



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Propuesta técnica económica del uso de luminaria led, para  
mejoramiento del consumo de energía eléctrica de alumbrado  
público en el Jirón Guillermo Moore, Chimbote**

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

**AUTOR:**

Aguilar Chavez, Edson Jahir ([orcid.org/0000-0002-7641-1901](https://orcid.org/0000-0002-7641-1901))

**ASESOR:**

Ing. Mendoza Orbegoso, Elder Marino ([orcid.org/0000-0001-7094-2982](https://orcid.org/0000-0001-7094-2982))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión, Distribución

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mis padres por regalarme la vida, haberme apoyado constantemente durante todo mi proceso de formación académica, así como también por sus consejos y sacrificio para la realización de mi vida profesional.

A mi hermana Jhosselin, cuyos consejos, comprensión y paciencia me ayudaron a lograr mis objetivos.

También a mis familiares que siempre me apoyaron en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradecer a Dios por darme la vida, guiándome siempre en el camino del bien, a mí querida madre Karina, quien siempre me motiva a seguir superándome frente a las adversidades que se presentan en el camino de la vida.

A mí querido padre Alex, por estar siempre apoyándome en las decisiones que tomó, para el desarrollo de mi vida personal y profesional.

Agradecer a nuestro asesor de tesis Ing. Mendoza Orbegoso Elder Marino, por ser un guía excepcional en la elaboración de este trabajo de investigación.

A todos mis maestros universitarios durante mi formación académica, quienes me compartieron sus conocimientos y experiencias personales, que ayudaron a mi formación profesional.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. Marco Teórico .....	4
III. Metodología .....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	25
3.2. Variables y operacionalización.....	25
3.3. Población y muestra .....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	25
3.5. Procedimiento .....	25
3.6. Métodos de análisis de datos .....	26
3.7. Aspectos éticos .....	26
IV. RESULTADOS .....	27
4.1. Cálculos y mediciones de la luminaria empleada actualmente en el sistema de alumbrado público del Jirón Guillermo Moore. ....	27
4.2. Tipo de luminarias utilizadas en el Jirón Guillermo Moore. ....	28
4.3. Estimación actual de la iluminación media de la avenida Guillermo Moore .....	34
4.3.1. Datos para el cálculo de la separación entre luminarias. ....	34
4.3.2. Cálculo de la iluminación media de la calzada. ....	35
4.4. Cálculo de la carga instalada en las luminarias de vapor de sodio de 150W usadas actualmente en el sistema de alumbrado público. ....	36
4.4.1. Cálculo del consumo total mensual de energía de luminarias de vapor de sodio de 150W.....	36
4.4.2. Calculo del costo mensual de energía de luminaria de vapor de sodio de 150W en el sistema de alumbrado público. ....	37
4.4.3. Consumo de energía eléctrica y costo mensual de luminaria de 150W empleadas actualmente. ....	38

4.5.	Cálculo de la carga instalada de la luminaria led propuesta de 110W. ....	39
4.5.1.	Cálculo del consumo total mensual de energía de la luminaria led propuesta de 110W. ....	39
4.5.2.	Calculo de costo mensual en energía de luminaria led propuesta de 110 W.	40
4.5.3.	Consumo de energía eléctrica y costo mensual de luminaria led propuesta de 110W. ....	41
4.6.	Resultados obtenidos con el uso del software Dialux 8.2 utilizando la luminaria led propuesta de 110 W.....	42
4.7.	Comparación de los resultados de ambas luminarias. ....	47
4.8.	Comparación de los resultados durante el año 2022 entre ambas luminarias. ....	48
4.9.	Análisis técnico económico de luminaria vapor de sodio y luminaria led .	49
4.9.1.	Costo de luminaria de vapor de sodio de alta presión de 150 W. ....	49
4.9.2.	Costo de luminaria led de 110 W propuesta. ....	50
4.10.	Análisis de Ingeniería Económica (VAN-TIR).....	50
V.	Discusión .....	54
VI.	Conclusiones .....	58
VII.	Recomendaciones .....	59
	REFERENCIAS .....	60
	ANEXOS .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de distribución de luminarias en alumbrado público.....	7
Figura 2. Comparación de lámpara de sodio y led.....	8
Figura 3. Partes de una luminaria.....	9
Figura 4. Lámpara de sodio .....	9
Figura 5. Partes de una lámpara de vapor de sodio .....	10
Figura 6. Iluminación pública con luminaria led .....	13
Figura 7. Luminaria led en la industria .....	13
Figura 8. Luminaria led en el hogar .....	14
Figura 9. Luminaria led y luminaria de vapor de sodio.....	14
Figura 10. Partes del led .....	15
Figura 11. Tipos de casquillo led .....	15
Figura 12. El chip led.....	16
Figura 13. Lente óptico.....	17
Figura 14. El driver .....	18
Figura 15. Eficiencia luminosa de diferentes tipos de luminarias .....	19
Figura 16. Ubicación geográfica del Jirón Guillermo Moore cuadra 3, 4,5 y 6. ....	27
Figura 17. Luxómetro utilizado.....	28
Figura 18. Lámpara de sodio, modelo SON-T. ....	28
Figura 19. Curvas del factor de utilización. ....	34
Figura 20. Plano Inicial .....	42
Figura 21. Camino peatonal 2.....	43
Figura 22. Intensidad lumínica del camino peatonal 2. ....	44
Figura 23. Resultados de la calzada .....	44
Figura 24. Intensidad lumínica de la calzada.....	45
Figura 25. Camino peatonal 1 .....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Niveles de iluminancia e índice de control de deslumbramiento. ....	6
Tabla 02: Comparación de luminaria led y luminaria de vapor de sodio. ....	11
Tabla 03: Factor de mantenimiento en luminarias. ....	21
Tabla 04: Características de la luminaria de vapor de sodio de 150 W, de la marca Philips modelo SON-T. ....	29
Tabla 05: Valores de los niveles de lux de la cuadra 3 del Jirón Guillermo Moore. ....	30
Tabla 06: Valores de los niveles de lux de la cuadra 4 del Jirón Guillermo Moore. ....	31
Tabla 07: Valores de los niveles de lux de la cuadra 5 del Jirón Guillermo Moore. ....	32
Tabla 08: Valores de los niveles de lux de la cuadra 6 del Jirón Guillermo Moore. ....	33
Tabla 09: Valores de los niveles de energía mensual y costo de energía del alumbrado público para el año 2022. ....	38
Tabla 10: Valores de los niveles de energía mensual y costo de energía de la luminaria led propuesta de 110W para el año 2022. ....	41
Tabla 11. Niveles de iluminación para camino peatonal 2. ....	43
Tabla 12. Niveles de iluminación para la calzada. ....	45
Tabla 13. Niveles de iluminación para camino peatonal 1. ....	46
Tabla 14: Valores obtenidos para ambos casos de luminaria. ....	47
Tabla 15: Comparación de los resultados durante el año 2022. ....	48
Tabla 16: Costos de las luminarias de vapor de sodio de 150W existentes. ....	49
Tabla 17: Costos de las luminarias led de 110 W proyectadas. ....	50
Tabla 18: Vida útil de la luminaria de vapor de sodio y la del tipo led. ....	50
Tabla 19: Flujo de caja neto para luminarias de vapor de sodio de 150W. ....	51
Tabla 20: Flujo de caja neto para luminarias de 110 W proyectadas. ....	52
Tabla 21: Evaluación de flujo de caja neto incremental entre ambas luminarias. ....	53
Tabla 22: Resultados del VAN y TIR. ....	53

## Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta técnica económica para mejorar el consumo y costo de energía eléctrica para el sistema de alumbrado público del Jirón Guillermo Moore, en donde se realizó la evaluación para el tipo de luminaria de vapor de sodio empleado actualmente, por una propuesta de luminaria de tipo led.

La metodología que se empleó es del tipo aplicada y de diseño no experimental, en donde se tomó registro de los niveles de iluminación que emiten las lámparas de sodio de 150 watts actualmente, y luego con el software Dialux se realizó la simulación para la luminaria led propuesta.

En donde se tuvo como resultado que para la lámpara de sodio, el nivel de iluminación media es de 17.5 lux y para la luminaria led mediante el software Dialux se obtuvo una mejora del nivel en iluminación media para el camino peatonal de 31.4 lux y para la calzada una iluminación media de 30.7 lux. Además se determinó que para la lámpara de sodio se tiene un consumo mensual de energía 808.32 KWh y un costo de energía de S/. 539.72 soles, y para la luminaria led se obtuvo un menor consumo energía de 589.39 KWh y también un costo mensual de energía menor de S/. 393.54 soles, lo cual al reemplazar las luminarias actuales por luminarias led genera un ahorro mensual en energía de 218.93 KWh y también un ahorro para el costo mensual de energía de S/. 146.18 soles. También se realizó la evaluación técnico económica con una tasa de interés del 12%, obteniendo un VAN de S/ 5,478.13 soles y el TIR del 20 % lo cual indica que nuestro proyecto es viable.

Con lo cual se concluyó que implementar luminarias led reduce el consumo y costo en energía, además brinda una mayor iluminación teniendo así un servicio de alumbrado público más eficiente y rentable.

**Palabras clave:** Luminaria led, alumbrado público, consumo de energía, lux.



## Abstract

The objective of this research project is to develop an economic technical proposal to improve the consumption and cost of electrical energy for the Jirón Guillermo Moore public lighting system, where the evaluation was carried out for the type of sodium vapor luminaire currently used. , for a proposal for a led-type luminaire.

The methodology that was used is of the applied type and of a non-experimental design, where a record of the lighting levels that the 150-watt sodium lamps currently emit was taken, and then with the Dialux software the simulation for the led luminaire was carried out, proposal.

Where it was found that for the sodium lamp, the average lighting level is 17.5 lux and for the led luminaire through the Dialux software an improvement in the average lighting level for the pedestrian path of 31.4 lux was obtained and for the road an average illumination of 30.7 lux. In addition, it was determined that for the sodium lamp there is a monthly energy consumption of 808.32 KWh and an energy cost of S/. 539.72 soles, and for the led luminaire a lower energy consumption of 589.39 KWh was obtained and also a lower monthly energy cost of S/. 393.54 soles, which by replacing the current luminaires with led luminaires generates a monthly energy saving of 218.93 KWh and also a saving for the monthly energy cost of S/. 146.18 soles. The economic technical evaluation was also carried out with an interest rate of 12%, obtaining a NPV of S/ 5,478.13 soles and an IRR of 20%, which indicates that our project is viable.

With which it was concluded that implementing led luminaires reduces energy consumption and cost, also provides greater lighting, thus having a more efficient and profitable public lighting service.

**Keywords:** Led luminaire, public lighting, energy consumption, lux.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día, la electricidad se ha convertido en el requisito más importante en nuestra vida diaria, es por ello que la implementación de la tecnología led, está siendo cada vez más utilizada con la finalidad de reemplazar a las luminarias convencionales. Esto se debe a que la tecnología led tiene un consumo mucho menor en energía, a comparación de los otros tipos de lámparas y a su vez el material con el que está diseñado ayuda al cuidado del medio ambiente.

Así mismo con el avance tecnológico se busca el aplicar nuevos sistemas de iluminación que favorezcan al sistema de alumbrado público, es por eso que las lámparas led ofrecen un mayor tiempo de vida útil, lo cual hace que su demanda en el mercado sea mayor a diferencia de los otros tipos de lámparas, teniendo las lámparas del tipo led un alcance de hasta 50 mil horas de vida útil. Además las lámparas led no contienen mercurio en su fabricación lo que genera beneficios ecológicos, reduciendo así las emisiones de CO<sub>2</sub>. (JLRLed, 2017)

A su vez en nuestro país a medida que crece la población, la demanda de energía es mayor por lo que actualmente se busca implementar nuevos sistemas que permitan poder cumplir con todas las demandas requeridas, siendo así la tecnología led un sistema que permitirá cumplir con los requerimientos óptimos de suministro de la energía de forma factible, ya que actualmente el alumbrado público del Perú está compuesto mayormente de lámparas de vapor de sodio, que si bien es cierto son baratas pero demandan de mucha energía , teniendo en cuenta también los costos elevados de mantenimiento y operación que generan. Es por ello que se busca el implementar nuevas tecnologías que ayuden a mejorar el nivel de iluminación, logrando así un desarrollo en la calidad del servicio para peatones y conductores que transitan durante la noche.

En base a lo anterior expresado, se tiene la formulación problemática siguiente: ¿Cómo mejorará el nivel de consumo de energía eléctrica, el implementar una propuesta técnica económica del uso de luminaria led, para el alumbrado público en el Jirón Guillermo Moore, Chimbote?

Teniendo la formulación del problema, se ha planteado el siguiente objetivo general: Desarrollar una propuesta técnica económica del uso de luminaria led, para mejoramiento del consumo de energía eléctrica de alumbrado público en el Jirón Guillermo Moore, Chimbote. Así mismo para esta investigación se han tenido en cuenta los siguientes objetivos específicos.

i) Calcular el consumo de energía eléctrica actual del alumbrado público en el Jirón Guillermo Moore de la ciudad de Chimbote. ii) Describir la variabilidad de consumo de energía entre luminaria led y luminaria de vapor de sodio a través de una propuesta técnica económica, para el alumbrado público en el Jirón Guillermo Moore, Chimbote. iii) Determinar cómo afectará el consumo de energía eléctrica al realizar una propuesta técnica económica de implementación en luminaria led, para el mejoramiento de alumbrado público en el Jirón Guillermo Moore, Chimbote.

A su vez la justificación para el trabajo de propuesta técnica económica del uso de luminaria led, para mejoramiento del consumo en energía eléctrica de alumbrado público del Jirón Guillermo Moore, se sustenta ya que hoy en día se sigue usando las lámparas de sodio que generan pérdidas en energía y consumo siendo además altamente contaminantes, por ello se plantea el aplicar nuevas tecnologías para mejorar el sistema de alumbrado público, lo que reducirá los gastos de energía y contribuyendo con el medio ambiente.

Para ello se hará una evaluación económica entre la lámpara sodio con la del tipo led, teniendo como finalidad poder determinar cuál luminaria es mejor a emplear en alumbrado público, permitiendo así poder reducir los consumos elevados, ya que con este nuevo sistema se espera reducir los niveles de consumo de energía.

El trabajo de investigación tiene un gran aporte económico pues, mediante la aplicación de este nuevo tipo de luminarias se espera disminuir los costos de servicio que estos implican ya que demandan un consumo de energía menor lo que a largo plazo tiene un ahorro energético significativo.

