 5        | 1.25 | 1.17 | 1.13 | 1.1  | 1.05 | 1.07 | 1.03 | 1.01 | 1.01 | 0.99 | 1.24 |
| <br>Medio-Extensiva<br>50° - 60°                             | 0.8      | 0.72 | 0.48 | 0.42 | 0.47 | 0.42 | 0.68 | 0.47 | 0.41 | 0.47 | 0.41 | 0.4  |
|                                                                                                                                                 | 0.9      | 0.85 | 0.61 | 0.54 | 0.59 | 0.53 | 0.8  | 0.59 | 0.53 | 0.58 | 0.53 | 0.52 |
|                                                                                                                                                 | 1        | 0.94 | 0.69 | 0.62 | 0.67 | 0.61 | 0.87 | 0.67 | 0.61 | 0.65 | 0.6  | 0.59 |
|                                                                                                                                                 | 1.25     | 1.01 | 0.78 | 0.71 | 0.76 | 0.69 | 0.92 | 0.75 | 0.68 | 0.73 | 0.68 | 0.66 |
|                                                                                                                                                 | 1.5      | 1.05 | 0.83 | 0.75 | 0.8  | 0.74 | 0.98 | 0.8  | 0.73 | 0.77 | 0.72 | 0.71 |
|                                                                                                                                                 | 2        | 1.11 | 0.91 | 0.84 | 0.87 | 0.81 | 1    | 0.88 | 0.8  | 0.84 | 0.79 | 0.78 |
|                                                                                                                                                 | 2.5      | 1.15 | 0.97 | 0.9  | 0.92 | 0.87 | 1.02 | 0.91 | 0.85 | 0.88 | 0.83 | 0.82 |
|                                                                                                                                                 | 3        | 1.18 | 1.02 | 0.98 | 0.98 | 0.91 | 1.04 | 0.94 | 0.89 | 0.91 | 0.87 | 0.88 |
|                                                                                                                                                 | 4        | 1.21 | 1.09 | 1.02 | 1.02 | 0.95 | 1.08 | 0.97 | 0.94 | 0.95 | 0.91 | 0.9  |
|                                                                                                                                                 | 5        | 1.23 | 1.12 | 1.05 | 1.04 | 1    | 1.08 | 1    | 0.98 | 0.97 | 0.94 | 0.92 |
| <br>Extensiva<br>60° - 70°                                   | 0.8      | 0.03 | 0.39 | 0.33 | 0.39 | 0.33 | 0.51 | 0.38 | 0.34 | 0.37 | 0.33 | 0.32 |
|                                                                                                                                                 | 0.9      | 0.78 | 0.53 | 0.45 | 0.51 | 0.45 | 0.74 | 0.51 | 0.45 | 0.5  | 0.45 | 0.44 |
|                                                                                                                                                 | 1        | 0.88 | 0.62 | 0.54 | 0.6  | 0.54 | 0.82 | 0.6  | 0.53 | 0.58 | 0.53 | 0.52 |
|                                                                                                                                                 | 1.25     | 0.95 | 0.71 | 0.63 | 0.68 | 0.62 | 0.88 | 0.68 | 0.62 | 0.65 | 0.6  | 0.5  |
|                                                                                                                                                 | 1.5      | 1.02 | 0.78 | 0.7  | 0.76 | 0.69 | 0.93 | 0.75 | 0.68 | 0.72 | 0.68 | 0.68 |
|                                                                                                                                                 | 2        | 1.1  | 0.89 | 0.81 | 0.85 | 0.78 | 0.98 | 0.83 | 0.77 | 0.8  | 0.77 | 0.74 |
|                                                                                                                                                 | 2.5      | 1.14 | 0.96 | 0.88 | 0.91 | 0.85 | 1.01 | 0.89 | 0.83 | 0.85 | 0.82 | 0.8  |
|                                                                                                                                                 | 3        | 1.17 | 1.01 | 0.94 | 0.95 | 0.89 | 1.03 | 0.92 | 0.87 | 0.88 | 0.86 | 0.84 |
|                                                                                                                                                 | 4        | 1.21 | 1.07 | 1.01 | 1    | 0.95 | 1.04 | 0.95 | 0.92 | 0.93 | 0.9  | 0.89 |
|                                                                                                                                                 | 5        | 1.23 | 1.12 | 1.05 | 1.03 | 0.98 | 1.05 | 0.99 | 0.95 | 0.95 | 0.93 | 0.92 |
| <br>Intensiva<br>70° - 90°                                   | 0.8      | 0.01 | 0.30 | 0.29 | 0.30 | 0.29 | 0.58 | 0.33 | 0.29 | 0.35 | 0.29 | 0.28 |
|                                                                                                                                                 | 0.9      | 0.74 | 0.47 | 0.39 | 0.45 | 0.38 | 0.89 | 0.48 | 0.38 | 0.45 | 0.38 | 0.37 |
|                                                                                                                                                 | 1        | 0.82 | 0.55 | 0.48 | 0.52 | 0.45 | 0.77 | 0.53 | 0.45 | 0.51 | 0.44 | 0.45 |
|                                                                                                                                                 | 1.25     | 0.9  | 0.63 | 0.54 | 0.61 | 0.53 | 0.82 | 0.61 | 0.53 | 0.59 | 0.53 | 0.51 |
|                                                                                                                                                 | 1.5      | 0.95 | 0.69 | 0.6  | 0.66 | 0.59 | 0.87 | 0.67 | 0.59 | 0.64 | 0.57 | 0.56 |
|                                                                                                                                                 | 2        | 1.02 | 0.79 | 0.7  | 0.75 | 0.68 | 0.92 | 0.75 | 0.67 | 0.72 | 0.65 | 0.64 |
|                                                                                                                                                 | 2.5      | 1.08 | 0.87 | 0.78 | 0.81 | 0.74 | 0.96 | 0.81 | 0.73 | 0.77 | 0.72 | 0.7  |
|                                                                                                                                                 | 3        | 1.13 | 0.93 | 0.84 | 0.88 | 0.79 | 0.99 | 0.85 | 0.78 | 0.81 | 0.78 | 0.75 |
|                                                                                                                                                 | 4        | 1.17 | 1.01 | 0.92 | 0.94 | 0.87 | 1.02 | 0.9  | 0.85 | 0.88 | 0.83 | 0.81 |
|                                                                                                                                                 | 5        | 1.18 | 1.04 | 0.95 | 0.98 | 0.9  | 1.07 | 0.93 | 0.87 | 0.89 | 0.86 | 0.83 |

