

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**“SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN LA I.E.
HERMÓGENES MEJÍA SOLF, PROVINCIA DE JAÉN –
CAJAMARCA”**

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

AUTORES:

BACH. DEIVID EULER DÍAZ TAPIA

BACH. JHONATÁN PAREDES RIMARACHÍN

ASESOR: M. SC. WALTER LINDER CABRERA TORRES

JAÉN – PERÚ, SEPTIEMBRE, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 12 de 09 del año 2018, siendo las 17:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mr. JOSÉ ANDRÉS FERNÁNDEZ HERA

Secretario: MJ. MARIO FELIX OLIVERA ALDOVA

Vocal: M.sc. FREDY DOLAN ROMÍVEZ DADUNGA, para evaluar la Sustentación de:

- () Trabajo de Investigación
- () Tesis
- () Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN LA I.E. HEMÓGENES NEJA SOLF PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA"

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller DEIVID EULER DIAZ TAPIA y JHONATAN PAREDES RÍMA NASHIN de la Carrera Profesional de INGENIERIA 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 | () |
| <input checked="" type="radio"/> c) Bueno | 14, 15 | (<u>15</u>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 17:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
3.1. Zona de estudio.....	6
3.2. Tipo de investigación.....	7
3.2.1. Según su finalidad.....	7
3.2.2. Según su enfoque.....	7
3.2.3. Línea de investigación.....	7
3.3. Procedimiento.....	7
3.3.1. Observación.....	7
3.3.2. Entrevista.....	7
3.3.3. Ficha Técnica.....	7
3.4. Análisis del consumo de energía eléctrica.....	8
3.4.1. Datos del consumo de energía de la I.E. Hermógenes Mejía Solf.....	8
3.4.2. Evaluación del sistema de iluminación.....	8
3.5. Cálculo luminotécnico.....	11
3.5.1. Cálculo luminotécnico mediante el Método de lúmenes.....	11
3.5.2. Cálculos luminotécnicos mediante el software.....	20
3.6. Cálculo de los componentes eléctricos.....	20
3.6.1. Conductores y canaleta.....	20

3.7. Equipo.....	25
3.8. Proceso de montaje del sistema de iluminación eficiente.....	26
3.8.1. Diseño del sistema de iluminación eficiente.	26
3.8.2. Desmontar el antiguo sistema de iluminación.	27
3.8.3. Instalación de la tubería y las cajas octogonales.	28
3.8.4. Instalación del cableado, sockets y luminarias.	28
3.9. Evaluación económica.	29
3.9.1. Presupuesto.....	29
3.9.2. Rentabilidad del proyecto.....	30
IV. RESULTADOS.....	32
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
AGRADECIMIENTOS.....	46
DEDICATORIA.....	47
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Consumo de energía eléctrica de la I.E. Hermógenes Mejía Solf</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2. Tipos de lámparas encontradas</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3. Niveles de iluminación actual</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 4. Requisitos de iluminación media resumida.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 5. Descripción de lámparas led.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 6. Coeficiente de reflexión.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 7. Grado de reflexión</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 8. Selección tipo de luminaria.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 9. Rendimiento del local.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 10. Coeficiente de mantenimiento</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 11. Presupuesto</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 12. Consumo de energía eléctrica según sistema de iluminación.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 13. Sistema de iluminación actual.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 14. Resultado de datos luminotécnicos de sistema de iluminación eficiente</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 15. Materiales utilizados</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 16. Sistema de iluminación eficiente (LED).....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 17. Flujo de caja proyectado.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 18. Cálculos luminotécnicos mediante el software EXCEL.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 19. Distribución de luminarias.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 20. Utilización y temperatura nominal de operación de conductores para uso general.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 21. Datos técnicos del conductor THW - 90</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 22. Selección de la dimensión de la canaleta para los conductores.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 23. Caída de tensión general.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 24. TD – 1 Caída de tensión y cálculo de alimentador de circuitos</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 25. TD – 2 Caída de tensión y cálculo de alimentador de circuitos</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 26. G – Caída de tensión y cálculo de alimentador de circuitos</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 27. Medición y comparación de caída de tensión</i>	<i>67</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación de la I.E Hermógenes Mejía Solf.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2. Medición del aula N° 01 con el luxómetro.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3. Toma de datos del luxómetro del aula N° 01</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4. Ubicación de luminarias</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5. Red de Distribución.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6. Plano eléctrico de referencia del sistema de iluminación eficiente</i>	<i>27</i>
<i>Figura 7. Colocación de la tubería y cajas octogonales.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 8. Instalación del cableado</i>	<i>29</i>
<i>Figura 9. Consumo de energía eléctrica promedio de un año.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 10. Toma de datos del almacén N° 01 del pabellón N° 01, 20.1lux.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 11. Toma de datos de la dirección del pabellón N° 01, 36.5 lux</i>	<i>50</i>
<i>Figura 12. Toma de datos del almacén N° 02 del pabellón N° 01, 39.5 lux.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 13. Toma de datos del baño damas del pabellón N° 02, 38.5 lux.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 14. Datos técnicos de la luminaria led.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 15. Certificado de calibración, página 1 de 2.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 16. Certificado de calibración, página 2 de 2.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 17. Luxómetro.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 18. Pinza Amperimétrica.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 19. Desinstalación del sistema de iluminación convencional.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 20. Lámparas del sistema de iluminación convencional.....</i>	<i>72</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>ANEXO 1. Requisitos mínimos de iluminación</i>	<i>48</i>
<i>ANEXO 2. Medición de la situación actual del sistema de iluminación.....</i>	<i>49</i>
<i>ANEXO 3. Cálculos del método de lúmenes mediante el EXCEL.....</i>	<i>54</i>
<i>ANEXO 4. Cálculo luminotécnico mediante el software DIALux.....</i>	<i>56</i>
<i>ANEXO 5. Datos para cálculos según el código nacional de electricidad.....</i>	<i>60</i>
<i>ANEXO 6. Certificación de calibración.....</i>	<i>68</i>
<i>ANEXO 7. Desmontaje del sistema de iluminación convencional.....</i>	<i>71</i>
<i>ANEXO 8. Recibo de consumo de energía eléctrica.....</i>	<i>73</i>
<i>ANEXO 9. Medición del sistema de iluminación implementado.....</i>	<i>74</i>
<i>ANEXO 10. Sistema de iluminación eficiente culminado.....</i>	<i>79</i>

RESUMEN

Un sistema de iluminación eficiente empleando tecnología led de acuerdo a la norma técnica vigente para el diseño e instalación de dicho sistema, se realizó en la institución educativa Hermógenes Mejía Solf. En todos los ambientes existía un déficit de iluminación con un alto consumo de energía eléctrica. El objetivo fue implementar un nuevo sistema de iluminación en la institución para mejorar el confort visual de los estudiantes y docentes con una correcta iluminancia y un menor consumo de energía eléctrica, se llegó a desarrollar: un análisis de la información del consumo de energía eléctrica, medición de la iluminación (lux), comparación con la normativa *EM. 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores* del Reglamento Nacional de Edificaciones, selección de la lámpara led adecuada e implementación en cada uno de los ambientes. Como resultado se apreciaron los niveles de iluminación requeridos para cada ambiente y se concluye que esta investigación generó mejores niveles de iluminación, mayor ahorro de energía eléctrica y confort visual. Los indicadores económicos, sólo considerando el ahorro por concepto de la nueva tecnología, son favorables, con un VAN de S/234.94, una TIR de 12 % con un periodo de recuperación en el noveno año.

Palabras Claves: Tecnología led, iluminación eficiente, consumo de energía eléctrica

ABSTRACT

An efficient lighting system using technology directed according to the current technical standard for the design and installation of said system, made in the Hermogenes Mejía Solf educational institution. In all the environments there is a lighting deficit with a high consumption of electrical energy. The objective was to create a new lighting system in the institution to improve the visual comfort of students and teachers with a new illuminance correction and a lower consumption of electrical energy, it came to develop: an analysis of the information of electrical energy consumption, measurement of lighting (lux), in comparison with EM regulations. 010. Indoor Electrical Installations of the National Building Regulations, select the appropriate LED lamp and the implementation of it in each of the environments. As a result, the lighting levels required for each environment were appreciated and it is concluded that this research generate better lighting levels, more electrical energy saved and visual comfort. The economic indicators, only the savings for new technology, are favorable, with a VAN of S / 234.94, an TIR of 12% with a recovery period in the ninth year.

Palabras Claves: led technology, efficient lighting, electric power consumption.

I. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día el uso eficiente de la energía eléctrica y el ahorro se ha convertido el principal objetivo para la sociedad, ya que su déficit de esta genera un impacto negativo a su economía y al medio ambiente. El uso eficiente de energía representa importantes beneficios al país, ya que mejoramos la competitividad, al aumentar la eficiencia de los procesos y disminuir costos; por otro lado, la mayor eficiencia del consumo de energía eléctrica permite retrasar el agotamiento de los recursos naturales energéticos, y reducir productos contaminantes que deterioran el medio ambiente.

Al día de hoy el sector residencial, comercial y público es responsable de gran parte del consumo de energía eléctrica y sigue creciendo a un ritmo acelerado, para esto es necesario explorar e identificar los factores que influyen en la eficiencia energética para poder reducir costos de facturación eléctrica.

En el Perú existen planes de eficiencia energética en instituciones públicas y privadas para el uso adecuado y racional del recurso eléctrico en la iluminación, pero dichos planes no se aplican en su mayoría en la región de Cajamarca y por ende la provincia de Jaén no es la excepción, estamos hablando de la I.E. HERMÓGENES MEJÍA SOLF, donde no se ha hecho una evaluación del uso de la energía eléctrica. La mencionada institución cuenta con un sistema de iluminación convencional con tubos fluorescentes de 22w y 32w, focos de forma espiral de 20w, 50w y 85w, que contienen mercurio siendo una potente toxina para los trabajadores y alumnos del centro educativo, así como la iluminación es deficiente, la institución no dispone de los recursos económicos para llevar a cabo un cambio total en su sistema de iluminación. La I.E. no cuenta con los niveles de iluminación establecida según la normativa. *EM. 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores.* (Anexo 1).

La I.E al encontrarse con un sistema de iluminación de convencional con tubos fluorescentes de 22w y 32w, focos de forma espiral de 20w, 50w y 85w, no logra una correcta iluminación

en sus locales, produciéndose un déficit en aprendizaje del alumnado, así como el consumo eléctrico es elevado además de existir afectaciones al medio ambiente.

La mayor parte de la población de Jaén, entienden poco sobre el verdadero funcionamiento de la energía eléctrica y aún menos sobre el buen manejo de la eficiencia energética, esta investigación muestra el escenario y fundamenta la problemática en la que se encuentra esta institución, el alto consumo de energía eléctrica y la pésima iluminación, debido al sistema de iluminación convencional, ya que son lámparas de mayor potencia, pero de menor iluminación.

La investigación que se presenta está relacionada con los parámetros de mejoras de calidad del servicio de iluminación utilizando la tecnología LED (*Light Emitting Diode* o diodo emisor de luz), que se constituye de un semiconductor que convierte en luz la corriente eléctrica de bajo voltaje que se atraviesa en su chip), ya que serán de menor potencia, pero de mayor iluminación. Habrá una mejor calidad de vida y mejoras en el servicio de alumbrado tanto para los estudiantes como para los profesores que se encuentran en el medio, además de reducir el impacto ambiental negativo, que día a día es más importante su conservación. (García, 2015)

La aplicación de este proyecto “Sistema de iluminación eficiente en la I.E. Hermógenes Mejía Solf, provincia de Jaén – Cajamarca”, va beneficiar tanto a los alumnos como a los profesores y administrativos, mejorando la calidad de iluminación de sus ambientes y seguridad ambiental en su entorno.

En EEUU en la ciudad de San Diego se desarrolló una implementación led para sus calles, con un sistema de inalámbrico par ser aún más eficientes. El centro urbano de San Diego, con su nuevo sistema de iluminación exterior inteligente de Leds ha obtenido un ahorro de más de 250 000 dólares anuales en la ciudad. La urbanización eligió un alumbrado a base de led esencialmente porque este tipo de sistema le permitió adaptar la luminosidad en función a sus necesidades, proporcionándoles una mayor cantidad de luz a menor consumo de energía. (Sánchez , 2014)

En Brasil en la ciudad de Río de Janeiro, en motivo de un gran evento deportivo y a la gran multitud de visitantes que tenían que recibir, se vieron en la necesidad de contar con un

nuevo sistema de iluminación, donde se ha instalado un sistema de iluminación a base de leds. Mejoraron la iluminación de las principales calles, avenidas, túneles o espacios como Porto Maravilha, arco Metropolitano, realizado este proyecto obtuvieron la calidad de iluminación que esperaban para sus visitantes. (Icandela, 2016)

En Costa Rica se realizó el proyecto “Iluminando Nuestra Región”, que ya se encuentra en su tercera etapa, el alumbrado público de la Península de Nicoya ya cuenta con 13 600 lámparas LED de las 19 000 que se quiere alcanzar hasta el 2020. El proyecto inicio el mes de noviembre del 2015 con el objetivo de reducir el consumo eléctrico y utilizar una mejor tecnología amigable con el medio ambiente. (Gómez, 2017).

En México, en la Universidad Nacional Autónoma de México, en el proyecto “Propuesta de iluminación eficiente y ahorro de energía (Edificio 3 de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia)”, el ahorro energético resulto ser mejor de lo estimado con un 30%, a pesar de aumentar el número de luminarias, lograron que la carga no sobrepasara a la que actualmente se encontraba instalada y para conseguir los niveles de iluminación señalados por la norma respectiva. (Jaquez & Lara, 2014)

En Ecuador, La Universidad Politécnica de Salesiana, realizó un proyecto de investigación llamado “Estudio de Lámparas Led para el Alumbrado Público y Diseño de un Sistema Scada con Control Automático ON/OFF” Los beneficios energéticos son altamente considerables, el reemplazo de tecnología en iluminación de sodio a LED redujo en un 45% la carga instalada para el caso de la Universidad Politécnica Salesiana, manteniendo los niveles de iluminación impuestos por normas nacionales e internacionales que son indispensables para el desarrollo normal de actividades educativas y administrativas, y proyectando a una futura aprobación de ampliación de infraestructura institucional por el cumplimiento de estos estándares. (Chantera & Tobar , 2013).