En lo social debido al incremento de la población la demanda de energía es mayor por lo que con este nuevo sistema de iluminación es posible reducir los niveles de consumo de energía, logrando así un ahorro económico en los hogares, puesto que los recibos tarifarios por consumo de energía eléctrica serán reducidos. Pero el mejor impacto de tipo social es que al tener el Jirón Guillermo Moore una mejor iluminación, se mitigará la presencia de personas de mal vivir puesto que éstos prefieren la oscuridad de la noche.

Y en el aporte ambiental al ser una luminaria led no contiene compuestos tóxicos por lo que al ser desechadas no generan mucho daño ambiental, a su vez tiene una mayor vida útil lo que significa menos emisiones de carbono.

Como beneficio principal busca el promover nuevos sistemas que permitan el avance y desarrollo mediante la aplicación de nuevas tecnologías.

Y por último, para que esta investigación sirva de antecedente para los futuros investigadores, docentes, egresados y alumnos para así empezar a fomentar la aplicación de esta luminaria, logrando así ahorrar energía, reducir costos de mantenimiento y operación, mejorar la calidad del servicio y reducir la contaminación ambiental.

## **II. Marco Teórico**

Para llevar a cabo este trabajo de tesis se ha recopilado información sobre tecnología led, esta información permitió detallar la fundamentación científica empleada para el análisis del trabajo de investigación.

El alumbrado público anteriormente se basaba en la iluminación de lámparas de sodio. Actualmente esta tecnología se ha dejado de lado en favor de los LED, que comenzaron a experimentar alrededor del año 2000 y rápidamente superaron a las soluciones de iluminación anteriores debido a las muchas ventajas que ofrecían. (Castro, 2018)

La norma EC 020 del Código Nacional de Edificación, indica que el alumbrado público está diseñado para dotar a las vías y espacios públicos de un nivel de iluminación que garantice la seguridad para el tránsito vehicular y peatonal. Los principales proveedores de sistemas de iluminación están trabajando actualmente en esta tecnología, que se empleará en el futuro. (Castro, 2018)

También hace mención que el concesionario de distribución es el encargado de prestar los servicios de alumbrado público, en este caso del alumbrado general. Así mismo, los municipios pueden implementar instalaciones especiales de alumbrado a su cargo además de las normas establecidas en los contratos correspondientes. En ese sentido también se encarga de cubrir los gastos de consumo de energía, operación y mantenimiento. Al mismo tiempo, el LED ahora no solo se usa en áreas comerciales, residenciales e industriales, sino que también está ingresando gradualmente al alumbrado público. (Castro, 2018)

Para el servicio de alumbrado público actualmente, las lámparas de sodio aún se emplean en el Perú hasta el día de hoy. En lugares públicos, los usuarios necesitan comodidad, visibilidad, velocidad percibida y ver a los conductores. En cualquier callejón o calle, el objetivo es iluminarlo lo suficiente según la normativa establecida, por lo que las lámparas empleadas cuentan con unas propiedades de ahorro energético y

económico. Pero vale la pena señalar dos tipos notables: Alumbrado funcional y alumbrado ambiental. (Carrillo, 2017)

Para el alumbrado funcional:

- Asegura el tránsito de peatones, previniendo accidentes.
- Da confianza para las actividades nocturnas
- Evita actos de delincuencia. (Carrillo, 2017)

Para el alumbrado ambiental

- Brindan un mayor atractivo a estas áreas.
- Ofrece diseño como valor añadido para ambientes diurnos y nocturnos. (Carrillo, 2017)

Así también, el sistema de alumbrado público a nivel internacional. Hoy en día, las ciudades alrededor del mundo están utilizando tecnología led para iluminar sus calles. En Alemania (Lippstadt) se instalaron 450 lámparas de tecnología led. Sus líderes afirman ahorrar 117.000 kWh de electricidad al año y mitigar el CO<sub>2</sub>, que afectan al planeta. (Muerza, 2011)

Es así como los beneficios de una buena iluminación en alumbrado público son las siguientes:

**Seguridad:** Una buena iluminación es una gran ventaja, ya que reduce mucho los accidentes y lesiones. La iluminación es especialmente importante cuando se conduce de noche. Garantizar la seguridad de los ciclistas es una necesidad adicional. Las áreas bien iluminadas ofrecen a los peatones, seguridad muy necesaria cuando tienen que salir después de la puesta del sol. (Estilo, 2018)

**Reduce la delincuencia:** Es bien sabido que las áreas con alta iluminación disminuyen la delincuencia. Los trabajadores del turno noche, los jóvenes que regresan a casa durante la noche corren el riesgo de sufrir delitos y violencia. (Estilo, 2018)

Mejora la orientación nocturna: La iluminación cuidadosamente diseñada mejora el punto de referencia. También se usa para embellecer calles y pasajes, creando puntos focales reconocibles. También brinda un aura atractiva a la ciudad por la noche. (Estilo, 2018)

Para los niveles de iluminación recomendados. La norma técnica de la DGE de Perú “Alumbrado público en las concesiones de distribución de energía eléctrica”, define los requisitos mínimos de iluminación; según la clasificación vial y tipo en iluminación. (Minas, 2002)

En el caso de los estándares de calidad de alumbrado, todas las instalaciones deberán cumplir como mínimo con los niveles de iluminación de transporte vehicular, peatonal y de áreas públicas de esparcimiento, a partir de la etapa de diseño con las normas técnicas para la calidad del suministro eléctrico, en parte para verificar los requisitos. Puede ser realizado por la autoridad y los usuarios. (Minas, 2002)

Para el diseño y la puesta en operación de nuevas instalaciones, se tienen en cuenta los niveles de iluminación, indicadores de control de deslumbramiento especificados en la Tabla 01 sobre la calzada según el tipo de iluminación correspondiente a la vía, (Minas, 2002)

**Tabla 01**

*Niveles de iluminancia e índice de control de deslumbramiento.*

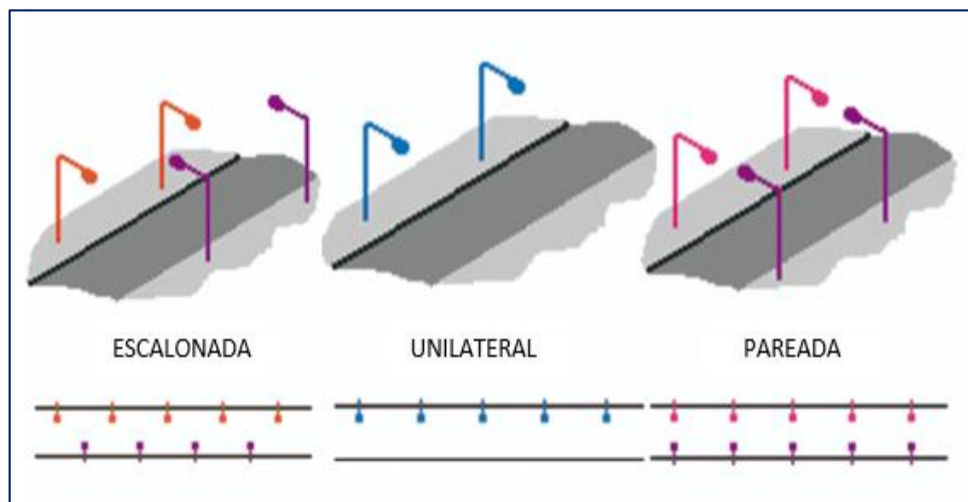
Tipo de alumbrado	Iluminancia promedio (lux)		Índice de control de deslumbramiento (G)
	Calzada clara	Calzada oscura	
I	15-20	30-40	>6
II	10-20	20-40	5 – 6
III	5-10	10-20	5 – 6
IV	2-5	5-10	4 – 5
V	1-3	2-6	4 - 5

**Fuente:** (MINEM – DGE, 2002)

Para la distribución de luminarias en el alumbrado público, una buena iluminación vial está diseñada para advertir y dirigir la atención del conductor hacia las rutas viales y los posibles obstáculos con anticipación. Hay 3 tipos básicos de distribuciones: Escalonada, unilateral y pareada. En la Figura 1 se muestran los 3 tipos.

### Figura 1

*Tipos de distribución de luminarias en alumbrado público.*



**Fuente:** Factor Led, (2018)

Para la calidad energética de las lámparas (eficiencia), se tiene que no todas las luminarias son igualmente eficientes energéticamente.

Teniendo en cuenta el rendimiento (lúmenes/W), la elección correcta de las bombillas (dentro de la misma función) puede resultar en un ahorro de energía significativo. (Carrillo, 2017)

Pues la duración de la vida económica y rendimiento de la lámpara (lúmenes/vatio) se degrada con el tiempo. Tener en cuenta estos cambios de características y crear el mejor servicio (económica y energéticamente); puede ayudar significativamente, así mismo reemplazar los accesorios debería hacer que el sistema de iluminación funcione mejor. (Carrillo, 2017)

La Figura 2 muestra la comparación de lámpara de sodio y led, para el alumbrado público.



## Figura 2

*Comparación de lámpara de sodio y led.*



**Fuente:** Cuba Debate, (2014)

Las luminarias de alumbrado público están diseñadas para difundir la luz por una o más lámparas, incluyendo todos los medios necesarios para sostener y proteger (excepto las propias lámparas) y, en su caso, un sistema auxiliar combinado circuito, con medios de conexión a la red eléctrica. En términos generales, la luminaria es el elemento responsable del cuerpo de la luz que brilla y la protección contra factores externos. (Carrillo, 2017)

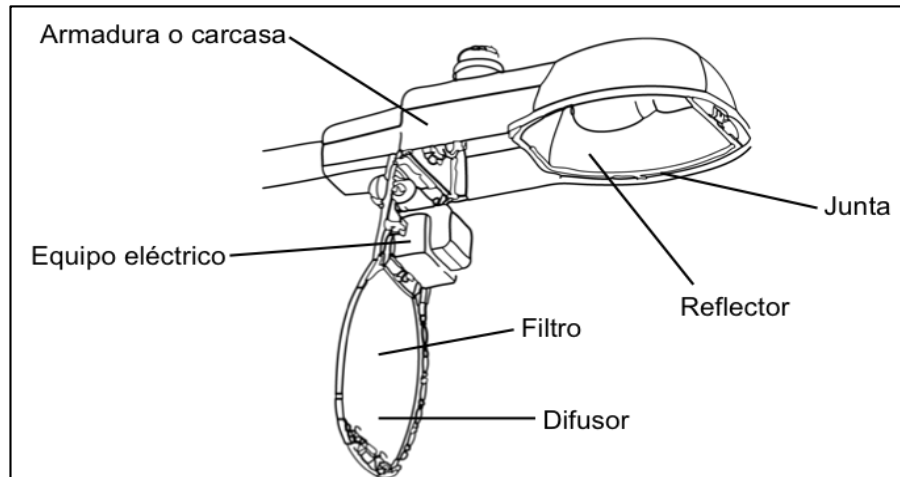
Las partes de una luminaria de alumbrado público son las siguientes:

- Carcasa o armadura: Hecho de materiales duraderos como placas de acero o aluminio. (Carrillo, 2017)
- Equipo eléctrico: Consiste en la tapa de la lámpara y los elementos de encendido y funcionamiento. Como son los balastos, encendedores y condensadores. (Carrillo, 2017)
- Difusor: Una pantalla de lámpara que difunde el haz y evita el deslumbramiento. (Carrillo, 2017)
- Filtro: Junto con el difusor, reduce las perturbaciones visuales causadas por la radiación. (Carrillo, 2017)
- Lámpara: Diseñado para convertir la energía en luz.

La Figura 3 detalla todas las partes de la luminaria de alumbrado público.

### Figura 3

#### *Partes de una luminaria*



**Fuente:** Carrillo, (2017)

La lámpara de vapor de sodio, es una fuente de luz con altos lúmenes por vatio. Emite un color amarillo brillante, tienen multitud de aplicaciones en iluminación interior como exterior. (Montserrat, 2017)

Un ejemplo de lámpara de sodio se puede ver en la Figura 4.

### Figura 4

#### *Lámpara de sodio*



**Fuente:** Electrotec, (2022)

Para las partes de la lámpara de vapor de sodio se tiene las siguientes:

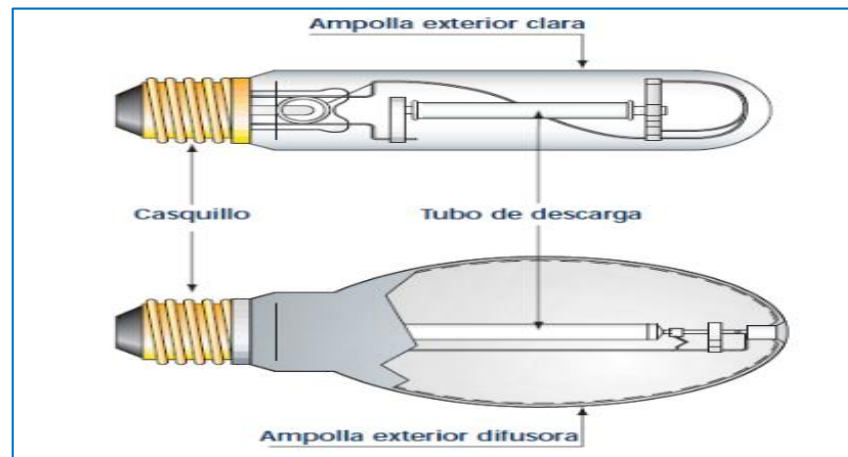
- Tubo de descarga: Es transparente y contiene una pequeña cantidad de magnesio, lo que disminuye el tamaño de los cristales de aluminio.

- Ampolla exterior: Está hecho de vidrio y el interior está al vacío, tiene una forma ovalada o tubular.
- Casquillo: Suele ser de rosca Edison. (Montserrat, 2017)

La Figura 5 muestra los componentes que componen una lámpara de sodio.

### Figura 5

*Partes de una lámpara de vapor de sodio*



**Fuente:** Electrotec, (2022)

Sus características principales son:

- Horas de trabajo (h): Aproximadamente 15.000 horas
- Potencia (W): 50 – 10.000
- Flujo luminoso (lm): 3.500 – 130.000
- Alcance efectivo (lm/W): 100
- Temperatura de color (K): 2.300 (Montserrat, 2017)

Las ventajas de la lámpara de sodio son:

- ✓ Posee una alta eficiencia luminosa.
- ✓ Tiene un tiempo de vida útil largo.
- ✓ Tiene un precio bajo a diferencia de otras lámparas.

