



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**“Sistema de iluminación con tecnología led para reducir el  
consumo de energía eléctrica, en la I.E.S.F.T. Pedro Abel  
Labarthe Durand”.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Bernilla Rufasto, Juan (ORCID: 0000-0002-3399-2793)

**ASESOR:**

Mgtr. Dávila Hurtado, Fredy (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución de Energía

**CHICLAYO – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a Dios y mis padres quienes me dieron la vida, educación y apoyo incondicional. A mis compañeros de trabajo y estudio, a mis profesores y amigos, quienes sin su apoyo incondicional nunca hubiera podido realizar esta tesis. A todas esas personas les doy gracias infinitas. Para todo ellos dedico esta dedicatoria.

El Autor

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios padre celestial quien nos brinda la vida para así lograr nuestras metas, a mis padres por su apoyo incondicional, amigos de trabajo y estudio, a la Universidad César Vallejo y en especial a sus docentes y personal administrativo por brindarme ese apoyo y guiarme en mi formación académico, logrando con ello que mis metas y deseos de desarrollo personal y profesional se hagan realidad. ¡Mil gracias a todos!

El Autor

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>8</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	8
3.2 Variables, Operacionalización.....	8
3.3 Población y Muestra.....	8
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	9
3.5 Procedimiento .....	10
3.6 Métodos de análisis de datos.....	10
3.7 Aspectos éticos .....	10
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>67</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>71</b>
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS .....	76

## Índice de tablas

<b>Tabla 01.</b> <i>Eficiencia lumínica de lámparas.</i> .....	5
<b>Tabla 02.</b> <i>Personal entrevistado</i> .....	12
<b>Tabla 03.</b> <i>Entrevista al personal sobre la situación actual de la iluminación.</i> .....	12
<b>Tabla 04.</b> <i>Encuesta sobre impactos negativos por la deficiente iluminación.</i> .....	13
<b>Tabla 05.</b> <i>Inventario de equipos de iluminación pabellón - 01.</i> .....	14
<b>Tabla 06.</b> <i>Inventario de equipos de iluminación patio y perímetro.</i> .....	14
<b>Tabla 07.</b> <i>Inventario de equipos de iluminación pabellón - 02.</i> .....	15
<b>Tabla 08.</b> <i>Inventario de tableros eléctricos.</i> .....	16
<b>Tabla 09.</b> <i>Inventario de circuitos eléctricos.</i> .....	17
<b>Tabla 10.</b> <i>Potencia total instalada en el sistema de alumbrado</i> .....	18
<b>Tabla 11.</b> <i>Medición de voltajes y corrientes de circuitos iluminación.</i> .....	19
<b>Tabla 12.</b> <i>Registro de medición de iluminancia pabellón 01.</i> .....	21
<b>Tabla 13.</b> <i>Registro de medición de iluminancia pabellón 02.</i> .....	21
<b>Tabla 14.</b> <i>Consumo de energía eléctrica.</i> .....	24
<b>Tabla 15.</b> <i>Reflectancias por color de materiales.</i> .....	26
<b>Tabla 16.</b> <i>Coeficiente de utilización, luminarias SmartLED office.</i> .....	28
<b>Tabla 17.</b> <i>Clasificación de contaminación de luminarias interiores según CIE.</i> ...	29
<b>Tabla 18.</b> <i>Constantes para calcular DLB.</i> .....	29
<b>Tabla 19.</b> <i>Coeficiente de utilización, luminarias MAXOS LED.</i> .....	33
<b>Tabla 20.</b> <i>Coeficiente de utilización paneles led 60x60</i> .....	39
<b>Tabla 21.</b> <i>Coeficiente de utilización panel led.</i> .....	51
<b>Tabla 22.</b> <i>Consolidado de cálculos realizados</i> .....	54
<b>Tabla 23.</b> <i>Equipos led de iluminación, pabellón 1.</i> .....	59
<b>Tabla 24.</b> <i>Equipos led de iluminación, patios y perímetros.</i> .....	60
<b>Tabla 25.</b> <i>Equipos led de iluminación, pabellón 2.</i> .....	60
<b>Tabla 26.</b> <i>Medición de nuevos parámetros.</i> .....	61
<b>Tabla 27.</b> <i>Costo por consumo de energía consumida en iluminación antes y después.</i> .....	64
<b>Tabla 28.</b> <i>costo total de equipos iluminación.</i> .....	64
<b>Tabla 29.</b> <i>Cálculo del VAN y TIR.</i> .....	65
<b>Tabla 30.</b> <i>Relación costo beneficio.</i> .....	66

## Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 01.</i> Ubicación de institución educativa. ....	11
<i>Figura 02.</i> Evaluación de niveles de iluminación pabellón 1. ....	23
<i>Figura 03.</i> Evaluación de niveles de iluminación pabellón 02. ....	23
<i>Figura 04.</i> Consumo de energía eléctrica. ....	24
<i>Figura 05.</i> Algoritmo para el diseño de un sistema de iluminación.....	25
<i>Figura 06.</i> Corte para calcular índice de cavidad. ....	27
<i>Figura 07.</i> Iluminación áreas pabellón 1 después del rediseño.....	53
<i>Figura 08.</i> Iluminación áreas pabellón 2 después del rediseño.....	53
<i>Figura 09.</i> Consumo en amperios de nuevos equipos. ....	62
<i>Figura 10.</i> Reducción de potencia activa y reactiva. ....	63

## **Resumen**

El presente informe de investigación denominado sistema de iluminación con tecnología LED para reducir el consumo de energía eléctrica en la I.E.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand. Teniendo como objetivo principal la implementación del nuevo sistema de la iluminación LED, y que permite el ahorro en energía eléctrica. Así mismo se realizó un estudio descriptivo en los ambientes de dicha institución educativa, de modo que se mejoró el sistema de iluminación que se encontró con lámparas de vapor de sodio y fluorescentes diversos. A fin de obtener una mayor eficiencia en iluminación y un ahorro en el consumo de energía, en ese sentido se tomó como población a todas las instituciones públicas de Chiclayo, de tal manera así llegamos a los resultados donde se observan los niveles de iluminación de acuerdo al CNE que se requieren para cada ambiente y así mismo también llegamos a la conclusión, los beneficios económicos y ambientales que se pueden lograr con el nuevo sistema de implementación LED ya que tiene menor potencia y consume menos energía, de igual manera reduce los desechos con componente tóxicos a diferencia que contienen las otras lámparas y es muy dañino para la salud y el medio ambiente, considerando que el sistema de iluminación basado en LED mejoró la calidad de aprendizaje debido a una mejor iluminación.

**Palabras Clave:** Iluminación LED, consumo, energía eléctrica.

## **Abstract**

This research report specified lighting system with LED technology to reduce electrical energy consumption in the I.E.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand. Having as main objective the implementation of the new LED lighting system, which allows savings in electrical energy. Likewise, a descriptive study was carried out in the environments of said educational institution, so that the lighting system that was found with various sodium vapor and fluorescent lamps was improved. In order to obtain greater efficiency in lighting and savings in energy consumption, in this sense all the public institutions of Chiclayo will be taken as a population, in such a way that we reach the results where the lighting levels are observed according to the CNE that is required for each environment and also we also concluded, the economic and environmental benefits that can be achieved with the new LED implementation system since it has less power and consumes less energy, in the same way it reduces waste with Unlike toxic component which contains the other lamps and is very harmful to health and environment, which is the LED based lighting system improved learning quality due to better lighting.

**Keywords:** LED lighting, electric, power consumption.



## I. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica, es considerada como un recurso indispensable en nuestros tiempos de desarrollo tecnológico, lo cual hoy en día el uso eficiente de la energía y el ahorro se han convertido en una prioridad principal en nuestra sociedad.

Razón por el cual se realizó una evaluación del uso de la energía eléctrica de la I.E.S.F.T Pedro Abel Labarthe Durand, la cual cuenta con un sistema de iluminación convencional como son: lámparas de sodio, fluorescentes circulares, fluorescentes espirales, estos contienen mercurio siendo un potente tóxico para las personas, además de eso el consumo eléctrico es elevado.

Este sistema convencional no brinda una correcta iluminación en sus ambientes generando, malestar en el trabajo de los docentes, personal administrativo y sobre todo siendo uno de los factores indispensables en el rendimiento académico de los estudiantes.

Ante esa problemática que existe en la mencionada institución, la finalidad es reducir costos en la facturación y mejora en la iluminación, para ello se propuso un sistema de iluminación con tecnología LED.

A partir de ello, para el desarrollo de la presente investigación se formuló la siguiente incógnita. ¿Con el sistema de iluminación LED mejorará el consumo de energía eléctrica, en la I.E.S.F.T Pedro Abel Labarthe Durand?

En tal sentido la presente investigación se justifica porque beneficia en los siguientes aspectos:

**Social.** El sistema de iluminación led cumple un rol muy importante en este ámbito, porque a través de ello se logra obtener una mejor iluminación, conservación visual saludable y sobre todo mejora las actividades laborales de toda la comunidad educativa de la I.E.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand.

**Económica.** Mediante el nuevo sistema de iluminación led, se reduce los costos en la facturación mensual, en el mantenimiento ya que estos equipos no requieren

recambios de componentes y la mano de obra es menor, logrando ahorros significativos para la institución educativa.

**Tecnológica.** El nuevo sistema de iluminación LED resulta una buena elección tecnológica, porque beneficia a la I.E. no solo brindando una mejor iluminación, también por estar a la vanguardia del avance tecnológico ya que los equipos led son fabricados gracias a grandes estudios científicos.

Así mismo en la investigación llegamos a la hipótesis que mediante el sistema de iluminación con tecnología led permite reducir el consumo de energía eléctrica, en la I.E.S.F.T Pedro Abel Labarthe Durand.

Esta investigación tuvo como objetivo general, implementar un “Sistema de iluminación con tecnología led para reducir el consumo de energía eléctrica, en la I.E.S.F.T Pedro Abel Labarthe Durand”.

En ese mismo sentido, se logró desarrollando los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico en la I.E.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand, de las instalaciones eléctricas de interiores, para determinar su consumo y eficiencia eléctrica del sistema de iluminación.
- Determinar los parámetros eléctricos para el nuevo sistema de iluminación.
- Seleccionar los materiales y equipos electromecánicos, considerando estándares de calidad para un mejor rendimiento de consumo en la instalación eléctrica con luminarias LED.
- Elaborar una evaluación económica, para determinar la factibilidad y viabilidad de la nueva implementación del sistema de iluminación LED.

## II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de esta investigación en el ámbito internacional como nacional se tomó como referencias, al aporte de los siguientes investigadores.

Según Lojano y Orellana (2014), a través de su trabajo de investigación nos da a conocer que para poder mejorar el sistema de alumbrado público existe una alternativa de solución tecnológica como lo es la iluminación LED, para ello tuvo por conveniente realizar dicho mejoramiento en la ciudad de Cuenca, específicamente en una de las vías de la ciudad para de esa manera poder demostrar la eficiencia de la nueva instanciación con las tradicionales (p.2).

(Moreno Reina, 2015, p.54), en su trabajo de investigación manifiesta, en uno de sus objetivos realizar un diagnóstico energético del almacén, en el cual se pudo encontrar grandes potenciales de ahorro energético como tener en cuenta criterios energéticos para la adquisición de equipos, medir la iluminación que realmente se necesita, instalar medidores de consumo energético por áreas, realizar mantenimientos continuos a los equipos de refrigeración y aires acondicionados y cambiar luminarias convencionales y ahorradoras de tipo LED

Así mismo en el ámbito Nacional Espinal (2019), en su investigación menciona los beneficios que logra con la iluminación LED, como lo es la salud y el confort visual del personal que labora en la mencionada planta, de esa manera puedan lograr mejoras en la productividad y seguridad en la realización de las actividades laborales. Al mismo tiempo logra un beneficio económico debido a que genera un ahorro de consumo de energía eléctrica, así como también disminuye el mantenimiento en un 70% y una conservación en el medio ambiente (p. 3).

Añade también, Poma Aliaga (2017, p. 70), En su trabajo de investigación denominado "Diseño de un sistema inteligente de ahorro de energía eléctrica", para obtener el título de ingeniero electrónico en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Concluye que al realizar pruebas reales se ha determinado que, con el uso de este sistema se obtuvo un ahorro del 26.95% en el caso del televisor y un ahorro simulado del 20.39% en el caso de las luminarias.

Por otra parte, dentro de este marco se hace necesario resaltar las definiciones más resaltantes como se aprecia a continuación.

**Iluminación led:** Se conoce que las técnicas para reducir el consumo eléctrico pueden acudir a tecnologías como el LED, esta tecnología ya se está utilizando y se ha comprobado que existe un bajo consumo de potencia, por lo tanto, se convierten en ecológicos, en la actualidad la mayor parte de las fábricas de luminarias están apostando por esta nueva tecnología que con el pasar del tiempo llegará a ser la luminaria del futuro (Quizhpi, 2015, p .5).

**Ventajas de luminarias.** (LED. Rojas, 2018, p.10) menciona algunas ventajas de esta tecnología.

- Durabilidad. Los LEDs de potencia (mayormente usados para la construcción de luminarias y para la iluminación en general) tienen una vida útil de 50000 hasta 60000 horas, dependiendo del uso y aplicación que se le asigne.
- Tamaño reducido. Comparado con otro tipo de luminarias de la misma luminosidad, lo que permite aprovechar mejor los espacios, logrando una mejor presentación para la iluminación.
- Eficiencia. Poseen un buen rendimiento de lúmenes por corriente consumida, pero conforme el dispositivo LED sea de mayor potencia, esta eficiencia es un poco menor, y aun así sigue siendo mayor a otras tecnologías, el promedio es de aproximadamente 70-90lm/Watt.
- Multicolores. Se puede obtener una inmensa gama de colores con el uso de los colores primarios (RGB), es por eso que hoy en día son muy tomados en cuenta por los arquitectos para los diseños de iluminación de sus estructuras.
- Minimiza el efecto Joule. Su consumo de potencia es mínimo y su temperatura es baja en comparación con otras tecnologías, su temperatura de operación está alrededor de 45°C a 50°C.

### Magnitudes y unidades de iluminación

**Flujo luminoso:** “se define como la medida de la potencia luminosa de una fuente en términos de lo que el ojo humano percibe, normalmente el flujo luminoso se define por la visión fotópica y su símbolo es la letra griega” ( $\Phi$ ) (Iluminet, 2014).

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad \text{Ec-01}$$

Donde.

- $\Phi$ : Flujo luminoso (Lm)
- $Q$ : Cantidad de luz emitida (Lm/s)
- $t$ : Tiempo (s).

**Intensidad luminosa:** Es el flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (Medrano Arias, 2010, p. 27).

Ec-02

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

**Iluminancia:** Se define como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad es el lux (lx) que equivale a un lm/m<sup>2</sup>. También conocida con otra unidad Foot-Candle (Medrano Arias, 2010, p. 27).

Ec-03

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

**Luminancia:** Es la cantidad de luz emitida en una dirección dada por una superficie luminosa, su símbolo es L y su unidad es candela sobre superficie cd/m<sup>2</sup> (Castro y Posligua, 2015, p.32).

Ec-04

$$L = \frac{I}{S}$$

**Eficiencia luminosa:** El rendimiento luminoso o eficacia luminosa se define como a la relación entre el flujo luminoso de una fuente de luz y la potencia eléctrica consumida por ella, en este proceso parte de energía se pierde por calor, radiaciones no visibles como las infrarrojas y ultravioletas, en la siguiente tabla se detalla las eficiencias de los diferentes equipos o lámparas.

Tabla 01. Eficiencia lumínica de lámparas.

Tipo de lámpara	Eficiencia lumínica (Lm/w)	Temperatura de color (°K)	Horas de vida útil (h)
<b>Incandescentes</b>	10 a 30	Temperatura de color	1000 a 2000
<b>Fluorescente</b>	38 a 91	2100 a 3200	5000 a 7000
<b>Mercurio alta presión</b>	80	3000 a 6000	16000
<b>Sodio baja presión</b>	160	3500	15000
<b>Sodio a alta presión</b>	100	1800	20000
<b>Haluros metálicos</b>	60 a 100	2000	25000
<b>LED</b>	60 a 110	3000 a 6000	25000 a 50000

Fuente: (Marroquín Vásquez, 2015)

### Fórmulas comunes para el cálculo de iluminación

Para realizar cálculos de iluminación es necesario el uso de diversas fórmulas de las cuales se detallan las principales a continuación.

➤ **Índice de local**

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)} \quad \text{Ec-05}$$

Donde.

*K*: Índice de local  
*a*: Ancho en metros  
*b*: Largo en metros  
*h*: Altura en metros

➤ **Determinación del flujo total**

$$\phi = \frac{Em * s}{Cu * Cm} \quad \text{Ec-06}$$

Donde.

$\phi$ : Flujo luminoso  
*S*: Superficie (m)  
*Em*: Nivel medio de iluminación  
*Cu*: Coeficiente de utilización  
*Cm*: Coeficiente de mantenimiento

➤ **Determinar el número de las luminarias**

$$N = \frac{\phi^{tot}}{\phi^l * n} \quad \text{Ec-07}$$

Donde.

*N*: Número de luminaria a usar  
 $\phi^{tot}$ : Flujo luminoso total requerido (lm)  
 $\phi^l$ : Flujo luminoso por lámpara o bombilla (lm)  
*n*: Número de lámparas o bombillas por luminaria

➤ **Iluminancia promedio**

$$E_{prom} = \frac{\phi^{real} * cu * FM}{A} \quad \text{Ec-08}$$

Donde.

*E<sub>prom</sub>*: Flujo luminoso real emitido  
 $\phi^{real}$ : Flujo luminoso real emitido  
*cu*: Coeficiente de utilización  
*FM*: Factor de mantenimiento  
*A*: Área del local (m<sup>2</sup>)

**Consumo de energía eléctrica:** “considerado como un factor muy importante pero que poco se le presta atención, de esta manera ha conducido a una total indiferencia por parte de los usuarios en cuanto al ahorro de energía” (Contreras, 2015, p. 31).

**Corriente eléctrica alterna:** La corriente eléctrica en un sistema trifásico está relacionada directamente con la potencia y la tensión o fuerza electromotriz que hay en un sistema o en un circuito trifásico se representa por la siguiente ecuación (Mora, 2012, p.11).

$$I_{3\phi} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos(\alpha)} \quad \text{Ec-09}$$

Donde.

P: Potencia (w).  
 I: Corriente (A).  
 V: Voltaje (v).  
 cos  $\alpha$ : Ángulo coseno.

**Potencia eléctrica:** La potencia eléctrica es el trabajo realizado por unidad de tiempo. [...], se mide en vatios (W). Como quiera que la potencia eléctrica depende de dos variables: tensión y corriente (Mora, 2012, p.7).

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos(\alpha) \quad \text{Ec-10}$$

Donde.

P: Potencia activa (W).  
 I: Corriente (A).  
 V: Voltaje (v).  
 cos( $\alpha$ ): Ángulo coseno.

**Caída de tensión:** Para (Cables eléctricos, 2016) la resistencia eléctrica o la impedancia de los conductores pueden causar una diferencia importante entre el voltaje de la fuente de alimentación y el punto donde está en utilización el equipo de consumo.

La magnitud de la caída de tensión se representa matemáticamente

$$\Delta V = \left( \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot \sum I \cdot L \cdot \cos(\alpha)}{S} \right) \quad \text{Ec-11}$$

Donde:

$\Delta V$ : Caída de tensión (V).  
 $\rho$ : Resistividad ( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ ).  
 $\sum I$ : Sumatoria de corrientes (A).  
 L: Longitud del cable (m).  
 S: Sección de cable ( $\text{mm}^2$ )

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación.**

El tipo de investigación es aplicada debido que los conocimientos adquiridos en esta investigación pretenden dar solución a un problema práctico y descriptivo ya que los datos se recogieron tal y cual ocurren por observación directa.

Con respecto al diseño de la investigación, es no experimental porque no se manipuló deliberadamente la variable independiente, sino que se observó situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en investigaciones ya realizadas (Hernández Sampieri y otros 2014, p.165).

#### **3.2 Variables, Operacionalización**

El cuadro de operacionalización de las variables se adjunta en anexos, donde se describen detalladamente sus conceptos, definiciones, indicadores, unidades e instrumentos.

➤ **Variable independiente**

Sistema de iluminación con tecnología led.

➤ **Variable dependiente**

El consumo de energía eléctrica.

#### **3.3 Población y Muestra**

➤ **Población.**

La población objeto de estudio está conformada por todas las I.E públicas de Chiclayo.

➤ **Muestra.**

La muestra está constituida por la I.E.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand.



### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1 Técnicas.**

➤ **Entrevista**

Se entrevistó al director representante de la I.E, docentes, alumnos y personal administrativo, de lo cual se obtuvo respuestas negativas sobre el sistema de iluminación actual.

➤ **Observación directa**

Se verificó realizando mediciones de los niveles de iluminación actuales y el consumo de energía de los equipos, luego de obtener las evidencias se determinó un consumo elevado de energía eléctrica y una iluminación deficiente.