Nota. Fuente: (Czajkowski, 2016).

**Figura 57**

*Tabla de datos cable TH-80 Indeco*

| TABLA DE DATOS TECNICOS NH - 80 |             |                  |                       |                        |                      |       |              |       |
|---------------------------------|-------------|------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-------|--------------|-------|
| CALIBRE<br>CONDUCTOR            | Nº<br>HILOS | DIAMETRO<br>HILO | DIAMETRO<br>CONDUCTOR | ESPESOR<br>AISLAMIENTO | DIAMETRO<br>EXTERIOR | PESO  | AMPERAJE (*) |       |
|                                 |             |                  |                       |                        |                      |       | AIRE         | DUCTO |
| mm²                             |             | mm               | mm                    | mm                     | mm                   | Kg/Km | A            | A     |
| 1.5                             | 7           | 0.52             | 1.50                  | 0.7                    | 2.9                  | 20    | 18           | 14    |
| 2.5                             | 7           | 0.66             | 1.92                  | 0.8                    | 3.5                  | 31    | 30           | 24    |
| 4                               | 7           | 0.84             | 2.44                  | 0.8                    | 4.0                  | 46    | 35           | 31    |
| 6                               | 7           | 1.02             | 2.98                  | 0.8                    | 4.6                  | 65    | 50           | 39    |
| 10                              | 7           | 1.33             | 3.99                  | 1.0                    | 6.0                  | 110   | 74           | 51    |
| 16                              | 7           | 1.69             | 4.67                  | 1.0                    | 6.7                  | 167   | 99           | 68    |
| 25                              | 7           | 2.13             | 5.88                  | 1.2                    | 8.3                  | 262   | 132          | 88    |
| 35                              | 7           | 2.51             | 6.92                  | 1.2                    | 9.3                  | 356   | 165          | 110   |
| 50                              | 19          | 1.77             | 8.15                  | 1.4                    | 11.0                 | 480   | 204          | 138   |
| 70                              | 19          | 2.13             | 9.78                  | 1.4                    | 12.6                 | 678   | 253          | 165   |
| 95                              | 19          | 2.51             | 11.55                 | 1.6                    | 14.8                 | 942   | 303          | 198   |
| 120                             | 37          | 2.02             | 13.00                 | 1.6                    | 16.2                 | 1174  | 352          | 231   |
| 150                             | 37          | 2.24             | 14.41                 | 1.8                    | 18.0                 | 1443  | 413          | 264   |
| 185                             | 37          | 2.51             | 16.16                 | 2.0                    | 20.2                 | 1809  | 473          | 303   |
| 240                             | 37          | 2.87             | 18.51                 | 2.2                    | 22.9                 | 2368  | 528          | 352   |
| 300                             | 37          | 3.22             | 20.73                 | 2.4                    | 25.5                 | 2963  | 633          | 391   |