En Ecuador, La Universidad Politécnica de Salesiana, en el proyecto proyecto “Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto de eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas” concluyeron que las luminarias de tipo led generan un ahorro de energía, aunque su inversión inicial es recuperada a largo plazo, por lo que se le considera un proyecto aún no rentable. (Castro & Posligua , 2015)

En Lima en la Universidad Tecnológica del Perú se hizo un estudio sobre “Análisis, Diseño y selección de alternativas de iluminación para alumbrado público con nuevas tecnologías”

Las luminarias tipo led al ser de menor potencia, no generan elevadas temperaturas a plena carga, en comparación con las luminarias con tecnología convencional, con esto, logramos un mejor uso de la energía y disminución de pérdidas eléctricas por recalentamiento de la lámpara. Haciendo uso de la tecnología convencional tenían un consumo de 116052.48 Kwh/año, al realizar el cambio a la nueva tecnología led, el consumo se redujo a 51298.56 90 Kwh/año, lo que representa una reducción de 56 % de consumo de energía, este ahorro energético se aprecia en la disminución del consumo energético anual de alumbrado público. (Labán, 2018).

En Tarapoto, en la Universidad Cesar Vallejo, en el proyecto “Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2018” detalla que al implementar un sistema de iluminación led, mejora las condiciones ambientales, económicas y sociales, ya que su consumo de energía eléctrica proporciona un ahorro del 53%, lo cual se explica que es un sistema más eficiente. (Davila, 2018)

A raíz de la problemática expuesta se plantea el siguiente problema: ¿El diseño de un sistema de iluminación con tecnología LED permitirá una mejora en los niveles de calidad de iluminación y reducirá el consumo de energía eléctrica en la I.E. Hermógenes Mejía Solf?

II. OBJETIVOS.

2.1.Objetivo general.

Diseñar e implementar un sistema de iluminación con tecnología LED para reducir costos por consumo de energía eléctrica, y lograr una correcta iluminación en la I.E. Hermógenes Mejía Solf en la provincia de Jaén.

2.2.Objetivos específicos.

- ❖ Analizar la información de consumo de energía eléctrica e iluminación en la I.E. Hermógenes Mejía Solf según la norma EM 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores.
- ❖ Calcular y seleccionar los componentes del sistema de iluminación de acuerdo a las normas vigentes.
- ❖ Aplicar las normas técnicas vigentes para la instalación de iluminación en la I.E. Hermógenes Mejía Solf.
- ❖ Determinar la rentabilidad económica del proyecto de investigación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Área de estudio.

Esta investigación se realizó en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, en la Institución Educativa Hermógenes Mejía Solf, con dirección: Pasaje Chillón 150, ver Figura 01.

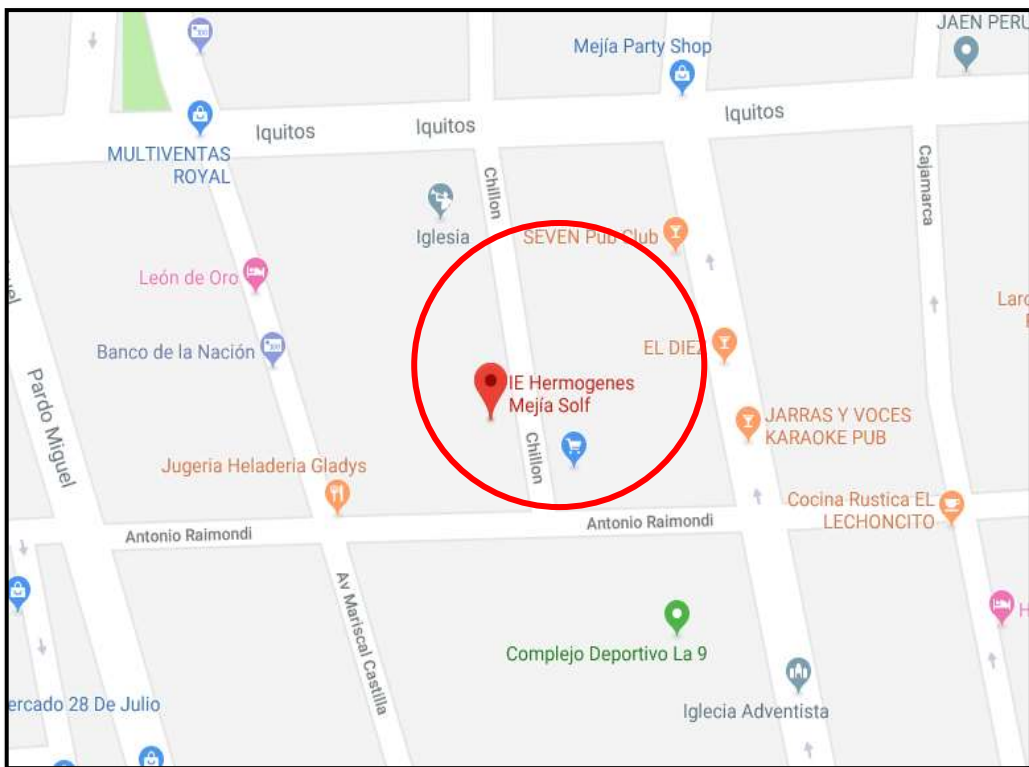


Figura 1. Ubicación de la I.E Hermógenes Mejía Solf

Fuente: Google Maps.

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Según su finalidad.

Es aplicada, porque se diseñó e implementó un nuevo sistema de iluminación eficiente con tecnología Led, en la institución educativa Hermógenes Mejía Solf, obteniéndose mejores niveles de iluminación como lo establece la normativa EM. 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores y el Código Nacional de Electricidad.

3.2.2. Según su enfoque.

Es cuantitativa, porque se realizaron mediciones que corresponden a un sistema de iluminación, con ayuda del luxómetro se midió los lux, con la pinza amperimétrica el voltaje, estas mediciones se realizaron antes y después del cambio del sistema de iluminación, los datos recolectados fueron de ayuda para observar las mejoras que existen por el cambio.

3.2.3. Línea de investigación.

Eficiencia energética.

3.3. Procedimiento.

3.3.1. Observación.

Se llegó a observar y medir los niveles de iluminación actuales en la que se encontraba la institución con el luxómetro, después de registrar y adjuntar evidencias, se pudo concretar que hay déficit de los niveles de iluminación adecuado para cada ambiente.

3.3.2. Entrevista.

Se entrevistó a la directora como principal responsable de la institución, luego se recurrió a los docentes del plantel, como a los estudiantes, todas sus respuestas fueron negativas por la falta de iluminación, así como también la falta de luminarias en algunas aulas y componentes no adecuados para esa finalidad.

3.3.3. Ficha Técnica.

Todas las luminarias se corroboraron con las especificaciones técnicas que vienen dadas de fábrica, en la que detalla vida útil, material, peso, entre otros, la cual no se registró ningún problema al momento de su instalación.

3.4. Análisis del consumo de energía eléctrica.

3.4.1. Datos del consumo de energía de la I.E. Hermógenes Mejía Solf.

Los datos se recolectaron del recibo de luz, anexo 8, que emite el electroriente mensualmente a la I.E. Hermógenes Mejía Solf del último año, se detalló el récord de consumo de energía eléctrica en KW desde el mes de julio del 2018 hasta el mes de julio del 2019.

Los datos se procesaron mediante el *Microsoft Excel*, la cual se brinda a continuación, ver tabla 1.

Tabla 1

Consumo de energía eléctrica de la I.E. Hermógenes Mejía Solf

Mes	KWh Consumido
Julio	66
Agosto	39
Septiembre	56
Octubre	71
Noviembre	51
Diciembre	47
Enero	24
Febrero	14
Marzo	37
Abril	35
Mayo	43
Junio	33
Julio	56

Fuente: Datos del recibo de luz que emite electroriente de la ciudad de Jaén

3.4.2. Evaluación del sistema de iluminación.

- Se realizó un inventario de la cantidad de lámparas por modelo, ver tabla 2.

Tabla 2.

Tipos de lámparas encontradas

N° y tipo de lámparas	Fluorescente circular de 32w	Fluorescente circular de 22w	Lámpara espiral de 20w	Lámpara espiral de 50w	Lámpara espiral de 85w
Cantidad por unidad	8	6	2	12	5
Cantidad porcentual	23%	18 %	6 %	35%	18 %
			Total	33 lámparas	100%

Fuente: Elaboración Propia.

- Se midieron todos los ambientes de la institución la iluminación media (lux) con el uso del luxómetro, como le demanda la NTP 351.001:2017, como se observa en la figura 2 y figura 3, y se recopiló la información en la tabla 3. (INACAL, 2017).



Figura 2. Medición del aula N° 01 con el luxómetro

Fuente: Autoría propia.



Figura 3. Toma de datos del luxómetro del aula N° 01

Fuente: Autoría propia.

El resto de mediciones que se realizaron en los ambientes de la institución se encuentra en el anexo 2.

Tabla 3

Niveles de iluminación actual.

	Ambiente	Actividad	Em (Lux)
Pabellón N° 01	Aula N° 01	Salón de clases	95.1
	Almacén N° 01	Almacén de libros	20.1
	Dirección	Oficina	36.5
	Aula N° 02	Salón de clases	88.9
Pabellón N° 02	Almacén N° 02	Almacén de material de EE.FF.	38.3
	Baño Damas	Servicios Higiénicos	38.5
	Baño Varones	Servicios Higiénicos	41.9
Pabellón N°03	Aula N° 01	Salón de clases	86.1
	Aula N° 02	Salón de clases	106.9
	Aula N° 03	Salón de clases	93.6

Fuente: Elaboración Propia.

3.5. Cálculo luminotécnico.

3.5.1. Cálculo luminotécnico mediante el Método de lúmenes

Este método sirve para establecer el número de luminarias necesario para un determinado ambiente, que permita una iluminación uniforme, antes de empezar el método, se debe de conocer las dimensiones del local, así como el tipo de lámpara que se utilizara, de tal modo que no solamente se calcule el número de lámparas sino también evaluar si ofrecen el nivel de iluminancia requerido. (Castilla , Blanca , Martínez, & Pastor , 2011)

Paso N° 1. Establecer las dimensiones del local, y altura del plano de trabajo, como son aulas, y oficina, la altura del suelo sería a la superficie de la mesa.

Ancho = 4m

Largo = 5.3m

Altura = 2.05 m desde la mesa de trabajo.

Paso N° 2. Determina el nivel de iluminación media (Em) de acuerdo al ambiente a iluminar.

Los valores de iluminación media se pueden encontrar en la norma E.M. 010 instalaciones eléctricas de interiores de reglamento nacional de edificaciones. En esta norma se encuentran los parámetros recomendados para los distintos tipos de áreas, tareas y actividades. La cantidad y calidad de alumbrado, contribuyen a diseñar un sistema de iluminación con la calidad y confort visual. (Anexo 1).

Tabla 4

Requisitos de iluminación media resumida

Tipo de inferior, tarea o actividad	Em (Lux)
Aulas, Aulas De Profesores	300
Dirección, Oficina	300
Baños	100
Almacén De Materiales	100

Fuente: (RNE, 2019)

Las clases se realizan hasta las 7.00 pm. La noche es utilizada para reuniones de docentes y padres de familia, la cantidad de iluminación media recomendable que se establece la normativa es de 300 lux.

Paso N° 3. Escoger el tipo de LED adecuado. En el mercado se encontraron diferentes tipos de lámparas led, las cuales se detallan sus características técnicas en la tabla 5.

Tabla 5

Descripción de lámparas led.

LEDS				
Parámetros	PHILIPS	LIGHTECH	DIXON	LINUX
Potencia	27W	24W	36 W	25W
Flujo Luminoso	3000 lm	2400 lm	3600 lm	2500 lm
Eficacia	111 lm/w	100 lm/w	-	100 lm/W
Temperatura Color	6 500 K	6 000 K	6 000 K	6 500 K
Vida Útil	10 000 h	20 000 h	30 000 h	25 000 h
Ra (CRI)	70	80	73	80
Certificación ISO	No Tiene	No Tiene	No Tiene	SI Tiene
Etiqueta de eficiencia	B	A	No Tiene	A
Precio	S/. 55.90	S/.49.90	S/. 99.90	S/. 22.00

Fuente: Autoría propia. Datos de fichas técnicas del producto.

Según la tabla 5 la mejor elección fue LINUX, ya que cuenta con un flujo luminoso promedio al resto, establece una temperatura de 6500 K permitiendo una mejor tonalidad de color, vida útil considerable para un buen tiempo de uso, Índice de Reproducción Cromática como lo establece la normativa EM. 010 instalaciones Eléctricas de Interiores, etiquetado de eficiencia energética (A) como lo establece la NTP 370.101-3:2016. (MINEM, 2008), y sobre todo por ser un producto de precio más accesible. Los datos técnicos de la lámpara led se especifican en la figura 17, anexo 2. (INACAL, 2016)

Paso N° 4. Calcular el índice del local, Según (Castilla , Blanca , Martínez, & Pastor , 2011), para realizar este cálculo se tomará en cuenta las dimensiones del ambiente a iluminar, la cual se determinará con la ecuación (E1).

$$K = \frac{A * B}{H * (A + B)} \quad (E1)$$

K = Índice del local.

A = Ancho del local en metros.

B = Largo del local en metros.

H = Altura de las luminarias desde el plano de trabajo

Reemplazando los datos en la ecuación (E1)

$$k = \frac{5.3 * 4}{2.05 * (5.3 + 4)} = 1.11$$

Paso N° 5. Calcular el coeficiente de utilización(c_u), para este cálculo es necesario saber el coeficiente de reflexión del techo, paredes y suelo como se especifica en la tabla 6.

Tabla 6

Coeficiente de reflexión

Superficies	Color	Factor de reflexión (ρ)
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

Fuente: (IRIGOÍN, 2016)

Los colores que se consideraron de acuerdo al estado del local fueron: ver tabla 7.

Tabla 7

Grado de reflexión.

