

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGIA RENOVABLE
PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA AVENIDA
GALVEZ DE LA CIUDAD DE BARRANCA 2021”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

Br. Juan Emilio Castillo Cruz

ASESOR:

Ms. Ing. Oscar Miguel De La Cruz Rodríguez

CIP: 85598

HUACHO – PERÚ

2022



Ms. Oscar Miguel De La Cruz Rodríguez
Ingeniero Electrónico
CIP 85598

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGIA RENOVABLE PARA EL ALUMBRADO
PÚBLICO EN LA AVENIDA GALVEZ DE LA CIUDAD DE BARRANCA 2021**

ASESOR Y MIEMBRO DEL JURADO

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

ASESOR
Ms. Ing. Oscar M. De La Cruz Rodríguez

DEDICATORIA

Lleno de ventura al llegar a esta etapa de mi vida, dedico mi proyecto de tesis a cada una de las personas con las que conté en todo momento en mi aventura en la vida universitaria, pues es una visión real del mundo como tal.

Dedicándome su amor incondicional, dedico este proyecto a mi amada madre, pues es quien encamina mi vida día a día, a mi padre por confiar en mi y no dudar de que llegaría a este momento, a mi hermana ya que es quien me motiva a tener más logros.

AGRADECIMIENTO

Agradezco garrafalmente a mi universidad por permitir convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona, llevo conmigo el repertorio de mis experiencias, investigaciones y conocimientos que me brindo mi estimada universidad, quedan como recuerdos y prueba viviente en la historia de mi vida.

Agradezco a mis seres queridos, a mis maestros, a mis amigos, a mis padres, a mi hermana, por confiar fielmente en mí, por ayudar en mi desarrollo integral de formación, por haber aportado un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional y por seguir apoyándome en cada objetivo que tengo a lo largo de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
TÍTULO	ii
ASESOR Y MIEMBRO DEL JURADO.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.4. Justificación de la investigación	3
1.5. Delimitación del estudio	4
1.6. Viabilidad del estudio	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.1.1. Investigaciones internacionales.....	5
2.1.2. Investigaciones nacionales.....	9
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1. Alumbrado público	13
2.2.2. Sistema de energía renovable.....	14

2.2.3. Componentes de un Sistema Fotovoltaico	21
2.3. Definición de términos básicos	27
2.4. Hipótesis de la investigación.....	28
2.4.1. Hipótesis general.....	28
2.4.2. Hipótesis específicas	28
2.5. Operacionalización de variables	29
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	30
3.1. Diseño metodológico	30
3.2. Población y muestra	30
3.2.1. Población.....	30
3.2.2. Muestra	30
3.3. Técnicas de recolección de datos	30
3.4. Técnicas para el procesamiento de datos	32
3.5. Análisis y ponderación del sistema fotovoltaico.....	32
3.5.1. Cálculo de la máxima demanda	33
3.5.2. Cálculo de energía requerida.....	34
3.5.3. Cálculo de la radiación promedio	34
3.5.4. Cálculo de la energía acumulada:	37
3.5.5. Dimensionamiento de la Batería	37
3.5.6. Autonomía del sistema de energía renovable.....	38
3.6. Componentes del sistema fotovoltaico	38
3.6.1. Selección de la luminaria	38
3.6.2. Selección del panel solar.....	40
3.6.3. Selección del inversor	42
3.6.4. Selección de la batería	44
3.6.5. Selección del tablero de distribución de energía.....	46
3.6.6. Selección de los cables de distribución de energía	46

3.6.7. Selección de la llave termomagnética:	47
3.6.8. Elección del mástil de iluminación pública.	48
3.6.9. Fijación del mástil.	49
3.6.10. Esquema general de la instalación del mástil.....	50
3.7. Diseño del sistema fotovoltaico.	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	52
4.1. Análisis de resultados	52
4.1.1. Dimensionamiento del sistema de fotovoltaico	52
4.1.2. Componentes del sistema fotovoltaico	53
4.1.3. Diseño del sistema fotovoltaico.	54
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	55
5.1. Discusión de resultados.....	55
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
6.1. Conclusiones	57
6.2. Recomendaciones	58
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS	59
7.1. Fuentes bibliográficas	599
ANEXOS	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de la producción de energía eléctrica (SEIN) por tipo de generación.....	1
Figura 2: Componentes de un sistema fotovoltaico	15
Figura 3: Componentes de un sistema solar híbrido	22
Figura 4: Mapa de irradiancia solar de LIMA - CALLAO	36
Figura 5: LEDVANCE AREALIGHT SPD 70W 6500K.....	39
Figura 6: Panel solar 300w policristalino	40
Figura 7: Inversor Off-Grid MOTOMA, 5000TL con potencia de salida máx. de 5000 watts	42
Figura 8: batería de litio LFP51.2V120A de capacidad 6kWh.....	44
Figura 9: Tablero mural metálico Ip66 400x 300x 200mm	46
Figura 10: Interruptor termomagnético de 10A	47
Figura 11: Esquema de montaje de poste metálico.....	50
Figura 12: Esquema del sistema fotovoltaico	51
Figura 13: Esquema del sistema fotovoltaico	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variable independiente	29
Tabla 2: Variable dependiente	29
Tabla 3: Clima, topología y geología de la ciudad de Barranca	33
Tabla 4: Máxima demanda EN Kw.h.....	34
Tabla 5: Energía total del sistema en Kw.h	34
Tabla 6: Número de sistema fotovoltaico	38
Tabla 7: Características técnicas: Ledvance Arealight spd 70w 6500k.....	39
Tabla 8: Características técnicas: panel solar 300w policristalino.....	40
Tabla 9: Características técnicas: Inversor Off-Grid MOTOMA, 5000TL	43
Tabla 10: Características técnicas: batería de litio LFP51.2V120A de capacidad 6kWh.....	45
Tabla 11: Propiedades técnicas de los elementos conductores a emplear.....	47
Tabla 12: Propiedades generales de mástiles metálicos-I.....	48
Tabla 13: Propiedades generales de mástiles metálicos-II.....	49

RESUMEN

La investigación está focalizada en el desarrollo de el “Diseño de un sistema de energía renovable para el alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca 2021”.

El presente trabajo de investigación permite ejecutar el diseño de un sistema de iluminación pública basada en tecnología LED para la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca, debido a la creciente necesidad de reducir las agresiones al medio ambiente como es el caso del alumbrado público convencional, el cual permite la emisión de gases contaminantes.

El trabajo de investigación considera el uso de tecnologías de energías renovables para el análisis teórico, investigativo para determinar las características, aplicaciones y ventajas de la iluminación LED frente a las fuentes bibliográficas de iluminación convencional.

El proyecto reveló la evolución y características del uso del recurso solar, y para mejores resultados se consideró trabajar con una radiación solar promedio de 5.25 kWh/m².

Para determinar y calcular los niveles de iluminación de la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca se escogieron luminarias de 70 W, se consideraron paneles de 300 W en el diseño y dimensionamiento de cada elemento del sistema fotovoltaico autónomo.

Palabras clave: Alumbrado público, radiación solar, sistema fotovoltaico.

ABSTRACT

The research is focused on the development of the "Design of a renewable energy system for public lighting on Avenida Gálvez in the city of Barranca". The present research work allows to execute the design of a public lighting system based on LED technology for Avenida Gálvez in the city of Barranca 2021, due to the growing need to reduce aggressions to the environment as is the case with conventional public lighting, which allows the emission of polluting gases.

The research work considers the use of renewable energy technologies for theoretical and investigative analysis to determine the characteristics, applications and advantages of LED lighting compared to bibliographic sources of conventional lighting.