#### **3.4.2 Instrumentos.**

➤ **Ficha de Inventario:** Mediante la elaboración de una ficha de inventario se obtuvo la cantidad de luminarias instaladas en el sistema de iluminación de la I.E.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand.

➤ **Ficha de registro de eléctricos.** Con el uso de este instrumento se realizó la recolección de información sobre parámetros actuales del sistema eléctrico, como voltaje, corriente y luminosidad.

➤ **Ficha de entrevista.** Se elaboró una guía de entrevista impresa donde contiene las preguntas a formular, docentes y todo el personal que labora en la I.E con la finalidad de obtener los datos para el desarrollo de esta investigación.

#### **3.4.3 Validez y Confiabilidad.**

➤ **Validez:** La validez de la investigación se determinó mediante el juicio de expertos, profesionales concedores en la materia, los cuales darán la venia para luego aplicarlo en la muestra de estudio.

➤ **Confiabilidad:** La confiabilidad de las técnicas e instrumentos para la toma de datos se logró mediante estudios y propuestas de otros autores que han realizado estudios relacionados al tema por lo que están siendo citados respectivamente.

### **3.5 Procedimiento**

Teniendo como escenario de estudio la I.E.S.F.T. Pedro Abel Labarte Durand, la presente investigación se inició recolectando información a través de las fichas de inventarios de equipos de iluminación, estado actual de consumo energético, se tomó lecturas de tensiones, corrientes, luminosidad en las instalaciones eléctricas de los diversos ambientes de la institución, además se realizó entrevistas al director de la institución, personal administrativo con fines de obtener información sobre la problemática.

Todas las coordinaciones para obtención de información se realizó con el director de la I.E.S.F.T. Pedro Abel Labarte Durand, quien amablemente accedió a tal fin, mostrando interés en el proyecto, para tal efecto se firmó un documento que garantiza la colaboración entre la I.E y la universidad.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

La metodología aplicada en este proyecto fue el análisis de gráficos, conciliación de datos, comparación de resultados, para esto se usó tablas dinámicas en Microsoft Excel, todos los datos han sido obtenidos mediante revisión documentaria y registros manuales realizados en campo.

### **3.7 Aspectos éticos**

En el presente estudio se tomaron en cuenta las consideraciones éticas pertinentes, tal como confidencialidad de la información, por lo tanto, la información obtenida no será revelada ni divulgada para cualquier otro fin.

Se usaron los datos solamente para esta investigación comprometiendo que no se usarán para causar ningún daño a la I.E.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand, y se coordinará con ella directamente para la publicación de estos cuando se requiera. La información recopilada mantiene su autenticidad y veracidad durante todo el proceso de investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Determinar la situación actual del sistema eléctrico en la IEFT Pedro Abel Labarthe Durand

#### 4.1.1 Descripción general de la institución educativa.

La institución nace como un aporte a la formación para servir a la comunidad local, regional y nacional, se crea con ley N° 2613 el 07 de diciembre de 1917 como una escuela de artes y oficios por el presidente nacional don José Pardo, el primer director fue el Ing. Pedro Abel Labarthe Durand, del cual lleva su nombre en la actualidad.

En 1982 se convirtió en colegio nacional secundario para menores y adultos con variante técnica industrial, hoy en día como institución educativa politécnico sigue brindando a nuestros estudiantes un servicio educativo de calidad, con docentes altamente capacitados, preparándolos para el trabajo haciendo honor a su lema “*entra aprende y sal a servir*”.

#### ➤ Ubicación

El predio está ubicado en Carretera Chiclayo - Pimentel Km3.4, Pimentel, Chiclayo, región Lambayeque.



Figura 01. Ubicación de institución educativa.

Fuente: Google Maps

#### ➤ Suministro eléctrico

La alimentación eléctrica para la Institución educativa está a cargo de la empresa concesionaria ELECTRONORTE S.A, en sistema trifásico 10 KV - 60 Hz. El nivel de tensión es Media (10kv) con sistema de utilización y una

relación de transformación de 10 kV/220V con una variación de  $\pm 5\%$ , siendo la tarifa MT3.

#### 4.1.1 Evaluación del sistema de iluminación con entrevistas al personal.

Para conocer esta información fue necesario usar técnicas de recolección de datos las cuales se detallan en las siguientes páginas, se entrevistó al personal que labora en la institución, esta técnica se basa en el uso de una secuencia de cuestionarios y la evaluación de las respuestas (fichas de entrevistas adjuntada en anexos).

Tabla 02: Personal entrevistado

Ítem	Descripción
1	Director de la institución
2	Subdirector
3	Secretaria
4	Profesores

Fuente: Propia (2020)

A continuación, se observa los resultados de las entrevistas realizadas al personal descrito en la tabla 01, sobre cómo califican la iluminación en los ambientes de la institución.

Tabla 03. Entrevista al personal sobre la situación actual de la iluminación.

ENTREVISTA AL PERSONAL DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA							
	Deficiente (1), Regular (2), Excelente (3)	Puntaje total					
	Cuestionario	D	R	E	D	R	E
1	¿Califique el sistema de iluminación actual de la institución?	2	2	0	66.67%	33.33%	0.00%
2	¿Las aulas y ambientes de trabajo administrativo están bien iluminados?	1	4	0	33.33%	66.67%	0.00%
3	¿Los talleres de la Institución están bien iluminados?	3	0	0	100.00%	0.00%	0.00%
4	¿Cómo califica el estado de las lámparas?	1	4	0	33.33%	66.67%	0.00%
5	¿Cómo califica la iluminación en los pasadizos y zonas de evacuación?	3	0	0	100.00%	0.00%	0.00%
	Total	10			66.67%		
	Total		10			33.33%	
	Total			0			0.00%

Fuente: Propia (2020)

Las respuestas obtenidas (tabla 03) mostraron que la iluminación general del colegio es calificada como deficiente por un 67% de los entrevistados, y el 33% lo califica como regular, de todos los ambientes iluminados los más deficientes son los pasadizos y zonas de evacuación, talleres de formación técnica el 100% lo califica deficiente, la mayoría de equipos o lámparas instaladas en la institución presentan deterioro por el mismo uso, se observó lámparas rotas, algunas les falta componentes como arrancadores, reactores, protección externa, puntos de empalmes deteriorados, por este motivo muchos equipos no están funcionando completamente.

Los resultados de una segunda entrevista (tabla 04) donde se consultó sobre los impactos negativos que hay por la iluminación actual, el 100% respondió que produce cansancio a los ojos, el 60% del personal manifiesta que presentan somnolencia por la baja iluminación, muchas veces por el color de iluminación que brindan algunos equipos, se verificó que estos equipos de iluminación no se les realiza ningún tipo de mantenimiento por falta de un planeamiento preventivo, cada cierto tiempo hay cortes de energía inesperados por falla de algún equipo de iluminación y se ha tenido que suspender o cambiar de ambientes hasta repararlo. En esta segunda entrevista se consulta sobre los impactos negativos que produce la deficiente iluminación de los ambientes.

Tabla 04. Encuesta sobre impactos negativos por la deficiente iluminación.

ENTREVISTA AL PERSONAL DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA					
		Puntaje total			
Cuestionario		SI	NO	SI	NO
1	¿La iluminación actual produce cansancio o fatiga a los ojos?	5	0	100.00%	0.00%
2	¿Los ambientes, generan somnolencia?	3	2	60.00%	40.00%
3	¿Existe un plan de mantenimiento para el sistema de iluminación?	0	5	0.00%	100.00%
4	¿Se produce cortes de energía inesperados por alguna falla de los equipos de iluminación?	5	0	100.00%	0.00%
Total		13		65.00%	
Total		7		35.00%	

Fuente: Propia (2020)

#### 4.1.2 Inventarios de equipos de alumbrado.

Fue necesario realizar un inventario detallado de los equipos que están instalados, se realizó usando fichas de inventario donde se registra el área donde está el equipo, tipo de lámpara, potencia, luminosidad, cantidad y estado actual. En la tabla 05, 06 y 07 se muestran los resultados.

Tabla 05. Inventario de equipos de iluminación pabellón - 01.

PABELLÓN - 01						
Ítem	Ambientes	Tipo	Poten- cia	CANT	Lúmene- s	Estado
1	Dirección	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
2	Subdirección	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
3	Sala de profesores	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
4	Coordinación de tutoría	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
5	Baño N° 01	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
6	Baño N° 02	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
7	Baño N° 03	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
8	Baño N° 04	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
9	Taller electricidad	Fluorescente lineal	2x40w	8	2700lm	Regular
10	Taller electrónica	Fluorescente lineal	2x40w	8	2700lm	Regular
11	Taller industrias alimentarias	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
12	Taller construcción civil	Fluorescente lineal	2x40w	10	2700lm	Deficiente
13	Taller computación	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
14	Taller carpintería	Vapor de sodio	250w	8	12700lm	Deficiente
15	Pasadizos	Fluorescente lineal	2x40w	4	2700lm	Deficiente

Fuente: Propia (2020)

Tabla 06. Inventario de equipos de iluminación patio y perímetro.

PATIO PRINCIPAL Y PERÍMETRO						
Ítem	Ambientes	Tipo	Poten- cia	Cant	Lúme- nes	Estado
1	Patio	Vapor de sodio	70w	18	5600lum	Deficiente
2	Perímetro	Vapor de sodio	150w	10	7400lum	Regular

Tabla 07. Inventario de equipos de iluminación pabellón - 02.

PABELLÓN - 02						
Ítem	Ambientes	Tipo	Poten- cia	Cant	Lúme- nes	Estado
1	Aula N° 01	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
2	Aula N° 02	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
3	Aula N° 03	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Deficiente
4	Aula N° 04	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
5	Aula N° 05	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Deficiente
6	Aula N° 06	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Deficiente
7	Aula N° 07	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
8	Aula N° 08	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
9	Aula N° 09	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Deficiente
10	Aula N° 10	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
11	Aula N° 11	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
12	Aula N° 12	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Deficiente
13	Baño N° 01	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
14	Baño N° 02	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
15	Baño N° 03	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Deficiente
16	Baño N° 04	Fluorescente lineal	2x40w	2	2700lm	Regular
17	Aula innovación -P	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
18	Biblioteca	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
19	Laboratorio	Fluorescente lineal	2x40w	6	2700lm	Regular
20	Almacén	Fluorescente lineal	2x40w	4	2700lm	Regular
21	Taller mecánica automotriz	Vapor de sodio	250w	8	12700lm	Regular
22	Taller mecánica de producción	Vapor de sodio	250w	12	12700lm	Deficiente
23	Pasadizos	Fluorescente lineal	2x40w	12	2700lm	Deficiente

Fuente: Propia (2020)

### 4.1.3 Inventario de circuitos de distribución eléctrica.

Se procedió a revisar los archivos para poder observar la distribución eléctrica de la institución, se contactó con el personal a cargo de soporte técnico, esto permitió encontrar los circuitos del sistema de iluminación de interiores y exteriores, se puede observar con detalle en las láminas adjuntas en anexos.

#### ➤ **Tableros eléctricos**

La institución educativa está provista de las siguientes instalaciones de tableros eléctricos distribuidos en todo el predio, en la siguiente tabla se detalla.

Tabla 08. Inventario de tableros eléctricos

Ubicación	Cant	Tipo	Montaje
<b>Caseta subestación</b>	01	Tablero general trifásico (TG-TF)	Mural/empotrado
<b>Pabellones e ilumina- externa</b>	07	Tablero de distribución (T1..T7)	Mural/empotrado
	06	Sub-tableros (T3-1...T5-1)	Mural/empotrado

Fuente: Propia (2020)

#### ➤ **Cables y canalizaciones**

Los conductores son de cobre recubierto con forro, siendo su tensión nominal de 1000 V tipo TW/T para los conductores instalados en canalización subterránea (Acometida principal del tablero General TG-TF), las acometidas del tablero general TG-TF a los tableros de distribución (T1...T7) son del tipo NYY y de conductor 750 V tipo THW. TW para los conductores en instalaciones de interiores.

Las canalizaciones son con tubos protectores, este tipo de instalación están montados de las siguientes formas:

- En montaje empotrado en las paredes y/o techo, con tubería PVC SAP.
- Las canalizaciones de la acometida principal de distribución desde la subestación hasta tablero general TG-TF, es mediante ductos de PVC, con buzón de concreto, realizándose esta instalación en montaje subterráneo, realizando la bajada y subida de acometida en cada uno de los tableros con tubo PVC SAP.



- Las cajas de conexión y accesorios están instaladas de formas diversas, la mayoría presenta deterioros en las tapas y soportes.

En la siguiente tabla 09 se muestra los circuitos eléctricos encontrados en la institución, en esta tabla se encuentra la descripción del circuito, el interruptor termo magnético y su derivación que sale hacia los diferentes ambientes.

Tabla 09. Inventario de circuitos eléctricos.

DESCRIPCIÓN DE CIRCUITOS 220VAC-60HZ			
<b>Área: Subestación</b>			
<b>Nivel de tensión: 220vac – 60hz</b>			
<b>Tablero General (TG-TF)</b>			
<b>Cto</b>	<b>Descripción de circuito</b>	<b>interruptor termo-magnético</b>	<b>Derivación</b>
	<b>Circuito 1 – acometida a tablero TG</b>	<b>ITM 3x300A</b>	<b>cable NYY 3-1x240mm<sup>2</sup></b>
<b>G-01</b>	Acometida a tablero T1 sala de computo	ITM 3x70A	cable NYY 3-1x35mm <sup>2</sup>
<b>G-02</b>	Acometida a tablero T2 dirección, vigilancia	ITM 3x20A	cable NYY 4-1x6mm <sup>2</sup>
<b>G-03</b>	Acometida a tablero T3 Mec-automotriz	ITM 3x20A	cable NYY 4-1x6mm <sup>2</sup>
<b>G-04</b>	Acometida a tablero T4 Mec-producción	ITM 3x30A	cable NYY 3-1x16mm <sup>2</sup>
<b>G-05</b>	Acometida a tablero T5 Taller carpintería	ITM 3x30A	cable NYY 3-1x25mm <sup>2</sup>
<b>G-06</b>	Acometida a tablero T6 laboratorio escaleras	ITM 3x40A	cable NYY 3-1x35mm <sup>2</sup>
<b>G-07</b>	Acometida a tablero T7 Aulas, escaleras	ITM 3x40A	cable NYY 3-1x35mm <sup>2</sup>
<b>G-08</b>	Alimentador alumbrado perimetral	ITM 3x15A	cable NYY 3-1x6mm <sup>2</sup>
<b>G-09</b>	Alimentador alumbrado patios	ITM 3x20A	cable NYY 3-1x6mm <sup>2</sup>
<b>G-10</b>	Alimentador C-1 alumbrado SSHH	ITM 3x20A	cable NYY 2-1x4mm <sup>2</sup>
<b>G-11</b>	Alimentador C-2 alumbrado SSHH	ITM 3x20A	cable NYY 2-1x4mm <sup>2</sup>
<b>G-12</b>	Alimentador bomba de agua	ITM 3x15A	cable NYY 3-1x10mm <sup>2</sup>
	<b>Circuito 2 – acometida a tablero TG</b>	<b>ITM 3x250A</b>	<b>cable NYY 3-1x185mm<sup>2</sup></b>
<b>F-01</b>	Acometida a tablero T3-1 / Mec-automotriz	ITM 3x20A	cable NYY 4-1x4mm <sup>2</sup>
<b>F-02</b>	Acometida a tablero T4-1 / Mec-producción	ITM 3x80A	cable NYY 3-1x35mm <sup>2</sup>
<b>F-03</b>	Acometida a tablero T4-2 / Mec-producción	ITM 3x50A	cable NYY 3-1x25mm <sup>2</sup>
<b>F-04</b>	Acometida a tablero T4-3 / Mec-producción	ITM 3x60A	cable NYY 3-1x35mm <sup>2</sup>
<b>F-05</b>	Acometida a tablero T4-4 / Mec-producción	ITM 3x40A	cable NYY 3-1x25mm <sup>2</sup>
<b>F-06</b>	Acometida a tablero T5-1 / Taller carpintería	ITM 3x20A	cable NYY 4-1x16mm <sup>2</sup>

Fuente: Propia (2020)

➤ **Iluminación interior**

La iluminación interior de las aulas, biblioteca, servicios higiénicos, almacén y áreas administrativas es mediante fluorescentes dobles lineales de 2x40w/220vac, las áreas de talleres están iluminados con lámparas de vapor de sodio de 250w/220vac luz amarilla, la acometida respectiva es con cable unifilar tipo TW Y THW 2.5mm<sup>2</sup> montaje empotrado en paredes y techos, muchos de estos equipos presentan estados regulares y algunos dañados como se describió en la ficha de inventario.

➤ **Iluminación exterior**

La iluminación de patios, veredas y vías de circulación es mediante reflectores de vapor de sodio 70W, 150w/220Vac, La acometida respectiva es con cable de cobre tipo NYY 2-1x6mm<sup>2</sup>, de montaje subterráneo proveniente desde tablero de distribución.

#### 4.1.4 Sumatoria de cargas del sistema alumbrado.

Se realiza una sumatoria de potencias instaladas solo del sistema de iluminación para determinar el consumo efectivo.

Tabla 10. Potencia total instalada en el sistema de alumbrado

POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL INSTALADA EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO				
PABELLÓN – 01				
ítem	Tipos de luminarias	Potencia	Cant	subtotal (W)
1	Lámparas fluorescentes	2x40w	58	4,640W
2	Lámparas de vapor de sodio	250w	8	2,000W
PABELLÓN – 02				
1	Lámparas fluorescentes	2x40w	114	9,120W
2	Lámparas de vapor de sodio	250w	20	5,000W
PATIOS Y EXTERIORES				
1	Lámparas de vapor de sodio	70w	18	1,260W
2	Lámparas de vapor de sodio	150w	10	1,500W
<b>Total potencia instalada</b>				<b>25,000 watts</b>

Fuente: Propia (2020)

Se tiene un total de 25kw esto se tendrá en cuenta para cálculos posteriores.

#### 4.1.5 Mediciones eléctricas en campo.

La medición se realizó con instrumentación digital (voltímetros, amperímetros, luxómetro) y fueron redactados en la ficha de recolección de datos, luego de ello se procedió a una evaluación de estos resultados (tabla 11) y se pudo determinar el consumo de energía de cada circuito finalmente se consolidó un total.

Tabla 11. Medición de voltajes y corrientes de circuitos de iluminación.

MEDICIONES ELÉCTRICAS EN CAMPO			
<b>Área: Subestación</b>			
<b>Nivel de tensión: 220vac – 60hz</b>			
<b>Tablero General (TG-TF)</b>			
<b>Cto</b>	<b>Descripción de circuito</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Amperaje (A)</b>
<b>G-08</b>	Alimentador alumbrado perimetral	226V	7.5
<b>G-09</b>	Alimentador alumbrado patios	226v	6.3
<b>G-10</b>	Alimentador C-1 alumbrado SSHH	226V	3.0
<b>G-11</b>	Alimentador C-2 alumbrado SSHH	226V	2.7
<b>Área: Pabellones</b>			
<b>Nivel de tensión: 220vac – 60hz</b>			
<b>Tableros distribución y sub-tableros</b>			
	<b>Descripción de circuito</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Amperaje (A)</b>
	Alimentador alumbrado aulas (12 unid)	223V	28.9
	Biblioteca, laboratorio almacén	223V	8.8
	Áreas administrativas	224V	5.7
	Taller electricidad	223V	3.2
	Taller electrónica	223V	3.2
	Taller industrias alimentarias	224V	2.4
	Taller construcción civil	226V	4.0
	Taller computación	224V	2.4
	Taller carpintería	224V	10.0
	Taller mecánica automotriz	225V	10.0
	Taller mecánica de producción	225V	22.5
	Pasadizos y zonas de evacuación	223V	3.2

Fuente: Propia (2020)

Se determinó el consumo real de todos los circuitos existentes de iluminación con esto calculamos la potencia que se está usando en todo el sistema, para este cálculo usaremos la fórmula de potencia eléctrica.

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos(\alpha)$$

Donde.

P: Potencia activa (W).  
I: Corriente total (A).  
V: Voltaje de red promedio (v).  
 $\cos(\alpha)$ : Factor de potencia.

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} * 124A * 224.8V * 0.80$$

$$P_{3\phi} = \mathbf{38.60KW}$$

Se determinó que actualmente se está consumiendo una potencia de 36.37kw en todo el sistema de iluminación.

Por ser equipos con reactores esto genera potencia reactiva calculando esta potencia observamos la cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado, antes de esto calcularemos la potencia aparente.

$$S_{3\phi} = \sqrt{3} * 124A * 224.8V$$

$$S_{3\phi} = \mathbf{48.26KVA}$$

Por lo tanto, la energía reactiva será.

$$Q_{3\phi} = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q_{3\phi} = \sqrt{38.60^2 - 48.26^2}$$

$$Q_{3\phi} = \mathbf{28.95KVAR}$$

Observamos que 28.95KVAR es de pura energía reactiva que se pierde, esto definitivamente se mejoró usando la tecnología led que llega con un factor de potencia 0.90 y 0.95.