*Nota.* Fuente: Datos Tecnicos de Indeco.

**Figura 58**  
*Luminaria Led propuesto*

| DESCRIPCIÓN                 | ESPECIFICACIONES                      |
|-----------------------------|---------------------------------------|
|                             |                                       |
| MARCA                       | ECOTREND                              |
| MODELO                      | 24W6K                                 |
| TIPO                        | PANEL REDONDO ADOSABLE                |
| POTENCIA (W)                | 24 WATTS                              |
| LUMENS INICIALES (LM)       | 2400 LUMENS                           |
| SOCKET                      | GRAPAS METALICAS                      |
| VOLTAJE (V)                 | 100V - 277 VAC                        |
| COLOR DE LA LUZ             | FRIA                                  |
| TIPO DE LED                 | SMD 2835                              |
| CHIP LED                    | SANAN                                 |
| TIPO DE CUBIERTA            | EMPAVONADA                            |
| GRADO DE PROTECCION IP      | IP40                                  |
| TEMPERATURA DE COLOR (K)    | 6000K                                 |
| CARACTERISTICAS             | PF: >0.95<br>100 LUMENS / W           |
| ANGULO DE ILUMINACION       | 120°                                  |
| TIEMPO DE VIDA (H)          | 35 000 HORAS                          |
| MATERIAL                    | ALUMINIO<br>PLÁSTICO<br>POLICARBONATO |
| CERTIFICACION               | CE                                    |
| CRI                         | >70                                   |
| TEMPERATURA DE TRABAJO (°C) | -40°C ~ 50°C                          |
| DIMENSIONES (CM)            | DIAMETRO: 30 CM<br>ALTURA: 3.55 CM    |

*Nota.* Fuente: Datos de ficha técnica del producto ECOTREND.

**Figura 59**  
*Ficha técnica de WAWA laptop propuesto*

| CARACTERÍSTICA     | DESCRIPCIÓN                                                | VERSIÓN 2.5         |
|--------------------|------------------------------------------------------------|---------------------|
| Procesador:        | Tipo de procesador                                         | Broadcom BCM2711    |
| Memoria            | Tipo de memoria RAM                                        | Cortex-A72 (ARM v8) |
| Wireless           | Función inalámbrica integrada                              | 64-bit SoC @ 1.5GHz |
| Bluetooth          | Función Bluetooth integrada                                | 1Gb LPDDR4 SDRAM    |
| USB                | 3 puertos 2.0                                              | 803.51ac            |
| Almacenamiento     | Tipo de memoria de almacenamiento                          | 5.0                 |
| Cámara             | Tipo de Cámara                                             | 64 Gb               |
| Pantalla           | 10.1 pulgadas + gorilla glass                              | 5MP                 |
| Scuido             | Speakers                                                   | 5V/3.1A             |
| Sistema de Energía | Energía convencional y/o cargador Solar (power bank solar) |                     |
| Sistema Operativo  | Software Libre: Linux y/o Android                          |                     |
| Teclado            | Genérico                                                   |                     |
| Mouse              | Genérico                                                   |                     |

*Nota.* Fuente: (Wawa, 2021).