Sus desventajas de la lámpara de sodio son:

- ✓ Tamaño grande

- ✓ El sodio es una sustancia peligrosa y se quemará al contacto con el aire (por ejemplo, si se rompe una bombilla en la basura).

Luego de establecer los conceptos de la lámpara de vapor de sodio, continuamos con la lámpara led.

La tecnología led proviene de las siglas (Light Emitting Diode). Esta tecnología se utiliza para producir eficientemente energía luminosa a partir de electricidad, sin pérdida de calor.

Es por ello que implementar el led en alumbrado público es más rentable y sostenible, debido a la duración de su vida útil, además tiene un consumo energético menor a comparación con otras lámparas.

Es así como esta tecnología disponible está sustituyendo rápidamente a otras fuentes de luz y hoy en día es la tecnología elegida para una amplia variedad de aplicaciones. (Déleg, s.f.)

En la Tabla 02 se hace una comparación entre la luminaria led y luminaria de vapor de sodio.

**Tabla 02**

*Comparación de luminaria led y luminaria de vapor de sodio.*

<b>Tecnología</b>	<b>LED</b>	<b>Vapor de Sodio</b>
Vida útil (horas)	50000-100000	12000-24000
Eficiencia (Lm/W)	70-150	13-48
Encendido	Instantáneo	Hasta 15 min.
Temperatura de color (K)	2700-6400	4000
Costo	Alto	Bajo

**Fuente:** (Efecto LED, 2019)

Las ventajas de la tecnología led son:

- Menor contaminación lumínica: Ya que su luz emitida está siempre direccionada.
- Menor consumo.
- Durabilidad elevada desde las 15000 horas hasta las 50000 horas, dependiendo de la calidad del led.
- Genera menos calor que las lámparas tradicionales con el consiguiente ahorro de la climatización. (Alromar, 2012)
- Vida útil larga y predecible, suele ser entre 10 y 15 años, de dos a cuatro veces más que las luminarias del tipo tradicional.
- Posee un color preciso, lo que indica su capacidad de fuente de luz para poder producir de forma correcta los colores de los objetos. Esta reproducción del color mejorada facilita que los conductores identifiquen de mejor forma a los objetos.
- A diferencia de las lámparas fluorescentes o de mercurio, se encienden y apagan más rápido y los LED no tienen problemas de reinicio.
- Es un artefacto de iluminación más eficiente que otros, debido a que sus farolas cuentan con reflectores que captan la luz que emite la lámpara hacia arriba.
- Tiene un mayor salida de luz incluso estando en bajas temperaturas. (QATURÍ, 2020)

Para las desventajas de la tecnología led se tienen:

- Costos de reparación: Estos están diseñados para una larga vida útil, pero si sufren algún daño tiene un costo de reparación alto.
- Clima: Su mayor enemigo es la temperatura alta, por encima de los 65 grados, la mayoría de los led se dañarán.
- El precio es bastante alto en comparación con los productos tradicionales. (Alromar, 2012)

En las aplicaciones de la tecnología led se encuentran:

**Iluminación pública:** Este sistema de alumbrado público es una gran solución al problema del consumo de energía, ya que se puede lograr un ahorro de energía de hasta el 80% reemplazando las bombillas tradicionales por led y, junto con su vida útil, puede ahorrar mucha energía para los municipios.

Como se muestra en la Figura 6. Aplicar la luminaria led brinda una mejor iluminación para peatones y conductores.

### **Figura 6**

*Iluminación pública con luminaria led*



**Fuente:** Enel, (2018)

**En la industria:** Aquí el led es vital, porque en las grandes industrias es muy importante ahorrar en el consumo eléctrico. El motivo es que en esta zona se utilizan lámparas más potentes, lo que conlleva un alto consumo energético. Como se presenta en la Figura 7.

### **Figura 7**

*Luminaria led en la industria*



**Fuente:** Anesca, (2020)

En el hogar: En las zonas residenciales, el consumo eléctrico es una de las facturas más caras que se pagan cada mes, por lo que instalar iluminación led en tu hogar puede reducir el coste de tu factura eléctrica en un 80%, lo que supone un ahorro. (Holdings, 2014). En la figura 8. Se aprecia la aplicación de luminaria led en el hogar.

### **Figura 8**

*Luminaria led en el hogar*



**Fuente:** EcoLuz LED, (2018)

Para el caso de alumbrado público con luminaria led, estas luminarias tienen diversas especificaciones técnicas establecidas, por ejemplo al realizar un proyecto de alumbrado público led, es bueno contar con modelos óptimos de luminarias ya que estos mejoran la optimización para los diseños de iluminación de alto rendimiento. Debido a su bajo consumo de energía, su vida útil es de 10 a 15 años, (QATURI, 2020). En la figura 9. Notamos que implementar luminaria led en alumbrado público nos brinda una mejor iluminación.

### **Figura 9**

*Luminaria led y luminaria de vapor de sodio.*



**Fuente:** Osinergmin, (2013)

Para las partes de un led, los elementos que conforman el led se muestran en la Figura 10.

### **Figura 10**

*Partes del led*



**Fuente:** Illuminet, (2022)

**Difusor:** Es donde se crea ángulos más pequeños o más grandes para la distribución de la luz, pero hay excepciones en algunas luminarias que tienen una lente que dirige la luz al chip en forma y dirección de haz. (Almacén, 2015)

**Casquillo:** Se encarga de atornillar y montar el portalámparas. Hace de puente entre la bombilla y la conexión de la luz. . (Almacén, 2015)

Tipos de casquillo led

- Casquillo Gu10: Funcionan con 220 v y no posee transformador.
- Casquillo Mr16: Funciona a 12v y no requiere de transformador.
- Casquillo E27: Empleado en luminarias de 220 a 240 voltios.
- Casquillo E14: Suele integrar las bombillas del tipo gota o vela.
- Casquillo E40: Es empleado en alumbrado público. (Almacén, 2015)

La Figura 11 muestra diferentes tipos de casquillo led.



## Figura 11

### *Tipos de casquillo led*



**Fuente:** Iluminación y Energía, (2022)

**Disipador:** Esta almacena en su interior el chip. Está elaborada de aluminio o cerámica, suelen disipar el calor, lo que hace que dure el tiempo de vida de la bombilla. (Almacén, 2015)

**El Chip:** Es vital en él led, que se comporta como una placa semiconductor y se encarga de emitir luz y suministrar energía al mismo tiempo. Como se puede observar en la Figura 12. El chip está recubierto por una carcasa fabricada en policarbonato, que lo protege de elementos externos o posibles golpes. Con su ayuda, puede determinar la durabilidad y la calidad de la lámpara. (Almacén, 2015)

## Figura 12

### *El chip led*



**Fuente:** LED BOX, (2022)

Cable conductor: Es el cable que produce la conexión entre los polos. (Almacén, 2015)

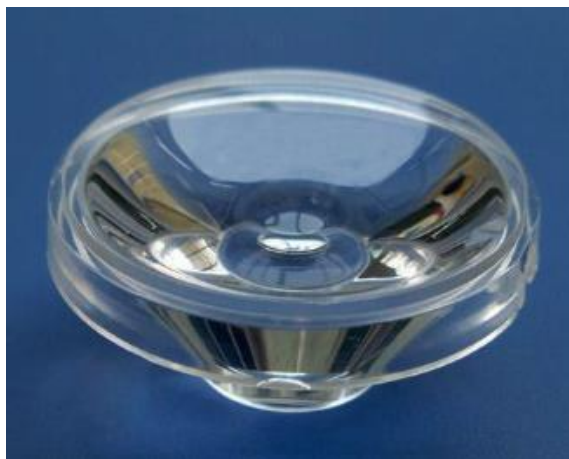
Placa base: También conocido como el circuito impreso, admite la conexión de todos los componentes electrónicos, como rutas de disipación de calor, conexiones de chips, etc. (Almacén, 2015)

Lente óptico: Es un conjunto de lentes diseñadas para difundir la luz LED. Suelen diferir según su composición y estándar, también deben satisfacer las necesidades de distribución luminosa y la luz necesaria para la iluminación. Por lo tanto dependiendo del tipo de lente utilizada, puede producir un haz grande o pequeño. (Almacén, 2015)

Como se puede observar en la Figura 13.

### **Figura 13**

*Lente óptico*



**Fuente:** Illuminet, (2022)

El driver: Se puede definir como un convertidor de voltaje que utiliza la energía eléctrica de la lámpara porque la bombilla no está directamente conectada a la corriente eléctrica como una lámpara incandescente. Tal como se puede observar en la Figura 14. En general, tienden a afectar la estabilidad y la eficiencia del led, por lo que su elección debe ser la mejor según el tipo de función que esté utilizando. (Almacén, 2015)

## Figura 14

### El driver



**Fuente:** LED BOX, (2022)

Disipador de calor: Se encargan de eliminar el calor del interior del led. Tienen una amplia superficie con alas que disipan el calor de manera rápida y eficiente. (Almacén, 2015)

Así también se abarcaron conceptos de magnitudes de medición que permitió desarrollar esta investigación, se presenta a continuación.

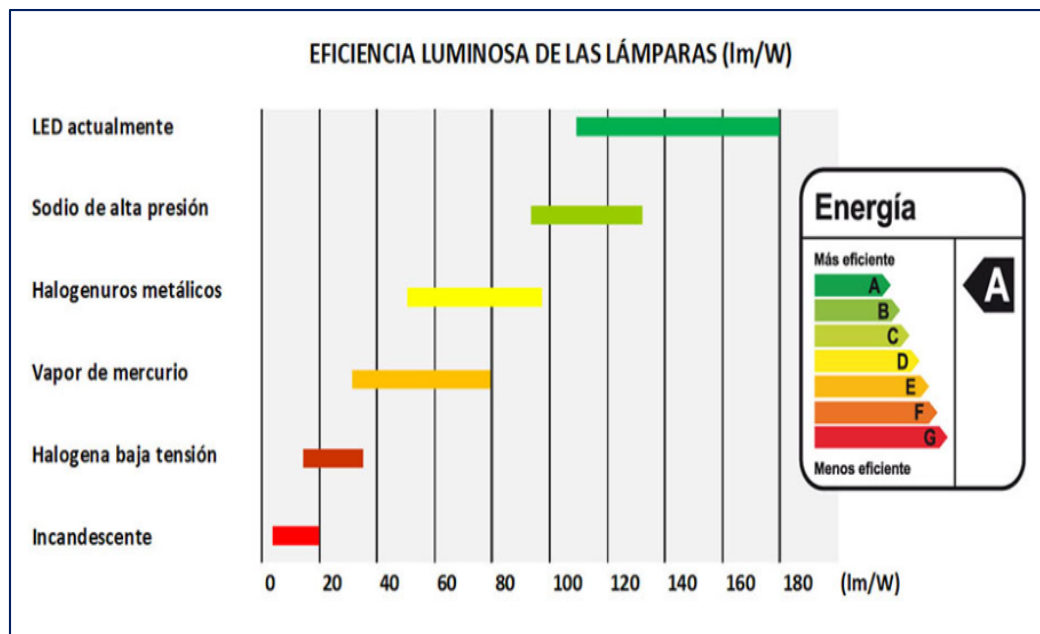
Lux (lx): Es una unidad de medida en la iluminancia, su símbolo es lx. Un lux es el efecto vertical de un lumen sobre una superficie de 1 metro cuadrado. También es una unidad derivada basada en lúmenes, que se derivan de candelas. Un lux corresponde a un lumen por metro cuadrado. . (EcuRed, EcuRed, s.f.)

Eficiencia luminosa (lm/w): Cantidad de luz proyectada por vatio de potencia consumida por la fuente de luz. Cuanta menos energía usa una lámpara, mayor luz emite y es más eficiente. (Carrillo, 2017)

Tal como se puede observar en la Figura 15, la luminaria del tipo led tiene una mayor eficiencia luminosa a comparación de los otros tipos de luminarias.

**Figura 15**

*Eficiencia luminosa de diferentes tipos de luminarias*



**Fuente:** ILUMINICA, (2021)

**Máxima demanda:** Es la mayor demanda de electricidad que se ha dado en un periodo de tiempo determinado. Normalmente se expresa en kW.

**Potencia Eléctrica (Watts):** Es la relación entre los pasos de flujo de energía por unidad de tiempo y es la energía suministrada por el elemento en un tiempo dado. Se denota con la letra P y su unidad de medida es el vatio (watt). (EcuRed, 2013)

**Factor de Simultaneidad:** Es un valor de estimación para el tiempo en el que se encuentra en operación la luminaria utilizada a lo largo del día.

**Carga Instalada (Q):** Es la carga total en kW de todos los aparatos que se conectaran a la instalación eléctrica independientemente de si serán encendidos o no.

Es decir la sumatoria de todas las cargas en conjunto representa a una carga instalada, se mide en watts. Estas cargas pueden ser clasificadas dependiendo de la localización geográfica, o ya sea del negocio del consumidor dependiendo del uso eléctrico. (Alvarado, 2017)

Ecuación para determinar la carga instalada.

$$Q = \frac{N_L * P}{1000} \quad (01)$$

Donde:

Q: Es la carga instalada en kW, NL es el número de lámparas y P es potencia de lámparas en W.

Consumo de energía: Es la energía total consumida y también se refiere a toda la electricidad utilizada para diversos fines. Se mide en kWh. (Energía, 2019)

Ecuación para determinar el consumo total de energía.

$$C = \frac{Q * N_d * F_m * F_u * 12}{1 - P_r} \quad (02)$$

Donde:

C es el consumo total mensual de energía expresado en kW-h, Q es la carga instalada en kW, Nd es número de días al mes, Fm es factor de mantenimiento, Fu es factor de utilización y 1-Pr es la eficiencia eléctrica.

Para la determinación del costo mensual se aplicará lo siguiente:

$$CM = Pr * C \quad (03)$$

Donde:

CM es el consumo mensual en soles, Pr es precio en kW y C es consumo total mensual en kW-h.

Cálculo de la separación entre luminarias: Es la distancia que existe entre las luminarias del sistema de alumbrado público, para ello se utiliza la expresión de la iluminancia media.

$$E_m = \frac{N * F_m * \phi_L}{A * d} \quad (04)$$

Donde:

Em es la iluminancia media sobre la calzada, “N” es el factor de utilización de la instalación, Fm es el factor de mantenimiento,  $\phi_L$  es el flujo luminoso, A es la anchura a iluminar de la calzada y “d” es la separación entre luminarias.