➤ **Medición de los niveles de iluminación**

Se usó un instrumento digital Luxómetro, el cual nos indica cuantos LUX hay en un área, esta información es muy importante porque se pudo determinar que los ambientes no están correctamente iluminados tomando la referencia de la NTP EM-010 adjunta en anexos.

Tabla 12. Registro de medición de iluminancia pabellón 01.

PABELLÓN - 01				
Ítem	Ambientes	Actividad	EM-lux	Lux Según EM-010
1	Dirección	Oficina	232	500
2	Sub Dirección	Oficina	218	500
3	Sala de profesores	Oficina	230	500
4	Coordinación de tutoría	Oficina	200	500
5	Baño N° 01	Servicios Higiénicos	45	200
6	Baño N° 02	Servicios Higiénicos	48	200
7	Baño N° 03	Servicios Higiénicos	40	200
8	Baño N° 04	Servicios Higiénicos	50	200
9	Taller electricidad	Prácticas de aprendizaje	335	500
10	Taller electrónica	Prácticas de aprendizaje	336	500
11	Taller industrias alimentarias	Prácticas de aprendizaje	340	500
12	Taller construcción civil	Prácticas de aprendizaje	324	500
13	Taller computación	Prácticas de aprendizaje	210	300
14	Taller carpintería	Prácticas de aprendizaje	380	500
15	Pasadizos	Evacuación de emergencias	25	100

Fuente: Propia (2020)

Tabla 13. Registro de medición de iluminancia pabellón 02.

PABELLÓN - 02				
Ítem	Ambientes	Actividad	EM-Lux	Lux Según EM-010
1	Aula N° 01	Salón de Clases	190	300
2	Aula N° 02	Salón de Clases	200	300
3	Aula N° 03	Salón de Clases	210	300
4	Aula N° 04	Salón de Clases	189	300

Continuación de la tabla 13, registro de medición de iluminancia pabellón 02.

PABELLÓN - 02				
Ítem	Ambientes	Actividad	EM-Lux	Lux Según EM-010
5	Aula N° 05	Salón de Clases	180	300
6	Aula N° 06	Salón de Clases	200	300
7	Aula N° 07	Salón de Clases	190	300
8	Aula N° 08	Salón de Clases	188	300
9	Aula N° 09	Salón de Clases	178	300
10	Aula N° 10	Salón de Clases	169	300
11	Aula N° 11	Salón de Clases	210	300
12	Aula N° 12	Salón de Clases	200	300
13	Baño N° 01	Servicios Higiénicos	60	200
14	Baño N° 02	Servicios Higiénicos	55	200
15	Baño N° 03	Servicios Higiénicos	45	200
16	Baño N° 04	Servicios Higiénicos	40	200
17	Aula innovación -P	Sala de Computo	165	300
18	Biblioteca	Oficina	240	500
19	Laboratorio	Práctica de experimento	325	500
20	Almacén	Sala de Material EE.FF	55	100
21	Taller mecánica automotriz	Prácticas de aprendizaje	380	500
22	Taller mecánica de producción	Prácticas de aprendizaje	370	500
23	Pasadizos	Evacuación de emergencias	30	100

Fuente: Propia (2020)

Después de realizar las mediciones se observó que la mayoría de ambientes no cumplen con los mínimos requerimientos según la NTP-EM010, esto es corroborado con la información brindada en las entrevistas y las gráficas que se muestran (fig. 02, 03).

Se observa que los parámetros de los ambientes de talleres, aulas y pasadizos son muy inferiores a los estándares, en algunos casos se encuentra solo con un 50% de lo requerido, esto también es consecuencia por el mismo sistema tradicional y la falta de mantenimiento, se observó equipos con alto grado de suciedad y deterioro.

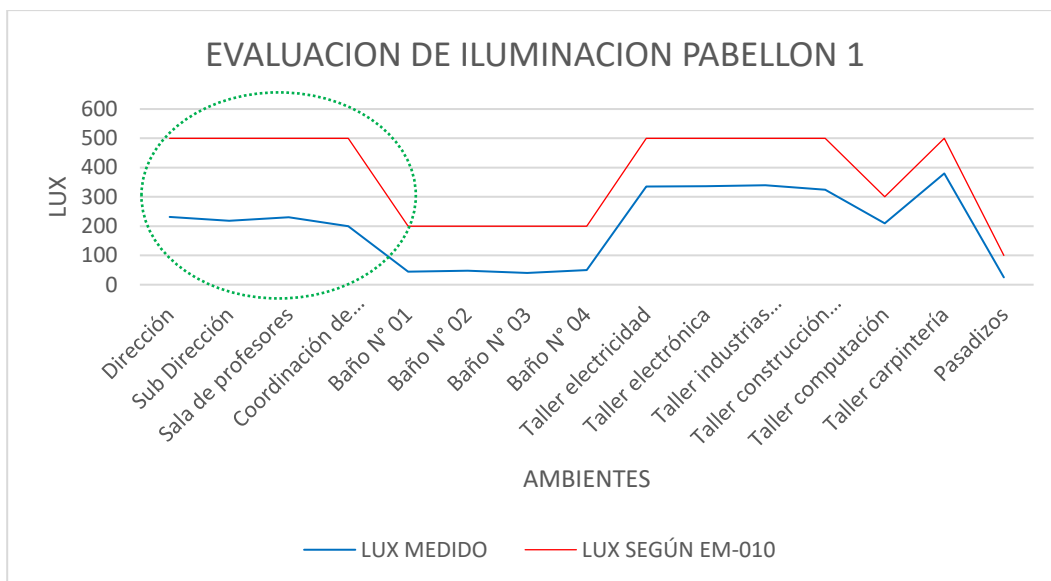


Figura 2. Evaluación de niveles de iluminación pabellón 1.

Fuente: Propia (2020)

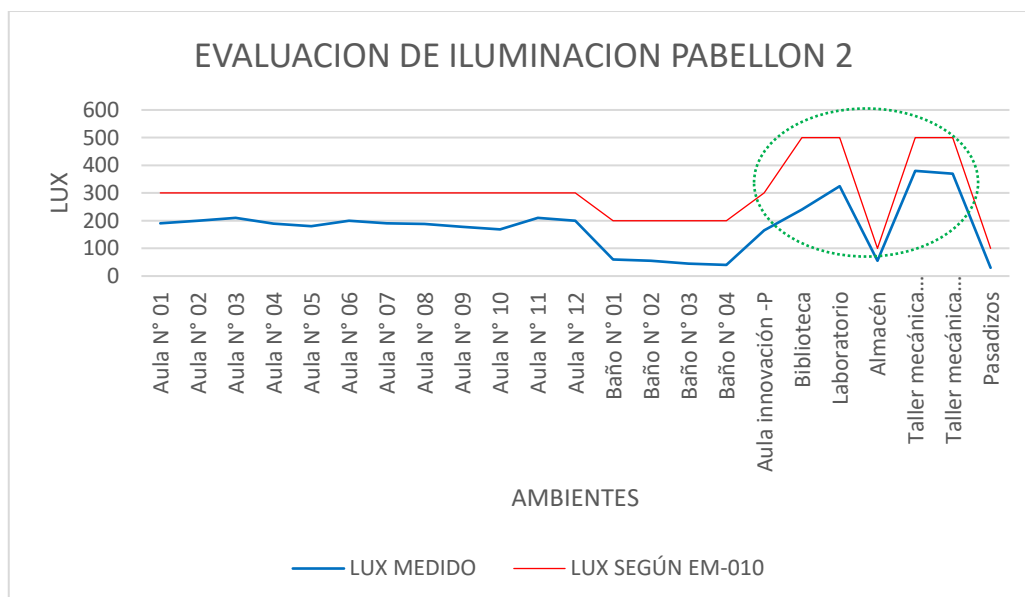


Figura 3. Evaluación de niveles de iluminación pabellón 02.

Fuente: Propia (2020)

#### 4.1.6 Consumo de energía eléctrica.

Se revisó documentación sobre el consumo de energía de los cuales se encontró recibos de energía emitidos por electro norte ENSA, también se revisó de forma virtual para corroborar la información, en los anexos se puede observar este archivo. Estos datos son representados en la tabla 14, en esta tabla se observan los consumos de energía activa y energía reactiva.

Tabla 14. Consumo de energía eléctrica.

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA				
Cliente: CESM PEDRO A. LABARTHE DURAND				
RUC: 20479374181				
Tarifa: MT3				
MESES - 2020				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Energía activa (kwh)	828.073	940.992	1081.600	1,229.09
Energía activa HP- (Kwh)	200.893	228.288	262.400	298.182
Energía activa FP- (Kwh)	627.180	712.704	819.200	930.909
Energía reactiva (Kvarh)	497.946	565.848	650.400	739.091

Fuente: Propia (2020)

El consumo de energía activa varía muy poco cada mes, se tuvo en cuenta que los meses de enero hasta abril el colegio no es usado al 100% porque en este periodo el personal y los alumnos vacacionan, también se observó que hay consumo de energía reactiva todos los meses como se muestra en la figura 04, a pesar que no hay uso de talleres esto sería un indicador que los equipos convencionales provocan este tipo de energía que finalmente el concesionario factura cada mes.

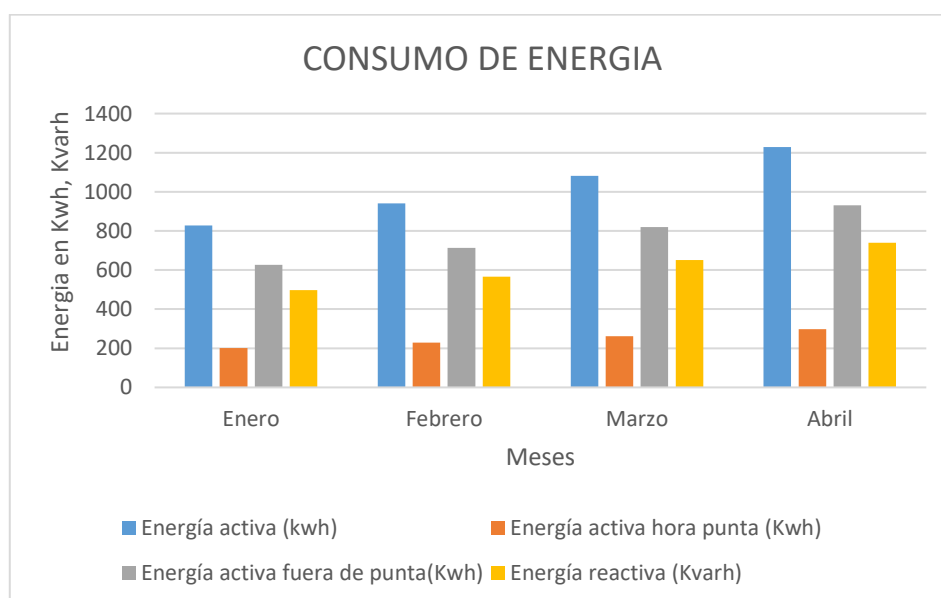


Figura 4. Consumo de energía eléctrica.

Fuente: Propia (2020)



## 4.2 Determinar los parámetros eléctricos del sistema de iluminación

Para el desarrollo de este objetivo se considera el siguiente algoritmo donde observamos el proceso que se realizó para determinar los parámetros tomando referencia a la NTP-EM010.

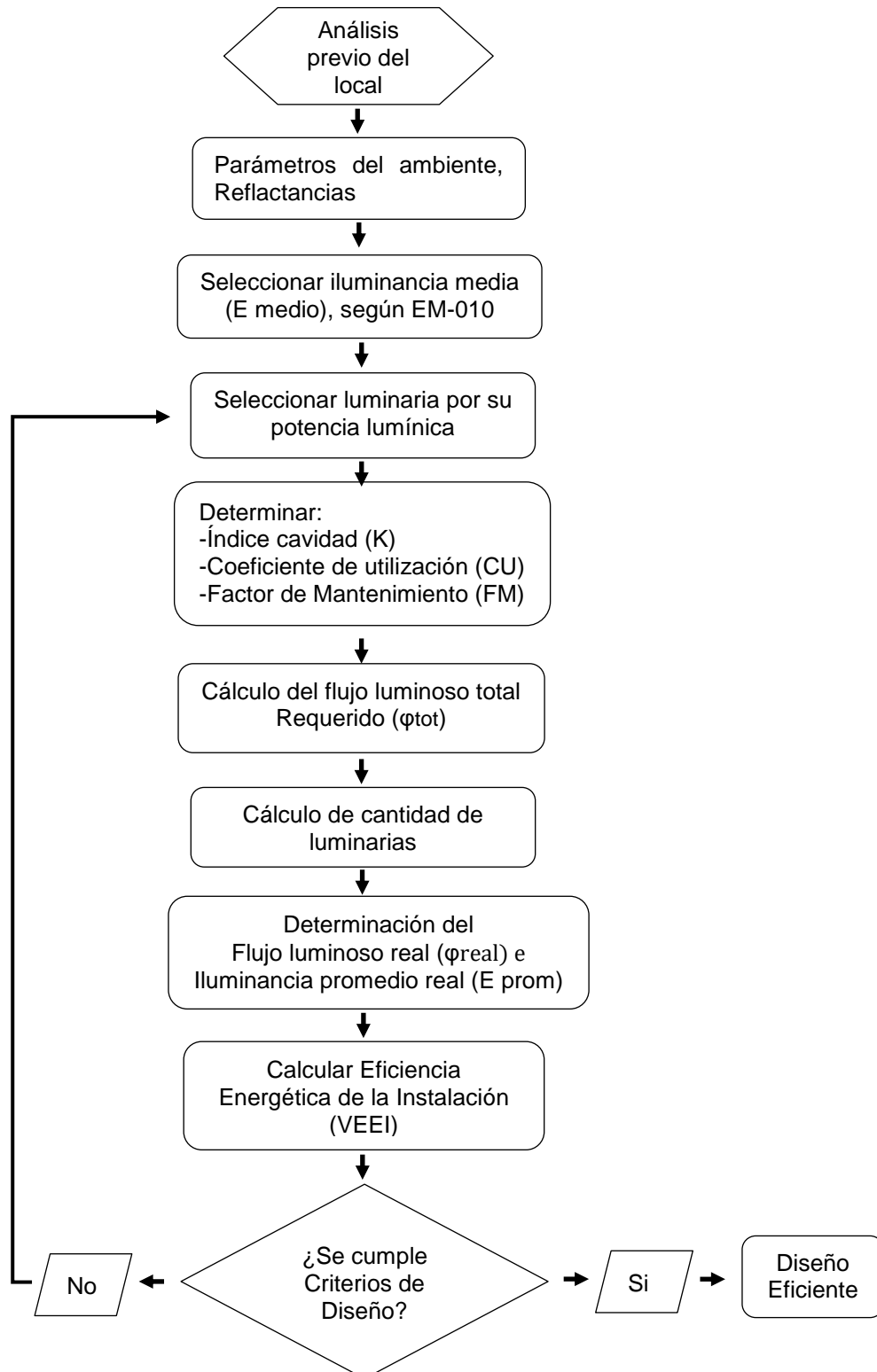


Figura 5. Algoritmo para el diseño de un sistema de iluminación.

#### 4.2.1 Cálculo de iluminación.

En la institución existen diferentes ambientes de los cuales se detallan en la tabla 12, 13, el tipo de ambiente, que actividad se realiza y la iluminancia mínima según las normativas vigentes.

##### a. OFICINAS

- **Análisis previo.** El local es de forma cuadrada en este ambiente hay mueblería como escritorios, pupitres donde el personal administrativo realizan las actividades rutinarias, este local requiere iluminación general.
- **Definiciones de parámetros del ambiente.** Se refiere a las 3 dimensiones X, Y, Z del local, también se asigna la reflectancia producidas por los colores o texturas de las paredes, piso y el techo según la tabla 15 donde se describen estos valores en porcentaje, toda esta información se detalla a continuación.

##### Medidas del local

Largo: (L)	3.5m
Ancho: (A)	3m
Alto: (H)	2.8m

##### Colores, texturas

Paredes:	Blanco	→	74%
Techo:	Blanco	→	74%
Piso:	Concreto	→	40%

##### Reflectancias

Tabla 15. Reflectancias por color de materiales.

Material	Reflectancia (%)
<b>Ladrillo</b>	
Ligero brillo	48
Medio brillo	40
Esmaltado rojo oscuro	30
<b>Concreto</b>	40
<b>Asfalto (libre de suciedad)</b>	7
<b>Hierba (verde oscuro)</b>	6
<b>Grava</b>	13
<b>Arcilla clara</b>	8
<b>Colores claros</b>	
Blanco	74
Otros colores claros	64
<b>Color vegetación</b>	25

Fuente: DiLaura (2011)

- **Seleccionar iluminancia media.** Con los datos obtenidos del paso anterior se especificó el nivel de iluminancia requerida, para esto se observó la tabla en anexos tomada de la NTP EM-010, por ser oficinas de procesamiento de datos está establecida una iluminancia de 500Lx.
- **Elección de la luminaria por su potencia lumínica.** La elección de las luminarias se realizó de acuerdo al tipo de iluminación que requiere el local para nuestro caso se trató de una iluminación general, se eligió un equipo de la serie Smart LED office, este equipo es recomendado para iluminación de oficinas según el catálogo de Phillips adjuntada en anexos, tomamos una luminaria comercial de 3,700 lúmenes, este dato fue necesario para poder seguir con el cálculo.
- **Determinar los coeficientes.**

**Índice de cavidad “k”.** Para el cálculo este índice se tomó las medidas del eje “Z” en la siguiente figura 6 se muestra la disposición de las medidas internas.

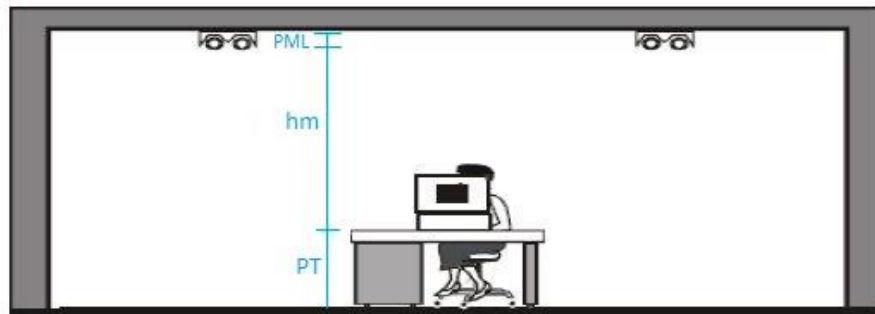


Figura 6. Corte para calcular índice de cavidad.

Con la siguiente fórmula se calculó la altura de la cavidad

$$\begin{aligned}
 hm &= H - (PT + PML) \\
 hm &= 2.5m - (0.7m + 0m) \\
 hm &= 2.5m - (0.7m + 0m) \\
 hm &= 2.3m
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el índice de cavidad se representó así.

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{5 * hm * (L + A)}{L * A} \\
 K &= \frac{5 * 1.8 * (3.5 + 3)}{3.5 * 3} \\
 K &= 5.5RCL
 \end{aligned}$$

El índice de cavidad es representado con números enteros en las tablas estandarizadas por este motivo se interpola.

**Coefficiente de utilización “CU”.** Este parámetro se determinó teniendo en cuenta el índice de cavidad y las reflectancias de las superficies especificadas en el paso 2, estos valores se proyectan en la tabla de utilización otorgada por el fabricante.

Tabla 16. Coeficiente de utilización, luminarias SmartLED office.

Coefficients of Utilization								
EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE 20 PER (pfc-0.20)								
Ceiling (pcc)	80%			70%			50%	
Wall (pw)	70	50	30	70	50	30	50	30
RCR	Zonal cavity method - Effective floor reflectance - 20%							
0	119	119	119	116	116	116	111	111
1	108	104	99	106	101	97	97	94
2	98	90	83	96	88	82	85	79
3	90	79	71	87	77	70	74	68
4	82	70	61	80	69	60	66	59
5	75	62	53	73	61	53	59	52
6	70	56	47	68	55	47	53	46
7	64	51	42	63	50	42	48	41
8	60	46	38	58	46	37	44	37
9	56	43	34	55	42	34	41	33
10	53	39	31	51	39	31	38	31

Fuente: Philips (2020)

Para encontrar el coeficiente se interpola entre los valores inferiores y superiores dando resultado de un coeficiente de utilización 71%.

$$CU = 0.71$$

**Factor de mantenimiento “FM”.** También llamado conservación de las luminarias, la acumulación de suciedad da como resultado una pérdida de salida de luz, esta pérdida se conoce como factor de depreciación por la acumulación de suciedad en la luminaria (DLB) y se determinó caracterizando el entorno operativo este puede ser limpio, medio o sucio. En nuestro caso se trató de oficinas considerado limpio, también se evaluó el tipo de lámpara, abierta, con protector parcial o cerradas, en este proyecto se usaron lámparas cerradas, luego se le dio asignación con letras (W, X, XY, Y o Z) de acuerdo con el entorno apropiado y combinación de clasificación de luminarias según la tabla 18.