**Figura 60**

*Requisitos mínimos de iluminación*

**REQUISITOS MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN**

| 1. VIVIENDA |                                                                                                                  |        |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|----------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nº ref.     | Tipo de interior, tarea o actividad                                                                              | Em lux | UGR <sub>L</sub> | U <sub>o</sub> | R <sub>s</sub> | Requisitos específicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.1         | <b>Zona privada</b>                                                                                              |        |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Dormitorio                                                                                                       | 50     |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Baño                                                                                                             | 100    |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Baño (zona de espejo)                                                                                            | 500    |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Cocina                                                                                                           | 300    |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Sala, Sala de estar                                                                                              | 100    |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Comedor                                                                                                          | 100    |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares) | 500    |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Patios, zonas abiertas                                                                                           | 20     |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Estacionamientos bajo techo                                                                                      | 50     |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.2         | <b>Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)</b>                                |        |                  |                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Vestíbulos de entrada                                                                                            | 100    | 22               |                | 60             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Salas de estar (pública)                                                                                         | 200    | 22               |                | 80             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Áreas de circulación y pasillos                                                                                  | 100    | 28               | 0,40           | 40             | 1 Iluminancia al nivel del suelo<br>2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes<br>3 150 lux si hay vehículos en el recorrido<br>4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche<br>5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones |
|             | Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)                                                   | 150    | 25               | 0,40           | 40             | Requiere contraste mejorado sobre los escalones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Ascensores, montacargas                                                                                          | 100    | 25               | 0,40           | 40             | El nivel de iluminación en frente del montacargas debe ser al menos Em = 200 lx                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|             | Rampas/andenes/patios de carga                                                                                   | 150    | 25               | 0,40           | 40             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| 2. EDUCACIÓN |                                     |        |                  |                |                |                                                                                                                        |
|--------------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nº ref.      | Tipo de interior, tarea o actividad | Em lux | UGR <sub>L</sub> | U <sub>o</sub> | R <sub>s</sub> | Requisitos específicos                                                                                                 |
|              | Sala de juegos                      | 300    | 22               | 0,40           | 80             | Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas |

| 2. EDUCACIÓN |                                                       |        |                  |                |                |                                                                                                                           |
|--------------|-------------------------------------------------------|--------|------------------|----------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nº ref.      | Tipo de interior, tarea o actividad                   | Em lux | UGR <sub>L</sub> | U <sub>0</sub> | R <sub>a</sub> | Requisitos específicos                                                                                                    |
|              | Guarderías                                            | 300    | 22               | 0,40           | 80             | Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas    |
|              | Sala de manualidades                                  | 300    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Aulas de profesores                                   | 300    | 19               | 0,60           | 80             | La iluminación debe ser controlable                                                                                       |
|              | Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos | 500    | 19               | 0,60           | 80             | La iluminación debe ser controlable                                                                                       |
|              | Salas de lectura                                      | 500    | 19               | 0,60           | 80             | La iluminación debe ser controlable para colocar varias AV necesarias                                                     |
|              | Zona de pizarra                                       | 500    | 19               | 0,70           | 80             | Deben evitarse las reflexiones especulares<br>El presentador/profesor debe iluminarse con la luminancia vertical adecuada |
|              | Mesa de demostraciones                                | 500    | 19               | 0,70           | 80             | En salas de lectura 750 lx                                                                                                |
|              | Locales de artes y oficios                            | 500    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Locales de artes (en escuelas de arte)                | 750    | 19               | 0,70           | 90             | 5 000 K ≤ T <sub>GP</sub> < 6 500 K                                                                                       |
|              | Salas de dibujo técnico                               | 750    | 16               | 0,70           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Locales de prácticas y laboratorios                   | 500    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Aulas de manualidades                                 | 500    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Taller de enseñanza                                   | 500    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Locales de prácticas de música                        | 300    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Locales de prácticas de computación                   | 300    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Laboratorio de idiomas                                | 300    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Locales y talleres de preparación                     | 500    | 22               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Vestíbulo de entrada                                  | 200    | 22               | 0,40           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Áreas de circulación, pasillos                        | 100    | 25               | 0,40           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Escaleras                                             | 150    | 25               | 0,40           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Locales comunes de estudiantes y salas de reuniones   | 200    | 22               | 0,40           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Locales de maestros                                   | 300    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Biblioteca: estanterías                               | 200    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Biblioteca: áreas de lectura                          | 500    | 19               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Almacenes de material de profesores                   | 100    | 25               | 0,40           | 80             |                                                                                                                           |
|              | Salas deportivas, gimnasios y piscinas                | 300    | 22               | 0,60           | 80             | En caso de no existir norma internacional véase la Norma EN 12193 para las condiciones de entrenamiento                   |
|              | Cocina                                                | 500    | 22               | 0,60           | 80             |                                                                                                                           |

*Nota.* Fuente: NTP de Instalaciones Eléctricas Interiores EM-010.