Factor de mantenimiento en luminarias: Es el factor que toma en cuenta la contaminación, el envejecimiento y la disminución de iluminación de la fuente de luz. Tal como se presenta en la Tabla 03.

**Tabla 03**

*Factor de mantenimiento en luminarias*

<b>Recomendación por tipo de ambiente y limpieza</b>		
<b>Ambiente</b>	<b>Alcance</b>	<b>Factor de mantenimiento</b>
Poco polucionado	No hay actividades en los alrededores que generen polvo o humo. Circulación fluida, zonas residenciales o rurales.	0.90
Medianamente polucionado	Hay actividad cerca que crea polvo o humo. El tráfico es pesado y se limita a áreas residenciales y áreas industriales ligeras.	0.89
Muy polucionado	Hay polvo o humo de actividades cercanas, zona industrial.	0.87
Excesivamente polucionado	Igual que la categoría anterior, pero la maquina está envuelta en humo y polvo. Una zona muy industrial.	0.85

**Fuente:** (Todo lux, 2020)

Para este trabajo de investigación se ha realizado la exploración de antecedentes sobre iluminación con tecnología led, entre los principales antecedentes utilizados son los que a continuación detallo.

Rodrigo (2017), en la investigación “Análisis técnico-económico para la optimización del sistema de iluminación de la Av. Mártires 4 de Noviembre aplicando luminarias con tecnología led”. Tiene como objetivo el hacer, “un análisis técnico-económico del sistema de iluminación de la Av. Mártires 4 de noviembre aplicando luminarias con tecnología led”. Los resultados obtenidos fueron de una iluminación mínima óptima de 19.50 lux y una iluminación máxima de 44.85 lux lo cual esto supone un ahorros mensuales de S/. 7134.95 soles. Se concluyó que las lámparas de sodio no cumplen los requerimientos óptimos de la normativa, en cambio aplicando las luminarias del tipo led de 112 W se obtiene un mejor rendimiento óptimo.

Hijar (2018), en su investigación “Análisis, diseño y selección de alternativas de iluminación para alumbrado público con nuevas tecnologías – Lima”. Su finalidad es, analizar y diseñar sistemas de alumbrado utilizando nuevas tecnologías, presentar sus componentes y compararlos con los sistemas de alumbrado tradicionales para garantizar la máxima eficiencia. Logró verificar que mediante esta tecnología de luminarias led para alumbrado público, se logran cambios positivos frente al medio ambiente ya que estas al demandar un menor consumo de energía hacen que los gases del efecto invernadero sean menores. Ya que en conclusión la materia prima que se utiliza para lograr fabricar la luminaria led es menos tóxica que la empleada en la de vapor de sodio que está compuesta de plomo, mercurio y sodio, como consecuencia al ser desechadas contamina suelo, mar y aire.

Rivas (2019), en su investigación “Calidad del servicio de alumbrado público e implementación de luminarias led en vías públicas céntricas de la ciudad de Puno, 2019 – Puno”. Detalla como resultado que ambos tipos de luminarias las de tecnología led y la de vapor de sodio en donde se observó que su comportamiento determina un ahorro 320 309 .40 kW h, lo cual representa un 53.61 % que viene siendo el consumo total para luminarias convencionales en un año. Como conclusión se obtuvieron resultados

expresados económicamente usando este tipo de tecnología led siendo de S/. 200 238,92.

Huarachi (2017), en su investigación. Tiene como objetivo analizar y calcular la iluminación de alumbrado público con tecnologías tipo led y a su vez realizar un comparativo con las luminarias instaladas actualmente, donde se tomaron muestras para el estudio para al finalizar poder presentar resultados que mostraron los beneficios técnicos de iluminación, ahorro energético y confort visual mediante la tecnología led en el distrito. Como resultado se efectuó un análisis detallado acerca de los parámetros técnicos y económicos al hacer una instalación de luminarias led, enfatizando que es una tecnología que debería de ser mayor utilizada en Perú pues en su capítulo III comprobó que hay un mayor ahorro usando este tipo de tecnología que usando las luminarias actuales siendo las de vapor de sodio las que menos ahorro producen a la hora de consumo. En conclusión precisa que la tarea de todo ingeniero es considerar las nuevas tecnologías aplicables que tengan mayor beneficio ambiental generando así un ahorro en energía haciendo así uso eficiente de recursos energéticos no renovables.

Llangato (2015), en su investigación “Análisis de iluminación e implementación de un sistema de lámpara para el alumbrado público basado en tecnología led con control de intensidad”, realizado en la ciudad de Tacna. Tiene como objetivo desarrollar un sistema de iluminación para alumbrado público, mediante lámparas led con control de intensidad lumínica. Los resultados obtenidos indican que al implementar esta luminaria led se tiene una mejora de eficiencia en 228 lumen/ watt que es mejor a las lámparas de sodio con solo 90 lumen/W de la misma categoría. Como conclusión se describe que mediante este estudio se puede verificar la eficiencia del uso de luminarias led.

Fernández (2014), en su investigación “Tecnología led en un punto luz de alumbrado público para elevar la eficiencia en iluminación de la vía local comercial”, realizado en la ciudad de Huancayo. Su finalidad es transformar la estructura de los puntos de alumbrado público para intentar



mejorar la eficiencia lumínica de los espacios comerciales. Los resultados de eficiencia lumínica de las luminarias led solo son relevantes si cumplen los niveles mínimos de luz especificados en la normativa vigente sobre locales comerciales. Como conclusión, se especifica que cuanto más eficiente energéticamente sea la iluminación, más eficiente serán las lámparas instaladas en vías comerciales locales, requiriendo así un menor consumo eléctrico, lo que supone un ahorro económico.

Trigozo (2018), en su investigación “Sistema de iluminación led que permite reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2018”. Tiene como objetivo un sistema de iluminación led que pueda reducir el nivel de consumo eléctrico en el sistema de iluminación de la ciudad de Morales, demostrando así los beneficios de implementar un sistema de iluminación led. Por lo tanto, los ahorros se verán después de aproximadamente 12 años debido a la recuperación de la inversión, ya que los costos de electricidad tienden a aumentar significativamente a lo largo de los años, lo que resulta en mayores ahorros generales en el futuro. En general, el consumo de energía se reducirá en un 53 % gracias a los sistemas de alumbrado con lámparas led, lo que garantizará una mayor eficiencia de los recursos y una mejor conservación de los recursos.

Núñez y Quinto (2016), en su investigación “Implementación de un sistema de lámparas led en el alumbrado público controlado mediante un software primeread en el distrito de Miraflores para la empresa Luz del Sur”. Obtuvo que las lámparas led ahorra 34.866 kWh de energía al mes, lo que corresponde al 57.33 % del consumo total de lámparas incandescentes que se utilizan actualmente, por lo que esto se refleja en S/. 16135.41 soles, lo que representa un ahorro energético del 57.33 % proporcional a la energía consumida.

### III. Metodología

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** El tipo a emplear es aplicada.

**Diseño:** Es del tipo no experimental.

#### 3.2. Variables y operacionalización

- **Variable independiente:** Luminaria led
- **Variable dependiente:** Consumo de energía
- **Operacionalización de variables:** Ver Anexo 01

#### 3.3. Población y muestra

- **Población**

La población de estudio está conformada por todo el sistema de alumbrado público de la ciudad de Chimbote.

- **Muestra**

El sistema de alumbrado público del Jirón Guillermo Moore.

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

##### 3.4.1. Técnica: Observación directa.

Se realizó la medición de los niveles de iluminación actuales y el consumo de energía que generan.

##### 3.4.2. Instrumento: Guía de observación de campo

Con el uso de este instrumento se realizó la recolección de información sobre los niveles de iluminación actuales del sistema de alumbrado público.

#### 3.5. Procedimiento

Primero se realizó la toma de mediciones del alumbrado público en el Jirón Guillermo Moore, para ello se empleó la guía de observación de campo, en donde se tomó registro de los niveles de lux y la potencia que generan las luminarias empleadas actualmente, para luego con los datos obtenidos se calculó el consumo en energía eléctrica que estos generan.

Luego se procedió a utilizar el software dialux evo 8.2, en donde se realizó la simulación con la luminaria del tipo led, esto con el fin de demostrar los beneficios que aportan y describir la variabilidad en consumo de energía entre ambas luminarias.

Después de obtenido los datos mediante el software dialux evo 8.2, se hizo el cálculo para determinar el consumo en energía eléctrica mediante la implementación de la luminaria led.

Obteniendo estos datos se realizó la comparación entre ambas luminarias, donde se evaluó el consumo mensual de energía y el costo en energía que genera cada tipo de luminaria, que se pretendió investigar para el estudio tecno económico.

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

- Presentación de la guía de observación de campo, elaborado mediante la herramienta Microsoft Excel.
- Método descriptivo: Se describió de forma detallada cada uno de los resultados obtenidos.
- Para el diseño de la propuesta de luminaria led se utilizó el programa DIALux evo 8.2.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación respeta los derechos de autor de diversas fuentes de información, lo que constituye una fuente confiable de investigación, y el trabajo se realizó sin poner en peligro a la población ni al medio ambiente.

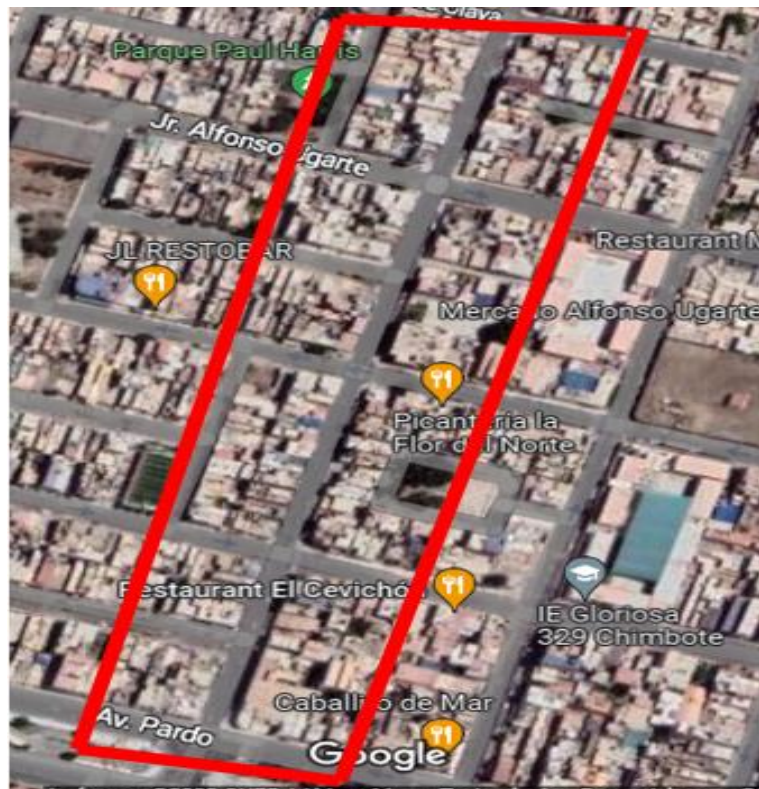
#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Cálculos y mediciones de la luminaria empleada actualmente en el sistema de alumbrado público del Jirón Guillermo Moore.

Primero se identificó mediante la herramienta de Google maps la ubicación geográfica del Jirón Guillermo Moore de la cuadra 3, 4,5 y 6, en donde se realizó la toma de mediciones. Se muestra en la Figura 16.

**Figura 16**

*Ubicación geográfica del Jirón Guillermo Moore cuadra 3, 4,5 y 6.*



**Fuente:** Google Maps, (2022)

Luego se empleó el luxómetro de la marca UNI-T, modelo UT383 para realizar la toma de mediciones de los niveles de lux actuales. La herramienta utilizada se observa en la Figura 17.

**Figura 17**

*Luxómetro utilizado.*



**Fuente:** Elaboración propia.

#### **4.2. Tipo de luminarias utilizadas en el Jirón Guillermo Moore.**

Las luminarias empleadas actualmente en el Jirón Guillermo Moore son de vapor de sodio, tiene una potencia de 150 Watts, es de la marca Philips, modelo SON-T. Se presenta en la Figura 18.

**Figura 18**

*Lámpara de sodio, modelo SON-T.*



**Fuente:** Philips, (2019)

Sus características se presentan en la Tabla 04.

**Tabla 04**

*Características de la luminaria de vapor de sodio de 150 W, de la marca Philips modelo SON-T.*

<b>Características de la luminaria</b>	
Flujo luminoso	11500 lm
Temperatura de color	2000 K
Eficacia lumínica	98 lm/W
Potencia	150 W
Corriente nominal	1.8 A
Tiempo de arranque (máx.)	5 seg.
Voltaje máximo	115 V
Voltaje mínimo	85 V

**Fuente:** Philips, (2020)

Conociendo el tipo de luminarias actualmente en uso, se obtuvo información sobre la intensidad de iluminación que se genera en la cuadra 3, 4,5 y 6 del Jirón Guillermo Moore.

Tras haber realizado la toma de datos con el instrumento luxómetro, se anotó estos valores obtenidos en la guía de observación, luego se procede a la fase de procesamiento y análisis de datos.

Las siguientes tablas muestran las mediciones tomadas mediante la aplicación del instrumento del luxómetro el cual nos muestra los niveles de lux que proyectan los postes de alumbrado público.

**Tabla 05***Valores de los niveles de lux de la cuadra 3 del Jirón Guillermo Moore.*

<b>TOMA DE DATOS</b>	
Nivel de Lux (lx) Promedio	18.6 lx
Horas de operación (horas)	12 Horas
<b>DATOS TOMADOS DE CADA CUADRA</b>	
Cuadra N°	3
N° de postes de iluminación	Iluminancia media (Lux)
Poste de iluminación N° A	17
Poste de iluminación N° B	18
Poste de iluminación N° C	20
Poste de iluminación N° D	18
Poste de iluminación N° E	20
Poste de iluminación N° F	17
Poste de iluminación N° G	19
Poste de iluminación N° H	20
<b>PROMEDIO</b>	<b>18.6 Lx</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

La tabla 05 muestra el nivel de lux promedio para la cuadra número 3 del Jirón Guillermo Moore nos da como resultado 18.6 Lx. También señalar que todos los postes se encontraban operativas.