Tabla 17. Clasificación de contaminación de luminarias interiores según CIE.

Medio ambiente	Luminaria /Ventilación		CLASIFICACIÓN SEGÚN CIE				
			Direc to	Semi directo	General difuse	Semi-indirecto	Indirecto
<b>Limpio</b>	Abierto/ ventilación	sin	W	W	W	X	X
	Todos demás	los	W	W	W	X	X
<b>Moderado</b>	Abierto/ ventilación	sin	XY	XY	XY	Y	Y
	Todos demás	los	X	X	X	Y	Y
<b>Sucio</b>	Abierto/ ventilación	sin	Z	Z	Z	Z	Z
	Todos demás	los	Y	Y	Y	Y	Y

Con estos datos se proyectó en la tabla 19 donde se describen las constantes para incluir en la ecuación y calcular el DLB, a estos datos se incluyó el tiempo previsto del mantenimiento que se realizará (12 meses).

Tabla 18. Constantes para calcular DLB.

Constantes	Constantes de clasificación						
	W	WX	X	XY	Y	YZ	Z
<b>A</b>	0.024	0.020	0.018	0.037	0.059	0.050	0.044
<b>B</b>	0.440	0.596	0.700	0.586	0.535	0.670	0.785

Fuente: Sociedad de ingeniería de iluminación (2015)

Se calculó con la siguiente fórmula.

$$DBL = e^{-At^B}$$

Donde.

- DBL: Factor de depreciación de luminaria
- A: Constante 1
- B: Constante 2
- t: Tiempo previsto del mantenimiento (12 meses).

Entonces:

$$DBL = e^{-0.024(12)^{0.440}}$$

$$DBL = e^{-0.0716}$$

$$DBL = 0.93$$

Por lo tanto, el factor de mantenimiento fue el producto de DBL con el factor de balasto, en nuestro caso fue un equipo electrónico LED se consideró un factor de 0.9 según ficha técnica adjuntada en anexos.

$$FM = 0.93 \times 0.90$$

$$FM = 0.84$$

- **Calculo del flujo luminoso total requerido “ $\varphi^{tot}$ ”.** Se realizó este cálculo previamente conociendo la iluminancia media, el área y los factores antes mencionados, en la siguiente expresión matemática se detalla.

$$\varphi^{tot} = \frac{E_{medio} * A}{CU * FM}$$

Donde.

- $\varphi^{tot}$ : Flujo luminoso total
- $E_{medio}$ : 500 Lux
- A: Área (3.5m x 3m)
- CU: Coeficiente de utilización (0.71)
- FM: Factor de mantenimiento (0.84)

$$\varphi^{tot} = \frac{500 * 3.5 * 3}{0.71 * 0.84}$$

$$\varphi^{tot} = 8,802Lm$$

- **Cantidad de luminarias.** Estas se determinaron teniendo el flujo luminoso total, el flujo emitido por la luminaria con esta información se calculó usando la siguiente fórmula.

$$N = \frac{\varphi^{tot}}{\varphi L * n}$$

Donde.

- N: Número de luminarias
- $\varphi^{tot}$ : Flujo luminoso total requerido (8,802Lm)
- $\varphi L$ : Flujo luminoso emitido por la lámpara (3,840Lm)
- n: Número de lámparas por luminaria (1)

$$N = \frac{8,802Lm}{3,700Lm * 1}$$

$$N = 2.3 \text{ luminarias}$$

El resultado es más cercano a dos, por lo tanto, se usó 2 equipos luminarios de 3,700Lm.

- **Determinación del flujo luminoso real e iluminancia promedia.** Fue necesario calcular la cantidad del flujo luminoso emitida por los equipos luminarios para esto se usó la siguiente expresión.

$$\varphi^{real} = N * n * \varphi L$$

$$\varphi^{real} = 2 * 1 * 3,700$$

$$\varphi^{real} = 7,400lm$$

Luego de ello se procedió a calcular la iluminancia promedio.

$$E_{prom} = \frac{\varphi^{real} * CU * FM}{A}$$

Donde.

- $E_{prom}$ : Iluminancia promedio (Lx)
- $\varphi^{real}$ : Flujo luminoso total requerido (7,400Lm)
- $CU$ : Flujo luminoso emitido por la lámpara (0.71)
- $FM$ : Número de lámparas por luminaria (0.84)
- $A$ : Área de trabajo (3.5x3m)

$$E_{prom} = \frac{7,400 * 0.71 * 0.84}{3.5 * 3}$$

$$E_{prom} = 420Lx$$

El valor promedio calculado es cercano al valor promedio, se tuvo en cuenta que en un sistema de iluminación no solo es bueno observar desde el punto técnico sino también desde lo económico y otro factor es el energético. Si se hubiera optado por una segunda opción que hubiese sido 3 luminarias esto nos hubiera dado resultados muy elevados con referencia a los estándares, lo cual no hubiera sido recomendable desde lo energético y económico.

- **Determinar el valor de la eficiencia energética.** Conocido como el VEEI de un sistema de iluminación, este depende principalmente de la eficacia de las luminarias que se utilizan en la instalación, este indicador muestra que, si el valor calculado es menor, la eficiencia del sistema es mejor.

$$VEEI = \frac{Px100Lx}{AxE_{prom}} = \left[ \frac{W}{m^2} x 100lx \right]$$

Donde.

- $VEEI$ : Eficiencia energética (w/m<sup>2</sup>)
- $P$ : Potencia total usada por las luminarias (2x48w)
- $A$ : Área de trabajo (3.5x3M)
- $E_{prom}$ : Iluminancia promedio

$$VEEI = \frac{(2 * 48w) * 100Lx}{(3.5 * 3m) * 420Lx} = \left[ \frac{W}{m^2} x 100lx \right]$$

$$VEEI = 1.9 \frac{W}{m^2} x 100lx$$

Las oficinas están consideradas ambientes con un VEEI máximo de 3.5 W/M<sup>2</sup>xLux, de acuerdo a los resultados estaría dentro de lo permitido por lo tanto es eficiente.

## b. Talleres.

El cálculo realizado en estos ambientes como talleres de la institución se determinó la iluminación adecuada para un buen desempeño de los estudiantes, ya que inicialmente se encontró con mucha deficiencia según las mediciones realizadas. Por ser un ambiente con dimensiones grandes se usó equipos de alta eficiencia lumínica para minimizar el consumo energético.

### ➤ Taller de mecánica producción

- **Análisis previo del local.** El local es de forma rectangular y está amoblada con mesas de trabajo para el desarrollo de prácticas por los alumnos de la institución, estos tipos de locales usan una iluminación generalizada según los estándares.
- **Definiciones de parámetros del ambiente.** Está referida a sus 3 dimensiones del local, también se asigna la reflectancia producidas por las paredes y techo, en la tabla 15 se observan estos valores, a continuación, se describe con más detalle.

#### Medidas del local

Largo: (L)	39m
Ancho: (A)	17.8m
Alto: (H)	8m

#### Colores, texturas

Paredes:	Naranja
Techo:	Naranja
Piso:	Concreto

#### Reflectancias

—▶	50%
—▶	50%
—▶	40%

- **Seleccionar iluminancia media.** Se especificó la iluminancia media requerida, registrada en las tablas normalizadas adjuntadas donde se observa que este tipo de locales o ambientes de talleres deben tener una iluminancia de 500Lx.
- **Elección de la luminaria.** Para este tipo de local se eligió un equipo, adosable especializado para este tipo de talleres, teniendo consideración esto se elige un equipo serie Maxos led industry recomendado para iluminar talleres y ambientes industriales, se tomó un equipo referencial con una luminosidad de 12,300lm.



- **Determinar los coeficientes.**

**Índice de cavidad “k”.** En la figura 06 se observa la disposición de las medidas como altura de trabajo, altura total, altura neta para iluminarse, con esta información se puede determinar el índice de cavidad.

La siguiente fórmula expresa lo descrito.

$$hm = H - (PT + PML)$$

Donde.

hm: Altura neta iluminada (m)

H: Altura total del ambiente (m)

PT: Plano de trabajo (m)

PML: Plano de montaje luminarias (m)

$$hm = 8m - (0.7m + 2.5m)$$

$$hm = 4.8m$$

Entonces el índice de cavidad fue.

$$K = \frac{5 * 4.8 * (39 + 17.8)}{39 * 17.8}$$

$$K = 2RCL$$

**Coeficiente de utilización.** Este parámetro se determinó observando el índice de cavidad y las reflectancias, estas ya fueron descritas en el paso anterior, se proyectó en la tabla proporcionada en la ficha técnica.

Tabla 19. Coeficiente de utilización, luminarias MAXOS LED.

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.71	0.67	0.70	0.68	0.67	0.62	0.62	0.58	0.61	0.58	0.57
0.80	0.79	0.75	0.78	0.76	0.74	0.69	0.69	0.65	0.68	0.65	0.64
1.00	0.87	0.81	0.85	0.83	0.80	0.75	0.75	0.72	0.74	0.71	0.70
1.25	0.93	0.86	0.92	0.88	0.85	0.81	0.80	0.77	0.79	0.76	0.75
1.50	0.98	0.89	0.96	0.92	0.88	0.85	0.84	0.81	0.83	0.80	0.79
2.00	1.06	0.95	1.04	0.98	0.94	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.85
2.50	1.11	0.98	1.08	1.02	0.97	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
3.00	1.14	1.00	1.11	1.05	0.99	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.91
4.00	1.19	1.03	1.15	1.08	1.02	1.00	0.98	0.97	0.97	0.96	0.94
5.00	1.21	1.04	1.17	1.10	1.03	1.02	1.00	0.99	0.98	0.98	0.95

Fuente: Philips (2020)

$$CU = 0.90$$

- **Factor de mantenimiento “FM”.** Como ya se describió líneas arriba que la suciedad acumulada da como resultado una pérdida de salida de luz, ésta se conoce como el factor de depreciación de la luminaria (DLB) y se determinó caracterizando el entorno este puede ser limpio, medio o sucio. En este proceso se trabajó sobre talleres, la contaminación en estos ambientes parcialmente abiertos son humos emanados por la soldadura y corte, teniendo esta referencia se consideró un ambiente sucio, las luminarias que se usaron son cerradas, luego se le dio asignación con letras de acuerdo con el entorno apropiado y combinación de clasificación según la tabla 18. Se proyectó y se encontró la clasificación de la luminaria con la letra Z, con esta información se observó la tabla 18 para determinar las constantes de los cuales fueron “A=0.044 y B=0.785”, también se consideró el periodo de mantenimiento preventivo que se realizará cada 12 meses, con esto calculamos.

$$DBL = e^{-0.044(12)^{0.785}}$$

$$DBL = 0.73$$

Este resultado del DBL fue multiplicado con el factor de balasto, por ser equipos Led se consideró un factor de 0.9 según ficha técnica adjuntada.

$$FM = 0.73 \times 0.90 = 0.66$$

$$FM = 0.66$$

- **Cálculo del flujo luminoso total requerido “ $\phi_{tot}$ ”.** Es necesario conocer la iluminancia media, el área y los factores que se mencionaron, ahora calculamos.

$$\phi_{tot} = \frac{500 * 39 * 17.8}{0.90 * 0.66}$$

$$\phi_{tot} = 584,343Lm$$

- **Cantidad de luminarias.** Con los datos de flujo luminoso total que se requería y el flujo emitido por la luminaria con esta información se procedió a calcularlo.

$$N = \frac{584,343Lm}{12,300Lm * 1}$$

$$N = 47Luminarias$$

Se optó por 45 luminarias de 12,300Lm.

- **Determinación del flujo luminoso real e iluminancia promedio.** Con esto se observó la cantidad de flujo luminoso emitido por los equipos en el ambiente de trabajo.

$$\varphi_{real} = 47 * 1 * 12,300lm$$

$$\varphi_{real} = 553,500lm$$

Co esto se procedió a calcular la iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{584,3430 * 0.90 * 0.66}{39 * 17.8}$$

$$E_{prom} = 473Lx$$

Como lo comentamos no solo es bueno observar desde el punto técnico también desde lo económico y energético, por tanto, se decidió instalar 60 equipos luminarios que realizando la evaluación de iluminancia promedio si estaría muy cerca de lo permitido.

- **Determinar el valor de la eficiencia energética.** El VEEI de un sistema de iluminación depende principalmente de la eficiencia de las luminarias instaladas, si este valor es bajo indica que el sistema es más eficiente.

$$VEEI = \frac{(45x89w)x100Lx}{(39x17.8m)x462Lx} = \left[ \frac{W}{m^2} x 100lx \right]$$

$$VEEI = 1.21 \frac{W}{m^2} x 100lx$$

Los talleres están considerados locales con un VEEI máximo 5W/M2xLux, observamos nuestro resultado y es muy eficiente.

### c. Otros ambientes

Para calcular la iluminación de los demás ambientes como aulas, centros de cómputo, SS-HH, y otros, se usó el mismo método, por tal motivo se minimizó el proceso de cálculo, usando métodos abreviados con tablas de datos entrada y la solución directamente usando las fórmulas antes descritas.

➤ **Taller de mecánica automotriz**

Se realiza mantenimiento y reparación de motores de combustión interna, como prácticas de los estudiantes.

Medidas de local:	Largo:	17.8m	Ancho:	16.8m	Alto:	8m
Colores o texturas	Paredes:	Naranja	Techo:	Naranja	Piso:	Concreto
Iluminancia media:	Se requiere una iluminancia de 500Lx					
Potencia lumínica de luminaria a usar	12,300Lm, luminaria lineal					

• **Coefficientes.**

**Índice de cavidad “k”**

$$hm = 8m - (0.7m + 2.5m)$$

$$hm = 4.8m$$

Entonces el índice de cavidad es.

$$K = \frac{5 * 4.8 * (39 + 17.8)}{39 * 17.8}$$

$$K = 1.96RCL$$

**Coefficiente de utilización.** Se usó la misma tabla 19 porque son el mismo tipo de luminarias.

$$CU = 0.90$$

**Factor de mantenimiento “FM”.**

Este ambiente fue clasificado como sucio porque se trabaja con motores de combustión interna, estos suelen desprender restos de grasas y aceites, también hay presencia de humos por las pruebas que se realizan después de una reparación. Por tanto, la clasificación según tabla 18 se determinó.

A:	0.044
B:	0.785

$$DBL = e^{-0.044(12)^{0.785}}$$

$$DBL = 0.73$$

Factor de balasto 0.9

$$FM = 0.73x0.90$$

$$FM = 0.66$$

- **Flujo luminoso total que se requiere “ $\varphi_{tot}$ ”.** Para esto fue necesario conocer los siguientes datos.

Iluminancia media:	500Lx
Área:	299m <sup>2</sup>
Factor mantenimiento:	0.66
Coefficiente de utilización:	0.90

$$\varphi_{tot} = \frac{500 * 299}{0.90 * 0.66}$$

$$\varphi_{tot} = 251,683Lm$$

- **Número de luminarias.** Se calculó con la información previa de los pasos anteriores.

$$N = \frac{251,638Lm}{12,300Lm * 1}$$

$$N = 20Luminarias$$

Se optó por 18 luminarias de 12,300Lm.

- **Flujo luminoso real e iluminancia promedio.** Nos permitió conocer el flujo emitido sobre el área de trabajo.

$$\varphi_{real} = 18 * 1 * 12,300lm$$

$$\varphi_{real} = 221,400lm$$

Iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{225,000 * 0.90 * 0.66}{299m^2}$$

$$E_{prom} = 439Lx$$

Se determinó instalar 18 equipos luminarios que realizando la evaluación de iluminancia promedio se llegó a los valores aproximados al requerido.

- **Determinamos la eficiencia energética.**

$$VEEI = \frac{(18x89w)x100Lx}{(299m^2)x439Lx} = \left[ \frac{W}{m^2} x 100lx \right]$$

$$VEEI = 1.21 \frac{W}{m^2} x 100lx$$

Los talleres son locales con un VEEI máximo 5W/M2xLux, observamos nuestro resultado y es eficiente.

➤ **Taller de carpintería**

En este ambiente se realizan trabajos en madera y otros derivados, estas actividades son realizadas como prácticas.

Medidas de local:	Largo:	17.8m	Ancho:	16.8m	Alto:	8m
Colores o texturas	Paredes:	Naranja	Techo:	Naranja	Piso:	Concreto
Iluminancia media:	Se requiere una iluminancia de 500Lx					
Potencia lumínica de luminaria a usar	12,300Lm, luminaria lineal					

El taller de carpintería es similar en magnitudes largo, ancho y alto al taller automotriz, por este motivo no fue necesario realizar un nuevo cálculo de coeficientes de mantenimiento y de utilización, este ambiente también es considerado sucio por la polución y desprendimiento de aserrín ocasionado por el mismo trabajo que se realiza.

El flujo luminoso que se emite, el número de luminarias que se usó, la eficiencia energética es igual al taller automotriz.

Por lo tanto, se usó 18 luminarias de 12,300lm y su eficiencia es 1.21w/m<sup>2</sup>xLux.

➤ **Taller electricidad**

Se ejecutan labores con energía eléctrica, considerándolo un ambiente limpio porque no hay presencia de contaminantes como otros talleres.

Medidas de local:	Largo:	8m	Ancho:	7.8m	Alto:	3m
Colores o texturas	Paredes:	Blanco	Techo:	Blanco	Piso:	Concreto
Iluminancia media:	Se requiere una iluminancia de 500Lx					
Potencia lumínica de luminaria a usar	4,300Lm, luminaria adosable cuadrada					

• **Coeficientes.**

**Índice de cavidad “k”**

$$hm = 3m - (0.7m + 0m) = 2.3m$$

Entonces el índice de cavidad es.

$$K = \frac{5 * 2.3 * (8 + 7.8)}{8 * 7.8} = 3RCL$$

**Coefficiente de utilización.** Según tabla 20, proporcionada por el fabricante, las reflectancias son consideradas por los colores de techos y paredes

Tabla 20. Coeficiente de utilización paneles led 60x60

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.57	0.54	0.56	0.54	0.53	0.47	0.46	0.42	0.46	0.42	0.40
0.80	0.67	0.63	0.66	0.64	0.62	0.56	0.55	0.51	0.55	0.50	0.49
1.00	0.76	0.70	0.74	0.72	0.69	0.63	0.62	0.58	0.62	0.58	0.56
1.25	0.84	0.77	0.82	0.79	0.76	0.70	0.69	0.65	0.68	0.64	0.62
1.50	0.90	0.81	0.88	0.84	0.80	0.75	0.74	0.70	0.73	0.69	0.67
2.00	0.99	0.88	0.96	0.91	0.87	0.83	0.81	0.78	0.80	0.77	0.75
2.50	1.04	0.92	1.02	0.96	0.91	0.87	0.86	0.83	0.85	0.82	0.80
3.00	1.09	0.95	1.06	0.99	0.94	0.91	0.89	0.87	0.88	0.86	0.83
4.00	1.14	0.98	1.10	1.03	0.97	0.95	0.93	0.91	0.91	0.90	0.87
5.00	1.17	1.00	1.13	1.06	0.99	0.97	0.95	0.93	0.94	0.92	0.90

Fuente: Philips (2020)

$$CU = 0.95$$

**Factor de mantenimiento “FM”.**

Este ambiente fue clasificado limpio porque se usa como centro de prácticas de electricidad, la clasificación fue la siguiente

A:	0.024
B:	0.440

Tiempo de mantenimiento 12 meses

$$DBL = e^{-0.024(12)^{0.440}}$$

$$DBL = e^{-0.0716}$$

$$DBL = 0.93$$

Factor de balasto 0.9

$$FM = 0.93 \times 0.90$$

$$FM = 0.84$$

- **Flujo luminoso total que se requiere “φtot”.** Para esto fue necesario conocer los siguientes datos.

Iluminancia media:	500Lx
Área:	62.4m <sup>2</sup>
Factor mantenimiento:	0.84
Coeficiente de utilización:	0.95

$$\varphi^{tot} = \frac{500 * 62.4}{0.95 * 0.84}$$

$$\varphi^{tot} = 39,097Lm$$

- **Número de luminarias.**

$$N = \frac{39,097Lm}{4,300Lm * 1}$$

$$N = 9.09Luminarias$$

Se optó por 8 luminarias de 4,300Lm.

- **Flujo luminoso real e iluminancia promedio.**

$$\varphi^{real} = 8 * 1 * 4,300lm$$

$$\varphi^{real} = 34,400lm$$

Iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{34,400 * 0.95 * 0.84}{62.4m^2}$$

$$E_{prom} = 440Lx$$

Se concluyó la instalación de 8 equipos luminarios.