The project revealed the evolution and characteristics of the use of the solar resource, and for better results it was considered to work with an average solar radiation of 5.25 kWh/m^2 .

To determine and calculate the lighting levels of Avenida Gálvez in the city of Barranca, 70 W luminaires were chosen, 300 W panels were considered in the design and dimensioning of each element of the autonomous photovoltaic system.

Keywords: Public lighting, solar radiation, photovoltaic system

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Según (Osinermin, 2019), en el Perú la tasa de crecimiento de la producción de electricidad en los últimos 21 años fue de 7.04% anual. Específicamente en el periodo de 1997 a 2018, la cantidad de energía disponible se elevó desde 12 170 GWh a 50 817 GWh, es decir un crecimiento de más del 400%. En el transcurso de 1997 a 2003, la producción hidroeléctrica tuvo una participación en promedio del 89.7%. Pero es al año siguiente en el 2004, con el inicio del Proyecto Camisea, que la producción de la energía eléctrica se elevó, llegando incluso a tener una participación máxima en el 2014, del 48%, gracias al gas natural. Esta participación no obstante se ha venido reduciendo paulatinamente debido al ingreso de las centrales de recursos energéticos renovables (RER), cuya contribución se inició en el 2008 creciendo hasta un 7.2% en el 2018 (ver Figura 1).

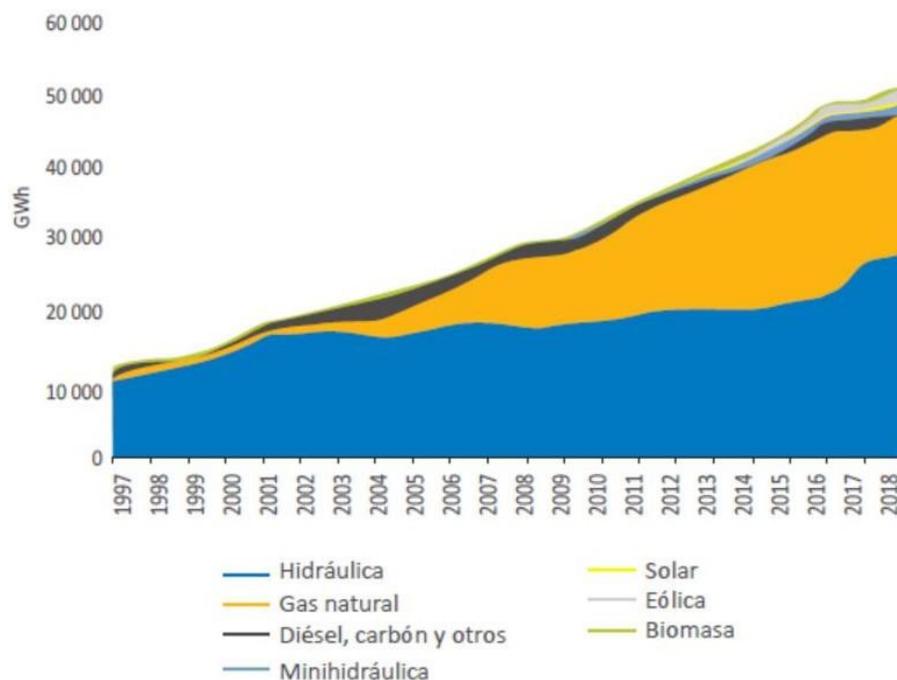


Figura 1: Evolución de la producción de energía eléctrica (SEIN) por tipo de generación

Fuente: Osinermin, 2019

En la Municipalidad Provincial de Barranca existe el problema de la falta de mantenimiento eléctrico en las principales avenidas, eso conlleva a la ausencia de electricidad afectando a los semáforos de la ciudad, peatones y conductores que transitan, ocasionado posibles accidentes, robos, peleas, consumo de estupefacientes, entre otros.

La Municipalidad Provincial de Barranca requiere implementar un mecanismo de control para generar su propia electricidad en sus vías principales de la ciudad, con el fin de proteger la integridad de los peatones y conductores de la provincia.

Para la seguridad de cada uno y beneficio de la municipalidad planteamos una solución para la mejora de la Provincia de Barranca implementando un sistema de energía renovable para el alumbrado público, con la finalidad de reducir la contaminación atmosférica aprovechando al máximo la energía limpia.

Para ello, se implementa un sistema de automatización con la energía renovable para garantizar la efectividad de generar su propia energía haciendo uso de la instrumentación y dispositivos electrónicos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo el diseño de un sistema de energía renovable permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo la determinación de la energía eléctrica permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca?
- ¿Cómo la selección de los componentes del sistema fotovoltaico permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca?

- ¿Cómo el diseño del sistema fotovoltaico permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de energía renovable que permita brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la energía eléctrica requerida para brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.
- Seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico para brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.
- Diseñar el sistema fotovoltaico para brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.

1.4. Justificación de la investigación

➤ En lo social:

Proyectar en el mundo de la automatización y recursos energéticos propios, satisfaciendo a los conductores y peatones con el alumbrado efectivo de las calles de Barranca.

➤ En lo académico:

Permitirá al investigador proponer una solución a la problemática por la falta de energía eléctrica aprovechando los sistemas de energía renovable.

➤ **En lo económico:**

Permitirá obtener mayor eficiencia y rentabilidad para la producción de su propia energía sostenible en las principales avenidas de la Provincia de Barranca.

1.5. Delimitación del estudio

La delimitación se subdivide en:

1.5.1. Delimitación geográfica:

La investigación se realizará en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.

1.5.2. Delimitación temporal:

La investigación se desarrollará de abril a julio de 2021.

1.5.3. Delimitación conceptual:

La presente investigación se delimita a diseñar un sistema de energía renovable con la finalidad de brindar energía para el alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.

1.6. Viabilidad del estudio

Teniendo en cuenta el estudio y análisis de varios factores:

- Planificación de actividades relacionadas con energía renovable.
- Trabajos relacionados con los paneles fotovoltaicos, energía eólica.
- Aprovechar el calentamiento global.

El trabajo de investigación aquí presentado es realizable gracias a que dispone no solo de los recursos económicos necesarios, sino también recursos técnicos y humanos igualmente necesarios para la ejecución del mismo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

(Padilla, 2017). Investigación, titulado Implementación de una Red Eléctrica con Alternativas de Energía Renovable, atiende al comando de la Guardia Nacional “Escuadron Montado Guatopo”, localizado en el parque nacional Guatopo en el Estado de Miranda. Universidad de Carabobo, Naganagua.

El presente estudio tiene como finalidad implementar un sistema alternativo de energías renovables para la electrificación del Comando de la Guardia Nacional “Escuadrón de Caballería Guatopo” ubicado en el Parque Nacional Guatopo, Miranda, y aplicar el tipo de investigación, sus herramientas de recolección de datos. Revisión de documento.

En consideración de la climatología de la región y el empleo de petróleo para la puesta en marcha de la planta, se busca opciones de sustitución que no agredan el medio como es la contaminación sonora, climatológica y de calentamiento como viene sucediendo, y que cumplan con los objetivos de suministro de energía del Comando de la Guardia Nacional “Escuadrón Montado”, y reduzca los costos operativos.

Finalmente, instalar sistemas fotovoltaicos en comunidades remotas en lugar de los sistemas tradicionales de generación eléctrica es una estrategia, tal como lo propone el Plan Nacional 2013-2019, que plantea el diseño de un programa de reducción de gases de efecto

invernadero. Además, su marco cumple con las premisas de sostenibilidad ambiental, diversificación de energías primarias y fomento de las energías renovables recogidas en la Ley Orgánica de Sistemas y Servicios Eléctricos.