**Tabla 06**

*Valores de los niveles de lux de la cuadra 4 del Jirón Guillermo Moore.*

<b>TOMA DE DATOS</b>	
Nivel de Lux (lx) Promedio	17.25 lx
Horas de operación (horas)	12 Horas
<b>DATOS TOMADOS DE CADA CUADRA</b>	
Cuadra N°	4
N° de postes de iluminación	Iluminancia media (Lux)
Poste de iluminación N° A	17
Poste de iluminación N° B	17
Poste de iluminación N° C	17
Poste de iluminación N° D	17
Poste de iluminación N° E	16
Poste de iluminación N° F	16
Poste de iluminación N° G	19
Poste de iluminación N° H	19
<b>PROMEDIO</b>	<b>17.25 Lx</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

La Tabla 06 presenta el nivel de lux promedio para la cuadra número 4 del Jirón Guillermo Moore nos da como resultado 17.25 Lx. También señalar que todos los postes se encontraban operativas.



**Tabla 07***Valores de los niveles de lux de la cuadra 5 del Jirón Guillermo Moore.*

<b>TOMA DE DATOS</b>	
Nivel de Lux (lx) Promedio	18 lx
Horas de operación (horas)	12 Horas
<b>DATOS TOMADOS DE CADA CUADRA</b>	
Cuadra N°	5
N° de postes de iluminación	Iluminancia media (Lux)
Poste de iluminación N° A	19
Poste de iluminación N° B	18
Poste de iluminación N° C	19
Poste de iluminación N° D	17
Poste de iluminación N° E	19
Poste de iluminación N° F	18
Poste de iluminación N° G	19
Poste de iluminación N° H	15
<b>PROMEDIO</b>	<b>18 Lx</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

La Tabla 07 presenta el nivel de lux promedio para la cuadra número 5 del Jirón Guillermo Moore nos da como resultado 18 Lx. También señalar que todos los postes se encontraban operativas.

**Tabla 08***Valores de los niveles de lux de la cuadra 6 del Jirón Guillermo Moore.*

<b>TOMA DE DATOS</b>	
Nivel de Lux (lx) Promedio	16 lx
Horas de operación (horas)	12 Horas
<b>DATOS TOMADOS DE CADA CUADRA</b>	
Cuadra N°	6
N° de postes de iluminación	Iluminancia media (Lux)
Poste de iluminación N° A	17
Poste de iluminación N° B	14
Poste de iluminación N° C	18
Poste de iluminación N° D	15
Poste de iluminación N° E	17
Poste de iluminación N° F	16
Poste de iluminación N° G	17
Poste de iluminación N° H	15
<b>PROMEDIO</b>	<b>16 Lx</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

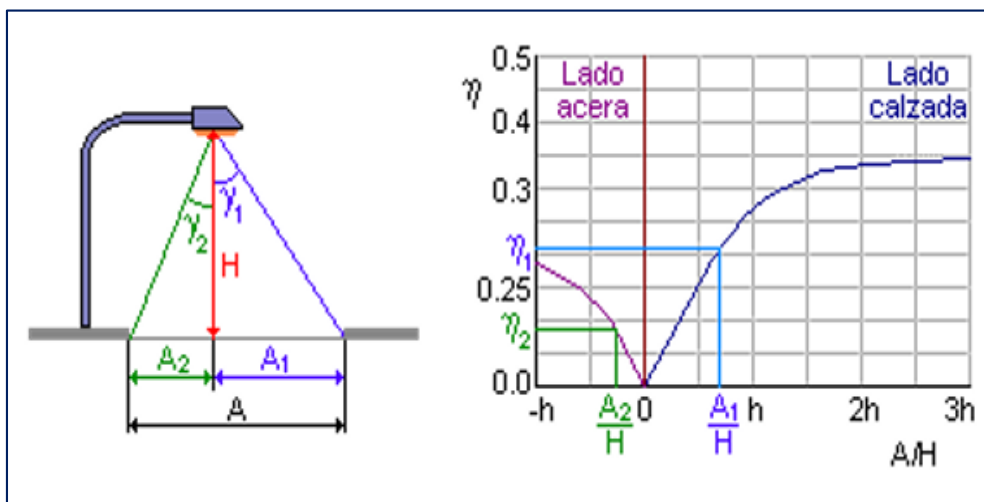
La Tabla 08 presenta el nivel de lux promedio para la cuadra número 6 del Jirón Guillermo Moore nos da como resultado 16 Lx. También señalar que todos los postes se encontraban operativas.

### 4.3. Estimación actual de la iluminación media de la avenida Guillermo Moore

Para ello primero debemos obtener el factor de utilización. Por lo general, se expresa en la curva especificada por el fabricante de la lámpara. Estas curvas se pueden encontrar en función de la relación ancho/alto de la calle (A/H). Como se muestra en la Figura 19, se puede ver que hay dos valores posibles, uno para un lado de la acera y otro para el lado de la calzada

**Figura 19**

*Curvas del factor de utilización.*



**Fuente:** García Fernández, (2020)

#### 4.3.1. Datos para el cálculo de la separación entre luminarias.

Ancho de la vía ( $A_1$ ): 6 metros

Ancho de la acera ( $A_2$ ): 2 metros

Flujo luminoso: 11500 lm

Potencia de la luminaria de vapor de sodio: 150 W

Factor de mantenimiento: 0.9 (Valor obtenido de la Tabla 03)

Altura de los postes ( $H$ ): 8 metros

Iluminancia media recomendada: 20 lx

### Desarrollo:

Primero obtenemos el factor de utilización que nos servirá para reemplazar en la Ecuación 04, el cual se obtendrá de la siguiente manera.

$$\frac{A1}{H} = \frac{6}{8} = 0.75 \quad N1 = 0.250$$

$$\frac{A2}{H} = \frac{2}{8} = 0.25 \quad N2 = 0.01$$

$$N1 + N2 = 0.250 + 0.01$$

$$N = 0.26$$

Se obtuvo como resultado que el factor de utilización "N" es igual a 0.26.

Ahora usando la Ecuación 04 despejamos en función de "d", para poder obtener la ecuación que nos permitirá hallar la separación entre luminarias.

$$E_m = \frac{N * F_m * \phi_L}{A * d}$$

Nos queda la ecuación de la siguiente manera:

$$d = \frac{N * F_m * \phi_L}{A * E_m}$$

Reemplazamos los datos para poder hallar "d", separación entre luminarias.

Teniendo que el factor de utilización es igual 0.26, el factor de mantenimiento es igual a 0.9, el flujo luminoso es de 11500 lm, "A" es la anchura a iluminar igual a 8 metros y la iluminancia media es igual a 20 lx.

$$d = \frac{0.26 * 0.9 * 11500}{8 * 20} = \frac{2691}{160} = 16.8 \text{ metros}$$

Realizado la ecuación se obtuvo la distancia entre luminarias que es igual a 16.8 metros.

#### 4.3.2. Cálculo de la iluminación media de la calzada.

Haremos uso de la Ecuación 04 que es la siguiente:

$$E_m = \frac{N * F_m * \phi_L}{A * d}$$

Reemplazamos los datos ya obtenidos anteriormente, para poder determinar la iluminación media de la calzada.

$$E_m = \frac{0.26 * 0.9 * 11500}{8 * 16.8}$$

$$E_m = 20 \text{ lx}$$

#### **4.4. Cálculo de la carga instalada en las luminarias de vapor de sodio de 150W usadas actualmente en el sistema de alumbrado público.**

Se procede a determinar el consumo mensual de energía.

Datos:

N<sub>L</sub>= 32 luminarias (desde la cuadra 3 a la 6 del Jirón Guillermo Moore.)

P= 150 Watts

Aplicamos la Ecuación 01.

$$Q = \frac{N_L * P}{1000}$$

$$Q = \frac{32 * 150 \text{ Watts}}{1000}$$

$$Q = 4.8 \text{ KW}$$

Obtenemos una carga instalada mensual de 4.8 KW, que se genera en el alumbrado público con las luminarias existentes en el Jirón Guillermo Moore para las cuadras 3, 4,5 y 6.

#### **4.4.1. Cálculo del consumo total mensual de energía de luminarias de vapor de sodio de 150W.**

Usaremos la Ecuación 02 para determinar el consumo total de energía.

Datos:

C= Consumo mensual

Q: 4.8 KW (Carga instalada)

F<sub>m</sub>: 0.9 (Factor de mantenimiento obtenido de la Tabla 03)

1-PR: 0.962 (Eficiencia)

Nd: 30 días (Número de días al mes promedio)

Fu: 0.5 (Factor de utilización)

Se obtiene el resultado aplicando la Ecuación 02.

$$C = \frac{Q * N_d * F_m * F_u * 12}{1 - P_r}$$

$$C = \frac{4.8 \text{ Kw} * 30 * 0.9 * 0.5 * 12}{0.962}$$

$$C = 808.32 \text{ KWh}$$

Obtenemos que el consumo total mensual de energía es de 808.32 KWh, que se genera en el alumbrado público, con las luminarias actuales en el Jirón Guillermo Moore para las cuadras 3, 4,5 y 6.

#### **4.4.2. Calculo del costo mensual de energía de luminaria de vapor de sodio de 150W en el sistema de alumbrado público.**

Para hallar el costo mensual de energía se obtiene aplicando la Ecuación 03.

$$CM = Pr * C$$

Donde:

Costo mensual: Consumo en soles

C: Consumo total mensual

Pr: 0.6677 Precio en kilowatt (Fuente hindrandina)

$$\text{Costo mensual} = 0.6677 * 808.32$$

$$\text{Costo mensual} = 539.72 \text{ Soles}$$

Luego de realizado el cálculo, tenemos un costo mensual de energía de 539.72 soles, en el alumbrado público del Jirón Guillermo Moore con las luminarias utilizadas actualmente.

#### 4.4.3. Consumo de energía eléctrica y costo mensual de luminaria de 150W empleadas actualmente.

Se muestra el consumo y costo de energía eléctrica mensual con las luminarias empleadas actualmente en el alumbrado público durante el año 2022, se ve a continuación en la Tabla 09.

**Tabla 09**

*Valores de los niveles de energía mensual y costo de energía del alumbrado público para el año 2022.*

MES	Luminaria de 150 W (Existentes en el alumbrado público)	
	Energía Mensual (kWh)	Costo de energía (S/.)
enero-2022	835.26 kWh	S/. 557.70
febrero-2022	754.43 kWh	S/. 503.73
marzo-2022	835.26 kWh	S/. 557.70
abril-2022	808.32 kWh	S/. 539.72
mayo-2022	835.26 kWh	S/. 557.70
junio-2022	808.32 kWh	S/. 539.72
julio-2022	835.26 kWh	S/. 557.70
agosto-2022	835.26 kWh	S/. 557.70
septiembre-2022	808.32 kWh	S/. 539.72
octubre-2022	835.26 kWh	S/. 557.70
noviembre-2022	808.32 kWh	S/. 539.72
diciembre-2022	835.26 kWh	S/. 557.70
<b>TOTAL</b>	<b>9834.53 kWh</b>	<b>S/. 6566.52</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

La Tabla 09 muestra el consumo en energía y costo de energía que se generó durante el año 2022, con las luminarias de 150W existentes, en donde se determinó un costo de energía total de 9834.53 kWh y un costo de energía total de S/. 6566.52.

#### **4.5. Cálculo de la carga instalada de la luminaria led propuesta de 110W.**

Se procede a determinar el consumo mensual de energía que genera la luminaria propuesta led de 110w.

Datos:

NL= 32 luminarias (desde la cuadra 3 a la 6 del Jirón Guillermo Moore.)

P= 110 Watts

Se obtiene el resultado aplicando la Ecuación 01.

$$Q = \frac{N_L * P}{1000}$$

$$Q = \frac{32 * 110 \text{ Watts}}{1000}$$

$$Q = 3.5 \text{ KW}$$

Obtenemos una carga instalada mensual de 3.5 KW, que se generaría al implementar las luminarias led en el Jirón Guillermo Moore para las cuadras 3, 4,5 y 6.

#### **4.5.1. Cálculo del consumo total mensual de energía de la luminaria led propuesta de 110W.**

Usaremos la Ecuación 02 para determinar el consumo total de energía.

Datos:

C= Consumo mensual

Q: 3.5 KW (Carga instalada)

Fm: 0.9 (Factor de mantenimiento obtenido de la Tabla 03)

1-PR: 0.962 (Eficiencia)

Nd: 30 días (Número de días al mes promedio)



Fu: 0.5 (Factor de utilización)

Se obtiene el resultado aplicando la Ecuación 02.

$$C = \frac{Q * N_d * F_m * F_u * 12}{1 - P_r}$$

$$C = \frac{3.5 \text{ Kw} * 30 * 0.9 * 0.5 * 12}{0.962}$$

$$C = 589.39 \text{ KWh}$$

Obtenemos que el consumo total mensual de energía es de 589.39 KWh, que se generaría al implementar las luminarias led de 110W.

#### **4.5.2. Calculo de costo mensual en energía de luminaria led propuesta de 110 W.**

Para hallar el costo mensual de energía se obtiene aplicando la Ecuación 03.

$$CM = Pr * C$$

Donde:

Costo mensual: Consumo en soles

C: Consumo total mensual

Pr: 0.6677 Precio en kilowatt (Fuente hindrandina)

$$\text{Costo mensual} = 0.6677 * 589.39$$

$$\text{Costo mensual} = 393.54 \text{ Soles}$$

Luego de realizado el cálculo, tenemos un costo mensual de energía de 393.54 soles que se generaría al implementar la luminaria led de 110W propuesta.

#### 4.5.3. Consumo de energía eléctrica y costo mensual de luminaria led propuesta de 110W.

Se muestra el consumo y costo de energía eléctrica mensual que hubiesen demandado las luminarias led de 110W propuesta durante el año 2022.

Se presenta en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Valores de los niveles de energía mensual y costo de energía de la luminaria led propuesta de 110W para el año 2022.*

MES	Luminaria led de 110W propuesta	
	Energía Mensual (kWh)	Costo de energía (S/.)
enero-2022	609.04 kWh	S/. 406.66
febrero-2022	550.10 kWh	S/. 367.30
marzo-2022	609.04 kWh	S/. 406.66
abril-2022	589.39 kWh	S/. 393.54
mayo-2022	609.04 kWh	S/. 406.66
junio-2022	589.39 kWh	S/. 393.54
julio-2022	609.04 kWh	S/. 406.66
agosto-2022	609.04 kWh	S/. 406.66
septiembre-2022	589.39 kWh	S/. 393.54
octubre-2022	609.04 kWh	S/. 406.66
noviembre-2022	589.39 kWh	S/. 393.54
diciembre-2022	609.04 kWh	S/. 406.66
<b>TOTAL</b>	<b>7170.94 kWh</b>	<b>S/. 4788.08</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

La Tabla 10 muestra el consumo en energía y costo de energía que se generó durante el año 2022, con la luminaria led de 110W propuesta, en donde se obtuvo un costo de energía total de 7170.94 kWh y un costo de energía total de S/.4788.08 soles.