- **Determinamos la eficiencia energética.**

$$VEEI = \frac{(8x38w)x100Lx}{(62.4m^2)x460Lx} = \left[ \frac{W}{m^2} x 100lx \right]$$

$$VEEI = 1.10 \frac{W}{m^2} x 100lx$$

Resultado eficiente energéticamente.

### ➤ **Taller electrónica**

El taller de electrónica tiene las mismas dimensiones y características del taller electricidad por lo cual se ha dispuesto instalar las mismas cantidades de equipos luminarios 9 unidades, alcanzando una iluminancia de 460 lux.



➤ **Taller computación**

Medidas de local:	Largo:	11.5m	Ancho:	7.5m	Alto:	3m
Colores o texturas	Paredes:	Blanco	Techo:	Blanco	Piso:	Concreto
Iluminancia media:	Se requiere una iluminancia de 300Lx					
Potencia lumínica de luminaria a usar	4320Lm, luminaria adosable rectangular					

• **Coefficientes.**

**Índice de cavidad “k”**

El índice de cavidad es.

$$K = \frac{5 * (3 - (0.7 + 0)) * (11.5 + 7.5)}{11.5 * 7.5} = 2.5RCL$$

**Coefficiente de utilización.** Como se usó las mismas luminarias instaladas en el taller de electricidad se observó los coeficientes de utilización (tabla 20).

$$CU = 0.92$$

**Factor de mantenimiento “FM”.**

Este ambiente fue clasificado limpio, por trabajar solo con computadoras.

A:	0.024
B:	0.440

Tiempo de mantenimiento 12 meses

$$DBL = e^{-0.024(12)^{0.440}}$$

$$DBL = 0.93$$

Factor de balasto 0.9 por ser equipos LED

$$FM = 0.93 \times 0.90$$

$$FM = 0.84$$

- **Flujo luminoso total que se requiere “ $\phi_{tot}$ ”.** Fue indispensable conocer los siguientes datos.

Iluminancia media:	300Lx
Área:	86m <sup>2</sup>
Factor mantenimiento:	0.84
Coefficiente de utilización:	0.92

Entonces el flujo total fue.

$$\varphi^{tot} = \frac{300 * 86}{0.92 * 0.84}$$

$$\varphi^{tot} = 32,992Lm$$

- **Número de luminarias.**

$$N = \frac{32,992Lm}{4,320Lm * 1}$$

$$N = 7.6 \text{ Luminarias}$$

Se optó por 7 luminarias de 4,320Lm.

- **Flujo luminoso real e iluminancia promedio.**

$$\varphi^{real} = 7 * 1 * 4,320lm$$

$$\varphi^{real} = 30,240lm$$

Iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{30,240 * 0.92 * 0.84}{86m^2} = 271Lx$$

$$E_{prom} = 271Lx$$

Se procedió a instalar 7 equipos luminarios.

- **Determinamos la eficiencia energética.**

$$VEEI = \frac{(7x48w)x100Lx}{(86m^2)x287Lx} = \left[ \frac{W}{m^2} x 100lx \right]$$

$$VEEI = 1.43 \frac{W}{m^2} x 100lx$$

Resultado, energéticamente muy eficiente.

➤ **Taller construcción civil**

Se desarrolla actividades como preparación de concreto, armado de pequeños muros, pruebas de mezclas y otras actividades ligadas a la construcción.

Medidas de local:	Largo:	16m	Ancho:	7.8m	Alto:	3m
Colores o texturas	Paredes:	Blanco	Techo:	Blanco	Piso:	Concreto
Iluminancia media:	Se requiere una iluminancia de 500Lx					
Potencia lumínica de luminaria a usar	9000Lm, luminaria lineal					

• **Coefficientes.**

**Índice de cavidad “k”**

$$K = \frac{5 * (3 - (0.7 + 0)) * (16 + 7.8)}{16 * 7.8} = 2RCL$$

Coefficiente de utilización. Según tabla 19

$$CU = 0.95$$

**Factor de mantenimiento “FM”.** Este ambiente fue clasificado como sucio porque se realizan trabajos con cemento, ladrillos y otros aditivos que generan polución y ensucian el ambiente y las luminarias. Según tabla 18 se determinó.

A:	0.044
B:	0.785

$$DBL = e^{-0.044(12)^{0.785}}$$

$$DBL = 0.73$$

Factor de balasto 0.9

$$FM = 0.73 \times 0.95 = 0.70$$

- **Flujo luminoso total que se requiere “ $\phi_{tot}$ ”.** Para esto fue necesario conocer los siguientes datos.

Iluminancia media:	500Lx
Área:	124m <sup>2</sup>
Factor mantenimiento:	0.70
Coefficiente de utilización:	0.95

$$\varphi^{tot} = \frac{500 * 124}{0.95 * 0.70}$$

$$\varphi^{tot} = 93,233lm$$

- **Número de luminarias.**

$$N = \frac{93,233Lm}{9,000Lm * 1}$$

$$N = 10Luminarias$$

Se optó por 9 luminarias de 9,000Lm.

- **Flujo luminoso real e iluminancia promedio.** Nos permitió conocer el flujo emitido sobre el área de trabajo.

$$\varphi^{real} = 9 * 1 * 9,000lm$$

$$\varphi^{real} = 81,000lm$$

Iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{81,000 * 0.95 * 0.70}{124m^2}$$

$$E_{prom} = 434Lux$$

Con 9 luminarias estamos cerca de lo establecido.

- **Determinamos la eficiencia energética.**

$$VEEI = \frac{(9x67w)x100Lx}{(124m^2)x434Lx} = \left[ \frac{W}{m^2} x 100lx \right]$$

$$VEEI = 1.12 \frac{W}{m^2} x 100lx$$

Resultado eficiente.

➤ **Taller industrias alimentarias**

Se practica actividades de cocina, panadería, pastelería, bebidas diversas, este ambiente presenta alta limpieza en todas sus dimensiones por ser alimenticio.

Medidas de local:	Largo:	11.5m	Ancho:	7.5m	Alto:	3m
Colores o texturas	Paredes:	Blanco	Techo:	Blanco	Piso:	Concreto
Iluminancia media:	Se requiere una iluminancia de 500Lx					
Potencia lumínica de luminaria a usar	4,320Lm.					

• **Coeficientes.**

**Índice de cavidad “k”**

El índice de cavidad fue.

$$K = \frac{5 * (3 - (0.7 + 0)) * (11.5 + 7.5)}{11.5 * 7.5} = 2.5RCL$$

**Coeficiente de utilización.** Coeficientes de utilización (tabla 20).

$$CU = 0.92$$

**Factor de mantenimiento “FM”.**

Este ambiente fue clasificado limpio, por trabajar en ambientes alimenticios.

A:	0.024
B:	0.440

Régimen de mantenimiento 12 meses

$$DBL = e^{-0.024(12)^{0.440}}$$

$$DBL = 0.93$$

Factor de balasto 0.9

$$FM = 0.93 \times 0.90$$

$$FM = 0.84$$

• **Flujo luminoso total que se requiere “φtot”.** Con los datos obtenidos.

Iluminancia media:	500Lx
Área:	86.2m <sup>2</sup>
Factor mantenimiento:	0.85
Coeficiente de utilización:	0.92

$$\varphi^{tot} = \frac{500 * 86.2}{0.92 * 0.84} = 55,771Lm$$

- **Número de luminarias.**

$$N = \frac{55,771Lm}{4,320Lm * 1}$$

$$N = 12.9Luminarias$$

Se optó por 13 luminarias de 4,000Lm.

- **Flujo luminoso real e iluminancia promedio.**

$$\varphi^{real} = 12 * 1 * 4,320lm$$

$$\varphi^{real} = 51,840lm$$

Iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{51,840 * 0.92 * 0.85}{86.2m^2} = 471Lx$$

Se procedió a instalar 12 equipos luminarios.

- **Determinamos la eficiencia energética.**

$$VEEI = \frac{(12x48w)x100Lx}{(86.2m^2)x471Lx} = \left[\frac{W}{m^2} x 100lx\right]$$

$$VEEI = 1.41 \frac{W}{m^2} x 100lx$$

Resultado, energéticamente muy eficiente.

### ➤ **Aulas**

Los ambientes de las aulas son iguales al taller de computación, en dimensiones, colores de paredes, altura de techo, altura de mesas de trabajo en este caso son carpetas, el tipo de iluminación y la iluminancia requerida son iguales 300Lx, en este caso no fue necesario realizar un nuevo cálculo, Se usó 7 luminarias de 4,320lm y su eficiencia energética nos da un valor aceptable. Esto incluye también al aula de innovación y el laboratorio por ser igual sus características.

➤ **Biblioteca**

En este local habían 02 tipos de ambientes uno para lectura y el siguiente para estanterías.

Iluminación:	Se requiere iluminación generalizada en 02 áreas diferentes de lectura y estanterías.					
Medidas de local lectura	Largo:	7.5m	Ancho:	7.5m	Alto:	3m
Medidas de local estanterías	Largo:	4m	Ancho:	7.5m	Alto:	3m
Colores o texturas	Paredes:	Blanco	Techo:	Blanco	Piso:	Concreto
Iluminancia media, lectura:	Se requiere una iluminancia de 500Lx					
Iluminancia media, estantería:	Se requiere una iluminancia de 200Lx					
Potencia lumínica de luminaria a usar	4,200Lm y 1420Lm					

Primero se calculó el área de lectura.

• **Coefficientes.**

**Índice de cavidad “k”**

El índice de cavidad fue.

$$K = \frac{5 * (3 - (0.7 + 0)) * (7.5 + 7.5)}{7.5 * 7.5} = 3RCL$$

**Coefficiente de utilización.** Coeficientes de utilización (tabla 20).

$$CU = 0.95$$

**Factor de mantenimiento “FM”.**

Este ambiente fue clasificado limpio, por trabajar solo con libros, se clasifica según tabla 18.

Régimen de mantenimiento 12 meses

$$DBL = e^{-0.024(12)^{0.440}}$$

$$DBL = 0.93$$

Factor de balasto 0.9

$$FM = 0.93x0.90 = 0.84$$

• **Flujo luminoso total que se requiere “φtot”.** Con los datos obtenidos.

Iluminancia media:	500Lx
Área:	56.2m <sup>2</sup>
Factor mantenimiento:	0.84
Coefficiente de utilización:	0.95

$$\varphi^{tot} = \frac{500 * 56.2}{0.95 * 0.88} = 35,213Lm$$

- **Número de luminarias.**

$$N = \frac{35,213Lm}{4,000Lm * 1}$$

$$N = 8.3Luminarias$$

Se optó por 8 luminarias de 4,200Lm.

- **Flujo luminoso real e iluminancia promedio.**

$$\varphi^{real} = 8 * 1 * 4,200lm$$

$$\varphi^{real} = 33,600lm$$

Iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{33,600 * 0.95 * 0.88}{56.2m^2} = 499Lx$$

Se procedió a instalar 08 equipos luminarios.

- **Determinamos la eficiencia energética.**

$$VEEI = \frac{(8x40w)x100Lx}{(56.2m^2)x499Lx} = \left[\frac{W}{m^2}x100lx\right]$$

$$VEEI = 1.13 \frac{W}{m^2}x100lx$$

Resultado, muy eficiente.

#### Cálculo en el área de estanterías.

- **Coefficientes.**

##### **Índice de cavidad “k”**

El índice de cavidad es.

$$K = \frac{5 * 2.3 * (4 + 7.5)}{4 * 7.5} = 4RCL$$

**Coefficiente de utilización.** Coeficientes de utilización (tabla 20).

$$CU = 0.98$$

##### **Factor de mantenimiento “FM”.**

Ambiente clasificado limpio.



Régimen de mantenimiento 12 meses

$$DBL = e^{-0.024(12)^{0.440}}$$

$$DBL = 0.93$$

Factor de balasto 0.9

$$FM = 0.93 \times 0.90 = 0.84$$

- **Flujo luminoso total que se requiere “ $\phi_{tot}$ ”.** Con los datos obtenidos.

Iluminancia media:	200Lx
Área:	30m <sup>2</sup>
Factor mantenimiento:	0.84
Coefficiente de utilización:	0.98

$$\phi_{tot} = \frac{2000 * 30}{0.98 * 0.84} = 7,288Lm$$

- **Número de luminarias.**

$$N = \frac{7288Lm}{1420Lm * 1}$$

$$N = 5.1Luminarias$$

Se optó por 5 luminarias de 1420Lm.

- **Flujo luminoso real e iluminancia promedio.**

$$\phi_{real} = 5 * 1 * 1,420lm = 7100lm$$

Iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{7100 * 0.98 * 0.84}{30m^2} = 195Lx$$

Se instaló 5 equipos luminarios.

- **Determinamos la eficiencia energética.**

$$VEEI = \frac{(5 \times 16w) \times 100Lx}{(30m^2) \times 195Lx} = \left[ \frac{W}{m^2} \times 100lx \right]$$

$$VEEI = 1.36 \frac{W}{m^2} \times 100lx$$

Resultado, eficiente.

➤ **Almacén**

Medidas de local:	Largo:	10m	Ancho:	7.5m	Alto:	3m
Colores o texturas	Paredes:	Blanco	Techo:	Blanco	Piso:	Concreto
Iluminancia media:	Se requiere una iluminancia de 100Lx					
Potencia lumínica de luminaria a usar	2,840Lm					

• **Coefficientes.**

**Índice de cavidad “k”**

El índice de cavidad fue.

$$K = \frac{5 * (3 - (0.7 + 0)) * (10 + 7.5)}{10 * 7.5} = 2.5RCL$$

**Coefficiente de utilización.** Coeficientes de utilización (tabla 20).

$$CU = 0.92$$

**Factor de mantenimiento “FM”.**

Se clasificó limpio.

Régimen de mantenimiento 12 meses

$$DBL = e^{-0.024(12)^{0.440}}$$

$$DBL = 0.93$$

Factor de balasto 0.9

$$FM = 0.93 * 0.90 = 0.84$$

• **Flujo luminoso total que se requiere “ $\phi_{tot}$ ”.** Con los datos obtenidos.

$$\phi_{tot} = \frac{100 * 75}{0.92 * 0.84} = 9,704m$$

• **Número de luminarias.**

$$N = \frac{9,704Lm}{2,840Lm * 1} = 3.4Luminarias$$

Se optó por 3 luminarias de 2,840Lm.

• **Flujo luminoso real e iluminancia promedio.**

$$\phi_{real} = 3 * 1 * 2,840lm = 8,520Lm$$

Iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{8,520 * 0.92 * 0.83}{75m^2} = 87Lx$$

Se instaló 3 equipos luminarios.

- **Determinamos la eficiencia energética.**

$$VEEI = \frac{(3x32w)x100Lx}{(75m^2)x87Lx} = \left[\frac{W}{m^2} x 100lx\right]$$

$$VEEI = 1.47 \frac{W}{m^2} x 100lx$$

Resultado, eficiente.

➤ **Servicios higiénicos.**

Medidas de local:	Largo:	3m	Ancho:	4m	Alto:	3m
Colores o texturas	Paredes:	Azul claro	Techo:	Blanco	Piso:	Blanco
Iluminancia media:	Se requiere una iluminancia de 200Lx					
Potencia lumínica de luminaria a usar	1,420Lm, adosable					

- **Coeficientes.**

**Índice de cavidad “k”**

El índice de cavidad es.

$$K = \frac{5 * 2.3 * (3 + 4)}{3 * 4} = 7RCL$$

**Coeficiente de utilización.** Coeficientes de utilización.

Tabla 21. Coeficiente de utilización panel led.

Coefficients of Utilization								
EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE 20 PER (pfc-0.20)								
Ceiling (pcc)	80%			70%			50%	
Wall (pw)	70	50	30	70	50	30	50	30
RCR	Zonal cavity method - Effective floor reflectance - 20%							
0	119	119	119	116	116	116	111	111
1	108	104	99	106	101	97	97	94
2	98	90	83	96	88	82	85	79
3	90	79	71	87	77	70	74	68
4	82	70	61	80	69	60	66	59
5	75	62	53	73	61	53	59	52
6	70	56	47	68	55	47	53	46
7	64	51	42	63	50	42	48	41
8	60	46	38	58	46	37	44	37
9	56	43	34	55	42	34	41	33
10	53	39	31	51	39	31	38	31

$$CU = 0.63$$

**Factor de mantenimiento “FM”.**

Se clasificó limpio.

Régimen de mantenimiento 12 meses

$$DBL = e^{-0.024(12)^{0.440}}$$

$$DBL = 0.93$$

Factor de balasto 0.9

$$FM = 0.93 \times 0.90 = 0.84$$

- **Flujo luminoso total que se requiere “ $\phi_{tot}$ ”.** Con los datos obtenidos.

Iluminancia media:	200Lx
Área:	12m <sup>2</sup>
Factor mantenimiento:	0.84
Coefficiente de utilización:	0.63

$$\phi_{tot} = \frac{200 * 12}{0.63 * 0.84} = 4,535Lm$$

- **Número de luminarias.**

$$N = \frac{4,535Lm}{1,420Lm * 1} = 3.19Luminarias$$

Se optó por 3 luminarias de 1,420Lm.

- **Flujo luminoso real e iluminancia promedio.**

$$\phi_{real} = 3 * 1 * 1420lm = 4,260Lm$$

Iluminancia promedio

$$E_{prom} = \frac{4,260 * 0.63 * 0.84}{12m^2} = 187Lx$$

Se instaló 3 equipos luminarios.

- **Determinamos la eficiencia energética.**

$$VEEI = \frac{(3 \times 15w) \times 100Lx}{(12m^2) \times 187Lx} = \left[ \frac{W}{m^2} \times 100lx \right]$$

$$VEEI = 2.13 \frac{W}{m^2} \times 100lx$$

Resultado, eficiente.

Después de hacer el recálculo de iluminación en los ambientes de la institución podemos observar la figura 7 Y 8 como se ha mejorado la iluminación en todos los ambientes, sobre todo en las aulas y los talleres que presentaban deficiente iluminación.

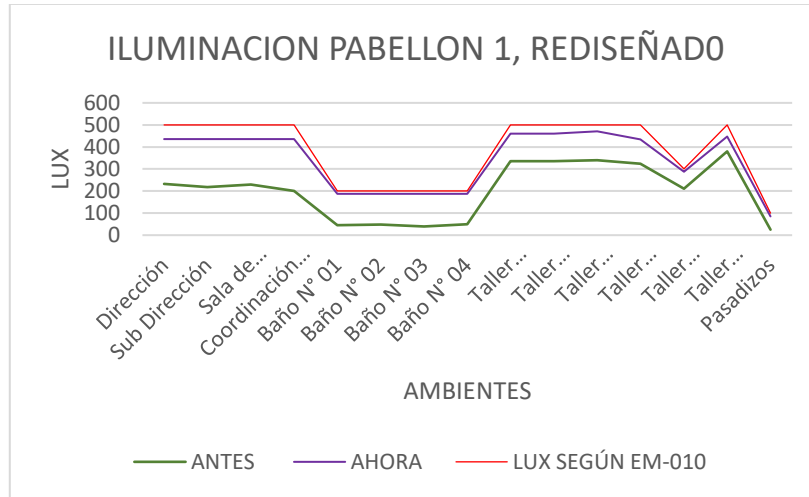


Figura 7. Iluminación áreas pabellón 1 después del rediseño.

Fuente: Propia (2020)

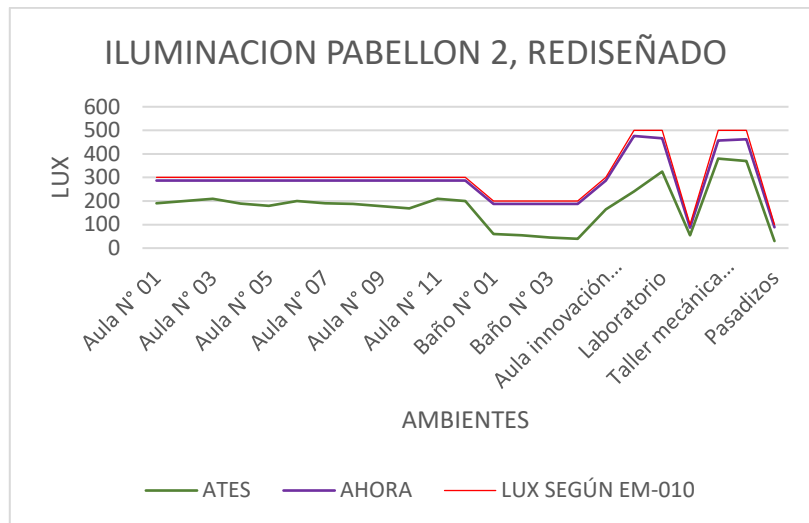


Figura 8. Iluminación áreas pabellón 2 después del rediseño.

Fuente: Propia (2020)

La iluminación mejoró del 56% que se encontró con los equipos convencionales al 93% con la nueva tecnología aplicada, en las figuras 7 y 8 se detalló estos valores, no solo se mejoró la iluminación, también se mejoró el consumo energético de cada zona esto se demostró en el objetivo 3, se iluminó mejor consumiendo menos energía.