(Massó, 2019). Investigación titulada como *Diseño y análisis del alumbrado público del municipio la gineta (albacete)*. Universidad Politécnica de Valencia, España.

En el estudio, el objetivo era diseñar el alumbrado público del municipio de Gineta de Albacete para satisfacer las necesidades de la población y los requerimientos del municipio.

Un municipio de unos 2.500 habitantes, hay 91 zonas claras a estudiar. Para ello se utilizará el software DIALux 4.XX para encontrar la solución de iluminación más adecuada (potencia óptica, ópticas, dimensiones, etc.) mediante cálculos previos, y ajustarla según la normativa vigente y adaptación al entorno. Luminarias (restricciones físicas), tratando de conseguir la mejor solución en términos de economía y energía.

(Martínez & Moreno, 2016). Investigación titulada como *Iluminación pública solar fotovoltaica para la ciudad de Managua, Nicaragua*. Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua.

En la investigación el objetivo es plantear como alternativa a la iluminación pública, el uso de la energía fotovoltaica, en la ciudad de

Managua. La aplicación de las energías renovables para reducir el impacto negativo en el medio ambiente en Nicaragua, es necesaria y apremiante.

El elevado costo para instalar tecnología de energías renovables en oposición al costo para implementar con los lucrativos métodos convencionales, propicia al inversionista decidirse por la segunda opción.

Ante esta problemática, la tarea primordial de este trabajo es partir de un campo importante en el sistema interconectado nacional, esto es, el alumbrado público de los residentes. Partiendo de un importante lugar público turístico de la ciudad de Managua, el proyecto se aplicará donde pueda atraer la atención del público para promover el uso de la energía solar.

El consumo total anual en la ciudad de Managua es de 21,8772 MWh, evitando la contaminación equivalente a 14,220,180 toneladas de dióxido de carbono por año al medio ambiente. Solo el Puerto de Allende en El Salvador consume 86.733,6 kWh de energía eléctrica al año, evitando la contaminación del medio ambiente equivalente a 56,37 toneladas de dióxido de carbono.

Mientras realizaba investigaciones técnicas, eléctricas y de iluminación, se estableció una eficiencia y longevidad de 25 años en comparación con los métodos de iluminación tradicionales para crear un sistema ambiental sostenible y amigable. Bajo mantenimiento y alta independencia. Desconectado de la red, el alto consumo de energía del complejo alcanza los 87 kWh por año y los 22 MWh por año en los niveles

de Managua. Entonces, cuanto menos electricidad usemos, menos contaminación tendremos.

(Schmuckler, 2018). Estudio titulado “*Electrificación Rural en Argentina*”. *Alcances y limitaciones del Programa de Energías Renovables del Mercado Rural de Jujuy (PERMER)*. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

En este estudio, el objetivo fue comprender el proceso de diseño, implementación y gestión de sistemas energéticos para facilitar el acceso a la energía en comunidades rurales dispersas de la provincia de Jujuy.

Este trabajo tiene como objetivo rescatar la importancia del programa como un enfoque más inclusivo y equitativo para el acceso a la energía. Como también se ha argumentado, la relevancia de las complejidades de implementación y desarrollo de este tipo de herramientas se puede entender desde la política pública, ya que se han realizado enormes esfuerzos para mantener el PERM tanto a nivel nacional como provincial, tanto en términos humanos como económicos. Además de reconstruir las dinámicas que conducen a los procesos operativos y no operativos del programa, también significa poder aprender de lo que se está haciendo para mejorar el futuro. Esta disertación se realiza utilizando recursos nacionales en un intento de generar aportes y generar insumos, así como fortalecer y establecer nuevos mecanismos para implementar dichos planes inclusivos de acceso a la energía.

2.1.2. Investigaciones nacionales

(Rubio, 2017). Investigación titulada como *Diseño de sistema fotovoltaico centralizado para suministrar energía eléctrica al fundo palo blanco – Oberazal, Llama, Chota – Cajamarca - 2017*. Universidad César Vallejo, Perú.

En la investigación se tuvo como objetivo es diseñar un sistema fotovoltaico centralizado para cubrir las necesidades eléctricas en el fundo Palo Blanco – Oberazal, Llama, Chota, Cajamarca y el tipo de investigación es aplicada, su instrumento de recolección de datos son revisión documental, encuestas teniendo su muestra en 51 viviendas que están en el fundo Palo Blanco del caserío Oberazal distrito de Llama.

Finalmente se observó la demanda de un año en el Fundo Palo Blanco obteniendo con la evaluación en el año uno es 3.6 kW y al año 20 de 5.42 KW, teniendo el resultado en energía renovable de año 01 es de 1320.2 kW-h/año y en el año 20 de 26404.1 kW-h/año La radiación solar en el Fundo Palo Blanco – Llama, Chota, Cajamarca su promedio es de 4,9 kWh/m² teniendo una desviación estándar de 3,0 kWh/m². Así mismo la Red Secundaria tiene que ser de 220V por lo que se tiene que consideración los cálculos de caída de tensión y no pasar al 5% de caída tensión permitible así se realiza los cálculos mecánicos.

La estación de Central Solar estará constituida por 30 paneles solares de 200 Wp c/u, 12 baterías de 150 Ah, en una tensión de 48V, 1 inversor cada uno de 8kW PICO; 2 reguladores de 100 amperios.

(Concha & Zamalloa, 2017). Investigación titulada como *Proyecto de viabilidad para implementar un sistema de generación de energía renovable en las estaciones de la línea 1 del tren eléctrico de Lima.*

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.

En la investigación su objetivo se basa en los tres pilares de la energía sostenible, para así concluir con un proyecto autosostenible, el cual será beneficiado económicamente a la empresa, colaborando con el medio ambiente y sea efectivamente viable para estar acorde de la población peruana; su tipo de investigación es aplicada. Teniendo como conclusiones de la investigación elaborada:

Todo proyecto a realizarse debe enfocarse y estar orientado a los conceptos de los tres pilares de la sostenibilidad que son: económico, ambiental y social. Estando primordial estos factores trascendentales para asegurar el éxito en el proyecto.

En la Actualidad, el sistema de transporte de están en defectos e informalidad, los cuales hay mucha contaminación, congestión vehicular e insatisfacción en la población limeña.

La elaboración del prototipo se concluyó en validar el funcionamiento de la tecnología piezoeléctrica, la cual es utilizada por la empresa PAVEGEN para el beneficio y disminución de la contaminación, con el aprovechamiento de las pisadas del tránsito de las personas convirtiendo energía eléctrica.

La energía renovable permitirá aminorar los costos energéticos de la estación del tren, sabiendo que el consumo de energía es proveniente de fuentes externas, así mismo reducir la contaminación ambiental y fomentar el uso de las energías renovables en la sociedad limeña.

(Mamani, 2018). Estudio titulado “*Diseño de Sistemas de Generación de Energía Fotovoltaica para Mejorar la Autonomía Energética de los Vehículos Eléctricos EPIME-UNA-Puno*” Universidad Nacional del Altiplano, Perú.

En este estudio, el objetivo fue diseñar y seleccionar un sistema fotovoltaico eficiente para la autonomía energética de los vehículos eléctricos. Su método para el trabajo de investigación se basa en el análisis descriptivo, el tipo de diseño es no experimental, y se pueden realizar diversos análisis a partir de observaciones de radiación solar, seguido de descripción e identificación de partes. Estos forman parte de los sistemas de generación de energía fotovoltaica que luego se estamparon en los vehículos eléctricos. Se utiliza un modelo escarabajo de 1976 de un automóvil de la marca Volkswagen. Los hallazgos de la investigación son que la carga del paquete de baterías externo a través de un sistema solar fotovoltaico requiere 10 horas de radiación solar máxima durante el día para que el vehículo pueda moverse satisfactoriamente durante dos horas. La conclusión es que es posible mejorar la autonomía energética de los vehículos eléctricos mediante el diseño y selección de los parámetros técnicos característicos del sistema de generación de energía fotovoltaica.