Color Del Local	Grado De Reflexión
Techo De Calamina	0.3
Pared	0.3
Piso	0.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Selección tipo de luminaria

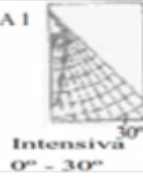
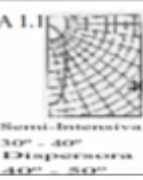
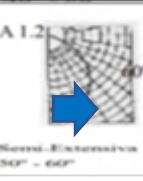


Altura Del Local	Tipo De Luminaria
Hasta 4 M	Extensiva
De 4m A 6m	Semi - Extensiva
De 6m A 10m	Semi - Intensiva
Más De 10m	Intensiva

Fuente: (Czajkowski, 2016)

La luminaria que se utilizó es de tipo extensiva, luego se procede a ubicar los valores como se señala en la tabla 9.

Tabla 9

Rendimiento del local

LUMINARIA	Techo p1	0.8			0.5		0.8			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	
	Suelo p3	0.3					0.1					
Índice del local	K											
 A 1 Intensiva 0° - 30°	0.6	0.8	0.55	0.54	0.6	0.55	0.61	0.56	0.78	0.69	0.56	0.68
	0.8	0.69	0.54	0.64	0.7	0.65	0.7	0.65	0.87	0.72	0.66	0.75
	1	0.75	0.7	0.7	0.76	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	0.88	0.79	0.84
	1.5	0.84	0.79	0.79	0.86	0.81	0.87	0.82	0.99	0.9	0.83	0.87
	2	0.89	0.85	0.84	0.91	0.86	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	0.96	0.93
3	0.94	0.91	0.9	0.97	0.93	1	0.95	1.05	1.06	1	0.95	
4	0.97	0.93	0.94	0.99	0.97	1.04	1	1.06	1.11	1.05	0.97	
5	0.99	0.96	0.95	1	0.98	1.08	1.02	1.06	1.14	1.09	0.98	
 A 1.1 Semi-Intensiva 30° - 40°	0.6	0.93	0.74	0.7	0.74	0.69	0.89	0.73	0.7	0.72	0.68	0.82
	0.8	1.01	0.82	0.77	0.81	0.76	0.94	0.78	0.77	0.8	0.76	0.93
	1	1.05	0.88	0.82	0.86	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	0.86	0.88	0.85	1.06
	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	1.06	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	1.06	1.07	1.03	1.01	1.01	0.99	1.24	
 A 1.2 Semi-Extensiva 50° - 60°	0.6	0.72	0.48	0.42	0.47	0.42	0.68	0.47	0.41	0.47	0.41	0.4
	0.8	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	0.75	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	0.96	0.8	0.73	0.77	0.72	0.71
	2	1.11	0.91	0.84	0.87	1.81	1	0.86	0.8	0.84	0.79	0.78
	2.5	1.15	0.97	0.9	0.92	1.87	1.02	0.91	0.85	0.88	0.83	0.82
3	1.18	1.02	0.96	0.96	1.91	1.04	0.94	0.89	0.91	0.87	0.86	
4	1.21	1.09	1.02	1.02	1.96	1.05	0.97	0.94	0.95	0.91	0.9	
5	1.23	1.12	1.06	1.04	1	1.06	1	0.96	0.97	0.94	0.92	
 A 2 Extensiva 60° - 70°	0.6	0.63	0.39	0.33	0.39	0.33	0.61	0.38	0.34	0.37	0.33	0.32
	0.8	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	0.66	0.6	0.6
	1.5	1.02	0.78	0.7	0.76	0.69	0.93	0.75	0.68	0.72	0.68	0.66
	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	1.85	0.01	0.89	0.83	0.85	0.82	0.8
3	1.17	1.01	0.94	0.95	1.89	0.03	0.92	0.87	0.88	0.86	0.84	
4	1.21	1.07	1.01	1	1.95	0.04	0.96	0.92	0.93	0.9	0.89	
5	1.23	1.12	1.06	1.03	1.98	0.05	0.99	0.95	0.96	0.93	0.92	
 A 2.1 Semi-Extensiva 70° - 90°	0.6	0.61	0.36	0.29	0.35	0.29	0.58	0.33	0.29	0.35	0.29	0.28
	0.8	0.74	0.47	0.39	0.45	0.38	0.69	0.46	0.39	0.45	0.38	0.37
	1	0.82	0.55	0.46	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	0.86	0.79	0.99	0.85	0.78	0.81	0.76	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	0.96	0.95	0.9	1.02	0.93	0.87	0.89	0.85	0.83	

Fuente: (Czajkowski, 2016)

Se recolectaron los siguientes datos:

K	Cu
1	0.52
1.25	0.6

Con los datos obtenidos y con el resultado de la ecuación (E1) es $k = 1.11$, se interpola para obtener el *coeficiente de utilización*:

K	Cu
1	0.52
1.11	x
1.25	0.6

$$C_u = 0.56$$

Paso N° 6. Determinar el factor de mantenimiento (C_m). Se consideró un coeficiente de mantenimiento según la tabla 10.

Tabla 10

Coeficiente de mantenimiento

<i>Ambiente</i>	<i>Coeficiente de Mantenimiento (Cm)</i>
<i>Limpio</i>	0.8
<i>Sucio</i>	0.6

Fuente: (Castilla , Blanca , Martínez, & Pastor , 2011)

Al ser una institución educativa, la limpieza es constante, según tabla 10 sería = 0.8

Paso 7. Calcular.

1. La cantidad total de lúmenes que se necesitaran en el ambiente a iluminar según la ecuación (E2):

$$\Phi = \frac{E_m * S}{C_U * C_m} \quad (E2)$$

Donde:

Φ = Flujo luminoso que se necesitara en un determinado local (lm).

E_m = Nivel medio de Iluminación en (lux).

S = Superficie en (m²)

C_U = Coeficiente de utilización: Es la relación entre el flujo luminoso recibido en un cuerpo y el flujo luminoso emitido por la fuente. Esta la proporciona en fabricante de la luminaria.

C_m = Coeficiente de mantenimiento: Es el cociente que indica el grado de conservación de una luminaria.

Reemplazando los datos en la formula (E2) obtenidos en los pasos anteriores, se obtiene:

$$\Phi = \frac{300 * 5.3 * 4}{0.8 * 0.56} = 14196.43 \text{ lúmenes}$$

2. El número de luminarias que precisa alcanzar el nivel de iluminación adecuado, se establece según la ecuación (E3):

$$NL = \frac{\Phi_T}{N * \Phi_L} \quad (E3)$$

Donde:

NL= Número de luminarias

Φ_T = Flujo luminoso total

Φ_L =Flujo luminoso de la luminaria.

Reemplazando los datos en la ecuación (E3).

$$NL = \frac{14196.43 \text{ lm}}{1 * 2500 \text{ lm}} = 5.678 = 6 \text{ luminarias}$$

3. Establecer el emplazamiento de las luminarias

Cuando ya se ha calculado el número mínimo de luminarias, se procede a ubicarlas sobre la planta de aula, se tienen que colocar uniformemente de acuerdo al área del ambiente. En este cálculo se reparten de forma uniforme en filas y columnas paralelas a los ejes según la simetría del local que se establecen en las ecuaciones E4 Y E5.

a. Número de filas

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Luminarias} * Ancho}{Largo}} \quad (E4)$$

$$N_{ancho} = \text{Ancho entre luminarias}$$

$$N_{Luminarias} = \text{Número total de luminarias} = 6$$

$$Ancho = \text{Ancho del local} = 4$$

$$Largo = \text{Largo del local.} = 5.3$$

De los datos anteriores calculados se reemplazan en la ecuación E4.

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{6 * 4}{5.3}} = 2.12 = 2$$

b. Número de columnas

$$N_{largo} = N_{ancho} * \left(\frac{Largo}{Ancho}\right) \quad (E5)$$

$$N_{largo} = \text{Largo entre luminarias}$$

$$N_{ancho} = \text{Ancho entre luminarias}$$

$$Ancho = \text{Ancho del local}$$

$$Largo = \text{Largo del local}$$

De los datos anteriores calculados se reemplazan en la ecuación E5.

$$N_{largo} = 2.12 * \left(\frac{5.3}{4}\right) = 2.809 = 3$$

Según los resultados obtenidos en las ecuaciones E4 y E5, el número de filas de luminarias que se tiene a lo ancho del local es de 2, y el número de columnas de luminarias que se puede llegar a tener a lo largo del local es de 3. Ver figura 4.

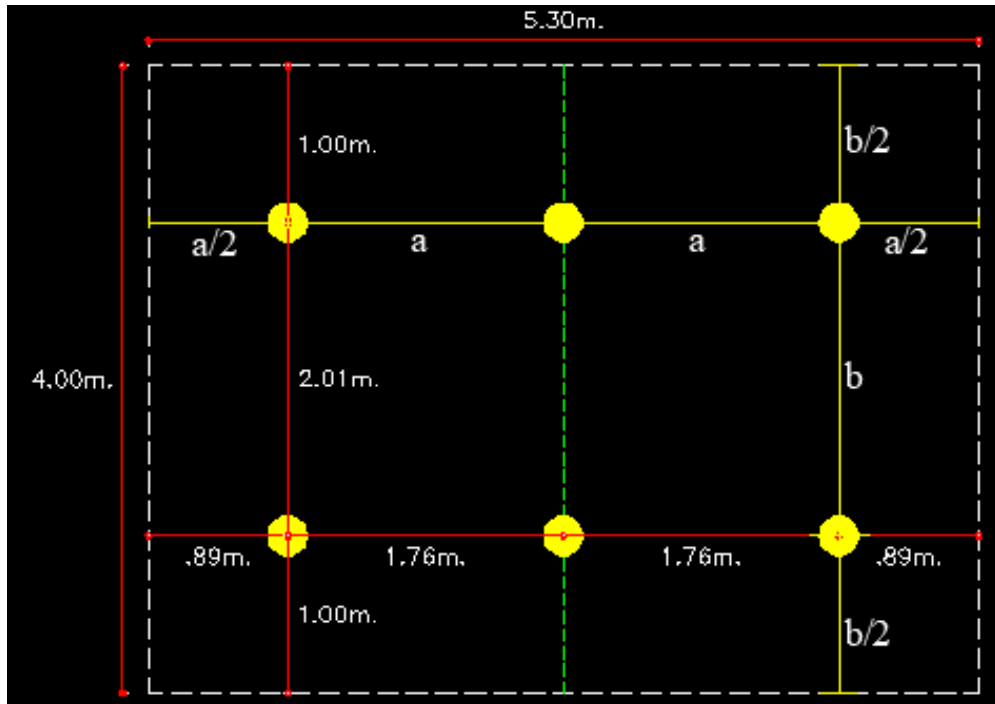


Figura 4. Ubicación de luminarias

Fuente: Elaboración propia

Paso 8. Evaluar si el número de luminarias que se ha calculado es el correcto o no, mediante la ecuación E6, se tiene que comprobar la validez de los resultados, recordando que en la tabla 4, se fijaba el nivel de iluminancia media recomendada que se tenía que tener en el aula.

$$E_m = \frac{NL * n * \Phi * C_u * C_m}{S} \quad (E6)$$

NL = Número de luminarias

n = Número de lamparas por luminaria

Reemplazando los datos en la ecuación (E6)

$$E_m = \frac{6 * 1 * 2500 * 0.56 * 0.8}{5.3 * 4} = 317 \text{ Lux}$$

$$> 300 \text{ lux}$$

Por lo tanto, *si cumple*

Los cálculos de todos los ambientes por el método de lúmenes se encuentran en el anexo 3.

3.5.2. Cálculos luminotécnicos mediante el software.

Los cálculos luminotécnicos y cumplir con los niveles de iluminación establecidos en la norma técnica DGE, EM. 010 instalaciones eléctricas de interiores, anexo 01, se utilizó el software de cálculo DIALux que se realizó en base al plano de la I.E. Hermógenes Mejía Solf. (Ver anexo 4).

3.6. Cálculo de los componentes eléctricos.

3.6.1. Conductores y canaleta.

Sección Mínima de Conductores.

Los conductores deben ser de cobre y no tener una sección menor a $2,5 \text{ mm}^2$ para los circuitos derivados de fuerza y alumbrado. Los colores de los conductores para estas conexiones en CA (corriente alterna) deberían de ser un conductor negro y un conductor rojo o blanco u otro color diferente para poder identificarlas y no tener problemas con la polaridad. Los conductores deberán ser adecuados para la ubicación, uso y tensión. Los conductores deberán tener la capacidad de corriente que sea adecuada para la aplicación. (CNE, 2006).

Según el (CNE, 2006), detalla en la Regla 020-126. La Subregla (1) precisa que el alambrado y cableado eléctrico de las edificaciones deben cumplir con los mínimos requerimientos contra la propagación de fuego de los materiales de la edificación. La Subregla (3) precisa que los conductores, cables eléctricos y sus canalizaciones, cuando son instalados en locales con afluencia de público – los locales referidos en la Subregla 010-010 (4) – deben ser instalados con protección mecánica para no ser dañados y además deben ser del tipo no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Es decir, deben tener las siguientes características: libre de halógenos: en caso de una combustión en el cableado no se propague un incendio.

Caída de tensión.

El propósito de la Regla 050-102. (ver figura 5). Se establecen parámetros básicos para asegurar que el uso de la tensión para equipos eléctricos esté dentro de los valores prescritos. Para el diseñador, la caída de tensión es un valor calculado, el cálculo de la

caída de tensión se basa en la carga de la demanda calculada. La Subregla (3) cubre un circuito derivado donde la carga conectada no se conoce y pone la demanda en 80% del valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito. (CNE, 2006)

El porcentaje permitido de la caída de tensión se basa en dos valores:

(a) Una caída de tensión total máxima de 4% para el alimentador más circuito derivado; es decir desde el punto de conexión al contador de energía hasta el último punto de utilización.

(b) Una caída de tensión máxima de 2,5%, tanto para el alimentador y para el circuito derivado (c).

Considerando una instalación típica con una acometida, alimentador y un circuito derivado (ver figura 5), se permite como máximo una caída de tensión de:

- 1% en la acometida (a);
- 4% como máximo entre el alimentador (b) + el circuito derivado (c).