### 4.3 Seleccionar los materiales y equipos.

De los resultados encontrados en el ítem anterior están consolidados en la tabla 22 con la finalidad de poder establecer y permitan realizar la selección adecuada los diferentes materiales y equipos que conforman el nuevo sistema de iluminación. Se tomó en cuenta el tipo de luminaria, los lúmenes mínimos calculados y su eficiencia de Lm/watt para aprovechar al máximo la energía consumida por los equipos

Tabla 22. Consolidado de cálculos realizados

AMBIENTES	TIPO DE LUMINARIA	TECNOLOGÍA	LÚMENES	EFICIENCIA LUM/W
<b>Oficinas</b>	Panel cuadrado, adosable	Led	4,500 - 5,000	<90
<b>Talleres mecánica producción, automotriz y carpintería</b>	Lineal led, suspendido	Led	12,000 -14,000	<120
<b>Talleres electricidad y electrónica</b>	Panel cuadrado, adosable	Led	4,300 -5,000	<120
<b>Aulas y laboratorio computación, industrias alimentarias</b>	Panel rectangular, adosable	Led	4,320 -4,500	<90
<b>Taller construcción civil</b>	Lineal led, suspendido	Led	9,000 -9,500	<120
<b>Biblioteca</b>	Panel cuadrado, adosable	Led	4,200 -4,500	<90
<b>Almacén</b>	Lineal Led, Adosable	Led	2,800 -3,200	<90
<b>SS-HH y pasadizos</b>	Plafón, adosable	Led	1,400 -1,500	<90

También se tuvo en cuenta los siguientes criterios.

- Disponibilidad comercial en el país. Se tomó esta condición para minimizar los costos de la adquisición y no tengan elevados costos de importación, también se consideró los repuestos para los futuros mantenimientos y recambios.
- Tipo de luminaria según la aplicación. Se ha tenido en cuenta el diseño del equipo para que aplicación es más efectiva porque no todos los equipos son hechos para cualquier aplicación, estos pasan por múltiples estudios y pruebas para que el fabricante confirme que equipo es más efectivo en un determinado ambiente.

- Costos unitarios. Los costos de cada equipo fueron importantes porque dependió de esto la realización del análisis económico.

Después de realizar búsquedas en diferentes proveedores locales y nacionales todo vía internet, se logró seleccionar qué equipos son los más adecuados ajustándose según los resultados obtenidos en los cálculos previos.


Se ha considerado marcas como Philips, pero no para todos los ambientes ya que algunos equipos de esta marca presentaron costos muy elevados y son comercializados solo en Europa para importarlos sus costos se elevaron, por tal motivo se eligió equipos comerciales de otra marca como Lightech para algunos ambientes.

#### 4.3.1 Selección de luminarias.

Se ha realizado una descripción general detallando datos técnicos de cada luminaria, finalmente un consolidado donde se describen cuantos equipos son utilizados por área y la potencia consumida por cada uno de ellos. También se adjuntó sus diagramas lux en anexos.

##### a) Equipos para Oficinas


Se seleccionó el siguiente equipo que se detalla a continuación.

<b>Modelo de luminaria:</b>	<b>CORELINE RC100C LED</b>	
<b>Descripción general del equipo</b>		
Estilizada con alto flujo lumínico, posee un alto diseño en las ópticas que asegura la máxima salida de luz y una óptima distribución de la iluminación en el espacio, tiene un diseño de perfil delgado y se puede instalar empotrada y adosada en el techo.		
<b>Datos técnicos</b>		
Voltaje	220-240 V	
Potencia	48 W	
Lúmenes	4,700Lm	
Factor de potencia	0.9FP	
Material de pantalla	Policarbonato	
Ángulo de haz	60° a 120°	
Color de la fuente de luz	865 luz fresca del día	
Vida útil media	50,000 h	
Eficiencia	97.9lm/w	

## b) Equipos para talleres, mecánica producción, automotriz y carpintería.

Se determinó el siguiente equipo con montaje suspendido para instalación dentro de los talleres con techos altos.


<b>Modelo de luminaria:</b>	<b>Maxos Industry II523x LED123S/840 PSD</b>
<b>Descripción general del equipo</b>	
Iluminación excelente en entornos industriales, talleres, para garantizar la seguridad y la productividad; Es una solución muy flexible que ofrece un bajo consumo de energía y permite dar forma excelente al haz de luz con un nivel de inversión atractivo.	
<b>Datos técnicos</b>	
Voltaje	220-240 V
Potencia	89 W
Lúmenes	12,300Lm
Factor de potencia	0.97FP
Material de carcasa/ cubierta	Acero/ Policarbonato
Ángulo de haz	120°
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro
Vida útil media	50,000 h
Eficiencia	138lm/w
Marca: Philips	



## c) Equipos para taller electricidad y electrónica

Para estos talleres se seleccionó equipos Panel Led cuadrados adosables.


<b>Modelo de luminaria:</b>	<b>CORELINE PANEL G4 LED</b>
<b>Descripción general del equipo</b>	
Iluminación que combina perfectamente la luz de calidad y un sustancial ahorro energético minimiza la mano de obra para el mantenimiento, luz uniforme que proporciona una luz difusa y un ambiente agradable, sencillo para instalar y mantener.	
<b>Datos técnicos</b>	
Voltaje	220-240 V
Potencia	38 W
Lúmenes	4,300Lm
Factor de potencia	0.9FP
Material carcasa/pantalla	de Ópalo/Policarbonato
Ángulo de haz	120°
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro
Vida útil media	5 años
Eficiencia	125lm/w
Marca: Philips	






**d) Equipos para aulas y laboratorio computación, industrias alimentarias**

Se consideró los paneles led rectangular por su agradable confort visual y ahorro de energía.

<b>Modelo de luminaria:</b>	<b>PANEL RECTANGULAR LED BACKLITE</b>	
<b>Descripción general del equipo</b>		
Luminaria tipo Panel rectangular de 30x120cm con difusor acrílico opalino decorativo. Brinda iluminación homogénea. Diseñado para proporcionar agradable confort visual y ahorro energético.		
<b>Datos técnicos</b>		
Voltaje	170-265 V	
Potencia	48 W	
Lúmenes	4,320Lm	
Factor de potencia	0.9FP	
Material carcasa/pantalla de	Ópalo/Polycarbonato	
Ángulo de haz	120°	
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro	
Vida útil media	30,000h	
Eficiencia	90lm/w	


**e) Taller construcción civil.**

Se seleccionó equipos similares a los de los talleres de mecánica por su alta eficiencia lumínica.

<b>Modelo de luminaria:</b>	<b>MAXOS INDUSTRY 4MX900 LED90S/840 PSD MB SI L1800</b>	
<b>Descripción general del equipo</b>		
Iluminación excelente en entornos industriales, talleres, para garantizar la seguridad y la productividad; Es una solución muy flexible que ofrece un bajo Consumo de energía y permite dar forma excelente al haz de luz con un nivel de inversión atractivo.		
<b>Datos técnicos</b>		
Voltaje	220-240 V	
Potencia	67 W	
Lúmenes	9,000Lm	
Factor de potencia	0.97FP	
Material de carcasa/ cubierta	Acero/ Polycarbonato	
Ángulo de haz	120°	
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro	
Vida útil media	50,000 h	
Eficiencia	134lm/w	


### f) Biblioteca.

Para la biblioteca se eligieron paneles Led cuadrados que brinda iluminación homogénea.

<b>Modelo de luminaria:</b>	<b>PANEL LED 4000K CUADRADO</b>	
<b>Descripción general del equipo</b>		
Luminaria tipo Panel LED con difusor de polipropileno. Brinda iluminación homogénea, diseñado para proporcionar agradable confort visual, tecnología backlite que permite mayor eficiencia y tiempo de vida.		
<b>Datos técnicos</b>		
Voltaje	220-240 V	
Potencia	40 W	
Lúmenes	4,200Lm	
Factor de potencia	0.9FP	
Material carcasa/pantalla de	Aluminio/ Policarbonato	
Ángulo de haz	120°	
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro	
Vida útil media	40,000h	
Eficiencia	105lm/w	

### g) Almacén

En este ambiente se instaló un equipo lineal adosable Led.

<b>Modelo de luminaria:</b>	<b>ARTEFACTO LED 06-703/LED/32W/60K/WH/M</b>	
<b>Descripción general del equipo</b>		
Artefacto LED para adosar en interiores, está alimentado por un conductor de baja energía constante, por lo cual es totalmente seguro, genera ahorro de energía y posee largo periodo de vida útil, no contiene agentes peligrosos (mercurio, plomo).		
<b>Datos técnicos</b>		
Voltaje	220-240 V	
Potencia	32 W	
Lúmenes	2840Lm	
Factor de potencia	0.9FP	
Material carcasa/pantalla de	Polímero termoplástico	
Ángulo de haz	120°	
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro	
Vida útil media	20,000h	
Eficiencia	88.7lm/w	

## h) Servicios higiénicos

Para iluminar los servicios higiénicos son recomendable las luminarias Plafón de forma circular y de fácil instalación.

<b>Modelo de luminaria:</b>	<b>PLAFON LED 11-301/LED/15W/30K/WH</b>	
<b>Descripción general del equipo</b>		
Plafón circular de fácil limpieza, fácil y práctico de instalación y mantenimiento, se adapta a cualquier espacio por su diseño.		
<b>Datos técnicos</b>		
Voltaje	150-240 V	
Potencia	15 W	
Lúmenes	1400Lm	
Factor de potencia	0.9FP	
Material de carcasa/pantalla	Aluminio/ Policarbonato	
Ángulo de haz	120°	
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro	
Vida útil media	25,000h	
Eficiencia	93.3lm/w	

### 4.3.2 Consolidado de equipos de iluminación.

Se realizó un consolidado de todos los equipos que se instalaron en los ambientes, previamente se realizó los cálculos adecuados y se seleccionó de acuerdo a los criterios que mencionamos.

Tabla 23. Equipos led de iluminación, pabellón 1.

AMBIENTES	TIPO	WATTS	CANT	LUM/W
<b>Dirección</b>	Panel led cuadrado	48	2	97.9
<b>Subdirección</b>	Panel led cuadrado	48	2	97.9
<b>Sala de profesores</b>	Panel led cuadrado	48	2	97.9
<b>Coordinación de tutoría</b>	Panel led cuadrado	48	2	97.9
<b>Baño N° 01</b>	Plafón Led	15	3	93.3
<b>Baño N° 02</b>	Plafón Led	15	3	93.3
<b>Baño N° 03</b>	Plafón Led	15	3	93.3
<b>Baño N° 04</b>	Plafón Led	15	3	93.3
<b>Taller electricidad</b>	Panel led cuadrado	38	8	125
<b>Taller electrónica</b>	Panel led cuadrado	38	8	125

Continuación de la tabla 23

<b>Taller industrias alimentarias</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	13	90
<b>Taller construcción civil</b>	Maxos Lineal led 90cm	67	9	134
<b>Taller computación</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Taller carpintería</b>	lineal led 90cm	89	18	138
<b>Pasadizos</b>	Plafón Led	15	6	93.3

Tabla 24. Equipos led de iluminación, patios y perímetros.

AMBIENTES	TIPO	WATTS	CANT	LUM/W
<b>Patios</b>	Faro Led (Kio led)	40	18	140
<b>Perímetro</b>	Led coreline	83	10	111

Tabla 25. Equipos led de iluminación, pabellón 2.

AMBIENTES	TIPO	WATTS	CANT	LUM/W
<b>Aula N° 01</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 02</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 03</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 04</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 05</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 06</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 07</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 08</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 09</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 10</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 11</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Aula N° 12</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Baño N° 01</b>	Plafón Led	15	3	93.3
<b>Baño N° 02</b>	Plafón Led	15	3	93.3
<b>Baño N° 03</b>	Plafón Led	15	3	93.3
<b>Baño N° 04</b>	Plafón Led	15	3	93.3
<b>Aula innovación</b>	Panel led rectangular 30x120cm	48	7	90
<b>Biblioteca</b>	Panel led cuadrado	40	8	105
<b>Biblioteca</b>	Panel led cuadrado	16	5	105
<b>Laboratorio</b>	<b>Panel led rectangular 30x120cm</b>	<b>48</b>	<b>7</b>	<b>90</b>
<b>Almacén</b>	Panel led rectangular 30x120cm	32	3	88.7

Continuación de la tabla 25

<b>Taller mecánica automotriz</b>	Maxos Lineal led 90cm	89	18	138
<b>Taller mecánica de producción</b>	Maxos Lineal led 90cm	89	45	138
<b>Pasadizos</b>	Plafón Led	15	8	93.3

Se realizaron nuevas mediciones después del proyecto representados en la tabla 26, se tomó lecturas de voltaje y corriente, con estos datos se pudo determinar los consumos de energía activa, aparente y reactiva, estos cálculos fueron realizados en base a las mediciones de forma indirecta porque no se usó un analizador de redes, seguidamente se realizó una contrastación de los datos obtenidos antes y después del proyecto.

Tabla 26. Medición de nuevos parámetros.

<b>MEDICION DE PARAMETROS ELECTRICOS DESPUÉS DEL PROYECTO</b>			
<b>Área: Subestación</b>			
<b>Nivel de tensión: 220vac – 60hz</b>			
<b>Tablero General (TG-TF)</b>			
<b>Cto</b>	<b>Descripción de circuito</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Amperaje</b>
<b>G-08</b>	Alimentador alumbrado perimetral	226	2.9
<b>G-09</b>	Alimentador alumbrado patios	226	2.5
<b>G-10</b>	Alimentador C-1 alumbrado SSHH	226	0.6
<b>G-11</b>	Alimentador C-2 alumbrado SSHH	226	0.6
<b>Área: Pabellones</b>			
<b>Tableros distribución y sub-tableros</b>			
	Descripción de circuito		1.4
	Alimentador alumbrado aulas (12 unid)	224	1.1
	Biblioteca, laboratorio almacén	224	1.1
	Áreas administrativas	224	2.2
	Taller electricidad	224	2.1
	Taller electrónica	224	1.2
	Taller industrias alimentarias	224	5.6
	Taller construcción civil	226	5.6
	Taller computación	224	14.1
	Taller carpintería	224	0.7
	Taller mecánica automotriz	225	2.9
	Taller mecánica de producción	225	2.5
	Pasadizos y zonas de evacuación	223	0.6

Se calculó la potencia activa consumida con la sumatoria de corrientes medidas en cada circuito.

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} * 59A * 225V * 0.95$$

$$P_{3\phi} = \mathbf{21.81KW}$$

Se calculó la potencia aparente.

$$S_{3\phi} = \sqrt{3} * 59A * 224.8V$$

$$S_{3\phi} = \mathbf{22.98KVA}$$

Entonces la potencia reactiva consumida fue.

$$Q_{3\phi} = \sqrt{22.98^2 - 21.81^2}$$

$$Q_{3\phi} = \mathbf{7.17KVAR}$$

El consumo energético disminuyó en un 43% se puede apreciar en la figura 09, y en la figura 10 se demuestra cuánto disminuyó la potencia reactiva en 75%.

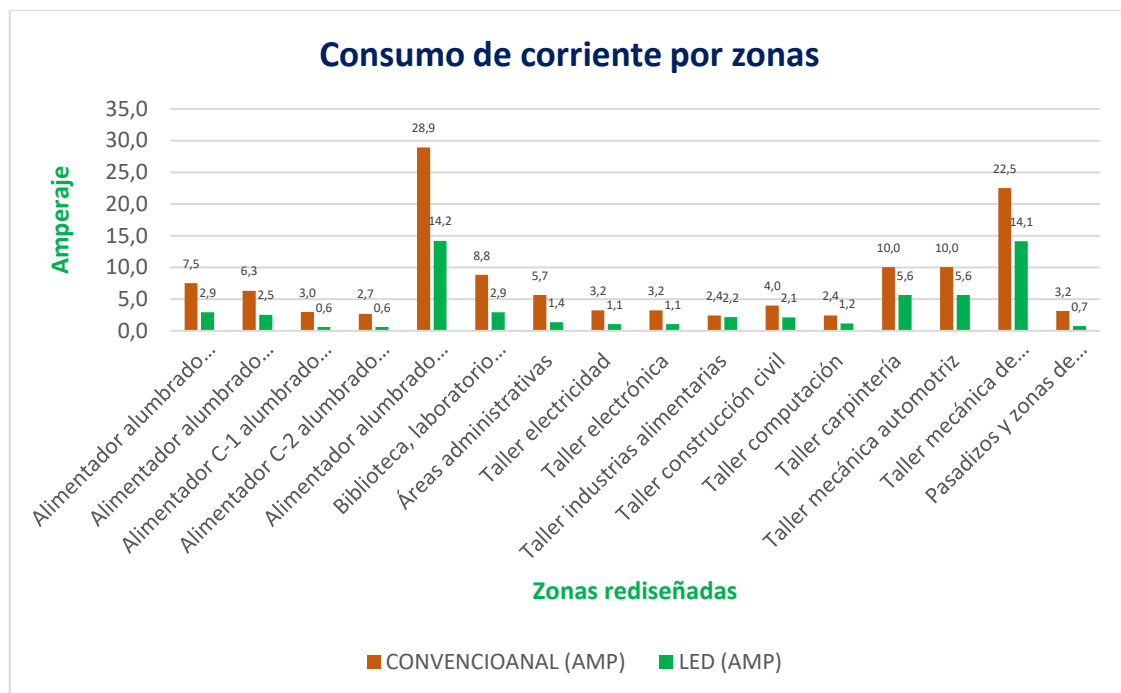


Figura 9. Consumo en amperios de nuevos equipos.

Fuente: Propia (2020)

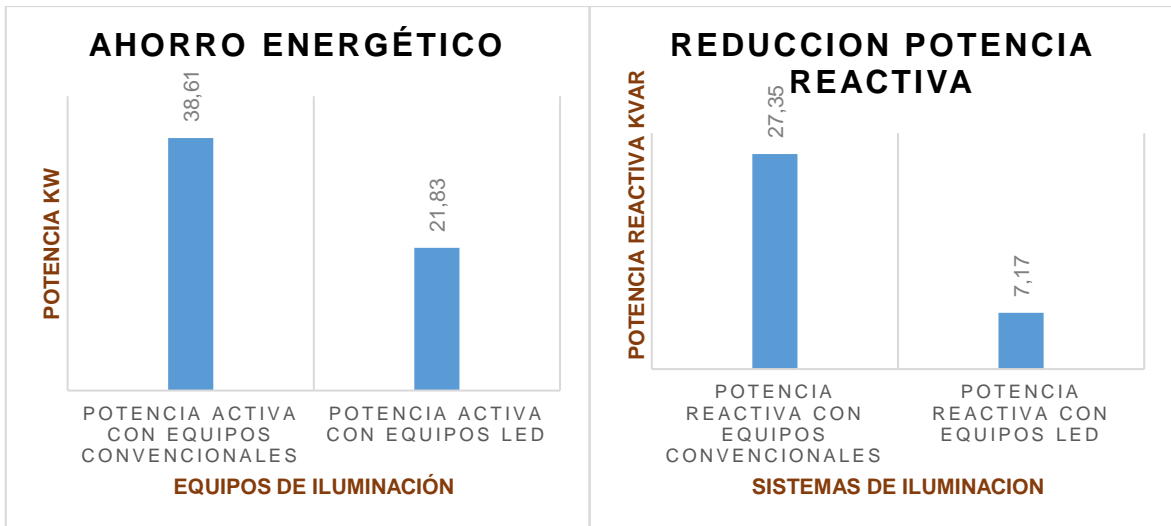


Figura 10. Reducción de potencia activa y reactiva.

#### 4.4 Evaluación económica

El objetivo de este proyecto fue reducir el consumo energético en el sistema de iluminación de la institución educativa, con una inversión económica viable y rentable para ello se analizó las pérdidas económicas por el exceso de consumo de energía eléctrica producidos por el uso de equipos convencionales de baja eficiencia lumínica y eléctrica.

##### 4.4.1 Pérdidas por consumo de energía.

Se cuantificó las pérdidas económicas de todo el sistema de iluminación, en el desarrollo del objetivo 3 se demostró cuanto de energía se consumía antes de este proyecto.

Tabla 27. Costo por consumo de energía consumida en iluminación antes y después.

	Energía consumida Kwh	Costo promedio Kwh	Costo soles
<b>ANTES</b>			
<b>ENERGÍA ACTIVA</b>	10423.705	0.227	S/2,360.97
<b>ENERGÍA REACTIVA</b>	4690.667	0.054	S/250.95
	FACTURACIÓN MENSUAL		S/2,611.92
<b>AHORA</b>			
<b>ENERGÍA ACTIVA</b>	5893.436	0.227	S/1,334.86
<b>ENERGÍA REACTIVA</b>	169.048	0.054	S/9.04
	FACTURACIÓN MENSUAL		S/1,343.91
	DIFERENCIA EN FACTURACIÓN MENSUAL		S/1,268.01
	DIFERENCIA EN FACTURACIÓN ANUAL		S/15,216.15

Fuente: Propia (2020)

##### 4.4.2 Inversión económica.

Los equipos y materiales fueron necesarios para este proyecto, donde se buscó mejorar el consumo de energía del sistema de iluminación, en este caso se describen los costos de los equipos.