(Gonzales, 2018). Investigación titulada como *Análisis técnico económico del cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo led alimentados con sistema fotovoltaico en la ciudad de Chulucanas – Morropón – Piura*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.

En la investigación, el objetivo fue realizar una evaluación técnico-económica de las propuestas de investigación para reemplazar las luminarias tradicionales de alumbrado público por luminarias LED alimentadas por sistemas fotovoltaicos, y determinar cuál de los dos sistemas tendría una mayor tasa de supervivencia para Electronorthwest South African. Las investigaciones de tipo son fundacionales, se caracterizan por resultados que versan sobre la realidad física, y recogen datos tal y como se presentan en la realidad del sujeto objeto de estudio. En el transcurso del análisis de investigación realizado se ha realizado una descripción detallada de las opciones de diseño para la conversión de luminarias de alumbrado público tradicional a luminarias tipo LED alimentadas por un sistema fotovoltaico apoyado en tecnología y economía, utilizando métodos de cálculo, fichas informativas de la propia tecnología del fabricante proporciona buenas condiciones para elegir el equipo adecuado y utilizar el software DIALux, Investigue los precios de los dispositivos en el mercado actual.

Se concluyó que es factible reemplazar el alumbrado público tradicional alimentado por CA por alumbrado público tipo LED, donde cada aparato de alumbrado público debe ser alimentado por un sistema fotovoltaico con un voltaje de 12V CC.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Alumbrado público

Energía eléctrica:

Según (OSINERGMIN, 2016), la electricidad se describe como el desplazamiento organizado de electrones a través de un elemento conductor eléctrico durante un cierto ciclo establecido. Así como el empuje que provoca del desplazamiento de estos electrones se designa como voltaje cuya unidad de medida es el voltio (V), el número de electrones que se desplazan por segundo se designa como corriente y su unidad de medida es el amperio (A).

Tipos de corriente

Corriente continua (CC/ DC): su comportamiento se describe como el desplazamiento de los electrones a lo largo del tiempo en forma continua, es decir manteniendo constante el nivel de intensidad y orientación, y que se manifiesta como el movimiento de un polo designado como negativo con dirección hacia otro designado como positivo, manteniendo en todo momento la misma dirección, cumpliendo de este modo la ley de cargas. Usualmente el flujo de esta corriente es proporcionado por elementos de

composición química como son las baterías y pilas; en el caso especial de los paneles solares el flujo de corriente ocurre mediante la conversión de la luz en energía. Hay otro grupo especial de generadores de corriente, los dinamos, los que convierten la energía mecánica en eléctrica y suelen ser de tensiones pequeñas en el rango de 1.5 a 48 voltios.

Corriente alterna (CA/ AC): se determina como corriente alterna debido a que los electrones fluyen de un lado a otro no en un solo sentido sino de manera alternada constante en ambos sentidos y con una magnitud variable también de manera alterna y constante. La corriente alterna que se utiliza en la alimentación de usuarios domésticos e industriales es la sinusoidal con valores de 220V y 60 Hz para viviendas y otros valores como 380V 440V también a 60 Hz para industrias.

2.2.2. Sistema de energía renovable

Sistema fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico es un sistema que convierte la radiación solar en energía eléctrica. Su eficiencia se basa en la capacidad de la célula fotovoltaica para convertir la energía solar en energía eléctrica (CC).

“La cantidad de electricidad generada dependerá de la duración de la luz solar y de su intensidad, así como del número, orientación, inclinación, calidad de la instalación y potencia nominal de los módulos instalados (JUTGLAR, 2004, p. 45). Un sistema fotovoltaico consiste en los siguientes componentes, como se puede apreciar en la figura 2:

- Captador solar fotovoltaico, regulador, batería, convertidor o inversor.

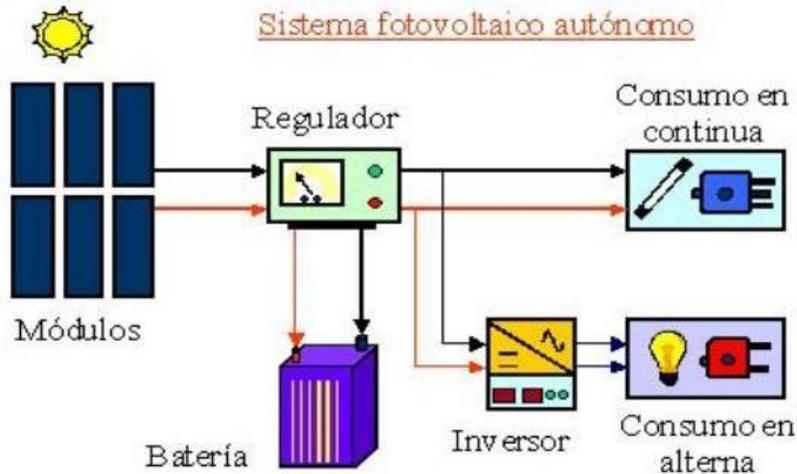


Figura 2: Componentes de un sistema fotovoltaico

Fuente: Jutglar (2004)

Energía renovable

Según (Carta, Calero, Colmenar, & Castro, 2009), aunque el baremo de fuentes de energía primarias para la generación de electricidad es amplio, son los condicionantes económicos, de eficiencia, así como la facilidad de extracción, los que conducen a decantar la selección por muy pocas alternativas.

El conjunto de fuentes de energía y procesos de transformación, más habituales, se designa como Convencional. Posso, 2010 afirma que las energías de escasa explotación califican como No Convencionales o Alternativas y no siempre son innovadoras.

Sin embargo, Rubiés, 2004 citado de Cinthia, Z. 2011, sostiene una definición más convencional: Energías Renovables y No Renovables.

Para Rubiés, esta dicotomía se fundamenta en la magnitud del bien a disposición del hombre, explica además que la calidad de renovación es la de imperecedera, y en esa línea extiende la relación entre las fuentes y

la capacidad instalada de explotación del recurso, en el caso de la energía eléctrica, las instalaciones hidráulicas, solares térmica y fotovoltaica, eólicas, mareomotriz, así como las de biomasa y biogás.

Energía Solar

Para (Tudel, 2011), la energía que genera el Sol es renovable y se transmite mediante radiación solar, de la cual se puede aprovechar la luz y el calor. Aunque es la energía renovable más abundante actualmente, tan solo representa la cuarta parte del total de la energía irradiada sobre la superficie terrestre en un año, esto evidencia la diversidad latente de aplicaciones.

La radiación directa del sol no se refracta en la atmósfera y es la única radiación que se puede utilizar.

La energía solar térmica puede utilizar la energía del sol para generar calor o la energía solar fotovoltaica para generar electricidad.

Energía solar térmica

Según (Rosas, 2001), A través de sistemas fototérmicos, se convierte la radiación solar en calor. Este calor puede ser usado para calefacción de ambientes y estancias residenciales y laborales, procesos de esterilización, de secado, calentamiento de agua y otros fluidos, etc.

El elemento fundamental de un sistema fototérmico es el colector, el cual captura la radiación y la guarda como calor. Según el rango de temperatura, encontramos tres tipos de colectores: de baja temperatura

(proporcionan calor a temperaturas menores a 65°C) generalmente de uso residencial domiciliario y ciertos procesos industriales como el de pasteurización; de media temperatura (entre 100°C y 300°C); y de alta temperatura (temperaturas incluso mayores a 500°C), su principal uso es en la generación de electricidad. Dentro de los colectores de alta temperatura, hay tres tipos: planos, de concentración y de enfoque. Los colectores planos son dispositivos de superficie plana a través de la cual circula una tubería con el agua a calentar; los de concentración, convergen las radiaciones en una sola área haciendo uso de elementos de forma parabólica. Los sistemas fototérmicos en su cubierta superior disponen de un vidrio fino que limitará las pérdidas de calor e incrementará la colección de radiaciones hacia la placa colectora, por efecto invernadero.