La máxima caída de tensión para cualquier alimentador o circuito derivado es 2,5%, en este caso 5,5 V ($220 \times 0,025$). Sin embargo, las Subreglas (1) y (2) establecen los parámetros para la distribución del 4% (8,8 V) de la caída de tensión entre el alimentador y el circuito derivado. Es decir, si el alimentador (b) tiene una caída de tensión de 2,5%, entonces el circuito derivado (c) pueden tener como máximo una caída de tensión de 1,5% (o viceversa), de modo que la caída de tensión total no debe ser mayor del 4%. (CNE, 2006)

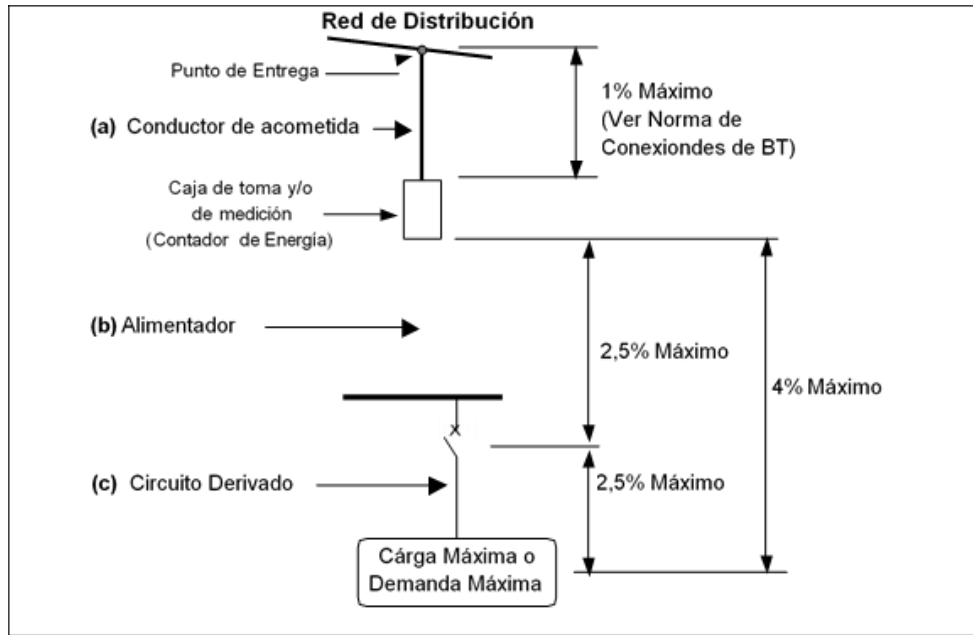


Figura 5. Red de Distribución

Fuente: (CNE, 2006)

Canaleta para el cableado.

Los cálculos en cuanto a los conductores, se trabaja junto con la canaleta por donde pasara los conductores, ya que sus dimensiones dependerán de la cantidad y tamaño del conductor, como se especifica en las siguientes normas del Código Nacional de Electrificación – Utilización. “070-900 Reglas para Canalizaciones: Las Reglas 070-902 a 070-942 se aplican a las canalizaciones y a los conductores tendidos dentro de las mismas. 070-902 Tipos de Conductores: Los conductores a utilizar deben ser alguno de los listados en la Tabla 20, anexo 5, en la medida que se indiquen como adecuados para ser instalados en los diferentes tipos de canalizaciones. 070-934 Canalizaciones No Metálicas: Las canalizaciones no metálicas deben ser fabricadas con materiales retardantes del fuego, a menos que se monten enterradas o por lo menos empotradas en 50 mm de concreto” (CNE, 2006)

- Parámetros de cálculo.

- ✓ Tensión de servicio : 220V, Monofásico.
- ✓ Frecuencia : 60Hz.
- ✓ Caída tensión a tableros : 2.5% de la tensión nominal (del medidor al tablero de distribución)

- ✓ Caída Tensión al punto de utilización más alejado: 2.5% de la tensión nominal (entre el tablero y el punto de salida más alejado)
- ✓ Factor de potencia : 1
- Para determinar la intensidad de corriente de cada circuito se empleará la ecuación E7

$$I = \frac{M.D Total}{k * V * \cos\phi} \quad (E7)$$

I = Intensidad de Corriente

MD = Máxima demanda

K = 1 (circuito monofásico)

V = Voltaje

$\cos\phi$ = Factor de Potencia.

- Para el Circuito N° 01 del tablero de distribución N° 01 se calcula la máxima demanda, ecuación E8:

$$MD = N^{\circ} Lámparas * N^{\circ} de Luminarias * Potencia \quad (E8)$$

Reemplazando en la ecuación E8

$$MD = 1 * 8 * 25 = 200W$$

Debido a que es una tensión monofásica se considera

$$V = 220V$$

$$\cos\phi = 1$$

$$K = 1$$

Reemplazar en la ecuación E7

$$I = \frac{200}{1 * 220 * 1} = 0.909 A$$

Aplicando el factor de seguridad a la corriente de carga del 25%:

$$I = 1.25 * 0.909 = 1.136 A$$

- Se calculó una intensidad de corriente de 1.136 Amperios y de acuerdo a lo establecido en el Código nacional de electricidad se elige cable de $2.5mm^2$ con un amperaje admisible de 27 Amperios en ducto. Ver tabla 20, anexo 5.
- Para determinar la canaleta/ tubería adecuada según los cálculos anteriores el Código Nacional de Electricidad establece que la dimensión de la tubería sería de 15mm, ver tabla 22, anexo 5.
- Se calcula la caída de tensión en la ecuación E9 para comprobar si es conforme lo establecido en los cálculos anteriores como lo demanda el Código Nacional de Electricidad.

$$\Delta V = \frac{K * Id * R * L * \cos\phi}{S} \quad (E9)$$

Donde:

ΔV = Caída de tensión.

$K = 2$ (Circuito Monofásico).

I_d = Intensidad de Corriente (A).

R = Resistencia del Conductor (ohm- mm^2/m)

L = Longitud del Conductor (m).

S = Sección del conductor (mm^2)

$\cos\phi$ = Factor de Potencia.

De los datos calculados reemplazar en la ecuación E9

$$K = 2 \text{ (tensión monofásica)}$$

$$I_d = 0.909 A$$

$$R = 0.0175$$

$$L = 15m$$

$$\cos\phi = 1$$

$$S = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta V = \frac{2 * 1.136 * 0.0175 * 15 * 1}{2.5} = 0.1908$$

- La máxima caída de tensión es el 2.5%, la tensión nominal sería: 5.5 V

Según el cálculo de caída de tensión que se obtuvo es 0.1908 V.

Se concluye que si cumple con lo establecido en el Código Nacional de Electricidad. (CNE, 2006).

- Los cálculos de caída de tensión del medidor al tablero general, que especifica el código nacional de electricidad “Utilización”, se detalla en la tabla 23, anexo 5
- Los cálculos de cada uno de los circuitos se especifican en las tablas 24, 25, 26, 27 del anexo 5.
- Otros componentes eléctricos menores que se llegaron a implementar es cinta aislante, cintillos, cajas octogonales de PVC.

3.7. Equipo.

Luxómetro: El luxómetro es el instrumento más adecuado que existe para medir los niveles de iluminación que se encuentran en un lugar específico. Este instrumento se utiliza para realizar medidas y corroborar con los niveles mínimos de iluminación requeridos por las normativas vigentes. (Sifuentes, González, Bravo, & Moreno, 2015).

El luxómetro cuenta con certificación de calibración de INMETRO con número de calibración LLXI-00070-2019. (Ver figura 19, anexo 6).

Características del luxómetro utilizado:

- Marca: TENMARS.
- Procedencia: Taiwán

- Modelo: TM-202.
- Rango: 200 Lux hasta 20 000 Lux.
- Humedad de Operación Máxima: 73%
- N° de serie: 1900200312
- N° de certificado: LFO-007-2019
- Trazabilidad: DM – INACAL

Pinza Amperimétrica: Instrumento para medir intensidad de corriente, resistencia, tensión.

Este instrumento se usó para medir la caída de tensión. (ver figura 20, anexo 6)

- Marca: TESTECH
- Modelo: KT 201
- Pantalla Digital LCD
- Corriente Ac: 20/1000 A
- Voltaje AC: 750
- Voltaje DC_ 1000
- Ohmiaje: 2k - 200k

3.8. Proceso de montaje del sistema de iluminación eficiente.

Considerando los cálculos antes mencionados se procederá a rediseñar el nuevo sistema de iluminación e instalar de manera adecuada las lámparas led y componentes eléctricos según los establece el Código Nacional de Electricidad para lograr la buena iluminación en los ambientes, se tomó en cuenta lo siguiente:

3.8.1. Diseño del sistema de iluminación eficiente.

Para realizar el diseño de la nueva distribución de las luminarias se realizó de acuerdo al Código Nacional de Electricidad, se utilizó el software AutoCAD para dibujar el plano de la institución educativa Hermógenes Mejía Solf, los cálculos requeridos según el CNE-Utilización y el software DIALux para diseño y cálculos del mismo. Ver figura 6.



Figura 6. Plano eléctrico de referencia del sistema de iluminación eficiente

Fuente: Autoría propia. AutoCAD.

3.8.2. Desmontar el antiguo sistema de iluminación.

Para poder realizar el cambio se retiró todo el sistema de iluminación convencional que se encontraba, ya que en el plano eléctrico registra una nueva distribución de las

luminarias, para que la iluminación pueda abarcar toda el área a iluminar. (Ver anexo 7.)

Para esta instalación se emplearon materiales y herramientas adecuadas.

3.8.3. Instalación de la tubería y las cajas octogonales.

Se instaló primero la tubería de 15mm, luego se le acopló sus respectivas cajas octogonales en sus extremos de la tubería. Ver figura 7.



Figura 7. Colocación de la tubería y cajas octogonales.

Fuente: Autoría propia.

3.8.4. Instalación del cableado, sockets y luminarias.

Una vez que se encuentre la instalación de la tubería y las cajas octogonales, se procede a pasar el conductor por toda la tubería, de preferencia el conductor de dos colores para no cometer errores con la polaridad, una vez instalado el cableado, se instalan los sockets

de acuerdo a la polaridad de los conductores por cada caja octogonal instalada, para luego adosar la luminaria.



Figura 8. Instalación del cableado

Fuente: Autoría propia.

3.9. Evaluación económica.

En esta parte se detalla el presupuesto que se ha necesitado para la implementación del proyecto “SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN LA I.E HERMÓGENES MEJÍA SOLF, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA”. Y la rentabilidad del proyecto mediante los indicadores económicos del VAN y TIR.

3.9.1. Presupuesto.

Los componentes como el conductor, sockets, cajas octogonales, tubería, y las lámparas leds, fueron comprados en distintas empresas en el mes de julio del año 2019, por lo que

estos costos pueden variar dependiendo la empresa donde se realice las compras. Ver tabla 11.

Tabla 11

Presupuesto

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario S/.	Sub Total S/.
I	Suministro De Materiales				
1.1	Lámparas Tipo Led De 25w	Unid.	46	22	1012
1.2	Socket	Unid.	46	1.5	69
1.3	Conductor	Metro.	200	1.3	260
1.4	Cinta Aislante	Unid.	2	2	4
1.5	Codos 90° De 3/4"	Unid.	20	0.4	8
1.6	Tubo De 3/4"	Unid.	30	2	60
1.7	Cajas Octogonales	Unid.	46	0.8	36.8
1.8	Cintillo	Paquete.	2	6	12
II	Servicios				
2.1	Alquiler de Luxómetro	Unid.	1	100	100
Total					1561.8

Fuente: Elaboración propia.

3.9.2. Rentabilidad del proyecto.

Para realizar esta evaluación económica según (Nieto, 2009) y analizar la rentabilidad del proyecto, se usaron dos parámetros el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno), conceptos que se basan en la estimación de los flujos de caja, por ejemplo:

Se calculó los flujos de caja, considerando como inversión el valor de las lámparas LED, partes del sistema eléctrico; cables, tubería, socket, cajas octogonales entre otros materiales como se detalla en la tabla 11, como ingresos se consideró el ahorro por el cambio de la tecnología. Ver tabla 12.

Las lámparas cuentan con una vida útil de 25 000 horas, la iluminación dispone de 3 horas diarias, 1095 horas en un año. Este sistema de iluminación eficiente tiene que llegar a tener una duración de 23 años.

Tabla 12

Consumo de energía eléctrica según sistema de iluminación.

Sistema De Iluminación	KWh Consumido	Precio
Sistema De Iluminación Convencional	573	S/. 540.00
Sistema De Iluminación Con Tecnología Led	312	S/. 260.00

Fuente: Elaboración propia.

Según data del recibo de luz, anexo 8, el récord de pagos que la institución educativa ha realizado en el transcurso de un año es de S/. 540.00. y según los resultados en campo haciendo una observación del medidor en un mes aproximadamente habiendo un ahorro del 46%, al consumo del mes de referencia como lo indica el recibo de luz. Con el cambio de tecnología su pago de recibo de luz debería de ser de S/. 260 soles anuales, habiendo un ahorro por cambio de tecnología de S/. 280 anuales.

IV. RESULTADOS.

- En la tabla 13, se detalla el tipo de ambiente, la actividad que se realiza, los lux medidos con el luxómetro, el requerimiento técnico que indica la norma EM 010. Instalaciones Eléctricas de interiores, y su verificación si cumple o no.

Tabla 13.

Sistema de iluminación actual.

	Ambiente	Actividad	Em (Lux)	Requerimiento	Observación
Pabellón N° 01	Aula N° 01	Salón de clases	95.1	300 lux según Norma	No Cumple
	Almacén N° 01	Almacén de libros	20.1	100 lux según Norma	No Cumple
	Dirección	Oficina	36.5	300 lux según Norma	No Cumple
	Aula N° 02	Salón de clases	88.9	300 lux según Norma	No Cumple
Pabellón N° 02	Almacén N° 02	Almacén de material de EE.FF.	38.3	100 lux según Norma	No Cumple
	Baño Damas	Servicios Higiénicos	38.5	100 lux según Norma	No Cumple
	Baño Varones	Servicios Higiénicos	41.9	100 lux según Norma	No Cumple
Pabellón N° 03	Aula N° 01	Salón de clases	86.1	300 lux según Norma	No Cumple
	Aula N° 02	Salón de clases	106.9	300 lux según Norma	No Cumple
	Aula N° 03	Salón de clases	93.6	300 lux según Norma	No Cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se puede apreciar que en ninguno de los ambientes de la Institución cumplen con los requisitos de iluminación según la Norma EM 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores, ocasionando la salida repentina de los estudiantes de la institución al culminar la tarde, como la no realización de reuniones nocturnas.

- En la figura 9, se detalla el consumo de energía eléctrica de un año.