**Figura 61**

*Iluminación recomendada para locales deportivos*

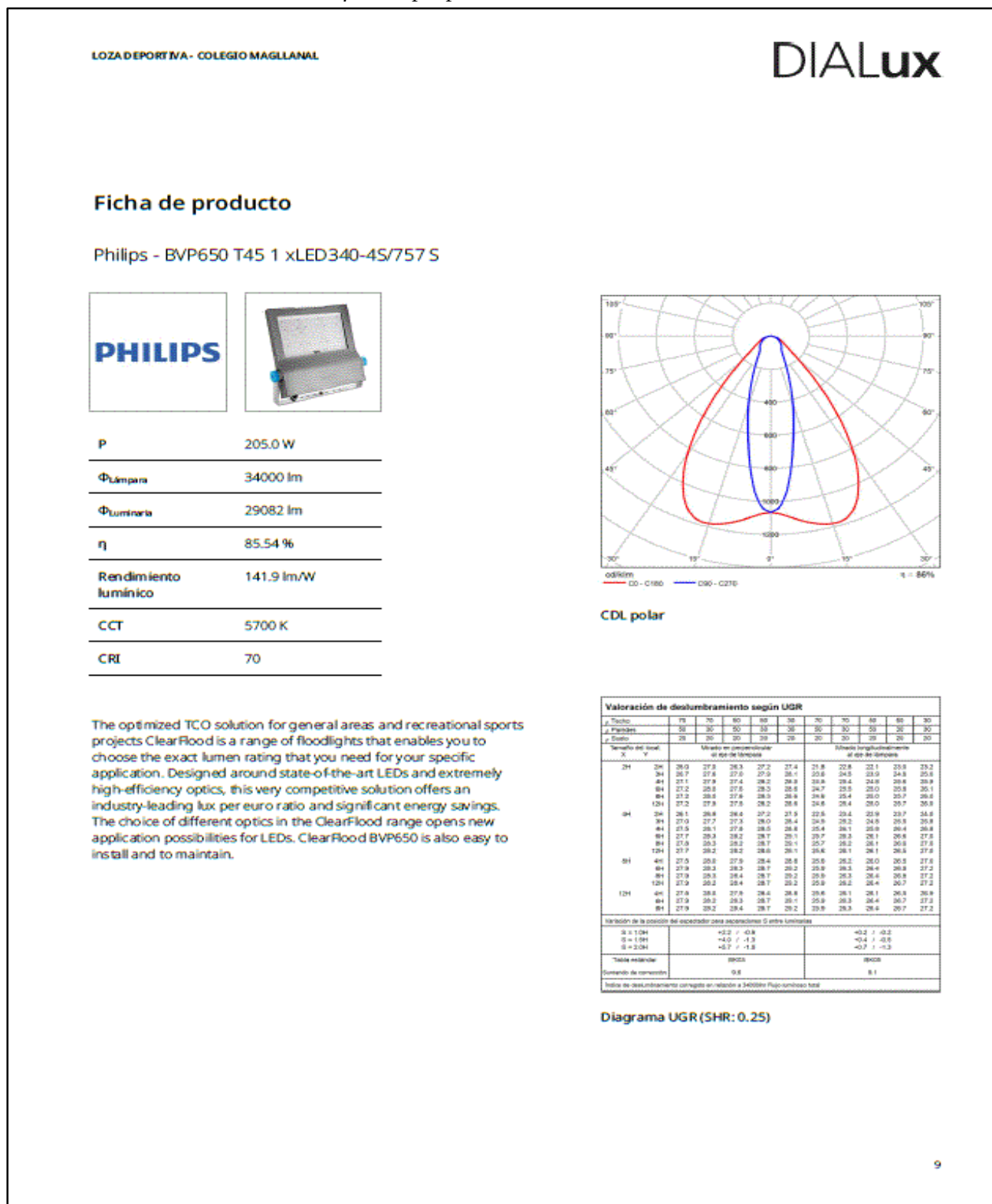
**Tabla VII**  
**ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LOCALES DEPORTIVOS**