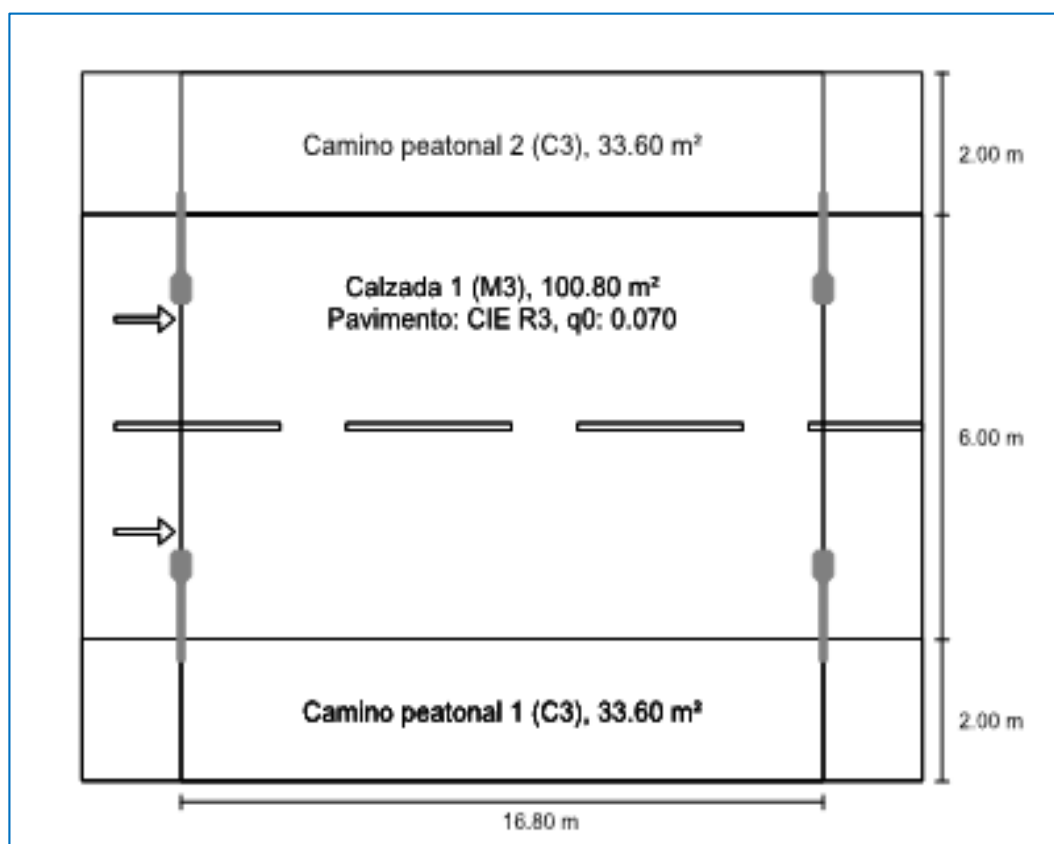
#### 4.6. Resultados obtenidos con el uso del software Dialux 8.2 utilizando la luminaria led propuesta de 110 W.

Mediante la ayuda de este software se obtuvieron resultados del nivel en iluminación media, luminancia e iluminancia para el Jirón Guillermo Moore.

Para la Figura 20 tenemos el plano inicial de acera y calzada realizada con el software Dialux.

**Figura 20**

*Plano Inicial*

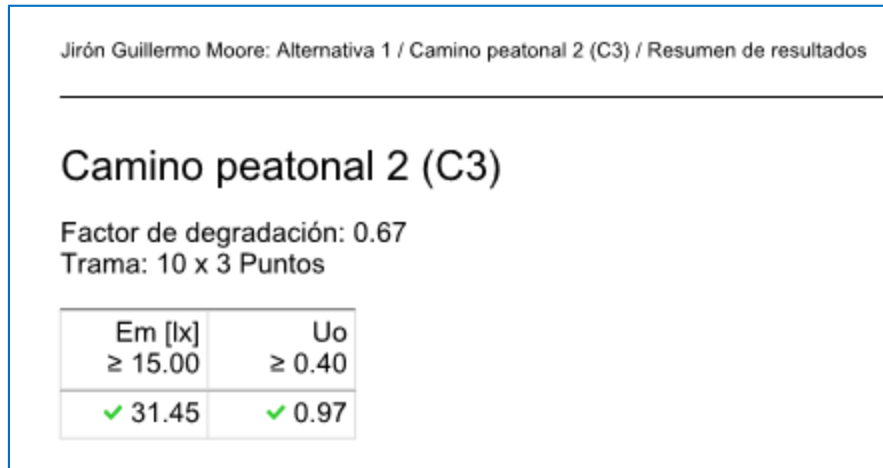


**Fuente:** Dialux, (2023)

En la Figura 21 tenemos el camino peatonal 2, el cual al realizar la simulación con la luminaria led de 110 W, nos dio como resultado una Iluminación Media (Em) de 31.45 lux y una Uniformidad General (Uo) de 0.97.

**Figura 21**

*Camino peatonal 2*



**Fuente:** Dialux, (2023)

En la Tabla 11, nos muestra los niveles de iluminación para el camino peatonal 2, obteniendo una Iluminación Media (Em) de 31.4 lux, una Iluminación Mínima (Emin) de 30.6 lux y una Iluminación Máxima (Emax) de 33.2 lux. Así mismo en la columna “X” se tiene la distancia de la acera y para el lado “Y” es la distancia entre luminarias.

**Tabla 11**

*Niveles de iluminación para camino peatonal 2.*

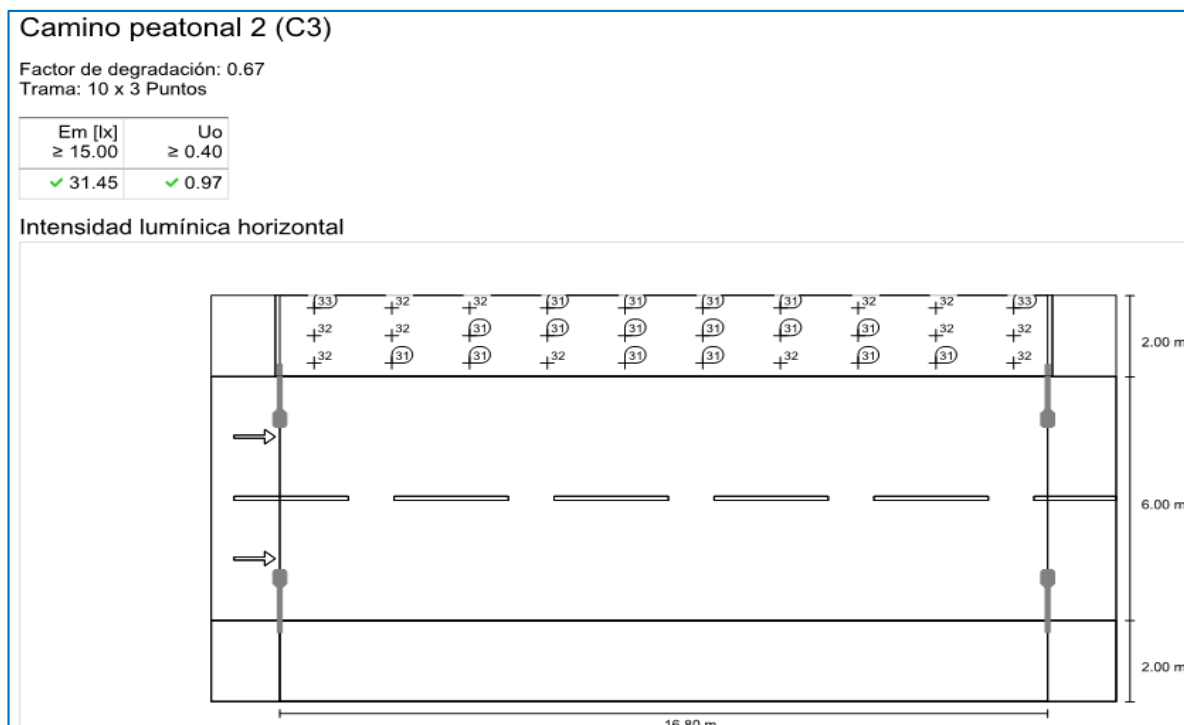
<b>Camino peatonal 2</b>											
<b>Intensidad lumínica horizontal (lx)</b>											
X	2	33.2	32.2	32.1	30.7	30.7	30.7	30.7	32.1	32.2	33.2
	1.5	32.5	31.5	31.3	31.1	30.7	30.7	31.1	31.3	31.5	32.5
	1	31.8	31.1	30.6	31.7	30.8	30.8	31.7	30.6	31.1	31.8
<b>Metros</b>		0.84	2.52	4.20	5.88	7.56	9.24	10.92	12.6	14.28	15.96
		Y									

**Fuente:** Dialux, (2023)

En la Figura 22, se observa que para el camino peatonal 2 se tiene una Iluminación Media ( $E_m$ ), de 31.45 lux y una uniformidad general ( $U_o$ ) de 0.97. También se muestra la intensidad lumínica de los niveles de lux que se distribuyen en el camino peatonal.

**Figura 22**

*Intensidad lumínica del camino peatonal 2.*



**Fuente:** Dialux, (2023)

En la Figura 23, tenemos los resultados para la calzada el cual nos da un valor de flujo luminoso ( $L_m$ ) de 2.85  $cd/m^2$ , uniformidad general ( $U_o$ ) de 0.80, uniformidad longitudinal ( $U_i$ ) de 0.85 y un incremento de umbral (TI) de 12.

**Figura 23**

*Resultados de la calzada*

**Calzada (M3)**

Factor de degradación: 0.67  
 Trama: 10 x 6 Puntos

$L_m$ [ $cd/m^2$ ]	$U_o$	$U_i$	TI [%]	EIR
$\geq 1.00$	$\geq 0.40$	$\geq 0.60$	$\leq 15$	
✓ 2.85	✓ 0.80	✓ 0.85	✓ 12	* 1.00

**Fuente:** Dialux, (2023)

La Tabla 12 presenta el nivel de iluminación para la calzada, obteniendo una iluminación media ( $E_m$ ) de 30.7 lux, una iluminación mínima ( $E_{min}$ ) de 29.6 lux y una iluminación máxima ( $E_{max}$ ) de 33 lux. Además en la columna “X” corresponde a la distancia de la acera y en el lado “Y” corresponde a la separación entre luminarias.

**Tabla 12**

*Niveles de iluminación para la calzada*

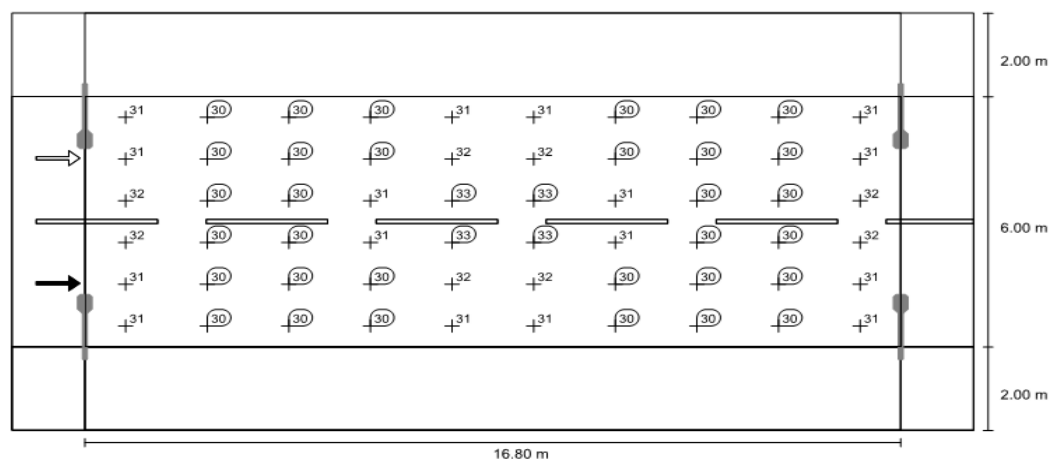
Calzada											
Intensidad lumínica horizontal (lx)											
X	7.5	30.7	29.9	29.7	30.4	30.9	30.9	30.4	29.7	29.9	30.7
	6.5	31.1	30.0	29.6	30.4	32.0	32.0	30.4	29.6	30.0	31.1
	5.5	31.6	30.2	29.7	30.8	33.0	33.0	30.8	29.7	30.2	31.6
	4.5	31.6	30.2	29.7	30.8	33.0	33.0	30.8	29.7	30.2	31.6
	3.5	31.1	30.0	29.6	30.4	32.0	32.0	30.4	29.6	30.0	31.1
	2.5	30.7	29.9	29.7	30.4	30.9	30.9	30.4	29.7	29.9	30.7
<b>Metros</b>	0.84	2.52	4.20	5.88	7.56	9.24	10.92	12.6	14.28	15.96	
	Y										

**Fuente:** Dialux, (2023)

En la Figura 24, nos muestra la intensidad lumínica de los niveles de lux que se distribuyen en la calzada.

**Figura 24**

*Intensidad lumínica de la calzada*



**Fuente:** Dialux, (2023)

La Figura 25 presenta el camino peatonal 1, donde al realizar la simulación con la luminaria led de 110 W, se obtuvo como resultado una iluminación media ( $E_m$ ) de 31.45 lux y una uniformidad general ( $U_o$ ) de 0.97.

### Figura 25

*Camino peatonal 1*

Camino peatonal 1 (C3)	
Factor de degradación: 0.67	
Trama: 10 x 3 Puntos	
Em [lx] ≥ 15.00	Uo ≥ 0.40
✓ 31.45	✓ 0.97

**Fuente:** Dialux, (2023)

La Tabla 13 presenta el nivel de iluminación para el camino peatonal 1, obteniendo una iluminación media ( $E_m$ ) de 31.4 lux, una iluminación mínima ( $E_{min}$ ) de 30.6 lux y una iluminación máxima ( $E_{max}$ ) de 33.2 lux. Además en la columna “X” corresponde a la distancia de la acera y del lado “Y” a la separación entre luminarias.