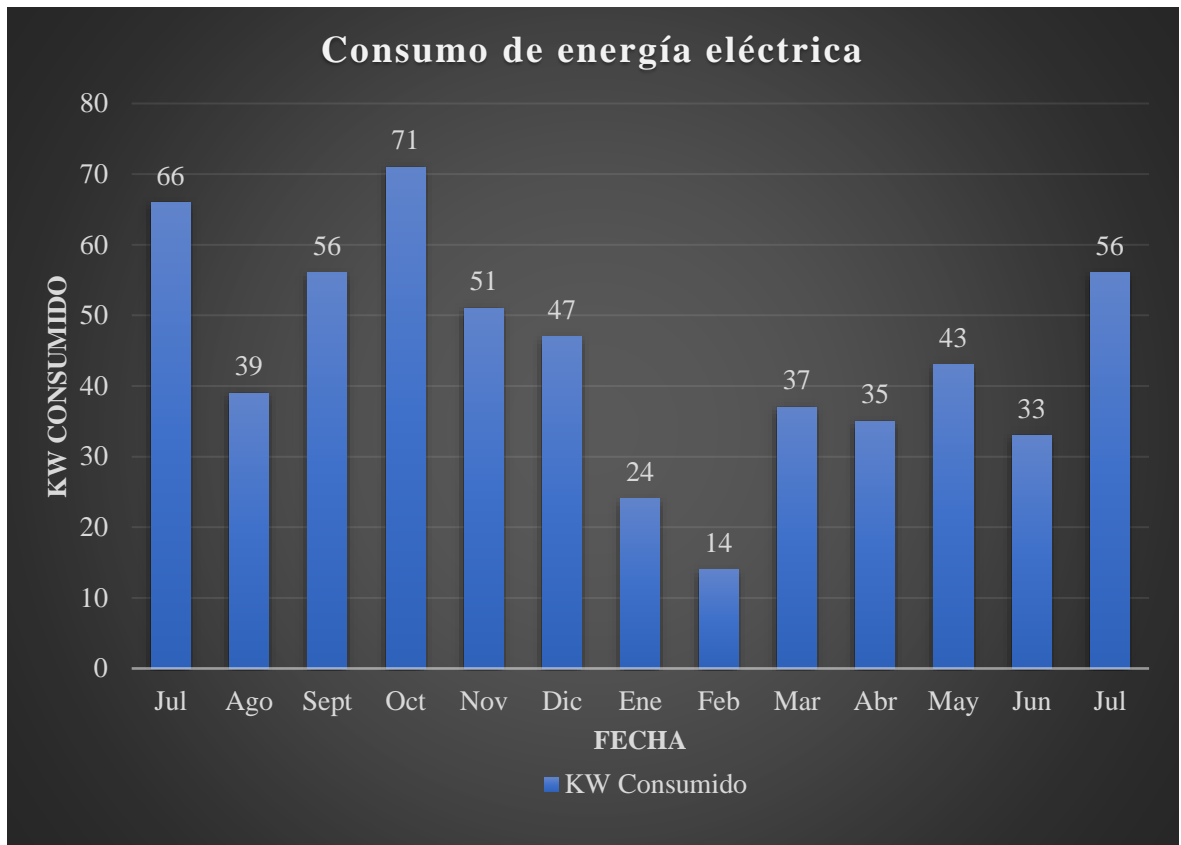


Figura 9. Consumo de energía eléctrica promedio de un año.

Fuente: Elaboración propia.

Como se detalla en la figura 9, datos recolectados del recibo de luz que emite el electrioniente mensualmente, el máximo consumo de energía eléctrica en la institución es de 71 KW en un mes, y en un año se puede llegar a consumir 573 KW.

- Tabla 14, se detalla la cantidad de luminarias y luxes requeridos para cada ambiente.

Tabla 14

Resultado de datos luminotécnicos de sistema de iluminación eficiente.

		<i>Software DIALUX</i>		<i>Software Excel</i>	
Ambiente		Número de Luminarias	Cantidad de luxes (lux)	Número de Luminarias	Cantidad de luxes (lux)
Pabellón N° 01	Aula N° 01	6	334	6	317
	Almacén N° 01	2	175	2	164
	Dirección	3	312	3	305
	Aula N° 02	6	344	6	335
Pabellón N° 02	Almacén N° 02	3	160	3	145
	Baño Damas	2	164	2	147
	Baño Varones	2	164	2	147
Pabellón N° 03	Aula N° 01	7	326	7	315
	Aula N° 02	7	345	7	340
	Aula N° 03	7	350	7	334

Fuente: Elaboración Propia.

Como se detalla en la tabla 14, no existe una diferencia significativa, acreditando que los cálculos luminotécnicos pueden llegar hacer calculados de cualquiera de las dos formas, ya que con ambos softwares se obtienen resultados confiables para la aplicación de los requerimientos técnicos de iluminación media que establece la norma EM. 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores. (RNE, 2019).

- En la tabla 15 se detalla los componentes que se utilizaron en la instalación del sistema de iluminación eficiente.

Tabla 15

Materiales utilizados

Suministro de materiales	Unidad	Cantidad
Lámparas tipo led de 25w	Unid.	46
Socket	Unid.	46
Conductor	Metro.	200
Cinta aislante	Unid.	2
Codos 90° de 15mm	Unid.	20
Tubo de 15mm	Unid.	30
Cajas Octogonales	Unid.	46
Cintillo	Paquete.	2

Fuente: Elaboración propia.

Las lámparas tipo led de 25W que se llegaron a utilizar fueron de marca LINUX de 2500 lúmenes, el conductor que se seleccionó según los cálculos realizados fue 2 – 1 x 2.5 mm² THW – 90, con una canaleta o tubería adecuada de 15mm de diámetro. El resto de componentes especificados en la tabla 15, son implementos que facilitan la instalación de estas.

- En la Tabla 16, se detalla los requerimientos técnicos del nuevo sistema de iluminación implementado según establece la norma EM 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores del anexo 1.

Tabla 16

Sistema de iluminación eficiente (LED)

	Ambiente	Actividad	Em (Lux)	UGRL	Ra	Requisito	Observación
Pabellón N° 01	Aula N° 01	Salón de clases	372	19	80	300 lux según Norma	SI CUMPLE
	Almacén N° 02	Almacén de libros	198	25	80	100 lux según Norma	SI CUMPLE
	Dirección	Oficina	320	19	80	300 lux según Norma	SI CUMPLE
	Aula N° 02	Salón de clases	357	25	80	300 lux según Norma	SI CUMPLE
Pabellón N° 02	Almacén N° 01	Almacén de material de EE.FF.	217	19	80	100 lux según Norma	SI CUMPLE
	Baño Damas	Servicios Higiénicos	180	19	80	100 lux según Norma	SI CUMPLE
	Baño Varones	Servicios Higiénicos	190	19	80	100 lux según Norma	SI CUMPLE
Pabellón N° 03	Aula N° 01	Salón de clases	317	19	80	300 lux según Norma	SI CUMPLE
	Aula N° 02	Salón de clases	311	19	80	300 lux según Norma	SI CUMPLE
	Aula N° 03	Salón de clases	323	19	80	300 lux según Norma	SI CUMPLE

Fuente:Elaboracion propia. Data de las mediciones del luxometro

Como se detalla en la tabla 16, las mediciones con el luxómetro que se realizaron luego de implementar el sistema de iluminación eficiente, se obtuvieron como resultado que todos los ambientes fueron iluminados correctamente según lo establece la normativa EM. 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones. Para los siguientes ambientes con su respectiva medida de iluminación y ambientes implementados según demanda el plano eléctrico, ver anexo 9.

- Rentabilidad económica

La información se procesó con las funciones financieras del EXCEL.

Tabla 17

Flujo de caja proyectado.

Egresos					
Año	Inversión	Ingresos	Flujo de		
			Caja	FC act.	FC Acum.
0	1562		-1562	-1562	-1562
1		280	280	256.88073	-1305.119
2		280	280	235.6704	-1069.449
3		280	280	216.21137	-853.2375
4		280	280	198.35906	-654.8784
5		280	280	181.98079	-472.8976
6		280	280	166.95485	-305.9428
7		280	280	153.16959	-152.7732
8		280	280	140.52256	-12.25065
9		280	280	128.91978	116.66913
10		280	280	118.27503	234.94416

Fuente: Elaboración propia. Data del proceso con las funciones financieras del EXCEL.

Los resultados obtenidos en la rentabilidad económica, sólo considerando el ahorro por concepto de la nueva tecnología, son favorables, con un VAN de S/234.94, una TIR de 12% en el décimo año, con un periodo de recuperación de toda la inversión en el noveno año.

V. DISCUSIÓN.

Con lo sostenido por (Nepo & Zatta , 2018) estamos de acuerdo donde concluye que al hacer un cambio de iluminación a base de tecnología led genera un ahorro del 29.71%, aunque en nuestro proyecto el ahorro ha sido mayor con un 46%, ya que en la elección de la tecnología led fue seleccionada y comparada con otras de manera técnica y económica.

El proyecto, “SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN LA I.E. HERMÓGENES MEJÍA SOLF, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA”. Concluyó con un ahorro del 46% de energía eléctrica similar que el proyecto de investigación de (Davila, 2018), en la que existe un ahorro del 53% del consumo de energía eléctrica.

Con lo sostenido por (Castro & Posligua , 2015) en su proyecto “Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto de eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas” Estamos de acuerdo en la que se concluye que al hacer un cambio de las lámparas de tipo led generan un ahorro de energía, la inversión inicial no se recupera en corto plazo, de la misma manera el proyecto, “SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN LA I.E. HERMÓGENES MEJÍA SOLF, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA”. Su inversión no es recuperable en corto plazo.

Con lo sostenido por (Jaquez & Lara, 2014) en su proyecto “Propuesta de iluminación eficiente y ahorro de energía (Edificio 3 de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia)” concluyó

que, al aumentar considerablemente el número de luminarias, se logró que la carga no sobrepasara a la que actualmente se encuentra instalada y consiguió alcanzar los niveles de iluminación señalados por la normativa. Al igual que en el proyecto SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN LA I.E. HERMÓGENES MEJÍA SOLF, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA” se aumentó el número de luminarias sin sobrepasar la carga

del sistema de iluminación actual y consiguiendo los niveles de iluminación como lo indica la norma EM. 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones.

- ❖ Se analizó el consumo de energía eléctrica y los niveles de iluminación en la institución educativa Hermógenes Mejía Solf, llegándose a determinar que ninguno de los ambientes contaba con los niveles de iluminación adecuado como lo indica la Norma EM. 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones, que establece para un aula 300 lux y midiendo en el aula N° 01: 95.1 lux.
- ❖ El diseño de un sistema de iluminación con tecnología led se realizó según lo establece el CNE, si mejora los niveles de iluminación y reduce el consumo de energía eléctrica.
- ❖ La aplicación de este proyecto “SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN LA I.E. HERMÓGENES MEJÍA SOLF, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA”. Se realizó según el CNE, concluyendo que en todos los ambientes cuentan con los niveles de iluminación según lo indica la Norma EM. 010. Instalaciones Eléctricas de Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- ❖ La evaluación económica del proyecto “SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN LA I.E. HERMÓGENES MEJÍA SOLF, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA”, según sus indicadores económicos proyectado a los 10 años son favorables con un VAN del S/. 234.94 y una TIR del 12%, considerándose un proyecto rentable a mediano plazo.

6.2. Recomendaciones

- ❖ Para obtener mejores resultados, se recomienda realizar un análisis de varios tipos de luminarias LED que se encuentre en el mercado, revisar si cuentan con; etiquetado de eficiencia (A, A+), mayor vida útil, mayor CRI (Índice de Reproducción Cromática), y todas certificaciones necesarias que hacen mejorar la calidad del producto, dichos datos se encuentran en su ficha técnica o empaque del producto.

- ❖ Se recomiendan a las instituciones que cuenten con un sistema de iluminación eficiente a través de leds, ya que pueden reducir el consumo de energía eléctrica y obtener mejores niveles de iluminación para el confort visual.

- ❖ Para obtener un uso más eficiente de la energía, se recomienda cambiar todo el cableado eléctrico, ya que su deterioro puede seguir consumiendo energía eléctrica. También se recomienda que, al comprar electrodomésticos o algunos productos tecnológicos, tengan la capacidad de consumir menos energía, su herramienta informativa sería la etiqueta energética que debería encontrarse en verde (A, A+, A++).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Castilla , N., Blanca , V., Martínez, A., & Pastor , R. M. (2011). *Luminotecnia: Cálculo según el metodo de los lúmenes* . Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/artículo%20docente%20Cálculo%20método%20de%20los%20lúmenes.pdf>
- Castro, M. P., & Posligua , N. C. (2015). *Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto de eficiencia energética u confort visual, implementación de estructura para pruebas* .(Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Salesiana, Guayaquil.
- Chantera , P. F., & Tobar , D. R. (2013). “*Estudio de lamparas led para alumbrado publico y diseño de un sistema scada con control automatico ON/OFF*”. (Tesis de pregrado). Universidad de Salesiana, Quito.
- CNE. (2006). Utilizacion. Obtenido de <http://www.pqsperu.com/Descargas/NORMAS%20LEGALES/CNE.PDF>
- Czajkowski, J. (2016). *Diseño ambientalmente consciente, Iluminacion Eficiente*. Obtenido de http://www.arquinstal.com.ar/2016/n2_04_2016_luminotecnia.pdf
- Davila, M. (2018). “*Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2018*”. (Tesis de pregrado). universidad cesar vallejo, Tarapoto.
- García, J. A. (2015). *Que es un led*. Obtenido de http://www.asifunciona.com/fisica/ke_led/ke_led_2.htm
- Gómez, E. (2017). *Costa Rica continua con su plan de renovación del alumbrado publico en la Peninsula de Nicoya*. Obtenido de <https://smart-lighting.es/costa-rica-alumbrado/>

- Icandela. (2016). *La ciudad de Río de Janeiro renueva sus sistema de Iluminacion urbano para los Juegos Olímpicos* . Obtenido de <https://www.interempresas.net/Iluminacion/Articulos/224903-ciudad-de-Rio-de-Janeiro-renueva-su-sistema-de-iluminacion-urbano-para-Juegos-Olimpicos.html>
- INACAL. (2016). *Normas Legales (NTP)*. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/catalogoespecializado/files/UREEE.pdf>
- INACAL. (2017). *Normas Legales*. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/6/jer/resoluciones-directorales/files/RD15AP.pdf>
- IRIGOÍN, E. A. (2016). "*Auditoría energética para reducir el consumo eléctrico en la empresa automotores Pakatnamu*".(Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo Chiclayo.
- Jaquez, D., & Lara, I. (2014). *Propuesta de iluminación eficiente y ahorro de energía (Edificio 3 de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Labán, J. H. (2018). "*Análisis, diseño y selección de alternativas de iluminación para alumbrado público con nuevas tecnologías*".(Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica del Perú, Lima.
- MINEM. (2008). Dictan medidas para el ahorro de energía en el sector público. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-S_034-08-EM-z3zcz96vz89.pdf
- MINEM. (2013). *Política del Estado Peruano sobre la Eficiencia Energética*. Obtenido de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/ForoTacna/2/8-Politica%20Eficiencia%20Energetica-Carlos%20Caceres.pdf>.
- Nepo , S. S., & Zatta , D. A. (2018). "DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA – UNPRG". Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2273/BC-TES-TMP-1147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Nieto, A. (11 de febrero de 2009). *El blog Salmón*"Qué es el VAN y TIR". Obtenido de <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-son-el-van-y-el-tir>
- RNE. (2006). *Norma EM. 010. Instalaciones Electricas de Interiores*. Lima: Recuperado de <http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- Sánchez , C. (16 de julio de 2014). *Energy News*. Obtenido de <https://www.energynews.es/la-ciudad-de-san-diego-eeuu-controlara-la-iluminacion-de-sus-calles-con-un-sistema-inalambrico-para-ser-mas-eficiente/>
- Sifuentes, E., González, R., Bravo, G., & Moreno, R. G. (2015). Nodo sensor inalámbrico para medir iluminación. Obtenido de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/viewFile/695/674>

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios, por permitirnos llegar a esta etapa de nuestras vidas, en la que terminamos una formación académica, también a todos nuestros docentes de la Universidad Nacional de Jaén por brindarnos sus conocimientos y todo el apoyo que se necesitó para ser buenos profesionales y competitivos.