Los cristales de la cubierta, filtran para las longitudes de onda de la luz solar de tal manera que deja pasar la luz visible, pero es muy poca transparente a la radiación infrarroja de mayor longitud de onda, esta radiación infrarroja quedara almacenada dentro del recinto al no poder escapar de él y de esta forma incrementando de forma progresiva el calor dentro del receptáculo. La otra propiedad fundamental del vidrio y en este caso la constitución del recinto es la alta conductividad térmica favoreciendo el calentamiento por encima de la temperatura exterior del líquido circulante por los conductos que rodean los sistemas fototérmicos.

Energía solar Fotovoltaica

Según (Perpiñan, 2020), De todas las energías renovables es la tercer en orden de importancia y consiste en transformar directamente la energía de la luz del Sol en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Esta transformación es posible gracias a los paneles solares contruidos de un material semiconductor el cuál debido a su especial estructura atómica captura los fotones solares los cuales liberan electrones y son acumulados en el panel solar o fotovoltaico para luego poder producir electricidad.

Los paneles solares están hechos de un material semiconductor que absorbe los fotones del sol, éstos liberan electrones y son almacenados en el panel para generar electricidad.

Existen tres tipos de paneles: monocristalinos, policristalinos y amorfos. Los monocristalinos tienen un arreglo geométrico simétrico en su estructura atómica, permitiendo una eficiencia, entre el 15% y 18%. La disposición atómica de los policristalinos varia con el tiempo, y alcanzan un rendimiento promedio menor, del orden del 12%. Respecto a los paneles amorfos, estos por lo general son de color marrón o gris oscuro, como una aparente advertencia de una pobre eficiencia, y por supuesto no presentan ningún arreglo en la ubicación de sus átomos.

Los elementos de un sistema solar fotovoltaico son: paneles, baterías, reguladores de carga e inversor de corriente.

Las baterías almacenan la energía eléctrica producida, de tal manera que cuando no hay radiación solar, se pueda utilizar. Los

reguladores de carga gradúan el proceso de carga del sistema para evitar cualquier sobrecarga; también conducen la electricidad hacia las baterías o a la red eléctrica según sea el caso. El inversor convierte la corriente continua a corriente alterna. En la actualidad la energía fotovoltaica es utilizada en áreas muy retiradas de la red eléctrica pública, también en equipos y sistemas de emergencia de telecomunicaciones, en equipos y sistemas privados residenciales, en parquímetros, etc. Para el aprovechamiento de esta energía renovable no se generan ningún gas o emisión o incluso ruidos contaminantes. También es cierto que el Silicio que es el elemento principal que mayoritariamente se utiliza en los paneles fotovoltaicos, se encuentra en abundancia en las arenas de todo el planeta.

En países europeos es común el uso de este tipo de energía limpia, no obstante, en el Perú, aunque cuenta con las condiciones naturales adecuadas hace falta el desarrollo de la normativa y políticas energéticas convenientes además de la divulgación técnico-académica necesarias para su aprovechamiento.

Energía Hidráulica

Según (Pérez, 2009), es la energía generada por las corrientes de agua tanto cinética como potencial. Usualmente la recuperación de este recurso se realiza a través de las centrales hidroeléctricas centrandó la utilidad de este sistema en la conversión sucesiva de energía potencial en cinética y finalmente eléctrica cuyo origen es sencillamente el encauzamiento de una fuerte caída de agua.

Los componentes de una central hidroeléctrica son: presa, toma, canal de desviación, cámara de presión, tubería de presión y cámara de turbina.

La energía hidráulica se considera limpia, que no contamina el medio ambiente. Regula también el caudal de los ríos en época de lluvia evitando los desbordes.

Pero para construir una central hidroeléctrica es necesaria una vasta extensión de terreno que embalse el agua y probablemente implique la alteración de la zona e incluso exterminar especies y hasta arrasar ecosistemas.

Energía Eólica

Según (Carta, Calero, Colmenar, & Castro, 2009), el contraste de temperaturas en regiones próximas y los flujos de aire causados por la rotación terrestre, son el origen de la energía renovable eólica.

Esta energía renovable se obtiene a través de un aerogenerador. De esta forma, la energía cinética del viento mueve las palas del rotor, que arrancan la turbina, convirtiéndola en electricidad. La cantidad de energía captada por la circulación del aire está determinada por los siguientes factores: velocidad del viento, densidad del aire, área cubierta por el rotor y capacidades técnicas del aerogenerador.

Un aerogenerador se compone principalmente por: el rotor, donde se obtiene una fuerza de momento en el eje a partir de la energía cinética adquirida y donde se insertan las palas orientadas hacia el centro, equidistantes y ligeramente oblicuas; la góndola, cuyo interior contiene los

diferentes dispositivos que convierten la energía mecánica del rotor en energía eléctrica; la caja de engranajes, donde se multiplica la velocidad de giro que entrega el rotor.

Aunque la energía eólica contribuye al medio ambiente con la reducción en la emisión de gases contaminantes, también tiene barreras que superar, como son: la discontinuidad e inestabilidad de las corrientes de aire, también hay que considerar que el emplazamiento de un parque eólico demanda una vasta extensión de terreno debe ser un área con pocas irregularidades y a una distancia mínima de 1 Km de cualquier área urbana evitando así, la contaminación sonora. Es importante también anticiparse a problemas de interferencia de señales de radiocomunicación en la zona del parque.

De la misma forma se hace imprescindible considerar la inestabilidad y discontinuidad de los vientos de la zona, los cambios de velocidad y las distintas alturas de los vientos.

Merece considerar de forma especial las velocidades mínima y máxima establecidas por el fabricante para el dimensionamiento del aerogenerador.

2.2.3. Componentes de un Sistema Fotovoltaico

Aunque los componentes de un sistema fotovoltaico dependen de si está conectado a la red pública o es una instalación aislada, la diferencia fundamental entre ambos sistemas es el tipo de gestión de la energía producida, con prácticamente los mismos elementos primarios: panel fotovoltaico, regulador de carga, el acumulador y el convertidor.

Los elementos básicos de un sistema fotovoltaico autónomo son:

paneles fotovoltaicos que convierten la energía solar en electricidad; un regulador de carga, que controla la sobrecarga de la batería; una batería o acumulador, que recoge la energía para su uso posterior; y finalmente el convertidor que transforma la energía en corriente directa acumulada, en energía en corriente alterna, apta para ser entregada a la carga. Ver figura 3.