### Tabla 13

*Niveles de iluminación para camino peatonal 1.*

Camino peatonal 1											
Intensidad lumínica horizontal (lx)											
X	2	31.8	31.1	30.6	31.7	30.8	30.8	31.7	30.6	31.1	31.8
	1.5	32.5	31.5	31.3	31.1	30.7	30.7	31.1	31.3	31.5	32.5
	1	33.2	32.2	32.1	30.7	30.7	30.7	30.7	32.1	32.2	33.2
Metros		0.84	2.52	4.20	5.88	7.56	9.24	10.92	12.6	14.28	15.96
		Y									

**Fuente:** Dialux, (2023)

#### 4.7. Comparación de los resultados de ambas luminarias.

En base a la luminaria de vapor de sodio de 150W que actualmente se emplean en el alumbrado público y la luminaria led propuesta de 110 W, se determinó el consumo mensual de energía para ambos tipos de luminarias y a su vez también el costo mensual que estos demandan. Como se detalla en la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Valores obtenidos para ambos casos de luminaria.*

<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Consumo mensual de energía</b>	<b>Costo mensual de energía</b>
Luminaria de vapor de sodio	150 W	808.32 KWh	S/. 539.72
Led	110 W	589.39 KWh	S/. 393.54

**Fuente:** Elaboración propia.

Observamos en la Tabla 14 que la luminaria de vapor de sodio nos genera un gasto mensual de energía de 808.32 KWh y genera un costo mensual de energía de S/. 539.72 soles. Y para la luminaria led propuesta de 110 W nos genera un gasto mensual de energía de 589.39 KWh y tiene un costo mensual de energía de S/ 393.54 soles.

Lo que al aplicar la luminaria led nos estaría generando un ahorro en consumo mensual de energía de 218.93 KWh y también un ahorro en el costo mensual de energía de S/. 146.18 soles. Obteniendo así resultados favorables que benefician al servicio y mejoramiento del alumbrado público.



#### 4.8. Comparación de los resultados durante el año 2022 entre ambas luminarias.

Los resultados totales obtenidos durante el año 2022 en consumo de energía y costo en energía se detallan en la Tabla 15.

**Tabla 15:** *Comparación de los resultados durante el año 2022*

<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Consumo de energía eléctrica durante el año 2022</b>	<b>Costo de energía durante el año 2022</b>
Luminaria de vapor de sodio	150 W	9834.53 KWh	S/. 6566.52
Led	110 W	7170.94 KWh	S/. 4788.08

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la Tabla 15, en el caso de la luminaria de vapor de sodio de 150 watts nos genera un consumo de energía durante el año 2022 de 9834.53 KWh y nos genera un costo de energía de S/. 6566.52 soles.

Para la luminaria led propuesta de 110 watts nos genera un consumo de energía durante el año 2022 de 7170.94 KWh y genera un costo de energía de S/. 4788.08 soles. Lo que al aplicar la luminaria led propuesta nos estaría generando un ahorro en consumo de energía de 2663.59 KWh y también un ahorro para el costo en energía de S/. 1778.44 soles. Obteniendo así un resultado favorable que beneficia al servicio y mejoramiento del alumbrado público.

#### 4.9. Análisis técnico económico de luminaria vapor de sodio y luminaria led

Este proyecto de investigación considera reemplazar las luminarias actuales, por luminarias led, ya que aportan un servicio más eficiente, para lograr así ahorros de energía y costos.

##### 4.9.1. Costo de luminaria de vapor de sodio de alta presión de 150 W.

Se presenta en la Tabla 16, el precio de las luminarias utilizadas actualmente.

**Tabla 16**

*Costos de las luminarias de vapor de sodio de 150W existentes.*

Marca	Modelo	Potencia (W)	N. de Luminarias	PRECIO EN SOLES				
				P. Unit. Luminaria	P. Unit. Lámpara	P. Unit. Conjunto	P.Total. Lámparas	P.Total. Conjunto
PHILIPS	SON-T	150	32	380.00	43.30	423.30	1,385.60	13,545.60

**Fuente:** Elaboración propia.

El costo de las lámparas de sodio de 150 W que se emplean actualmente en el alumbrado público del Jirón Guillermo Moore es de S/. 13545.60 soles.

#### 4.9.2. Costo de luminaria led de 110 W propuesta.

Para el caso de las luminarias led proyectadas, modelo ROADFLAIR de 110 Watts marca Philips, los precios se ven en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Costos de las luminarias led de 110 W proyectadas.*

Marca	Modelo	Potencia (W)	N. de Luminarias	Precio en soles	
				Precio Unitario	Precio Total
PHILIPS	ROADFLAIR	110	32	732.00	23,424.00

**Fuente:** Elaboración propia.

El costo de 32 luminarias led proyectadas para el alumbrado público en el Jirón Guillermo Moore es de S/. 23424.00 soles.

#### 4.10. Análisis de Ingeniería Económica (VAN-TIR)

Para este análisis se hará la comparación entre ambas luminarias. En la Tabla 18 se detalla el tiempo de operación de cada una.

**Tabla 18**

*Vida útil de la luminaria de vapor de sodio y la del tipo led.*

LUMINARIA	HORAS DE OPERACIÓN	DIAS	AÑOS
LED	100000	8333	23
VAPOR DE SODIO	24000	2000	5

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 19***Flujo de caja neto para luminarias de vapor de sodio de 150W.*

<b>AÑO</b>	<b>INVERSIÓN (S/.)</b>	<b>COSTO DE ENERGÍA (S/.)</b>	<b>FCN</b>
0	13,545.60		13,545.60
1		6566.52	6566.52
2		6566.52	6566.52
3		6566.52	6566.52
4		6566.52	6566.52
5	1,385.60	6566.52	7,952.12
6		6566.52	6566.52
7		6566.52	6566.52
8		6566.52	6566.52
9		6566.52	6566.52
10	1,385.60	6566.52	7,952.12
11		6566.52	6566.52
12		6566.52	6566.52
13		6566.52	6566.52
14		6566.52	6566.52
15	1,385.60	6566.52	7,952.12
16		6566.52	6566.52
17		6566.52	6566.52
18		6566.52	6566.52
19		6566.52	6566.52
20	1,385.60	6566.52	7,952.12
21		6566.52	6566.52
22		6566.52	6566.52
23		6566.52	6566.52

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Tabla 19, se calculó el flujo en caja neto de luminarias de vapor de sodio utilizando una inversión inicial de S/. 13545.60 soles, con un costo de energía anual de S/. 6566.52 soles, también se agregó una inversión de S/. 1,385.60 soles por el cambio de lámparas al cumplir los 5 años de su tiempo de vida útil.

**Tabla 20**

*Flujo de caja neto para luminarias de 110 W proyectadas.*

<b>AÑO</b>	<b>INVERSION (S/.)</b>	<b>COSTO DE ENERGIA (S/.)</b>	<b>FCN</b>
0	23,424		23,424
1		4788	4788
2		4788	4788
3		4788	4788
4		4788	4788
5		4788	4788
6		4788	4788
7		4788	4788
8		4788	4788
9		4788	4788
10		4788	4788
11		4788	4788
12		4788	4788
13		4788	4788
14		4788	4788
15		4788	4788
16		4788	4788
17		4788	4788
18		4788	4788
19		4788	4788
20		4788	4788
21		4788	4788
22		4788	4788
23		4788	4788

**Fuente:** Elaboración propia.

La Tabla 20 presenta el flujo en caja neto de las luminarias led proyectadas, empleando una inversión inicial de S/. 23,424 soles, con un costo de energía anual de S/. 4788 soles,

Luego se calculó la diferencia de flujo de cajas entre ambas luminarias. La cual se muestra en la Tabla 21.

**Tabla 21***Evaluación de flujo de caja neto incremental entre ambas luminarias.*

<b>AÑO</b>	<b>FCN VAPOR DE SODIO</b>	<b>FCN LED</b>	<b>FCNI</b>
<b>0</b>	<b>13,545.60</b>	<b>23,424</b>	<b>--9,878.40</b>
1	6566.52	4788	1,778.52
2	6566.52	4788	1,778.52
3	6566.52	4788	1,778.52
4	6566.52	4788	1,778.52
5	7952.12	4788	3,164.12
6	6566.52	4788	1,778.52
7	6566.52	4788	1,778.52
8	6566.52	4788	1,778.52
9	6566.52	4788	1,778.52
10	7952.12	4788	3,164.12
11	6566.52	4788	1,778.52
12	6566.52	4788	1,778.52
13	6566.52	4788	1,778.52
14	6566.52	4788	1,778.52
15	7952.12	4788	3,164.12
16	6566.52	4788	1,778.52
17	6566.52	4788	1,778.52
18	6566.52	4788	1,778.52
19	6566.52	4788	1,778.52
20	7952.12	4788	3,164.12
21	6566.52	4788	1,778.52
22	6566.52	4788	1,778.52
23	6566.52	4788	1,778.52

**Fuente:** Elaboración propia.**Tabla 22***Resultados del VAN y TIR*

<b>TD</b>	12%
<b>VAN</b>	S/ 5,478.13
<b>TIR</b>	20%

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el cálculo del VAN y TIR se utilizó una tasa de interés (TD) del 12%, concluyendo que el proyecto si es rentable, porque se obtuvo un VAN > 0 y la TIR obtenida es del 20% que es mayor a la tasa interés, por lo cual nuestro proyecto si es factible.

## V. **Discusión**

En este estudio de propuesta técnica económica para mejoramiento del consumo de energía eléctrica de alumbrado público, se realizó una evaluación de la lámpara de sodio de 150 watts que se utiliza actualmente, obteniendo resultados que no son favorables para la calidad del servicio brindando. Por lo que se determinó que cambiar las luminarias actuales por una del tipo led de 110 watts propuesta, mejorará el nivel de iluminación, el consumo de energía y se tendrá un beneficio económico significativo.

Se calculó que el consumo de energía eléctrica actual del sistema de alumbrado público del Jirón Guillermo Moore utilizando las luminarias de vapor de sodio de 150 watts nos genera un consumo mensual de energía 808.32 KWh y un costo de energía de S/. 539.72 soles, y también se calculó para la luminaria led de 110 watts propuesta donde se obtuvo un menor consumo energía de 589.39 KWh y también un costo mensual de energía menor de S/. 393.54 soles. Así mismo en el trabajo de investigación de Rivas (2019), indica que si la iluminación de vapor de sodio utilizado, se cambia a la iluminación de tipo led, ahorraría el consumo de energía en 320309.40 KWh y tendría un ahorro económico de S/. 200238.92 soles. Comparando mis resultados con los señalados por Rivas (2019), se puede decir que las luminarias tipo led reducen el consumo de energía y por ende su costo, lo que beneficia significativamente a los sistemas de alumbrado público y al sector energético, porque la demanda actual hoy en día es muy elevado.

Se obtuvieron los resultados de los niveles de iluminación actuales de la lámpara de vapor de sodio de 150 watts, en donde se determinó que tiene una iluminación media de 17.5 lux y para la luminaria led propuesta de 110 watts se simuló mediante el software Dialux, para obtener así los niveles de iluminación que se proyectaría al implementar este tipo de luminaria, obteniendo así una iluminación media para el camino peatonal de 31.45 lux y para la calzada un iluminación media de 30.7 lux, lo cual brinda una mayor iluminación en el sistema de alumbrado público.

Estos resultados coinciden con Rodrigo (2017), quien en su trabajo de investigación, al medir el nivel de lux de la Avenida Mártires 4 de Noviembre obtuvo un nivel de lux promedio de 19.50 lux y que se podría lograr una iluminación máxima de 44.85 lux utilizando luminarias led. También en su investigación comprobó, que al usar la lámpara led se tiene una reducción de consumo de energía al mes de 10928.14 KWh lo cual esto reflejo un ahorro económico de S/. 7134.98 soles. Comparando mis resultados con los de Rodrigo (2017), se puede decir entonces que las luminarias led tienen una mayor ventaja en el alumbrado público, ya que cuando se implementan brindan un nivel de iluminación mucho mayor, en comparación a las luminarias de vapor de sodio, a su vez nos ahorra la energía mensual y los costos de energía mensuales que demandan son mucho menor.

Se realizó la evaluación de las características técnico-económicas para ambos tipos de luminarias. El precio de las luminarias utilizadas actualmente en el Jirón Guillermo Moore es de S/. 13,545.60 soles y el precio de las luminarias led proyectadas es de S/. 23,424.00 soles. De esta evaluación realizada se obtuvo que el VAN es S/ 5,478.13 soles y al ser mayor a 0 nos demuestra que el proyecto es factible, el TIR obtenido es del 20% este valor es mayor que la tasa de interés del 12 % propuesta, lo que reafirma que el proyecto es factible. Y el tiempo para recuperar la inversión es de 8 años.

Las fortalezas presentes del trabajo de investigación fueron el de mejorar los costos de energía y los niveles de iluminación que se tienen actualmente, como se presentó en los resultados al reemplazar las luminarias actuales por luminarias led, se tendría un ahorro anual significativo de S/. 1778.44 soles, también se ahorraría el consumo anual de energía en 2663.59 KWh, obteniendo así un ahorro significativo. Y además los niveles de iluminación que se tendrían serían mucho mejor, obteniendo así una mejor calidad del servicio brindado.



Otra fortaleza del trabajo de investigación, es que se realizó un estudio técnico económico, con lo cual esto permitió determinar cuánto es la inversión inicial requerida y al plazo de cuánto tiempo sería la recuperación de la inversión, como se vio en los resultados se determinó que el VAN y el TIR indicaron que el proyecto si es factible.

También durante el proceso de investigación y desarrollo, se logró calcular el nivel de iluminación actual con las lámparas de sodio empleadas, estos datos fueron favorables para realizar una comparación, el cual tuvo como resultado que la lámpara led tiene un mayor beneficio en el nivel de iluminación.