También agradecer, a nuestro asesor al M. SC. Ing. Walter Linder Cabrera Torres, por brindarnos sus conocimientos y aportaciones para poder culminar el presente proyecto de investigación, agradecidos con las autoridades de la institución educativa por permitirnos desarrollar con total normalidad nuestro proyecto de tesis.

DEDICATORIA

A mis padres, por haberme criado, que han sabido formarme de buenos hábitos y sentimientos, su buena formación me ayudado a sobresalir en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis hermanos, que siempre han estado a mi lado acompañándome, en logros, alegrías y tristezas, demostrándome que siempre estamos unidos como familia.

Paredes Rimarachín Jhonatán

Este trabajo de investigación se lo dedico a mi madre y hermanos, por sus enseñanzas, sus buenos valores que me dan día a día para ser una mejor persona, por su apoyo incondicional en todo momento, y gracias a todos los que confiaron en mí.

Díaz Tapia Deivid Euler

ANEXOS

ANEXO 1. Requisitos mínimos de iluminación

Iluminancias para interiores

2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	E_m lux	UGR_L	U_o	R_a	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 A/V necesarias
	Zona de pizarra	500	19	0,70	80	Deben evitarse las reflexiones especulares El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia 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	$5\ 000\ K \leq T_{CP} < 6\ 500\ K$
	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	

Fuente: (RNE, 2019)

ANEXO 2. Medición de la situación actual del sistema de iluminación



Figura 10. Toma de datos del almacén N° 01 del pabellón N° 01, 20.1lux

Fuente: Autoría propia.



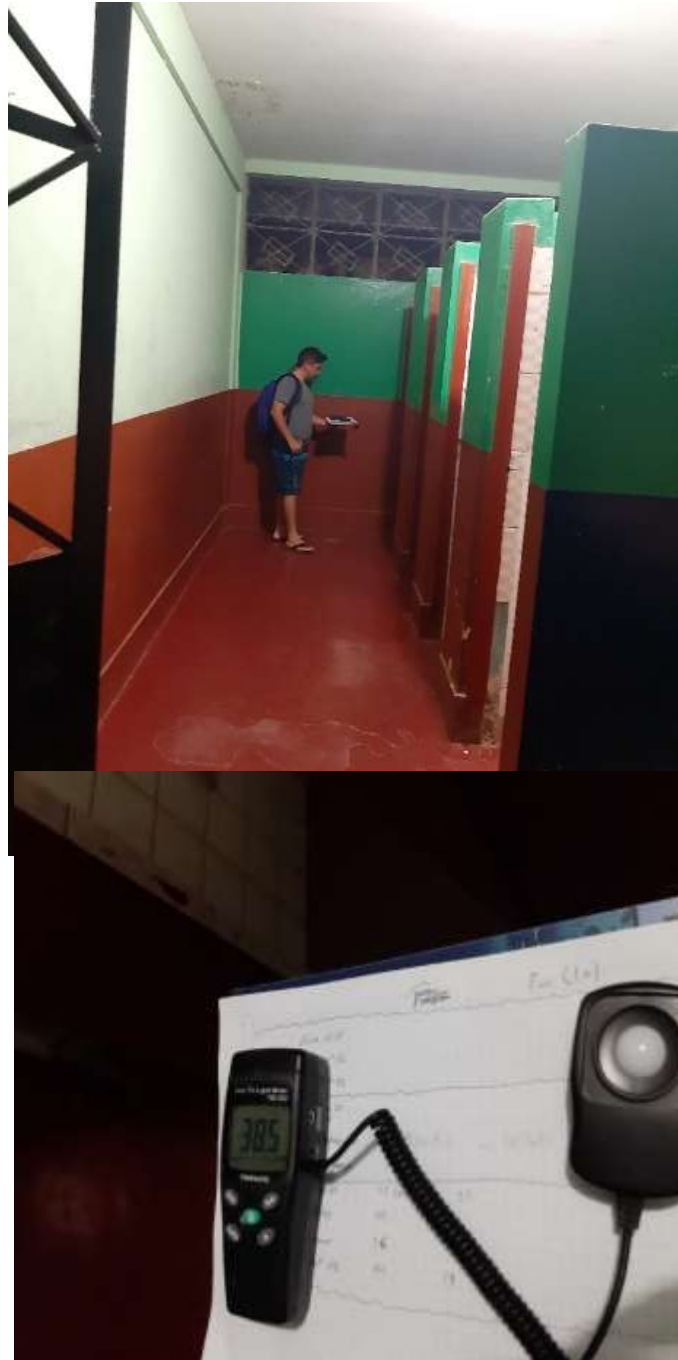
Figura 11. Toma de datos de la dirección del pabellón N° 01, 36.5 lux

Fuente: Autoría propia.



Figura 12. Toma de datos del almacén N° 02 del pabellón N° 01, 39.5 lux

Fuente: Autoría propia.



*Figura 13. Toma de datos del baño damas del pabellón N° 02, 38.5 lux
Fuente: Autoría propia.*



Linux
UFO LED
25w

2 YEARS WARRANTY

ISO 9001

Luz Dia
6500K

Alta Calidad al Mejor Precio!!!

RECOMENDACIONES ANTES DE INSTALAR

- 1.No exponer a temperaturas elevadas.
- 2.No manipule o desarme la lámpara sin autorización, si existe un fallo derivado al vender.
- 3.No sumerja el equipo en agua.
- 4.No usar con sensores o relés que no sean para LED.
- 5.Verificar que el interruptor termine cuando este apagado no tenga algún voltaje.
- 6.Las corrientes residuales y armónicas pueden dañar el driver.
- 7.Ante cualquier duda contactar a nuestro servicio técnico.
- 8.Mantener fuera del alcance de los niños.

GARANTIA
Términos y Condiciones:

- 1.Esta garantía cubre defectos de fábrica durante 02 años.
- 2.Esta garantía será nula si el código o marca del producto es borrado o alterado.
- 3.La garantía no cubre daños superficiales, daños por fuerza mayor, accidente, mal uso, abuso o negligencia.
- 4.Esta garantía aplica para productos que no haya sido manipulado o alterado en cualquier aspecto.
- 5.Esta garantía es válida para el uso en interiores bajo condiciones normales, su uso en exteriores, químicas o otras anula esta garantía.
- 6.La empresa no asume responsabilidad de los bienes considerados falsificaciones.
- 7.La decisión del fabricante o distribuidor será definitiva en el caso de cualquier controversia que pueda surgir sobre la aplicabilidad o validez de esta garantía.





UFO LED

CARACTERISTICAS

CONSUMO	25W
DURACION	25000H
VOLTAJE	AC 85V-265V 50/60 Hz
FLUJO LUMINOSO	2500lm
EFICACIA	100lm/W
BRILLO	6500K
CRI	>80
ANGULO DE ILUMINACION	120°
EQUIVALE	250W

Figura 14. Datos técnicos de la luminaria led.

ANEXO 3. Cálculos del método de lúmenes mediante el EXCEL.

Tabla 18

Cálculos luminotécnicos mediante el software EXCEL.

Ambiente	a (m)	b (m)	h (m)	Em (Lux)	k	Cu	Cm	Lm	Lm de luminaria	P (W)	# de luminarias	Comprobación	Cumple
Aula N° 01	5.3	4	2.05	300	1.11	0.56	0.8	14196.43	2500	25	6	317 lux	SI
Almacén N° 01	2.5	4	2.05	100	0.75	0.41	0.8	3048.78	2500	25	2	164 lux	SI
Dirección	3.5	4	1.85	300	1.44	0.71	0.8	7394.37	2500	25	3	305 lux	SI
Aula N° 02	6	4	1.85	300	1.55	0.67	0.8	13432.84	2500	25	6	335 lux	SI
Almacén N° 02	6.3	4.6	2.1	100	1.2	0.64	0.8	5168.00	2500	25	3	145 lux	SI
Baño Damas	2.2	4.6	2.1	100	1.2	0.37	0.8	3121.62	2500	25	2	147 lux	SI
Baño Varones	2.2	4.6	2.1	100	1.2	0.37	0.8	3121.62	2500	25	2	147 lux	SI
Aula N° 01	7	4	1.9	300	1.38	0.63	0.8	16666.67	2500	25	7	315 lux	SI
Aula N° 02	6.3	4	1.9	300	1.29	0.61	0.8	15491.8	2500	25	7	340 lux	SI
Aula N° 03	6.4	4	1.9	300	1.3	0.61	0.8	15737.80	2500	25	7	334 lux	SI

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se detalla los resultados de los cálculos obtenidos por el método de lúmenes de todos los ambientes, se describe el número de luminarias que han sido calculados de acuerdo a los lúmenes que se necesita y poder cumplir con los 300 lux y 100 lux como lo sugiere la normativa vigente.