| 1                                                                | 2                              |                    | 3                                  |             | 4                    |             | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|----------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de local deportivo o deporte                                | Iluminación Nominal horizontal |                    | Uniformidad<br>$G_u = E_{min}/E_s$ |             | Tipo de lámpara      |             | Observaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                  | Entrenamiento<br>Lux           | Competencia<br>Lux | Entrenamiento<br>Lux               | Competencia | Entrenamiento<br>Lux | Competencia |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fútbol, atletismo (exterior)                                     | 100                            | -                  | 1:3                                | -           | a,c,d,e              | -           | <p><b>Al exterior</b><br/>Disposición de las lámparas a lo largo de los lados fuera del campo deportivo La altura de las fuentes de luz se deben fijar tomando en consideración el deslumbramiento y la distribución de la iluminación. La altura para el tenis debe ser no menor de 9m para un campo y de 12m para dos campos deportivos.</p> <p><b>Al Interior</b><br/>Techo claro con un grado de reflexión mayor a 0.70, es exigible. Para los límites de deslumbramiento se debe considerar el punto 4.4 para las instalaciones se debe seleccionar la clase de calidad. I.</p> <p>Para el tenis la disposición de las lámparas desde ser a lo largo de los lados del campo deportivo.</p> <p>*alumbrado adicional sólo para el ring.</p> |
| Distancia del espectador al deportista hasta:                    |                                |                    |                                    |             |                      |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 120 m                                                            | -                              | 200                | -                                  | 1:2         | -                    | a,d         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 160 m                                                            | -                              | 300                | -                                  | 1:1.5       | -                    | a,d         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 200 m                                                            | -                              | 500                | -                                  | 1:1.5       | -                    | a,d         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fulbito, basquetbol, voleibol                                    |                                |                    |                                    |             |                      |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| - Exterior                                                       | 100                            | 200                | 1:2                                | 1:1.5       | a,c,d,e              | a,d         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| - Interior                                                       | 200                            | 400                | 1:2                                | 1:1.5       | a,b,d,e              | a,b,d       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Tenis, Badminton                                                 |                                |                    |                                    |             |                      |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| - Exterior                                                       | 200                            | 400                | 1:2                                | 1:1.5       | a,c,d,e              | a,d         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| - Interior                                                       | 200                            | 400                | 1:2                                | 1:1.5       | a,b,d,e              | a,b,d       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Tenis de mesa, esgrima (int.)                                    | 300                            | 500                | 1:2                                | 1:1.5       | a,b,d,e              | a,b,d       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Boxeo (interior)                                                 | 300                            | 1500*              | 1:2                                | 1:1.5       | a,b,d,e              | a,d *       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Lucha, Judo, Karate, Levantamiento de pesas, ciclismo (interior) | 200                            | 400                | 1:2                                | 1:1.5       | a,b,d,e              | a,b,d       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Nota. Fuente: Norma DGE 017 –IA-1/1982 Iluminación para Locales Deportivos