Tabla 28. Costo total de equipos iluminación.

Cant	Unid	Recursos	Cost/unit	Costo S/
37	Pz	Panel cuadrado 600x600x40mm 4,000lm / 48w - 220V	S/69.30	S/2,564.10
81	Pz	Maxos led lineal 1800x87x82mm 12,300lm - 220V	S/303.60	S/24,591.60
9	Pz	Maxos led lineal 1800x87x82mm 9,000lm - 220V	S/247.50	S/2,227.50
16	Pz	Panel cuadrado 595x595x30mm 4,300lm / 38w - 220V	S/79.20	S/1,267.20
118	Pz	Panel rectangular 1200x300x36mm 4,320lm / 48w - 220V	S/69.30	S/8,177.40
3	Pz	Panel rectangular 1200x116x35mm 2,840lm / 32w - 220V	S/56.10	S/168.30
38	Pz	Plafón led 1400lm / 15w - 220V	S/33.00	S/1,254.00
18	Pz	Faro led Kio 5,500lm / 40w -220v	S/174.90	S/3,148.20
10	Pz	Luminaria led coreline 10,200lm / 83w / 220v	S/201.30	S/2,013.00
<b>Total</b>				<b>S/45,411.30</b>



#### 4.4.3 Mano de obra y mantenimiento.

Para la realización de este proyecto se utilizó mano de obra de personal técnico calificado y profesional, se detallaron en la tabla 29, también se detalló el costo de mantenimiento por año porque así se dispuso en los cálculos realizados en el ítem 4.2.

Tabla 29. Costo de mano de obra.

Cant	Recursos	Cost/H-H	#Horas	Costo S/
4	Técnico electricista	S/7.50	96	S/2,880.00
4	Ayudante electricista	S/5.50	96	S/2,112.00
1	Supervisión profesional	S/15.00	30	S/450.00
<b>Total</b>				<b>S/5,442.00</b>

Tabla 30. Costo por mantenimiento anual.

Cant	Recursos	Cost/H-H	#Horas	Costo S/
1	Técnico electricista	S/7.50	56	S/420.00
1	Ayudante electricista	S/5.50	56	S/308.00
1	Supervisión profesional	S/15.00	30	S/450.00
1	Otros	S/5.00	25	S/125.00
Subtotal				S/1,303.00

Fuente: Propia (2020)

#### 4.4.4 Valor actual neto VAN y tasa interna de retorno TIR.

Para calcular el Valor Actual Neto se usó la siguiente fórmula, nos permitió determinar la viabilidad del proyecto, y su rentabilidad en un periodo de 5 años.

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

Tabla 31. Cálculo del VAN.

# Años= 5		Tasa de interés (i)=12%	
<b>Inversión Inicial: S/49,053.30</b>			
Años	Flujo efectivo Neto	(1+i) <sup>i</sup>	F <sub>j</sub> /(1+i) <sup>j</sup>
0	-S/49,053.30		-S/49,053.30
1	S/15,216.15	1.12	S/13,585.85
2	S/15,216.15	1.25	S/12,130.22
3	S/15,216.15	1.40	S/10,830.56
4	S/15,216.15	1.57	S/9,670.14
5	S/15,216.15	1.76	S/8,634.05
<b>VAN</b>			<b>S/8,797.52</b>

Fuente: Propia (2020)

Para el cálculo de la tasa interna de retorno se determinó tomando en cuenta los ingresos netos y los egresos, en este caso es por mantenimientos preventivos que se realizará 1 vez cada año.

Tabla 32. Cálculo del TIR.

Años	Ingresos	Egresos por mantenimiento	Ingresos - Egresos	inversión
				S/49,053.00
<b>0</b>	S/0.00	S/0.00	-S/49,053.00	
<b>1</b>	S/15,216.15	S/1,303.00	S/13,913.15	
<b>2</b>	S/15,216.15	S/1,303.00	S/13,913.15	
<b>3</b>	S/15,216.15	S/1,303.00	S/13,913.15	
<b>4</b>	S/15,216.15	S/1,303.00	S/13,913.15	
<b>5</b>	S/15,216.15	S/1,303.00	S/13,913.15	
		<b>TIR</b>	<b>13%</b>	

Para culminar el análisis financiero se efectúa una evaluación de costo beneficio nos permitió conocer en cuanto tiempo de recuperación de la inversión.

Tabla 33. Relación costo beneficio.

Años	Ingresos	Caja acumulada	Inversión
			S/49,053.30
<b>1</b>	S/15,216.15		
<b>2</b>	S/15,216.15	S/30,432.30	
<b>3</b>	S/15,216.15	S/45,648.45	
<b>4</b>	S/15,216.15	S/60,864.60	
<b>5</b>	S/15,216.15	S/76,080.75	
		Ratio	0.22
<b>TIEMPO DE RECUPERACIÓN</b>		3 años con 2 meses	

Fuente: Propia

Se determinó que el proyecto es rentable con una tasa interna de retorno aceptable, una vez que se conoció estos indicadores se dio por aprobado el proyecto, se observó el costo beneficio de la inversión de S/49,053.30 se recuperará en un periodo de 3 años y 2 meses, Aparte de los beneficios muy altos en la iluminación mejorando del 56% al 93% esto permitió iluminar correctamente los diferentes ambientes consumiendo menos energía.

## V. DISCUSIÓN

En la investigación realizada se determinó que un factor importante en el consumo de energía de un sistema de iluminación es el consumo de energía reactiva porque muchas veces solo se observa a este parámetro como insignificante ya que las tarifas eléctricas como BT5, BT5A Y BT6 no está estipulado un consumo de esta energía solo se factura la energía activa donde incluye todo, en cambio en las tarifas MT2, MT3 y MT4 si se factura este tipo de energía por separado, como en este proyecto se trató sobre este consumo de energía se demostró que esta energía si afecta al consumo y facturación mensual ya sea independientemente que tarifa se use, simplemente por el retraso de la corriente respecto a la tensión siempre existirá si se tiene una carga inductiva conectada a la red esto genera mayor corriente eléctrica y por ende afecta a la variable de potencia finalmente el medidor reporta la lectura y la concesionaria lo factura.

Al usar los equipos led este tipo de energía no es nula o cero si existe, pero se reduce significativamente ya que el factor de potencia de estos equipos oscila entre 0.9 y 0.95.

En tal sentido se evidenció que hubo un incremento del rendimiento académico de los alumnos, profesores y todo el personal que labora en esta institución ya que los niveles de iluminación alcanzados fueron de acuerdo a los estándares que previamente han pasado por múltiples pruebas finalmente estandarizadas. Con esta demostración se pone en discusión que la iluminación en una institución educativa debe cubrir un porcentaje mínimo del 30% del total de la energía usada. Como lo describe la sociedad de ingeniería de iluminación norteamericana, teniendo en cuenta el avance científico este porcentaje bajaría ya que con el uso de nuevas tecnologías se alcanza los niveles de iluminación adecuados.

Según Lojano (2014), manifiesta que las lámparas de sodio a alta presión son altamente eficientes en lúmenes por vatio que la tecnología LED. De cierta forma desde mi apreciación tiene sentido común en relación al trabajo de investigación que vengo realizando, dado a que se ha podido apreciar en los diferentes talleres de la institución educativa que venían utilizando las lámparas descritas por Lojano. En efecto, para reducir el consumo de energía eléctrica propongo la utilización de luminarias Led.

Estos resultados descritos por (Nepo & Zatta, 2018), tiene mucha similitud con el trabajo de investigación que propongo en una de sus conclusiones se aprecia que al hacer un cambio de iluminación a base de tecnología led genera un ahorro del 29.71%, ante los datos obtenidos debo resaltar que en mi trabajo de investigación el ahorro de energía ha sido mayor con un 56%, dado a que la elección de la tecnología led fue seleccionada y comparada con otras, de manera técnica y económica. En tal sentido el dato porcentual referido es una cifra que satisface a la comunidad usuaria, generando interés y una perspectiva enorme para realizar un proyecto similar en otras instituciones educativas del ámbito local, regional y nacional.

Moreno Reina, (2015) Manifiesta en uno de sus objetivos realizar un diagnóstico energético del almacén en el cual se pudo encontrar grandes potenciales de ahorro energético para la adquisición de equipos. De lo expuesto por el tesista satisface al diagnóstico que he realizado en mi investigación porque las aulas y talleres de la institución educativa tienen la necesidad y toda la predisposición de contar con grandes potenciales de ahorro de energía. En tal sentido se pudo apreciar toda la predisposición de la autoridad quien representa a la institución educativa y el personal docente, donde ponen de manifiesto poder hacer la adquisición de los equipos adecuados para cada ambiente y aula taller de las ocho especialidades que ofertan. Determinándose definitivamente que dicha inversión me permitirá reducir el consumo de energía eléctrica en la I.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand.

Con lo expuesto por Poma Aliaga (2017), En su trabajo de investigación Diseño de un sistema inteligente de ahorro de energía eléctrica. Concluye que con este sistema se obtuvo un ahorro del 20.39% en el caso de las luminarias. Ante lo expuesto por el investigador cabe resaltar que son datos porcentuales referenciales para demostrar el ahorro de energía. Por otro lado en nuestro caso con el nuevo sistema se redujo el 40% de potencia del sistema de iluminación, porcentaje que es muy aceptado por la institución y los miembros de la comunidad educativa en tal sentido, de acuerdo a lo investigado podemos manifestar que nuestro proyecto brinda esta tecnología y se recomienda instalar luminarias de tipo LED, en cuanto al sistema de iluminación.

Espinal (2019), en su trabajo de investigación, menciona los beneficios que logra con la iluminación LED, como lo es la salud y el confort visual del personal que labora en la mencionada planta, de esa manera demuestra que se puedan lograr mejoras en la productividad y seguridad en la realización de las actividades laborales. En tal sentido ante lo expuesto por el investigador es necesario resaltar que en mi proyecto de investigación el sistema de iluminación para reducir el consumo de energía eléctrica en la I.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand, también pretende mejorar el confort visual, en todas las actividades que se realiza en la comunidad educativa I.S.F.T. Pedro Abel Labarthe Durand.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se realizó un diagnóstico de la situación actual del sistema de iluminación, de lo cual se determinó que los niveles de iluminación no alcanzaban los mínimos estándares exigidos por la NTP EM-010, por el uso de equipos convencionales muy antiguos y de baja eficiencia.
2. Se determinó los parámetros de iluminación adecuados para los diferentes ambientes mejorando el sistema de un 56% a un 93% y una mejora en el consumo energético de un 43%, gracias a esta nueva tecnología se iluminó mejor consumiendo menos energía.
3. Se seleccionó los equipos de iluminación tomando en cuenta criterios establecidos en la Normativa como la eficiencia lumínica, la disponibilidad de los equipos y tipo de lámpara según la aplicación.
4. Se realizó la evaluación económica del proyecto donde se determinó que el proyecto es viable a través de los indicadores del VAN y la TIR, también se evaluó el costo beneficio, se concluyó que la inversión se recuperará en un periodo de 3 años y 2 meses, ahorrando un promedio anual de 15,216 soles.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Ante la investigación realizada recomiendo la implementación del sistema de iluminación con tecnología led en las diferentes instituciones educativas públicas y privadas del ámbito de nuestra región y a nivel nacional porque al realizar este tipo de instalación eléctrica se está logrando el confort visual de los usuarios, un alto rendimiento de iluminación y ahorro de energía que beneficia económicamente a todo usuario que desee llevar a cabo un proyecto de esta magnitud.
2. Se recomienda al representante de la institución educativa gestionar un presupuesto para realizar el plan de mantenimiento preventivo para el sistema de iluminación que a su vez permita el correcto funcionamiento y además alargar el estado de utilidad de las luminarias LED para su conservación y sostenibilidad en el tiempo.
3. Para lograr un rendimiento más eficiente de la energía eléctrica, se recomienda reemplazar todo el cableado de la instalación, ya que su deterioro en toda instalación puede seguir consumiendo energía eléctrica y de esa forma perjudicaría enormemente la situación económica de las instituciones y la población beneficiaria en su conjunto.
4. Cuando se realice el plan de mantenimiento correctivo recomiendo realizar la verificación y un análisis muy detallado de los tipos de luminarias LED que se pretende reemplazar ya que en el mercado se encuentra de todo tipo y precios. Así mismo considerar el 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.

## REFERENCIAS

MORENO Reyna, Jorge Andrés. Modelo para la aplicación de gestión eficiente de energía para grandes superficies en Colombia. Proyecto de grado (ingeniero electricista). Bogotá: universidad de la Salle de Colombia, 2015. Disponible en <https://ciencia.lasalle.edu.co/do/search/?q=MODELO%20PARA%20LA%20APLICACI%C3%93N%20DE%20GESTI%C3%93N%20EFICIENTE%20DE%20ENERG%C3%8DA%20PARA%20GRANDES%20SUPERFICIES%20EN%20COLOMBIA.%20UNIVERSIDAD%20DE%20LA%20SALLE&start=0&context=13137904&facet=>

POMA Aliaga, Luis Felipe. Diseño de un sistema inteligente de ahorro de energía eléctrica. Tesis (ingeniero electrónico). Lima: universidad Pontificia universidad católica del Perú, 2017. Disponible en <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/discover>

COSTA Muñoz, David. Diseño de un sistema de iluminación con tecnología LED. Trabajo final de carrera (). Barcelona: Universidad Católica de Catalunya, 2010. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/11193>

ESPINAL Pardo, Juan Manuel. Optimización en la iluminación, con tecnología LED, caso: planta concentradora C2 – SMCV. Tesis (grado académico de maestro). Arequipa: universidad nacional de san Agustín de Arequipa, 2019. Disponible en <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/discover>

HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos, y BATISTA Lucio, Pilar. Metodología de la investigación. 4ª ed. México, D. F.: McGraw – Hill, 2014. Pp. 165.  
ISBN: 13: 978-970-105763-7  
<https://seminariodemetodologiadelainvestigacion.files.wordpress.com/2012/03/metodologc3ada-de-la-investigac3b3n-roberto-hernc3a1ndez-sampieri.pdf>

LOJANO Leon, Luis Miguel y ORELLANA Lojano, Franklin Rene. Mejoramiento del sistema de alumbrado público de una arteria de circulación vehicular de la



ciudad de cuenca, mediante la sustitución por tecnología LED (LIGHT EMITTING DIODE). Tesis (ingeniero eléctrico). Cuenca: universidad de cuenca, 2014.

Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5312>

ROJAS Lopez, Neil. Diseño e implementación de un sistema para iluminación decorativo con LEDs para un jardín controlado por un dispositivo móvil. Tesis (ingeniero electrónico). Lima: Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. Disponible en

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12879>

REVISTA 5 conceptos en la medición de la luz [en línea]. México: ILUMINET, 2014 [fecha de consulta: 17 de mayo de 2020].

Disponible en <https://www.iluminet.com/5-metricas-iluminacion/>

QUIZHPI Vargas, Víctor Rafael. Estudio de factibilidad técnica y económica para la utilización de luminarias tipo LED en la facultad técnica para el desarrollo. Tesis (ingeniero eléctrico – mecánica). Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2015. Disponible en

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3795/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-55.pdf>

CONTRERAS Ccanto, Milagros Zaida. Sistema de iluminación con un programa controlador para reducir el consumo de energía eléctrica en residencias. Tesis (Grado de magister en tecnología energética). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015. Disponible en

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3924/Contreras%20Ccanto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MEDRANO Arias, Eduardo Alfredo. Rediseño e implementación de un sistema de iluminación para espacios publicitarios usando LED RGB. Tesis (ingeniero

electrónico). Lima: universidad pontificia universidad Católica del Perú, 2010.

Disponible en

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/509/MEDRAN\\_O\\_ARIAS\\_EDUARDO\\_SISTEMA\\_ILUMINACION\\_LED\\_RGB.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/509/MEDRAN_O_ARIAS_EDUARDO_SISTEMA_ILUMINACION_LED_RGB.pdf?sequence=1)

CASTRO Guaman, Miguel Paul y POSLIGUA Murillo, Norman Christos. Diseño de iluminación con luminarias tipo LED basado en el concepto eficiencia energetica y confort visual, implementacion de estructura para pruebas. Tesis (ingeniero eléctrico en sistemas de potencia). Guayaquil: Universidad politecnica Salesian sede Guayaquil, 2015. Disponible en

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10253/1/UPS-GT001344.pdf>

MORA, Jesus Fraile. Circuitos electricos . pearson educación, S.A. , Madrid 2012. Pp. 7.

ISBN: ISBN: 9788483227954

[https://www.academia.edu/29576960/Circuitos\\_electricos\\_Jesus\\_Fraile\\_Mora\\_pdf](https://www.academia.edu/29576960/Circuitos_electricos_Jesus_Fraile_Mora_pdf)

APLICACIONES de iluminación con Leds [Mensaje en un blog]. Colombia: Fillipo, [et al.]. F., (agosto del 2010). [Fecha de consulta: 25 de abril de 2020]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917249003.pdf>

TECNOLOGÍA Leds [Mensaje en un blog]. Perú: Osinergmin, F., (Julio del 2013). [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/Forolca/1/2%20Avances%20Tecnologicos%20LEDs%20AP%20-%20J.Manuico.pdf>

COMITÉ Español de Iluminación. Posibles riesgos de la iluminación led [en línea]. 1.ª ed. España: editorial MIC., 2018 [fecha de consulta: 10 de abril de 2020].

Disponible en: [https://www.ceisp.com/fileadmin/user\\_upload/Riesgos-iluminacion-led.pdf](https://www.ceisp.com/fileadmin/user_upload/Riesgos-iluminacion-led.pdf)

ISBN: 978-84-946991-7-7

CONCEPTOS básicos del Led [Mensaje en un blog]. Portugal: Universidad de Coímbra, F., (Julio del 2017). [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2020]. Recuperado de [http://www.premiumlightpro.es/fileadmin/es/4\\_Conceptos\\_Basicos\\_del\\_LED.pdf](http://www.premiumlightpro.es/fileadmin/es/4_Conceptos_Basicos_del_LED.pdf)

GAGO, Alfonso y FRAILE, Jorge. Iluminación con tecnología led [en línea]. 1.<sup>a</sup> ed. España: Paraninfo., 2012 [fecha de consulta: 01 de abril de 2020].

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=8FN1mCQVzrIC&printsec=frontcover&dq=i+iluminacion+led&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwibmc3j\\_-vtAhV5LLkGHeZHCSscQ6AEwAHoECAUQAq#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=8FN1mCQVzrIC&printsec=frontcover&dq=i+iluminacion+led&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwibmc3j_-vtAhV5LLkGHeZHCSscQ6AEwAHoECAUQAq#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 978-84-283-3368-9

GAGO, Alfonso y FRAILE, Jorge. Iluminación con tecnología led [en línea]. 1.<sup>a</sup> ed. España: Paraninfo., 2012 [fecha de consulta: 01 de abril de 2020].

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=8FN1mCQVzrIC&printsec=frontcover&dq=i+iluminacion+led&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwibmc3j\\_-vtAhV5LLkGHeZHCSscQ6AEwAHoECAUQAq#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=8FN1mCQVzrIC&printsec=frontcover&dq=i+iluminacion+led&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwibmc3j_-vtAhV5LLkGHeZHCSscQ6AEwAHoECAUQAq#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 978-84-283-3368-9

URRUTIA Bones, Job. Diseño de iluminación LED con control domótico para ahorro de energía eléctrica y su implementación en las oficinas corporativas del edificio torre begonias. Tesis ( ingeniero eléctrico y de potencia ). Lima: universidad tecnológica del Perú, 2019. Disponible en [http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2468/4/Job%20Urrutia\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2468/4/Job%20Urrutia_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf)

## ANEXOS

### ➤ Anexo 1 Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Unidad	Instrumentos
<b>Independiente:</b> Sistema de iluminación con tecnología led	Diversos estudios han demostrado que la instalación y uso de Diodos Emisores de Luz (LED), además de ser una inversión rentable, contribuye al desarrollo sostenible, permitiendo un alto nivel de confianza y un bajo coste de operación (Costa Muñoz, 2012 pág. 21)	Es un Sistema de iluminación con tecnología LED, aplicado a la I.E.S.F.T Pedro Abel Labarthe Durand	Flujo luminoso  Eficiencia energética  Iluminación luminaria	Lumen  Watts  Lux  lúmenes	Fichas de recolección de datos
<b>Dependiente:</b> Consumo de energía eléctrica	Cantidad de energía que necesita una actividad	Eficiencia de la tecnología LED con el ahorro energético	Consumo de energía eléctrica.	Watts	Fichas de recolección de datos

Fuente: Elaboración

➤ **Anexo 2 Técnica e Instrumento de Recolección de datos.**

Técnicas	Objetivos	Instrumentos
<b>Observación directa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inventarios de equipo.</li> <li>▪ Estado de los equipos.</li> <li>▪ Carga de energía de los equipos.</li> <li>▪ Medición de parámetros eléctricos actuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ficha de Inventario.</li> <li>▪ Ficha de estado de equipos</li> <li>▪ Ficha de registro de parámetros eléctricos</li> </ul>
<b>Entrevista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso de energía.</li> <li>▪ Evaluación del sistema de iluminación actual</li> </ul>	Ficha de Entrevista

➤ Anexo 2 Fichas de recolección de datos



**ENTREVISTA AL PERSONAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA**

**1. Datos del entrevistado**

Nombre:

Cargo:  Fecha:

**2. Aspectos de trabajo**

Califique cada aspecto asignado con un valor que considere adecuado en las siguientes escalas  
1=Deficiente, 2=Regular, 3=Excelente.