Tabla 19

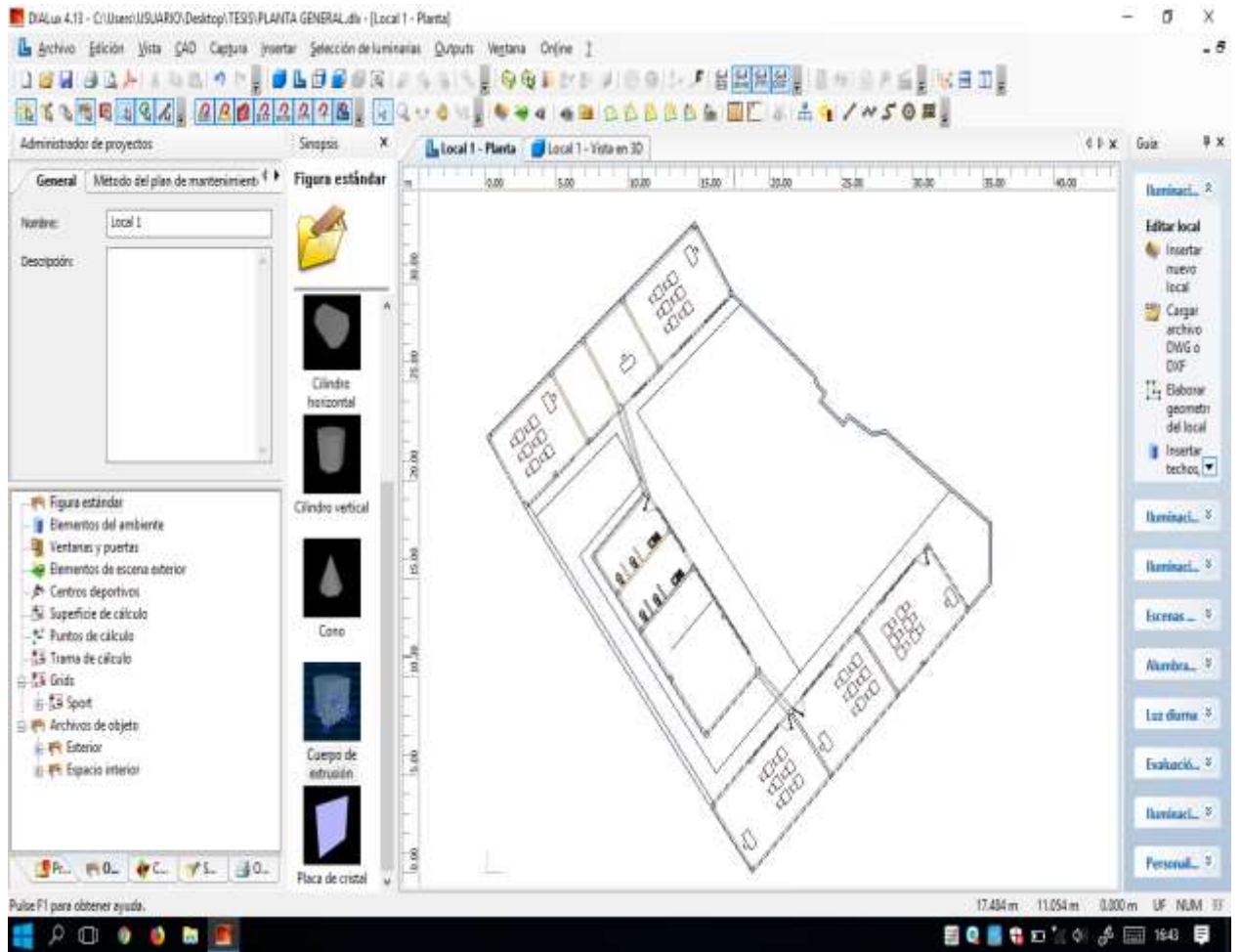
Distribución de luminarias

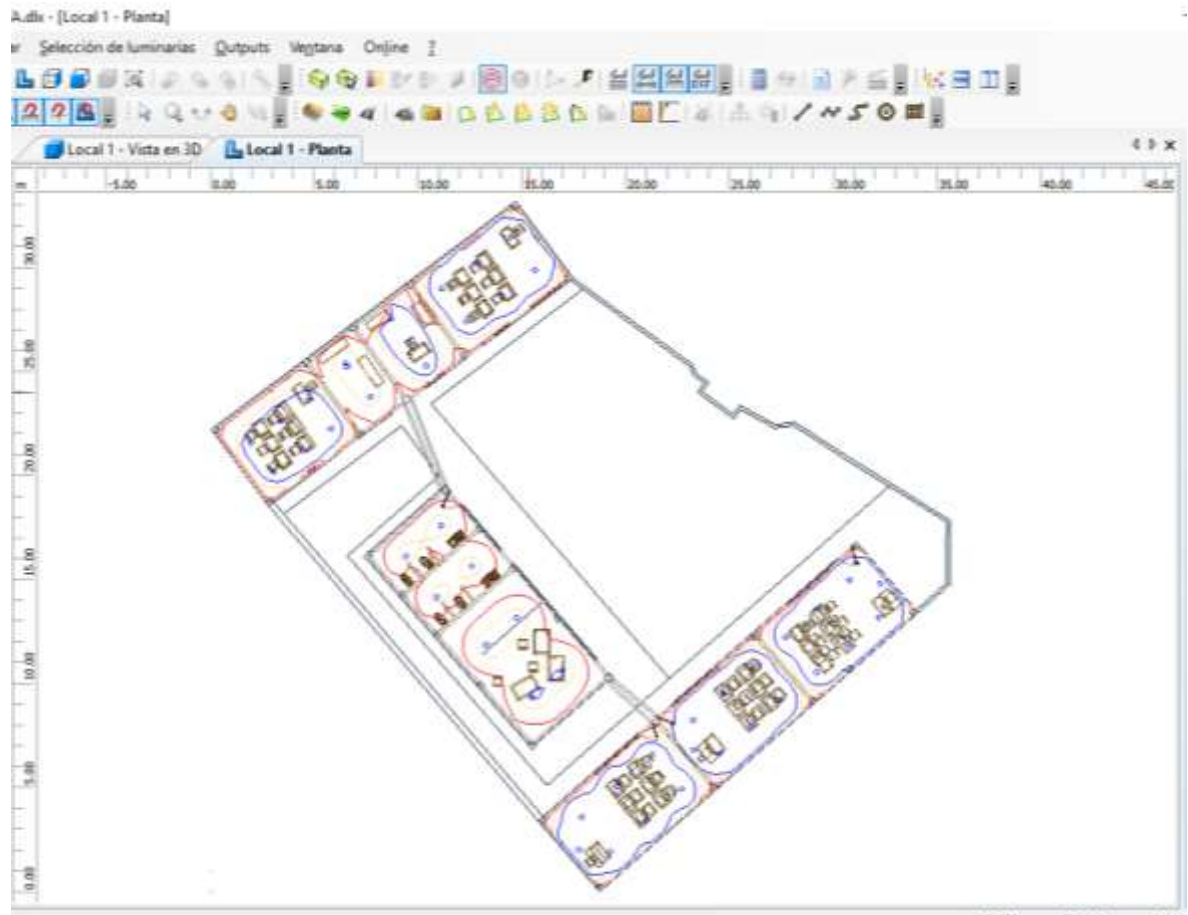
Ambiente	a (Largo)	b (Ancho)	# de luminarias	Número de filas de luminarias a lo ancho del local		Número de columnas de luminarias a lo largo del local.	
Aula N° 01	5.3	4	6	2.12798071	2	2.81957444	3
Almacén N° 01	2.5	4	2	1.78885438	2	1.11803399	1
Dirección	3.5	4	3	1.8516402	2	1.62018517	2
Aula N° 02	6	4	6	2	2	3	3
Almacén N° 02	6.3	4.6	3	1.48002574	2	2.02699177	2
Baño Damas	2.2	4.6	2	2.04494943	2	0.97801929	1
Baño Varones	2.2	4.6	2	2.04494943	2	0.97801929	1
Aula N° 01	7	4	7	2	2	3.5	3
Aula N° 02	6.3	4	7	2.10818511	2	3.32039154	3
Aula N° 03	6.4	4	7	2.09165007	2	3.34664011	3

Fuente: *Elaboración propia.*

Como se puede observar en la tabla los resultados en cuanto a la distribución de luminarias da como respuesta en decimales, por lo que se tendrá que redondear a número entero. su ubicación dependerá de acuerdo al tamaño del ambiente, y a la cantidad de luminarias distribuidas como lo indica la figura 4.

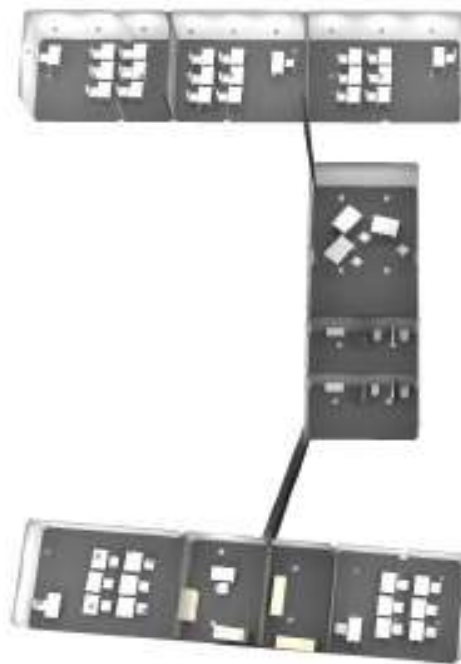
ANEXO 4. Cálculo luminotécnico mediante el software DIALux.







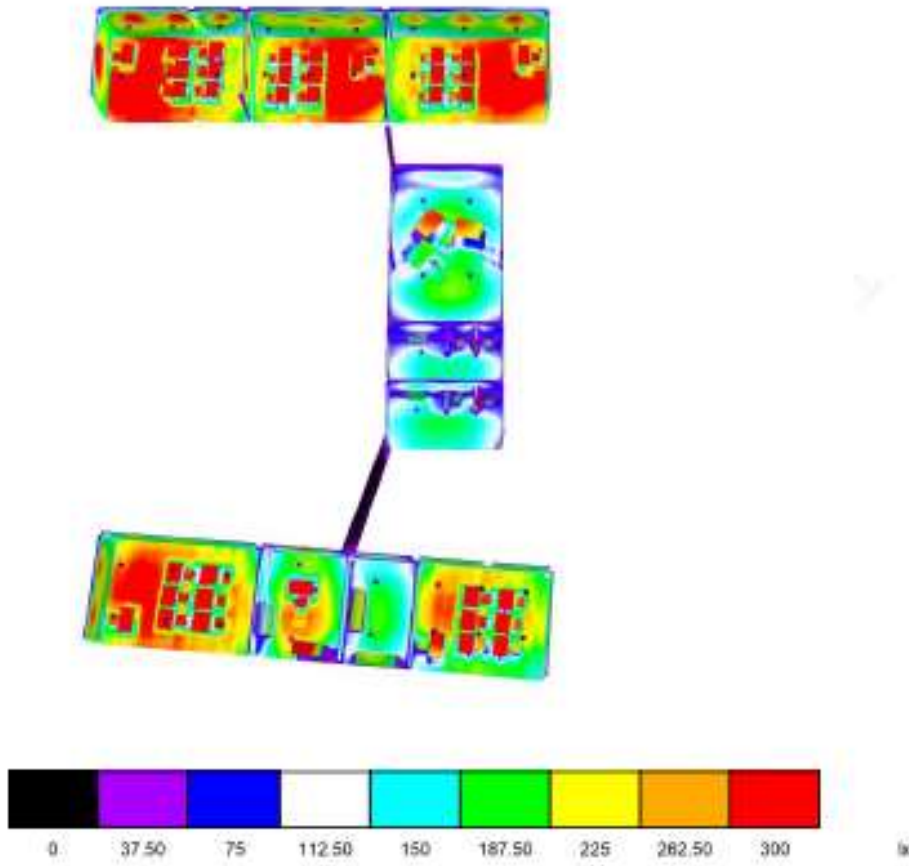
Local 1 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



ANEXO 5. Datos para cálculos según el código nacional de electricidad.

Tabla 20

Utilización y temperatura nominal de operación de conductores para uso general

Utilización y temperatura nominal de operación de conductores para uso general					
Nombre comercial	Designación	Temperatura Máxima de Funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Cubierta Protectora Exterior ¹⁾
Termoplástico resistente al calor	THHN	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico resistente al calor y retardante de la llama	Cubierta de nailon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THHW	75 °C 90 °C	Lugares mojados Lugares secos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	Ninguna
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW³⁾	75 °C 90 °C	Lugares secos y mojados Aplicaciones especiales en equipos de iluminación por descarga. Limitado a 1 000 V en circuito abierto o menos (sólo cables de secciones 2,5 a 6 mm ²)	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	Ninguna
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THWN³⁾	75 °C 90 °C	mojados húmedos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la y al calor	Cubierta de nailon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60 °C 70 °C	Lugares secos y mojados	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	Ninguna

Fuente: Código Nacional de Electricidad

Tabla 21

Datos técnicos del conductor THW - 90



TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm ²)								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.90	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (AWG / MCM)									
CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
14	2.1	7	0.60	1.75	0.8	3.4	28	35	25
12	3.3	7	0.76	2.20	0.8	3.8	40	40	30
10	5.3	7	0.96	2.78	0.8	4.4	59	56	40
8	8.4	7	1.20	3.61	1.1	5.9	98	80	56
6	13.3	7	1.53	4.60	1.5	7.6	161	107	75
4	21.1	7	1.93	5.80	1.5	8.9	240	141	96
2	33.6	7	2.44	7.31	1.5	10.4	363	192	130
1/0	53.4	19	1.87	8.58	2	12.7	570	260	170
2/0	67.4	19	2.10	9.64	2	13.8	704	300	197
3/0	85.1	19	2.35	10.82	2	15	871	350	226
4/0	107.2	19	2.64	12.15	2.4	17.1	1109	406	260
250	126.7	37	2.06	13.25	2.4	18.2	1289	457	290
300	151.9	37	2.25	14.51	2.4	19.5	1527	505	321
350	177.5	37	2.44	15.69	2.4	20.6	1769	569	350
500	253.1	37	2.91	18.73	2.8	24.5	2512	699	429

Tabla 22

Selección de la dimensión de la canaleta para los conductores

Máximo número de conductores de una dimensión en tuberías pesadas o livianas
600 V - Sin cubierta

Tipo de aislamiento	Sección nominal [mm ²]	Diámetro exterior [mm]	Dimensión de la tubería pesada o liviana												
			15 [mm]	20 [mm]	25 [mm]	35 [mm]	40 [mm]	55 [mm]	65 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	105 [mm]	115 [mm]	130 [mm]	155 [mm]
			(1/2)*	(3/4)*	(1)*	(1 1/4)*	(1 1/2)*	(2)*	(2 1/2)*	(3)*	(3 1/2)	(4)*	(4 1/2)*	(5)*	(6)*
THW, RHW-2	2,5	4,4	5	9	14	25	34	56	81	125	167	200	200	200	200
	4	4,9	4	7	11	20	27	45	65	101	135	174	200	200	200
	6	5,6	3	5	9	15	21	35	50	77	103	133	167	200	200
	10	7,1	1	3	5	9	13	21	31	48	64	82	103	130	188
	16	8,5	1	1	3	6	9	15	21	33	44	57	72	90	131
	25	9,5	1	1	3	5	7	12	17	26	36	46	58	72	105
	35	11	1	1	1	4	5	9	13	20	26	34	43	54	78
	50	13	1	1	1	2	3	6	9	14	19	24	31	38	56
	70	15	1	1	1	1	2	4	7	11	12	18	23	29	42
	95	17	1	1	1	1	1	3	5	8	11	14	18	23	32
	120	20	1	1	1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	23
	150	21	1	1	1	1	1	1	3	5	7	9	11	14	21
	185	23	1	1	1	1	1	2	4	6	8	10	12	18	18
	240	26	1	1	1	1	1	1	3	4	6	7	10	14	14
	300	29	1	1	1	1	1	1	2	3	5	6	7	11	11
	400	32	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	6	9	9
500	35	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	7	7	

* Las unidades indicadas en pulgadas son temporales, en esta transición hacia el empleo de unidades en mm, están sujetas a cambio cuando se disponga de las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.

Nota 1: Las dimensiones están sujetas a tolerancias de fabricación.

Nota 2: Se recomienda verificar con información actualizada de los fabricantes de estos productos y de preferencia que posean certificación ISO.

Fuente: Código Nacional de Electricidad

Tabla 23

Caída de tensión general

INSTITUCION EDUCATIVA: Hermógenes Mejía Solf

Determinar la capacidad mínima del conductor de la cometida para un colegio con un área total edificada de 900 m².