**Figura 62**

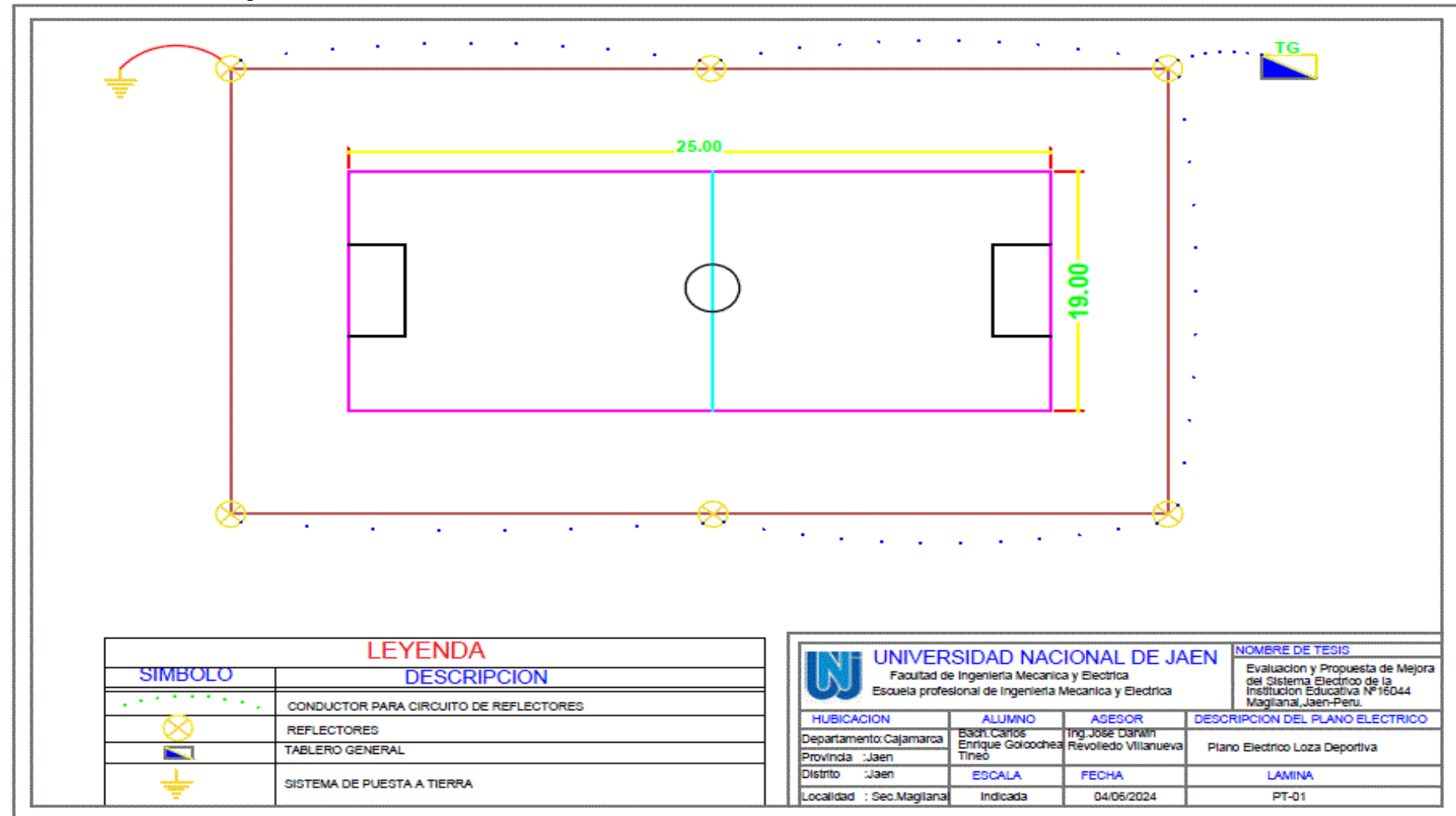
*Características técnicas del reflector propuesto PHILIPS*



Nota. Fuente: Software Dialux.