	<b>CUESTIONARIO</b>	<b>D</b>	<b>R</b>	<b>E</b>
1	¿Califique el sistema de iluminación actual de la institución?			
2	¿Las aulas y ambientes de trabajo administrativo están bien iluminados?			
3	¿Los talleres de la Institución están bien iluminados?			
4	¿Cómo califica el estado de las lámparas?			
5	¿Cómo califica la iluminación en los pasadizos y zonas de evacuación?			
	<b>TOTAL</b>			

FIRMA DEL ENTREVISTADO



## ENTREVISTA AL PERSONAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA

### 1. Datos del entrevistado

Nombre:

Cargo:  Fecha:

### 2. Aspectos de trabajo

Califique cada aspecto asignado con un valor que considere adecuado en las siguientes escalas  
1=Deficiente, 2=Regular, 3=Excelente.

	CUESTIONARIO	D	R	E
1	¿Califique el sistema de iluminación actual de la institución?			
2	¿Las aulas y ambientes de trabajo administrativo están bien iluminados?			
3	¿Los talleres de la Institución están bien iluminados?			
4	¿Cómo califica el estado de las lámparas?			
5	¿Cómo califica la iluminación en los pasadizos y zonas de evacuación?			
	TOTAL			

FIRMA DEL ENTREVISTADO



## ENTREVISTA AL PERSONAL ADMINISTRATIVO

### 1. Datos del entrevistado

Nombre:

Cargo:  Fecha

### 2. Cuestionario


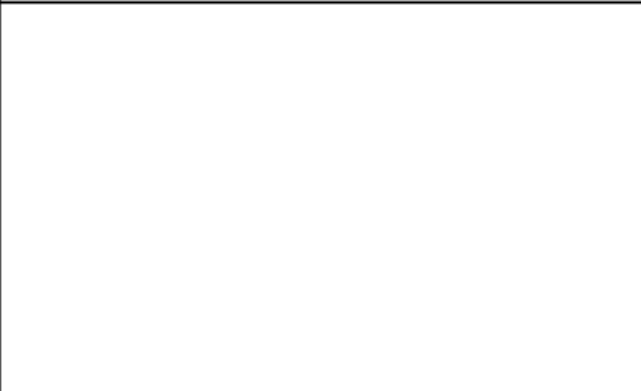
Marque con un aspa (x) la respuesta que usted cree conveniente y se ajuste a la realidad del trabajo y su persona.

	CUESTIONARIO	SI	NO
1	¿La iluminación actual produce cansancio o fatiga a los ojos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	¿Los ambientes, generan somnolencia?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	¿Existe un plan de mantenimiento para el sistema de iluminación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	¿Se produce cortes de energía inesperados por alguna falla de los equipos de iluminación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>


FIRMA DEL ENTREVISTADO



➤ Anexo 3 Ficha técnica de equipos

		<b>FICHA TECNICA DE EQUIPOS</b>	
<b>EQUIPO</b>			
<b>1. CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
<b>UBICACION</b>		<b>FABRICANTE</b>	
<b>MARCA</b>		<b>AÑO DE FABR.</b>	
<b>MODELO</b>		<b>FECHA DE COMPRA</b>	
<b>CAPACIDAD</b>		<b>FECHA DE ARRANQUE</b>	
<b>2. FUNCION DEL EQUIPO</b>			
<b>3. ESTADO ACTUAL</b>		<b>4. CONDICIONES DE OPERACION</b>	
<b>DETERIORADO</b>			
<b>REGULAR</b>		<b>MEDIO DE LA INSTALACION</b>	
<b>EXCELENTE</b>		<b>GRADO DE PROTECCION (IP)</b>	
<b>5. DATOS TECNICOS</b>		<b>FOTOGRAFIA DEL EQUIPO</b>	
<b>MARCA</b>			
<b>TIPO</b>			
<b>SERIE</b>			
<b>POTENCIA (W)</b>			
<b>TENSION (V)</b>			
<b>AMPERAJE (A)</b>			
<b>FRECUENCIA (HZ)</b>			
<b>LUMENES (lm)</b>			
<b>F.P (COS)</b>			

➤ Anexo 4 Normas técnica peruana EM-010

10		NORMAS LEGALES				Martes 12 de marzo de 2019 /  El Peruano
2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	$E_m$ lux	$UGR_L$	$U_o$	$R_s$	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 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	



6. OFICINAS						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
	Archivo, copia, circulación, etc.	300	19	0,40	80	
	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	0,60	80	
	Estación de trabajo CAD	500	19	0,60	80	
	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,60	80	
	Archivos	200	25	0,40	80	

7. SERVICIOS COMUNALES						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
7.1	<b>Museos</b>					
	Obras exhibidas insensibles a la luz					La iluminación se debe determinar por los requisitos de presentación
	Obras exhibidas sensibles a la luz					1. La iluminación se debe determinar por los requisitos de presentación 2. Es imprescindible la protección contra la radiación dañina
7.2	<b>Bibliotecas</b>					
	Estanterías (de libros)	200	19	0,40	80	
	Áreas de lectura	500	19	0,60	80	
	Mostradores	500	19	0,60	80	
7.3	<b>Templos</b>					
	Nave de iglesia	100	25		80	
	Asientos, altar, púlpito	300	22		80	

1. VIVIENDA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>t</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>t</sub>	Requisitos específicos
1.1	Zona privada					
	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	Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)					
	Vestíbulos de entrada	100	22		60	
	Salas de estar (pública)	200	22		80	
	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Iluminancia al nivel del suelo</li> <li>2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes</li> <li>3 150 lux si hay vehículos en el recorrido</li> <li>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</li> <li>5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones</li> </ol>
	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	

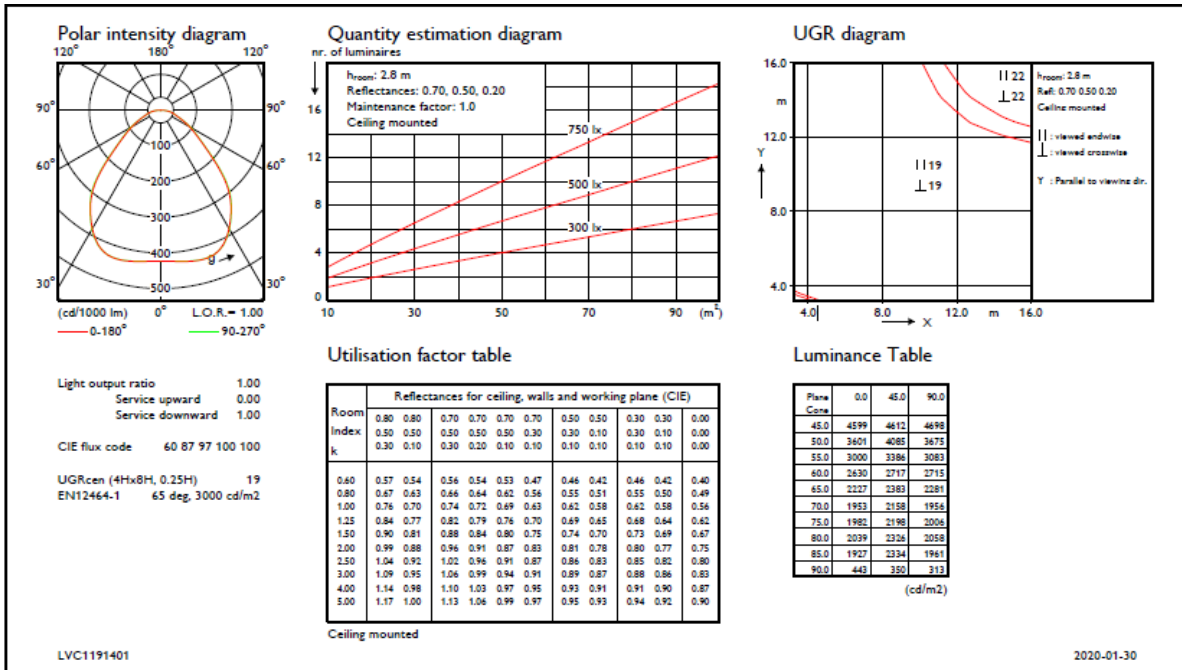
➤ Anexo 5 Recibo de energía emitido por ENSA

Recibo Nº S251-40182517															
Pimentel/Chiclayo															
Recibo por Consumo del 01/04/2020 al 30/04/2020															
Cliente	CESM PEDRO A. LABARTHE DURAND														
R.U.C.	20479374181														
Dirección	Carr. Chiclayo - Pimentel Km3,4 Qta Chiclayo - Pimentel - Pimentel, Chiclayo - L.														
Referencia	COLEGIO														
Ruta	1312-10773-49														
Tarifa	MT3	Serie Medidor	00000011943820 - Electrón.												
Medición	Media Tension	Nº Hilos Medidor	4												
Tensión y SED	10 kV / E-202272	Modalidad	Potencia Variable												
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (S72)	Inicio Contrato	14/10/2010												
Tipo Suministro	Trifásico-Área(C5.2)	Término Contrato	13/10/2020												
		Calificación	Horas Punta												
		Horas Punta	120												
<b>Abril-2020</b>															
		<b>CÓDIGO</b>	<b>26378434</b>												
Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada													
19.000		198.0000													
Magnitud Leída	Leotura Anterior	Leotura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Prelo Unitario	Total							
Energía Activa Total (kWh)	3,906.3000	3,921.8200	13.5200	1,229.0910	Cargo Fijo		10.8200	10.82							
Energía Activa Hora Punta (kWh)	722.8700	726.1500	3.2800	296.1818	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			17.20							
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	3,185.4300	3,195.6700	10.2400	930.9092	Energía Activa HP	296.1818	0.2825	78.27							
Energía Reactiva (kVarh)	1,827.4800	1,835.6100	8.1300	739.0910	Energía Activa FP	930.9092	0.2159	200.96							
Potencia Hora Punta (kW)	0.0500	0.0500	0.0500	4.5455	Energía Reactiva	370.3637	0.0432	16.00							
Potencia Fuera Punta (kW)	0.0800	0.0500	0.0500	4.5455	Pot. Uso Redes Distrib HP	19.0909	14.9900	285.17							
Factor Calificación : 0.5467	Fac.Medic. 90.9091				Pot. Activa Generación HP	4.5455	51.9600	236.25							
					Alumbrado Público ( Alcudia : S/ 0.3549)			42.59							
					Intens. Compensatorio	1.0000	3.7912	3.79							
					SUB TOTAL			892.09							
					Imp. Gral. a las Ventas			180.58							
					Intens. Monitorio	1.0000	0.3655	0.37							
					Redondeo			-0.01							
					Aporte Ley Nro. 28749	1229.0910	0.0086	10.57							
					<b>TOTAL RECIBO DE ABRIL-2020</b>			<b>1063.60</b>							
					Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 30.34										
					Importe 2 Últimos Meses Facturados Feb - 2020 S/ 1191.20      Mar - 2020 S/ 1114.70										
					HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS										
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
SNP kWh	2704	2608	2692	3281	2442	3046	2711	3028	1778	838	870	838	838	838	831
SNP kW	470	427	466	574	477	618	540	607	338	170	228	281	281	281	281
PPF kWh	30,8091	30,8091	32,7075	32,7075	30,8091	19,8888	30,8091	30,8091	17,2727	11,8182	10,0000	7,2727	4,8485	4,8485	4,8485
PPF kW	30,8091	30,8091	21,8182	30,8091	30,8091	21,8182	32,7075	30,8091	17,2727	4,8485	4,8485	4,8485	4,8485	4,8485	4,8485
Emitión	06/05/2020			Vencimiento	25/05/2020			TOTAL	S/*****1,063.60						

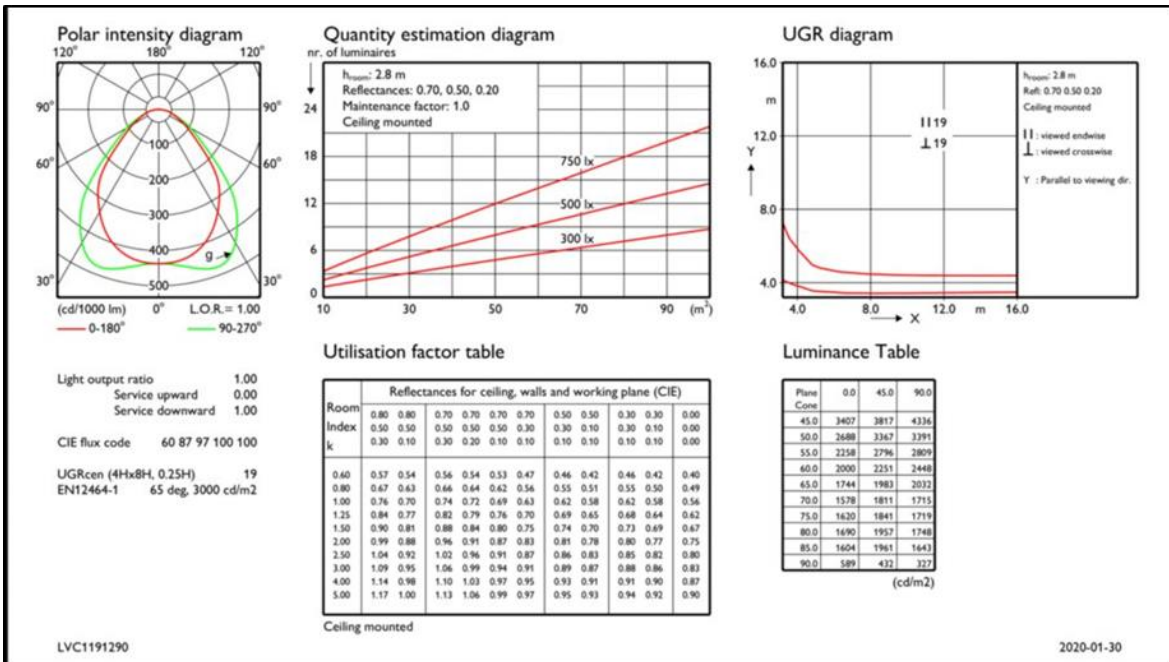
➤ Anexo 6 Eficiencia de un sistema de iluminación

Documento Básico HE. Ahorro de energía		
Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación		
grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico <sup>(4)</sup>	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	4,0
	habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
espacios deportivos <sup>(3)</sup>	5	
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte <sup>(3)</sup>	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(3)</sup>	8
	hostelería y restauración <sup>(3)</sup>	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(7)</sup>	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	10
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12	

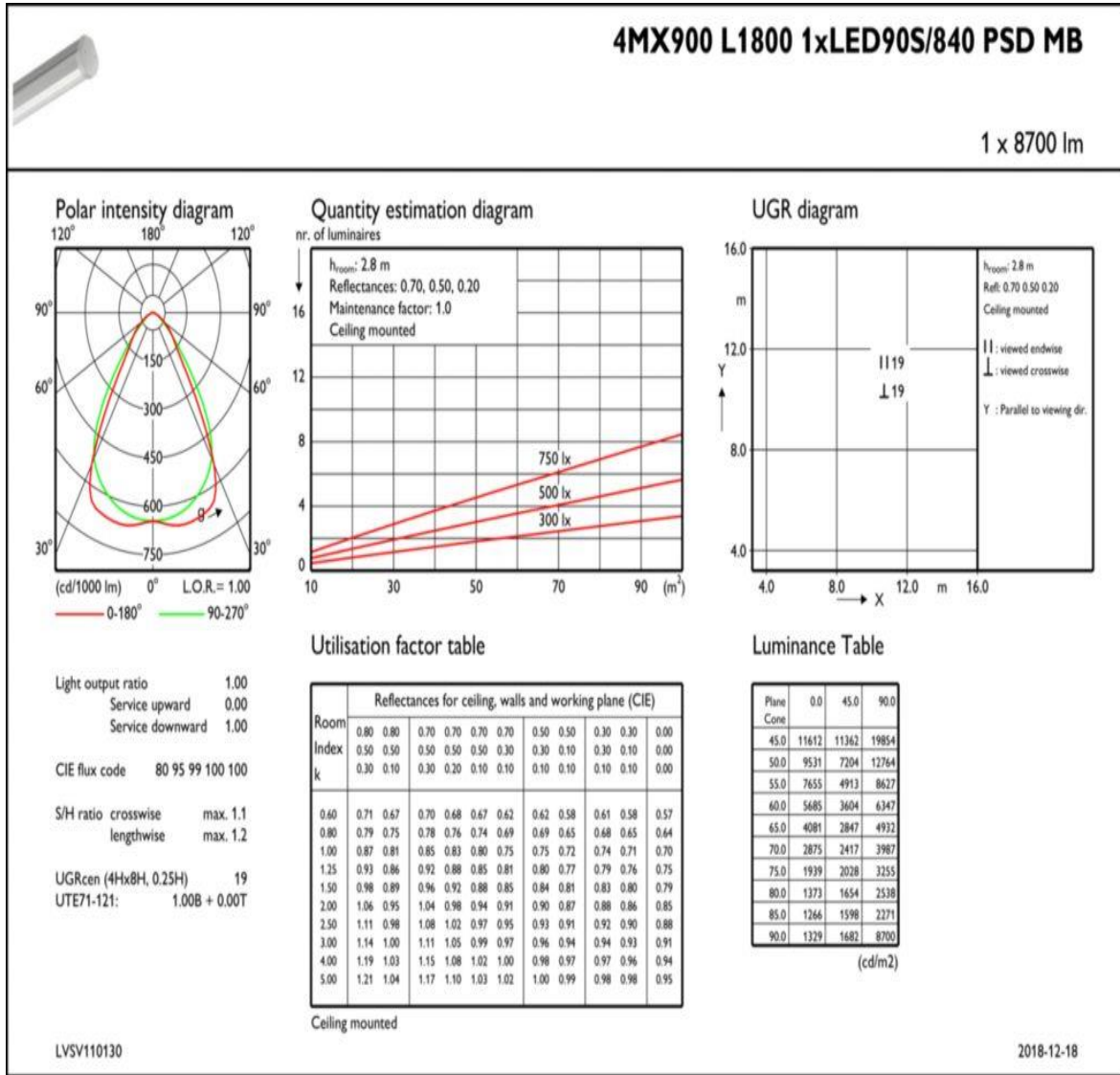
➤ ANEXO 7 Diagrama Lux de PANEL LED CUADRADO, usado en talleres de electricidad y electrónica.



➤ Anexo 8 Diagrama Lux de PANEL RECTANGULAR, usado en aulas, laboratorios y otros.



➤ Anexo 8 Diagrama lux de luminarias LINEALES MAXOS LED usado en talleres.





➤ Anexo 10 Diagrama lux de luminarias Led Office.

Candela distribution					Light Distribution			Average Luminance			
Vertical Angle	Horizontal Angle				Degrees	Lumens	% Luminaire	Angle	End	45°	Cross
	0°	45°	90°	-45°	0- 30			45			
0	1603	1603	1603	1603	0- 40	2052	26.8	55	5436	5546	5651
5	1598	1598	1600	1598	0- 60	3641	78.0	65	5212	5377	5500
15	1548	1548	1553	1548	0- 90	4668	100.0	75	4901	5113	5161
25	1430	1438	1447	1438				85	4475	4553	4535
35	1264	1278	1296	1278					3880	3618	3730
45	1059	1081	1101	1081							
55	824	850	870	850							
65	571	596	601	596							
75	319	325	324	325							
85	93	87	90	87							

Coefficients of Utilization									
EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE 20 PER (pfc=0.20)									
Ceiling (pcc)	80%			70%			50%		
Wall (pw)	70	50	30	70	50	30	50	30	
RCR	Zonal cavity method - Effective floor reflectance = 20%								
Room Cavity Ratio	0	119	119	119	116	116	116	111	111
	1	108	104	99	106	101	97	97	94
	2	98	90	83	96	88	82	85	79
	3	90	79	71	87	77	70	74	68
	4	82	70	61	80	69	60	66	59
	5	75	62	53	73	61	53	59	52
	6	70	56	47	68	55	47	53	46
	7	64	51	42	63	50	42	48	41
	8	60	46	38	58	46	37	44	37
	9	56	43	34	55	42	34	41	33
	10	53	39	31	51	39	31	38	31