Pasos:

			Pot. Instalada (W)	F.D	Demanda Max. (W)
	Área:				
1.-	050-204(1)	Área total del colegio 875 m ²			
2.-	050-204(1)	Área total de aulas 170 m ²			
3.-	050-204(1)(a)	Carga básica de aulas 170 m ² X 50W/m ²	8500		
4.-	050-204(1)(b)	Carga de área restante 150 m ² X 10W/m ²	1500		
		Las áreas restantes son: áreas techadas que no son aulas y que no requieren iluminación especial, tales como: oficinas administrativas, auditorios, corredores, baños pasadizos, etc.			
		Nota: la carga de iluminación de emergencia, las alarmas, comunicaciones y otras similares, están incluidas dentro de la carga básica			
		Cargas:	0		
5.-	050-204(1)(c)	Otras cargas del colegio			
		Otras cargas del colegio son: Centro de computo, iluminación especial del campo deportivo, iluminación exteriores y similares			
		Calefacción	0		
		Carga total paso 5			
6.-	050-204(1)(c)	Carga total del edificio: sumando los pasos 3, 4 y 5	10000		
7.-	050-204(1)(c)	Carga total del edificio menos cualquier carga de calefacción: paso 6 - calefacción	10000		
8.-	Aplicación de factores:				
	8(a)	Carga de calefacción	0	0.75	0

8(b) Carga del edificio sin la calefacción:
 050-204(2)(a) Local con áreas menor o igual de 900m²:
 Potencia: 10000 W
 Área: 875 m²
 Carga por m² será: 11.43 W/m²

050-204(2)(b))iiA	Carga por los primeros 900m ²	0.75	10000
Suma resultante			10000

INSTITUCION EDUCATIVA: Hermógenes Mejía Solf

	MD	I _{calculada}	I _{Seleccionada}	S	L	Δ V _(Voltios)	Δ V _(%)
Max Demanda	10000	45.45	63.00	10.00	1.00	0.20	0.09

Tabla 24

TD – 1 Caída de tensión y cálculo de alimentador de circuitos

Tablero	Circuito	M.D. (KW)	Corriente De Carga Lb (A)	Corriente Admisible Del Cable (A)	Long. Línea (M)	Sección Cable (Mm2)	ΔV_{max} . Admitida(V)	ΔV (%)	ΔV Max. Calculado (V)	Formación Y Tipo De Cable	Corriente De Diseño (Id)
TD1-C1	C1	0.20	0.91	27	15	2.5	5.5	2.5%	0.2	2-1 X 2.5 mm2 THW-90	1.14

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25

TD – 2 Caída de tensión y cálculo de alimentador de circuitos

Tablero	Circuito	M.D. (KW)	Corriente De Carga Lb (A)	Corriente Admisible Del Cable (A)	Long. Línea (M)	Sección Cable (Mm2)	ΔV_{max} . Admitida(V)	ΔV (%)	ΔV Max. Calculado (V)	Formación Y Tipo De Cable	Corriente De Diseño (Id)
TD2-C1	C1	0.20	0.91	24	10	2.5	5.5	2.5%	0.2	2-1 X 2.5 mm2 THW-90	1.14
TD2-C2	C2	0.23	1.02	24	17	2.5	5.5	2.5%	0.3	2-1 X 2.5 mm2 THW-90	1.28

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26

TG – caída de tensión y cálculo de alimentador de circuitos

Tablero	Circuito	M.D. (KW)	Corriente De Carga Lb (A)	Corriente Admisible Del Cable (A)	Long. Línea (M)	Sección Cable (Mm2)	ΔV_{max} . Admitida(V)	ΔV (%)	ΔV Max. Calculado (V)	Formación Y Tipo De Cable	Corriente De Diseño (Id)
TG-C1	C1	0.18	0.80	24	10	2.5	5.5	2.5%	0.1	2-1 X 2.5 Mm2 Thw-90	0.99
TG-C2	C2	0.18	0.80	24	11	2.5	5.5	2.5%	0.2	2-1 X 2.5 Mm2 Thw-90	0.99
TG-C3	C3	0.18	0.80	24	14	2.5	5.5	2.5%	0.2	2-1 X 2.5 Mm2 Thw-90	0.99

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27

Medición y comparación de caída de tensión.

Distribución	Medición Con Pinza Amperimétrica	Medición porcentual	Calculo Teórico	Medición porcentual teórico %	Requerimiento del CNE	Observación
Medidor - Tablero Principal	0.27	0.12%	0.2	0.091%	2.5%	SI CUMPLE
Tablero General - Circuito Más Alejado	0.24	0.11%	0.19	0.086%	2.5%	SI CUMPLE
Tablero 1 - Circuito Más Alejado	0.31	0.14%	0.24	0.11%	2.5%	SI CUMPLE
Tablero 2 - Circuito Más Alejado	0.37	0.17%	0.3	0.14%	2.5%	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6. Certificación de calibración

 ISO/IEC 17025	
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO LLXI-00070-2019 Expediente N° 00039-IM-2019 Página 1 de 2	
Área de Metrología Laboratorio de Luminosidad	
Fecha de recepción:	18 de julio de 2019
Objeto de Calibración:	LUXÓMETRO DIGITAL
Marca / Fabricante:	TENMARS
Modelo:	TM-202
N° de Serie / I.D.	190200312 / No indica
Código:	No indica
Procedencia:	TAIWAN
Ubicación:	No indica
Alcance de indicación:	0 lux a 20 lux; 0 lux; 0 lux a 2 000 lux; 0 lux a 20 000 lux; 0 lux a 200 000 lux
División mínima:	0,01 lux; 0,1 lux; 1 lux; 10; 100 lux
Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.	
INMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio, que lo emite.	
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
Solicitante:	PALOMINO SANCHEZ CARLOS ENRIQUE
Dirección:	CALLE IQUITOS Nro. 930
Fecha de calibración:	19 de julio de 2019
Lugar de calibración:	Laboratorio de Luminosidad - Área de Metrología Jr. Antisuyo 280, Urb. Zarate, San Juan de Lurigancho, Lima
Método de calibración:	La calibración se realizó por el método de comparación directa con patrones calibrados con trazabilidad nacional trazable al DM-INACAL.
Condiciones ambientales:	
Temperatura inicial:	20,1 °C
Temperatura final:	23,3 °C
Humedad relativa inicial:	73,1 %
Humedad relativa final:	70,9 %
Sello:	
Firma autorizada:	
Fecha de emisión:	20 de julio de 2019
	
Ing. Americo Bauen Curasma Gerencia del Servicio de Metrología	
ESTE DOCUMENTO SOLO PUEDE SER UTILIZADO COMPLETAMENTE Y SIN MODIFICACIONES. LOS EXTRACTOS O MODIFICACIONES REQUEREN LA AUTORIZACION DE INMETRO.	
Jr. ANTISUYO Nro. 280 - ZARATE - S.J.L. - Lima 36. Teléfono: (511) - 4596956 / Nextel: 2*1068 / RPM: #969907000 / Celular: 995363358 Web: www.inmetrosac.com / e-mail: calibracion@inmetrosac.com / ventas@inmetrosac.com / inmetro_sac@gmail.com	

Figura 15. Certificado de calibración, página 1 de 2

Área de Metrología
Laboratorio de Luminosidad

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
NÚMERO LLXI-00070-2019

Expediente: N° 00039-IM-2019
Página 2 de 2

Patrones de referencia

INSTRUMENTO PATRON	N° de Certificado	Trazabilidad
Standard Reference Illuminance Meter	LFO-007-2019	DM - INACAL

Resultados de Medición

Ensayo realizado con luz blanca (LUZ FLUORESCENTE 6500° K)

Rango	Valor Patron	UNID	Valor medido por el equipo	ERROR	INCERTIDUMBRE	E.M.P. ±
200 LUX	0.00	Lux	0.0	0.0	0.1	0.0
	250.1	Lux	259	9	7	16
2000 LUX	900.2	Lux	917	17	13	31
	999.8	Lux	1028	28	26	62
	1499	Lux	1553	54	44	94
20000 LUX	2005	Lux	2090	85	55	125
	3939	Lux	4060	121	102	249

E.M.P.: Error máximo Permitido

Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Incertidumbre

La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO



Figura 16. Certificado de calibración, página 2 de 2



*Figura 17. Luxómetro
Fuente: Autoría propia.*



*Figura 18. Pinza Amperimétrica
Fuente: Autoría propia.*

ANEXO 7. Desmontaje del sistema de iluminación convencional.




Figura 19. Desinstalación del sistema de iluminación convencional.



Figura 20. Lámparas del sistema de iluminación convencional.

ANEXO 8. Recibo de consumo de energía eléctrica.



Electro Oriente
Generando Progreso

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO
DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
J.R. DOS DE MAYO N° 437 - CHACHAPOYAS
R.U.C. 20103795631

RECIBO N° 350-05079219

SUMINISTRO 030771549
codruta RUTA 711-08-18-041260

SOCIEDAD DE BENEFICIENCIA PÚBLICA
Ca RAYMONDI C-02 Sca PUEBLO NUEVO
RUTA 08

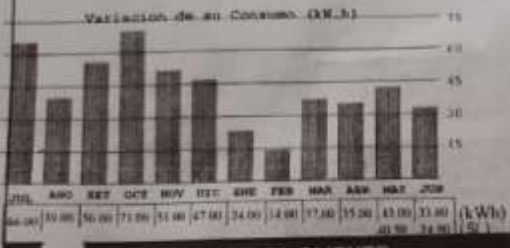
DATOS DE SUMINISTROS Y CONSUMO

Tarifa BT5B No Residencial P.C. 1.000 kW
Opc. Tarif. Resol. 286-2013-OS/CD del 14.10.2013
Tipo: C1.1 Manofaleo-Aereo Tensión 220 V
Serie medidor N° 00000898171 EN 2 hilos
Lectura Actual 1301 28/06/2019
Lectura Anterior 1301 29/05/2019
Diferencia entre lecturas 0 No Ubicado
Factor del medidor 1.0000
Consumo a facturar 33.00 kW.h
Precio unitario S./kWh 0.7545

DETALLES DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Cargo Fijo Mensual	3.31
Cargo por Energía	24.96
Alumbrado Público	3.17
Mantenimiento de Conexión	0.87
Reposición de Conexión	0.23
Interés Compensatorio	0.13

Variación de su Consumo (kWh)



Mes	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Consumo (kWh)	50.00	30.00	50.00	71.00	51.00	47.00	24.00	34.00	37.00	35.00	43.00	33.00

Recargo FOSE: 1.03

SUBTOTAL	32.71
Deuda Anterior 1 Mes	40.50
Interés Moratorio	0.01
Aporte Electríf. Rural 1	0.28
Comp. ntase Tension	-0.16
TOTAL FACTURADO	73.34

MENSAJES AL CLIENTE


CONSUMO JUN-2019

FECHA EMISION 05-JUL-2019
FECHA VENCIMIENTO 23-JUL-2019
FECHA DE CORTE 24-JUL-2019

Cortado el servicio solo se repondrá a la cancelación total de la deuda*
LAS TARIFAS DE ELECTRICIDAD SON FIJADAS POR OSINERGMIN

Estimado Cliente, los comunicados y avisos de interés, los encontrará en nuestros canales digitales oficiales: www.elor.com.pe
Facebook: Electro Oriente Oficial

TOTAL FACTURADO 73.34



TENGO DEUDA

Redondeo Mes Anterior 0.03
Redondeo Mes Actual 0.13

TOTAL S/ ***73.50**

SON: SETENTA y TRES con 50/100 Soles

Suministro : 030771549



Electro Oriente R.U.C. 20103795631

ConsFac JUN-2019

codruta 711-08-18-041260
Tarifa BT5B C1.1
Recibo 05079219

TOTAL S/ ***73.50**

ANEXO 9. Medición del sistema de iluminación implementado.

ACTA DE CONFORMIDAD DE SERVICIO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE

PROPIEDAD : INSTITUCIÓN EDUCATIVA HERMÓGENES MEJÍA SOLF,

DIRECTOR(A) :

LUZ ANGÉLICA ROJAS DÍAZ. **DNI:** 27715629

EJECUTORES :

DÍAZ TAPIA DEIVID EULER. **DNI:** 76366820

PAREDES RIMARACHÍN JHONATÁN. **DNI:** 77415862

FECHA : 31 DE JULIO DEL 2019.

En la INSTITUCIÓN EDUCATIVA HERMÓGENES MEJÍA SOLF, provincia de Jaén, Cajamarca, siendo las 12:30 pm. Horas del día miércoles 31 de julio, en representación de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA HERMÓGENES MEJÍA SOLF, en su condición de directora, quien verificó el cumplimiento en su totalidad del proyecto en su fase de ejecución denominado "SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN LA I.E. HERMÓGENES MEJÍA SOLF, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA".

Luego de la inspección detallada y de acuerdo a lo observado y a las pruebas realizadas con los equipos correspondientes, se constató que el servicio a sido concluido en su totalidad, procediéndose a otorgar la CONFORMIDAD DEL SERVICIO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE brindado, dejándose constancia que la misma ha sido ejecutada dentro de las condiciones y plazos establecidos.



[Signature]
DIRECTORA

LUZ ANGÉLICA ROJAS DÍAZ.

DNI: 27715629

[Signature]

EJECUTOR

PAREDES RIMARACHÍN JHONATÁN

Bach. Ing. Mecánica y Eléctrica

DNI: 77415862

[Signature]

EJECUTOR

DÍAZ TAPIA DEIVID EULER

Bach. Ing. Mecánica y Eléctrica

DNI: 76366820



Toma de datos del aula N° 01 del pabellón N° 01, 372 lux

Fuente: Autoría propia.



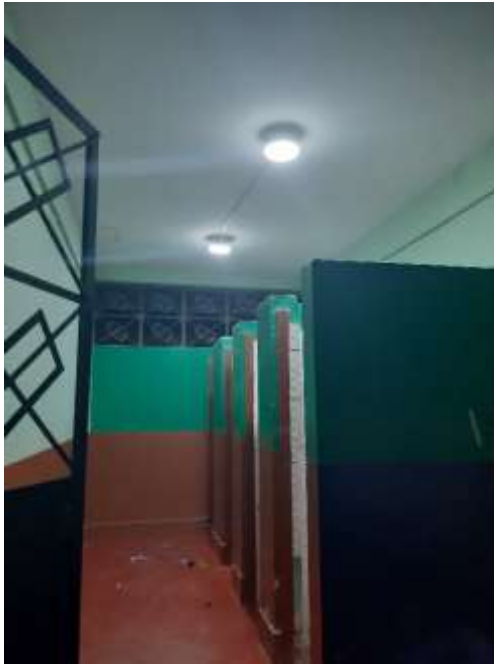
Toma de datos del almacén N° 01 del pabellón N° 01, 198 lux

Fuente: Autoría propia.



Toma de datos dirección del pabellón N° 01, 320 lux

Fuente: Autoría propia.



Toma de datos del baño damas del pabellón N° 02, 180 lux

Fuente: Autoría propia.



Toma de datos del aula N° 01 del pabellón N° 03, 317 lux

Fuente: Autoría propia.

ANEXO 10. Sistema de iluminación eficiente culminado



Aula N° 01 del pabellón N° 01



Almacén N° 01 del pabellón N° 01



Dirección del pabellón N° 01



Almacén N° 02 del pabellón N° 02.



Baño varones del pabellón N° 02.



Aula N° 01 del pabellón N° 03