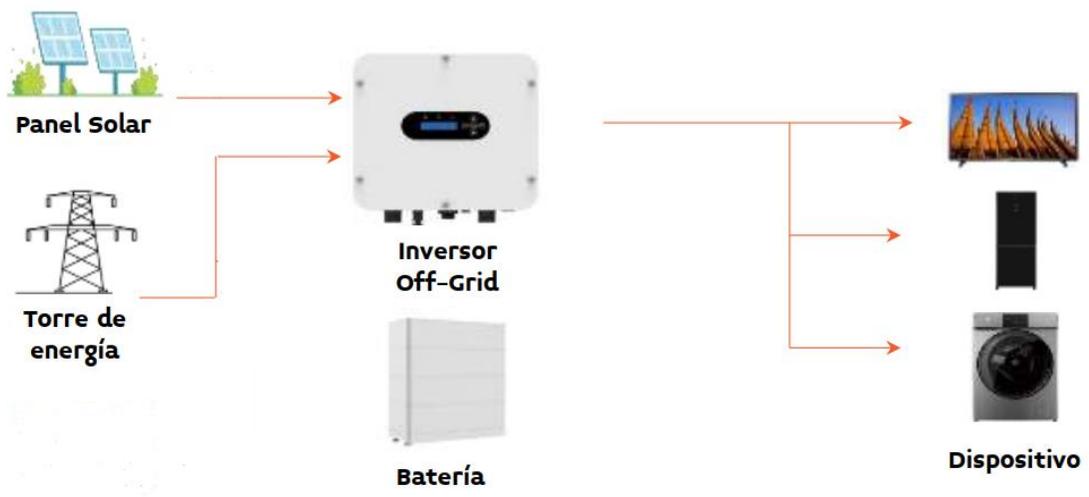


Figura 3: Componentes de un sistema solar híbrido

Fuente: SOLEOL SUIZA

2.2.3.1. Panel solar:

El panel solar 330W 24V Policristalino ERA cuyas medidas son 1956x992x40mm, evidencian su gran envergadura. El perfil del marco de este panel, permite una sujeción firme mientras en la parte posterior del panel dispone de toda la conectividad serie, serie paralelo o paralelo necesarias para integrar otros paneles.

Aunque este panel no necesita un mantenimiento especial, si es conveniente evitar cualquier opacidad sobre la superficie del mismo puesto que esto reduce el área útil de incidencia de radiación solar y por tanto merma la capacidad de generación de energía

afectando directamente sobre la eficiencia de los demás elementos y por tanto del sistema. No obstante, las incidencias sobre el panel mayoritariamente son polvo y suciedad, y la solución inmediata y eficaz es tan solo limpieza con agua y jabón de PH neutro.

Otro aspecto importante para conseguir la máxima eficiencia del proceso consiste en la ubicación en latitud y altitud y la inclinación o inclinaciones más óptimas, en previsión de la climatología regional y las estaciones del año en previsión de la reducción de las horas solares.

2.2.3.2. Inversor:

El inversor solar fuera de la red es el dispositivo central del sistema de energía solar, convierte la energía de CC producida por los paneles solares en energía de CA para proporcionar energía eléctrica para los electrodomésticos. Controlador de carga MPPT

carga la electricidad solar en baterías. Cuando la energía solar no es suficiente para las cargas, o por la noche, el paquete de baterías se descargará para reponer la energía para las cargas.

Beneficios del inversor:

- La energía almacenada en una batería de litio tiene una vida útil de 5.000 ciclos o más de 10 años.
- A diferencia de otros sistemas, cuenta con un inversor senoidal, que no daña los equipos

ya que provee una onda uniforme compatible con los electrodomésticos.

- Las baterías de litio son de bajo mantenimiento comparado con los generadores tradicionales de Diesel, ocupa menos espacio y es más ligera que una batería tradicional.
- El sistema para proporcionar la energía que se necesita se programa según el consumo. Este sistema híbrido puede adecuar la energía a la necesidad, de acuerdo con lo que estemos consumiendo.
- El sistema permite cargar la batería ya sea con los paneles solares, grupo de electrógenos o con la energía de la red pública.

2.2.3.3. Batería:

Las baterías de litio fueron desarrolladas con tecnología y un excelente ciclo de vida en comparación con otro tipo de baterías aún más económicas. Estas baterías están diseñadas para asegurar una mayor autonomía energética y tolerar fuertes descargas sin afectar de modo relevante su ciclo de vida, y es justamente estas características las ideales para su trabajo en instalaciones fotovoltaicas en condiciones desfavorables.

Características de las Baterías de Litio

Las baterías de litio proporcionan un excelente rendimiento en sistemas solares de alto consumo y para instalaciones solares con alto consumo esperado sin necesidad de un mantenimiento riguroso.

En comparación con cualquier otra opción como AGM, GEL o baterías de plomo ácido abiertas, las baterías de litio tienen una vida útil considerablemente más larga.

La creciente demanda de este tipo de batería evidencia un alto índice beneficio/precio no solo en eficiencia sino también en durabilidad, cualidades que cada vez son más requeridas.

Otro de los beneficios de las baterías de Litio es el menor espacio que ocupan gracias a una mayor densidad energética, así como una mayor autonomía en contrapartida baterías de cualquier otro tipo, así pues, el tiempo de carga es más corto, su tiempo de trabajo es mayor, y también su ciclo de vida es mayor.

Las baterías de litio pueden ser de 3 tipos:

- Baterías de óxido de cobalto-litio: poseen una alta densidad de energía, y una durabilidad.
- Baterías de Litio Óxido de Manganeso: Aunque son las más utilizadas por su alta seguridad, su desempeño a altas temperaturas no siempre es efectivo.
- Batería de fosfato de hierro y litio: esta es la batería con el mejor rendimiento de seguridad y la vida útil más larga, más de 2000 ciclos.
- Las baterías de litio recargables se mantienen entre 3,6 y 3,7 voltios y están disponibles en dos manifestaciones diferentes con químicas similares:

- Baterías de iones de litio cilíndricas/tubulares, (baterías Li-Ion).
- Baterías de litio planas de polímero de litio, (baterías Li-Po).

Un aspecto no menos importante a tomar en cuenta es la condición del Litio como el metal más liviano que existe en la naturaleza. Este aspecto de menor peso en su conjunto se suma a la de mayor densidad energética y mayor autonomía.

Las Baterías de Litio en instalaciones fotovoltaicas

Ampliamente empleadas en el sector de las energías fotovoltaicas como la mejor alternativa gracias a su autonomía energética y por su buena respuesta a fuertes descargas del acumulador. La batería de litio tiene una larga vida, fuerte resistencia a la descarga y consistencia en la capacidad de almacenamiento de carga muy superior a otras clases de baterías más económicas. También hay que indicar que la batería de litio es la mejor alternativa para el sector fotovoltaico, ya que no solo no requiere de mantenimiento ni emite gases, sino que además en el caso de inclinarse e incluso volcarse totalmente no afecta su eficiencia ni durabilidad.

Aunque las baterías de litio suponen un mayor desembolso económico, son una opción amortizable siempre que el tamaño de la instalación fotovoltaica lo requiera.

La longevidad de las baterías de litio las convierte en una buena opción siempre y cuando se instalen en una vivienda o almacén de uso habitual y tengan un consumo esperado alto.

Mantenimiento de las Baterías de Litio

Debido a que las baterías de litio no requieren mantenimiento y no emiten gas, son la mejor opción para el almacenamiento de energía de aquellos emplazamientos de alta demanda energética que establecen ubicaciones de difícil acceso para colocar las baterías. Es oportuno aclarar que, aunque la estructura de las baterías de litio es consistente, no exime el tratamiento necesario para asegurar la mayor vida útil, como es la ubicación en un ambiente de interior como protección de la luz del Sol directa, así como los cambios extremos de temperatura.

2.3. Definición de términos básicos

Radiación Solar

Según (Perpiñan, 2020), la energía solar se propaga en todas direcciones en el espacio mediante ondas electromagnéticas. Esta energía solar es la manifestada por la radiación solar. El conjunto de ondas electromagnéticas generadas por la radiación solar forma el espectro electromagnético, aquí encontramos los rayos gamma, rayos X, radiación ultravioleta, luz visible, rayos infrarrojos, microondas y ondas de radio.

Geometría Solar

Según (Tudel, 2011), Conocer la geometría solar es fundamental para poder estimar la cantidad de energía que se pueda aprovechar por un panel fotovoltaico y la disposición óptima del mismo.