**Figura 63**

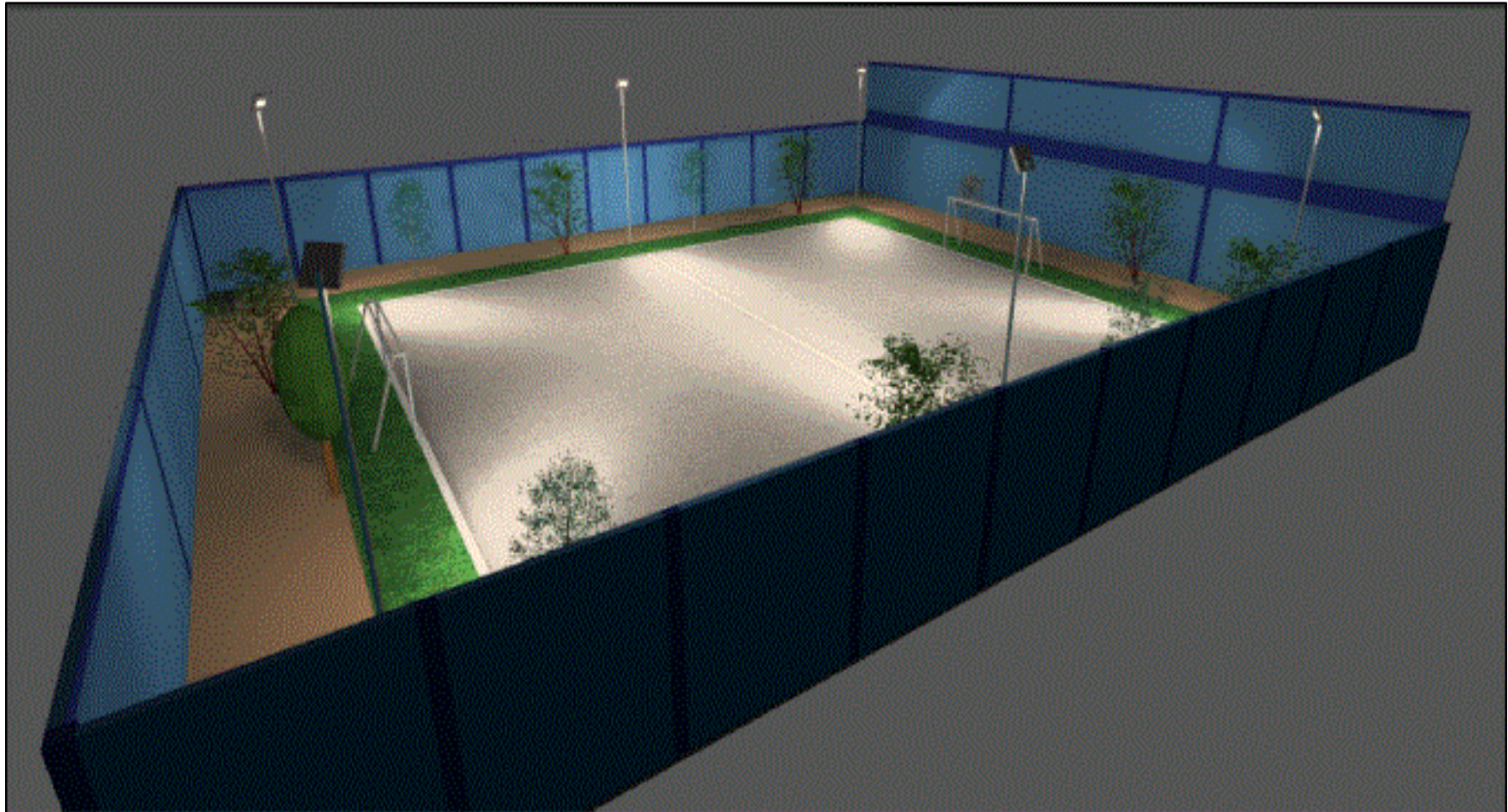
*Plano eléctrico loza deportiva*



Nota. Fuente: El Autor.

**Figura 64**

*Vista 3D de iluminación de la loza deportiva*



*Nota.* Fuente: El Autor. Data: Software Dialux.

Realizar un análisis económico del plan de mejoras.

Figura 65

*Recibo de luz de la I.E .N°16044 Magllanal*



*Nota.*La figura muestra el recibo de luz de la I.E.Nº16044 Magllanal. Fuente: Obtenido por el director de la Institucion Educativa.

**Figura 66**

*Calculo de VAN mediante el Microsof Excel.*

| ITEM | -\$/25,791.88 | VAN          |
|------|---------------|--------------|
| 1    | S/.3,942.00   | S/.13,628.12 |
| 2    | S/.3,942.00   |              |
| 3    | S/.3,942.00   |              |
| 4    | S/.3,942.00   |              |
| 5    | S/.3,942.00   |              |
| 6    | S/.3,942.00   |              |
| 7    | S/.3,942.00   |              |
| 8    | S/.3,942.00   |              |
| 9    | S/.3,942.00   |              |
| 10   | S/.3,942.00   |              |

**Figura 67**

*Calculo del TIR mediante el Microsof Excel.*

| INVERSION     | AÑO 1       | AÑO 2       | AÑO 3       | AÑO 4       | AÑO 5       | AÑO 6       | AÑO 7       | AÑO 8       | AÑO 9       | AÑO 10      |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| -\$/25,791.88 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 | S/.3,942.00 |
| TIR           | 9%          |             |             |             |             |             |             |             |             |             |