Así mismo en la investigación de Hijar (2018), logró verificar que mediante la aplicación de lámparas leds , se tienen cambios que favorecen al cuidado del medio ambiente, debido a que demandan un consumo de energía menor, con lo cual se tiene una disminución de desechos tóxicos. También señaló que la facturación de energía al año disminuye considerablemente, de igual manera para el costo de energía obtuvo una disminución, además realizó un estudio tecno económico de VAN y TIR, siendo la TIR que obtuvo del 20 %, y que la recuperación de la inversión sería al plazo de 10 años. Comparando mis resultados con los señalados por Hijar (2018), se puede decir que aplicar lámpara led en alumbrado público, logra que la factura de consumo y costo en energía anual se reduzca, obteniendo así grandes ahorros y a la vez contribuyendo eficientemente al cuidado del medio ambiente, ya que la materia prima con la que está diseñada es menos toxica.

De acuerdo a Huarachi (2017), quien realizó una evaluación detallada de los parámetros técnicos y económicos utilizando lámparas leds, determinó mediante el uso del software Dialux, que la lámpara de sodio no brinda los niveles óptimos de alumbrado, y en comparación la lámpara led si logra cumplir estos niveles óptimos de iluminación, también señaló que esta tecnología debe ser mayor empleada en el Perú, ya que proporciona un alto ahorro en consumo de energía. Esta investigación realizada por Huarachi (2017), muestra similitud con los resultados obtenidos mediante la aplicación del software Dialux, en el cual se simuló con la lámpara led de 110 watts

propuesta, en donde se obtuvo como resultado una mejoría del nivel de iluminación media para el camino peatonal y para la calzada.

También como se presentó en la Tabla 22 los resultados del VAN y TIR, se logró obtener que el tiempo de recuperación de la inversión es a un plazo de 8 años. De acuerdo a la tesis de Trigozo (2018), el cual desarrolló un sistema de iluminación led para mejorar la potencia en el alumbrado público, logró demostrar los beneficios que se obtienen al aplicar esta tecnología. Así mismo este autor señaló que la recuperación de su inversión sería después de 12 años, debido a que el costo de la electricidad a aumentado enormemente con el pasar de los años, en general señaló que debido al sistema de iluminación de luz led, el consumo energético puede tener una disminución, lo que brinda así una mejora de recursos y una mejor protección del medio ambiente.

En el trabajo desarrollado por Nuñez y Quinto (2016), el cual plantearon una implementación de lámparas leds, obtuvieron un ahorro significativo de 34866 kWh de electricidad al mes, y también obtuvieron un ahorro en el costo mensual de energía de S/. 16135.4 soles, con lo cual estos valores se reflejan en un ahorro energético, en proporción a la energía requerida. También realizaron el estudio tecno económico, el cual señala que en un periodo de 2 años y 8 meses se recuperaría la inversión inicial. Siendo la TIR del 35 % que obtuvieron, a una tasa de interés propuesta para su proyecto del 15 % anual. Esta investigación realizada por Nuñez y Quinto (2016), muestra similitud en los valores obtenidos, el cual refleja que utilizar lámpara led para el alumbrado público logra una mejora positiva que se reflejan en ahorros energéticos y económicos, además como se vio en los resultados mediante la aplicación del software Dialux, los niveles de iluminación que se tienen son más óptimos lo que contribuye a la seguridad para las personas que transitan en la noche.

## **VI. Conclusiones**

- Se concluye que las luminarias led de 110 watts propuesta tienen mejores características y brindan una mejor iluminación en el sistema de alumbrado público, a diferencia de las lámparas de vapor de sodio que son menos eficientes.
- Se determinó que las luminarias empleadas actualmente generan un mayor consumo y costo de energía eléctrica, en cambio al utilizar luminaria led se tendrían menores niveles de consumo y costo de energía, con lo cual las luminarias del tipo led si tienen un gran aporte, beneficiando al sistema de alumbrado público de manera positiva.
- Se determinó los niveles de iluminación para ambos tipos de luminarias, para el caso del tipo led mediante el uso del software Dialux se obtuvieron resultados más favorables que benefician al sistema de alumbrado público del Jirón Guillermo Moore, concluyendo que la luminaria led ofrece un mayor nivel de lux, eficiencia y su tiempo de vida útil es mucho mayor.
- Se realizó el análisis técnico económico para ambos casos de luminarias, en donde se obtuvo que reemplazar las luminarias existentes, por luminarias del tipo led nos genera un VAN de S/ 5,478.13 soles y además se obtuvo que el TIR es del 20 %, teniendo estos valores económicos se concluye que el proyecto es factible, porque el VAN obtenido es mayor a 0 y la TIR es mayor a la tasa de interés.

## **VII. Recomendaciones**

- ✓ Se recomienda implementar luminarias led para el alumbrado público, ya que como se vio en los resultados obtenidos estos tienen un consumo y costo de energía eléctrica menor, mejorando así los servicios en iluminación pública, además que su tiempo de vida útil es mayor a diferencia de otras luminarias.
  
- ✓ Se recomienda fomentar la aplicación de luminarias led para ayudar a mejorar el cuidado en el medio ambiente, ya que el material con el que está diseñado reduce los niveles elevados de emisiones de carbono y a su vez al tener un nivel de iluminación mayor, se reducirá la presencia de personas de mal vivir que transitan durante la noche.
  
- ✓ Se recomienda para futuros investigadores, hacer un análisis técnico económico de luminarias led en el sistema de alumbrado público aplicando sistema de tele gestión, ya que mediante este sistema es posible detectar las fallas en los equipos en tiempo real, además mejora el manejo y control de los niveles de iluminación, de tal manera que esto ayuda a reducir el consumo de energía.

## REFERENCIAS

- Almacén, J. L. (09 de Septiembre de 2015). *LED Almacén*. Obtenido de <https://blog.ledalmacen.com/2015/09/09/partes-de-una-bombilla-led/>
- Alromar. (19 de Agosto de 2012). *Alromar*. Obtenido de <http://www.alromar-energia.es/blog/ventajas-y-desventajas-de-la-tecnologia-led/>
- Alvarado, J. E. (30 de Abril de 2017). *Sector Electricidad*. Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energia-electrica-conceptos-fundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad/>
- Calderón Fernández, L. E. (2014). "*Tecnología led en un punto de luz de alumbrado público para elevar la eficiencia en iluminación de la vía local comercial*". Huancayo. Obtenido de [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/205/PMEC\\_08.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/205/PMEC_08.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carrillo, G. (8 de Diciembre de 2017). *Transmagneca*. Obtenido de <http://www.transmagneca.com/wordpress/por-que-se-usan-las-lamparas-de-sodio-en-el-alumbrado-publico/>
- Castro, F. (13 de Diciembre de 2018). *Perú Construye*. Obtenido de <https://peruconstruye.net/2018/12/13/luminarias-para-alumbrado-publico-mejor-iluminacion-en-calles-y-vias/>
- Corahua Rivas, O. A. (2019). *CALIDAD DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO E IMPLEMENTACIÓN DE LUMINARIAS LED EN VÍAS PÚBLICAS CÉNTRICAS DE LA CIUDAD DE PUNO, 2019*. Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13122>
- Davila Trigozo, M. (2018). "*Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2018*". Tarapoto. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27098/Davila\\_TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27098/Davila_TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Déleg, M. (s.f.). Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos82/ensayo-tecnologia-led/ensayo-tecnologia-led.shtml>
- EcuRed. (23 de Junio de 2013). Obtenido de [https://www.ecured.cu/Potencia\\_el%C3%A9ctrica](https://www.ecured.cu/Potencia_el%C3%A9ctrica)
- EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Lux\\_\(unidad\\_de\\_medida\)](https://www.ecured.cu/Lux_(unidad_de_medida))
- Energía, I. (22 de Mayo de 2019). *Soria Energía*. Obtenido de <https://soriaenergia.com/que-es-el-consumo-energetico/>
- Energies, T. (14 de Abril de 2021). *Total Energies*. Obtenido de <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/consumo-energetico>
- Estilo, F. (17 de 09 de 2018). *FORJAS*. Obtenido de <https://forjas.es/blog/luminaria-alumbrado-publico-componentes-y-tipos/>
- Gabriel, C. (21 de Septiembre de 2018). *Newspreneur*. Obtenido de <https://newspreneur.lat/innovacion-tecnologica/que-es-y-para-que-sirve-la-tecnologia-led/>
- Holdings, D. (2014). *Holdings*. Obtenido de <https://deltonholdings.com/aplicacionesled/>
- Hurtado Rodrigo, J. (2017). "*Análisis técnico- económico para la optimización del sistema de iluminación de la Av. Mártires 4 de Noviembre aplicando luminarias con tecnología led*". Puno. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6589/Hurtado\\_Rodrigo\\_Jhon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6589/Hurtado_Rodrigo_Jhon.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- JLRLed. (2017). *JLRblog*. Obtenido de <https://jlrled.com/blog/tecnologia-led/como-ayuda-la-tecnologia-led-al-planeta/#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20la%20tecnolog%C3%ADa,el%20cuidado%20del%20medio%20ambiente.>
- Labán Hija, J. H. (2018). "*Análisis, diseño y selección de alternativas de iluminación para alumbrado público con nuevas tecnologías*". Lima. Obtenido de

[http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/972/1/Juan%20Laban\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2018.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/972/1/Juan%20Laban_Tesis_Titulo%20Profesional_2018.pdf)

Minas, M. d. (31 de 12 de 2002). *Norma técnica DGE*. Obtenido de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/8.Normatecnicaalumbrado.pdf>

Montserrat, C. M. (06 de 03 de 2017). *EFIMARKET*. Obtenido de <https://www.efimarket.com/blog/lampara-de-vapor-de-sodio-de-alta-presion/#:~:text=Son%20una%20de%20las%20fuentes,de%20interiores%20como%20de%20exteriores.>

Muerza, A. F. (13 de Abril de 2011). *Consumer*. Obtenido de <https://www.consumer.es/medio-ambiente/ciudades-con-luces-led-en-su-alumbrado-publico.html>

Pérez Núñez, D. E., & Villareal Quinto, L. E. (2016). *"Implementación de un sistema de lámparas led en el alumbrado público controlado mediante un software primeread en el distrito de Miraflores para la empresa Luz del Sur"*. Lima. Obtenido de [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10517/T055\\_43600058\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10517/T055_43600058_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

QATURI. (01 de Enero de 2020). Obtenido de <https://www.qaturi.com/luminarias-led-para-alumbrado-publico/>

QATURI. (01 de Enero de 2020). Obtenido de <https://www.qaturi.com/luminarias-led-para-alumbrado-publico/>

Quizhpi Vargas, V. R. (2015). *"Estudio de factibilidad técnico y económico para la utilización de luminarias tipo led en la facultad técnica para el desarrollo"*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3795/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-55.pdf>

Rojas, M. (8 de Agosto de 2014). *Iluminet*. Obtenido de <https://www.iluminet.com/historia-del-led/>

Rosas Huarachi, J. A. (2017). *Análisis de ingeniería en alumbrado público con luminarias Led aplicado en la avenida central del distrito de Villa el Salvador*. Lima. Obtenido de <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/212>

Schwartz. (10 de Junio de 2018). *LBA INDUSTRIAL*. Obtenido de <http://www.lbaindustrial.com.mx/lamparas-led/#>

Ticona Llangato, C. E. (2015). *"Análisis de iluminación e implementación de un sistema de lámpara para el alumbrado público basado en Tecnología LED con control de intensidad"*. Tacna. Obtenido de [http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1927/676\\_2015\\_ticona\\_llangato\\_ce\\_faci\\_fisica\\_aplicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1927/676_2015_ticona_llangato_ce_faci_fisica_aplicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



## ANEXOS

### ANEXO 01: *Matriz de operacionalización de variables.*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Unidad
<b>Variable independiente</b>  Luminaria led	La luminaria led es una bombilla de estado sólido que emplea diodos emisores de luz. (Schwartz, 2018)	La luminaria led permitirá reducir los niveles elevados de consumo en energía eléctrica.	Lux	Lx
			Potencia eléctrica	Watts
<b>Variable dependiente</b>  Consumo de energía	Es la potencia total utilizada en un periodo de tiempo determinado y se mide en kWh. (Energies, 2021)	Determinar la cantidad de energía eléctrica consumida.	Consumo de energía	kWh

**ANEXO 02:** *Cuadra N<sup>0</sup>03 del Jirón Guillermo Moore*



**ANEXO 03:** *Cuadra N<sup>0</sup>04 del Jirón Guillermo Moore*



**ANEXO 04:** *Cuadra N<sup>0</sup> 05 del Jirón Guillermo Moore*



**ANEXO 05:** *Cuadra N<sup>0</sup> 06 del Jirón Guillermo Moore*



**ANEXO 06:** Toma de datos realizados en la cuadra N<sup>0</sup> 05 del Jirón Guillermo Moore



**ANEXO 07:** Toma de datos con el instrumento luxómetro en la cuadra N<sup>0</sup> 05 del Jirón Guillermo Moore





**ANEXO 08:** Toma de datos realizados en la cuadra N<sup>0</sup> 05 del Jirón Guillermo Moore



**ANEXO 09:** Toma de datos con el instrumento luxómetro en la cuadra N<sup>0</sup> 05 del Jirón Guillermo Moore



**ANEXO 10:** Toma de datos realizados en la cuadra N<sup>o</sup> 06 del Jirón Guillermo Moore



**ANEXO 11:** Toma de datos con el instrumento luxómetro en la cuadra N<sup>o</sup> 06 del Jirón Guillermo Moore



**ANEXO 12:** Toma de datos con el instrumento luxómetro en la cuadra N<sup>0</sup> 06 del Jirón Guillermo Moore.



**ANEXO 13:** Toma de datos realizados en la cuadra N<sup>0</sup> 04 del Jirón Guillermo Moore



**ANEXO 14:** Toma de datos con el instrumento luxómetro en la cuadra N<sup>0</sup>03 del Jirón Guillermo Moore.



**ANEXO 15:** Toma de datos realizados en la cuadra N<sup>0</sup>05 del Jirón Guillermo Moore





**ANEXO 16:** Toma de datos con el instrumento luxómetro en la cuadra N<sup>o</sup> 04 del Jirón Guillermo Moore





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MENDOZA ORBEGOSO ELDER MARINO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Propuesta técnica económica del uso de luminaria led, para mejoramiento del consumo de energía eléctrica de alumbrado público en el Jirón Guillermo Moore, Chimbote", cuyo autor es AGUILAR CHAVEZ EDSON JAHIR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 04 de Abril del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MENDOZA ORBEGOSO ELDER MARINO <b>DNI:</b> 40562359 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7094-2982	Firmado electrónicamente por: EMENDOZAOR79 el 04-04-2023 11:18:16

Código documento Trilce: TRI - 0540477