Panel Fotovoltaico

Según (Tudel, 2011), un panel fotovoltaico es la conexión de varias células en paralelo y/o en serie, se conectan en serie para aumentar la corriente y en paralelo para incrementar el voltaje. Para ensamblar un panel fotovoltaico, se cuentan con

plantan que deben estar certificadas con altos estándares de calidad sobre todo en soldadura. Se utilizan principalmente, metales (buenos conductores) y vidrios.

Energía renovable: Las fuentes de energía naturales, con capacidad de regenerarse de forma natural dotándoles del carácter de inagotables, son fuentes de energía renovables. Algunas de estas fuentes renovables están sometidas a ciclos que se mantienen de forma más o menos constante en la naturaleza. En general, provienen de la energía que llega 38 ininterrumpidamente a la tierra a través de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de otros planetas. Por ejemplo:

Energía mareomotriz: subida y bajada del nivel del mar por mareas.

Energía geotérmica: calor interno de la tierra.

Energía hidráulica: agua almacenada en embalses y su movimiento en los ríos.

Energía eólica: movimiento del aire debido al viento.

Energía solar: luz y calor de la radiación solar.

Energía de la biomasa (vegetación y restos orgánicos de actividades agrícolas e Industriales, basura, etc.).

2.4. Hipótesis de la investigación

2.4.1. Hipótesis general

El diseño de un sistema de energía renovable permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La determinación de la energía eléctrica permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.

- La selección de los componentes del sistema fotovoltaico permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.
- El diseño del sistema del sistema fotovoltaico permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 1
Variable independiente

Variable 1	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Sistema de energía renovable	Energía obtenida de fuentes naturales inagotables.	Sistema fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda de energía – K W • Energía - KWh

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2
Variable dependiente

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Alumbrado Público	Servicios de alumbrado público para espacios de libre circulación como vías públicas, parques, etc. donde nadie es responsable.	Energía eléctrica en alumbrado	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia nominal de lámparas • Número de lámparas • Tiempo de operación de lámparas

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada

3.1.2. Nivel de investigación: Descriptiva

3.1.3. Diseño: Pre experimental:



X: Sistema de energía renovable

O₁: Alumbrado Público

O₂: Sistema fotovoltaico

3.1.4. Enfoque: Cuantitativo

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

El análisis realizado para el presente estudio está establecido para el conjunto de luminarias convencionales existentes en la Av. Gálvez de la ciudad de Barranca.

3.2.2. Muestra

La unidad de análisis del que hay que obtener información o datos de estudio es una luminaria de alumbrado público.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Revisión documental:

Comprende la recopilación de la información relacionada con el tema de investigación. Se considerarán libros, tesis, revistas.

Observación:

Se trata de observar un fenómeno o hecho para obtener cierta información necesaria para una investigación.

3.4. Técnicas para el procesamiento de datos

Ficha de análisis de documentos:

Se utilizará para recopilar la información necesaria de documentos, artículos, revistas, manuales técnicos.

Guías de observación:

Se utilizarán para recopilar información sobre equipos y sistemas de alumbrado público de la Av. Gálvez de la ciudad de Barranca.

3.5. Análisis y ponderación del sistema fotovoltaico

Debido a que existe una falta de mantenimiento eléctrico en las principales avenidas, eso conlleva a la ausencia de electricidad afectando a los semáforos de la ciudad, peatones y conductores que transitan, ocasionado posibles accidentes, robos, peleas, consumo de estupefacientes, entre otros. Para ello, se realizará el diseño de un sistema de automatización de energías renovables que garantice la eficacia de generar su propia energía mediante instrumentos y equipos electrónicos. Por lo tanto, debe calcular el consumo de energía y la demanda máxima para cada calle de la avenida Gálvez de la ciudad de Barranca:

Geográficamente, el lugar de estudio para la investigación está en:

Departamento: Lima

Provincia: Barranca

Distrito: Barranca

Clima:

La zona de Barranca ubicada en la costa norte presenta su temperatura promedio entre 21 y 31 grados centígrados, y de acuerdo con SEBAMHI, las precipitaciones fluviales son de 700 mm, de promedio al año y la humedad varía entre el 60% y 80%.

Tabla 3

Clima, topología y geología de la ciudad de Barranca

Velocidad del viento máxima:	16 km/h
Humedad relativa mínima	: 60 %
Humedad relativa máxima	: 80 %
Temperatura máxima	: 31 ° C
Temperatura mínima	: 21 ° C
Temperatura promedio anual	: 19 ° C

Fuente: Elaboración propia

3.5.1. Cálculo de la máxima demanda

En la tabla N°04 se puede apreciar las cargas consideradas por residencia en la zona de la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca, se valoró una cantidad promedio representativa por residencia, para luego analizar la potencia total como suma de las potencias individuales de cada equipo. Este presupuesto fue considerado para el cálculo de la máxima demanda.

Tabla 4
Máxima demanda en Kw.h

Artefacto	Cantidad	Potencia (Watts)	Horas de uso	Total (Kw.h)
TV	1	150	5	750
Radio	1	100	5	500
Refrigeradora	1	400	5	2,000
Focos	15	10	5	750
Laptop	2	60	10	1,200
Celular	2	20	4	160
Licuadaora	1	500	0.5	250
Almacenamiento en la batería				5,610

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Cálculo de energía requerida

$$E_T = (Nro\ de\ calles)(Nro\ de\ luminarias)(Potencia\ de\ luminaria)(Horas\ de\ trabajo\ \dots\dots)(1)$$

Utilizando la ecuación (1), se puede apreciar en la tabla N°05 el valor de la máxima demanda requerida en Kw.h

Tabla 5
Energía total del sistema en Kw.h

Nro de calles	Nro de Luminarias	Potencia de luminaria	Horas de trabajo	Energía Total del sistema
10	3	70 W	12 h	25200Wh

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Cálculo de la radiación promedio

Como se aprecia en la figura 4 del mapa solar, se puede obtener cuantos kw.h por metro cuadrado existen.

De acuerdo al mapa solar, podemos ver que durante los meses de febrero, mayo y agosto le corresponde una irradiancia entre (4.5-5.0) Kw.h/m², obteniendo

un promedio de 4.75Kw.h/m^2 y en el mes de noviembre le corresponde una irradiancia entre $(6.5-7.0)\text{Kw.h/m}^2$, obteniendo un promedio de 6.75Kw.h/m^2 .

Por lo tanto en la ecuación (2) se obtiene la radiación promedio del panel solar que se va a instalar es de 5.25Kw.h/m^2 . Que representa la energía que va a entregar el panel.

$$R_p = \frac{4.75 \times 3 + 6.75}{4} = 5.25\text{Kw.h/m}^2 \dots\dots(2)$$

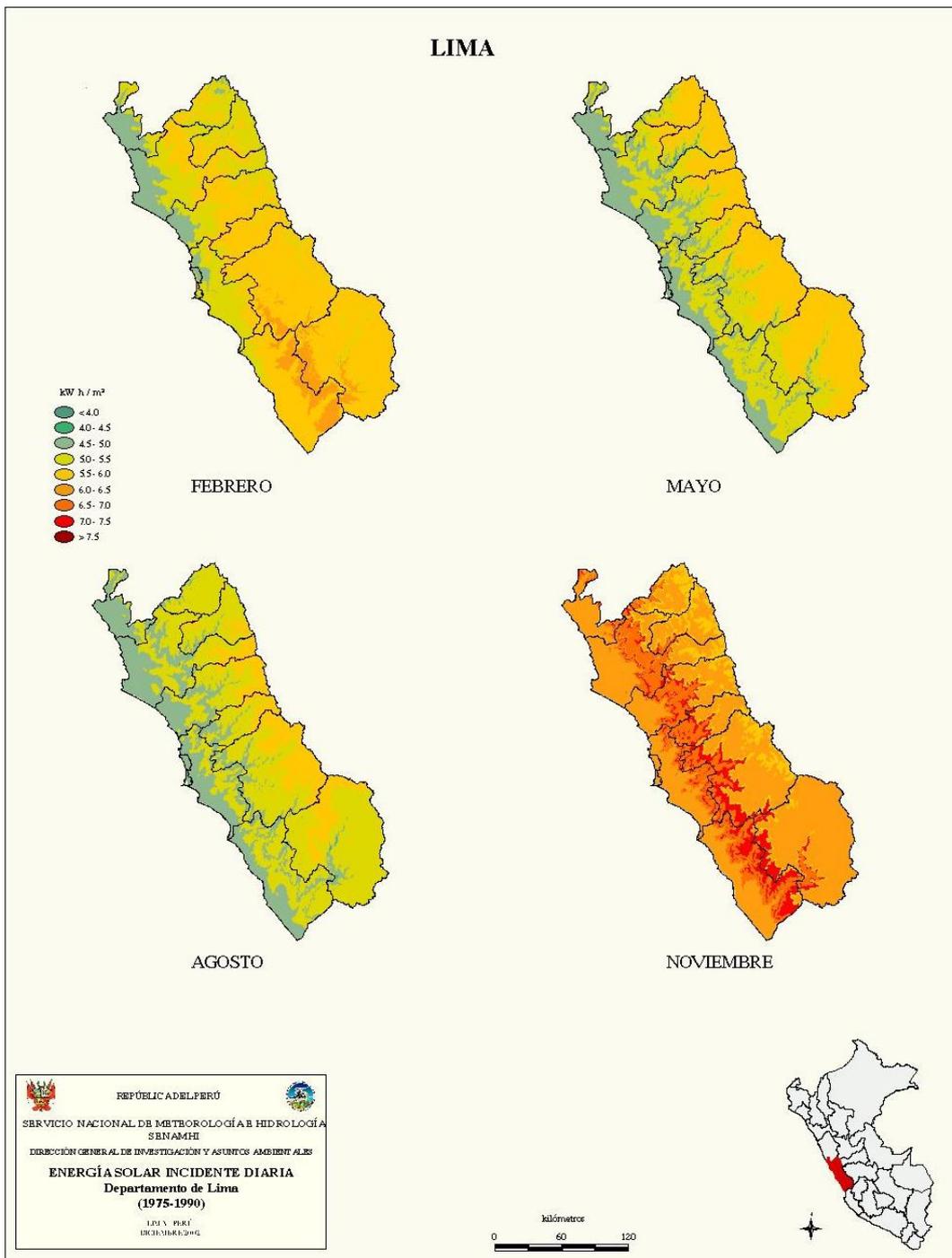


Figura 4: Mapa de irradiancia solar de LIMA - CALLAO
 Fuente: <https://deltavolt.pe/atlas/atlassolar/radiacion-departamento/>

3.5.4. Cálculo de la energía acumulada:

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizarán 5 paneles solares de las siguientes dimensiones (1650x990x30)mm

$$\text{Área del panel solar: } A = 1.65 \times 0.9 = 1.48 \text{m}^2$$

$$\text{Área total: } A_T = 1.48 \times 5 = 7.4 \text{m}^2$$

$$\text{Energía acumulada en 1 hora: } E = 5.25 \text{Kw.h/m}^2 \times 7.4 \text{m}^2 = 38.85 \text{Kw.h}$$

$$\text{Energía acumulada en 12 horas: } E_T = 38.85 \text{Kw.h} \times 12 = 466.2 \text{Kw.h}$$

Como el panel trabajará 12 horas, por lo tanto, la cantidad de energía acumulada será de 466.2 Kw.h

Cálculo de la eficiencia del sistema:

$$e_{\%} = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{teórica}}} \times 100 \dots \dots (3)$$

$$e_{\%} = \frac{5.25 \text{Kw.h}}{38.85 \text{Kw.h}} \times 100 = 13.51\%$$

En la ecuación (3), se puede apreciar que toda la irradiación que ofrece el mapa solar, solo se aprovecha el 13.51%. De acuerdo al panel utilizado para la investigación se obtiene el 14% de eficiencia del sistema.

3.5.5. Dimensionamiento de la Batería

Cuando al dimensionar la batería no se consigue en el mercado alguna con las especificaciones mínimas, se puede optar por hacer uso de un banco de baterías.

El cálculo se tiene en la ecuación 4:

$$C_{ne} (Ah) = \frac{C_{ne} (Kw.h)}{V_{BAT}} \dots \dots (4)$$

Donde:

$C_{ne}(Wh)$: La capacidad nominal de la batería en la descarga máxima

durante la temporada.

$C_{ne}(Ah)$: La capacidad mínima de la batería en la descarga máxima estacional.

V_{BAT} : Voltaje de la batería

Se obtiene como resultado:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{5,610}{51.2} = 109.5Ah$$

De esta forma, la capacidad mínima requerida para el sistema acumulativo, calculada a partir de las emisiones estacionales máximas estacional es de 109.5 Ah

Se prefiere el empleo de baterías de litio LFP51.2V120A de capacidad 6kWh, con respecto a la capacidad de la batería de 120A se ha dado 10% sobre el valor calculado.

3.5.6. Autonomía del sistema de energía renovable

$$\text{Almacenamiento en la batería} = 5,610Kw.h$$

Tabla 6

Número de sistema fotovoltaico

Energía Total	Energía entregada por el sistema	Nro de sistema fotovoltaico
25200	5610	4.49197861

Fuente: Elaboración propia

3.6. Componentes del sistema fotovoltaico

3.6.1. Selección de la luminaria

En la ilustración 5 se aprecia la luminaria seleccionada, es de 70 W. Esta luminaria satisface las exigencias de la norma técnica.



Figura 5: LEDVANCE AREALIGHT SPD 70W 6500K

Fuente: www.ledvance.es

En la tabla N°07, muestra las características técnicas de la luminaria tipo LED, seleccionada para el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla 7

Características técnicas: Ledvance Arealight spd 70w 6500k

Electrical data	
Nominal wattage	70.00 W
Nominal voltage	100...277 V
Mains frequency	50...60 Hz
Protection class	II
Photometrical data	
Luminous flux	7000 lm
Luminous efficacy	100 lm/W
Color temperature	6500 K
Light color (designation)	Cool Daylight
Color rendering index Ra	> 70
Dimensions & Weight	
Length	437.00 mm
Width	165.00 mm
Height	87.00 mm
Product weight	1666.00 g
Materials & Colors	
Product color	Gray
Housing color	Gray

Body material	Aluminum
Mercury content	0.0 mg
Application & Mounting	
Type of protection	IP65
Dimmable	No
Mounting type	Surface
LED module replaceable	Not replaceable

Fuente: www.ledvance.es

3.6.2. Selección del panel solar

La imagen 6 muestra el panel solar policristalino seleccionado, de 300W.

Los requisitos que la norma técnica exige, determinan esta selección.



Figura 6: Panel solar 300w policristalino

Fuente: www.ledvance.es

En la tabla N°08, muestra las características técnicas del panel solar, seleccionada para el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla 8

Características técnicas: panel solar 300w policristalino

ELECTRICAL DATA @ STC	ECO-	ECO-	ECO-	ECO-
	300M-60	305M-60	310M-60	315M-60

Peak Power (Pmax)	(W)	300	305	310	315
Maximum Power Voltage (Vmp)	(V)	32.60	32.90	33.10	33.35
Maximum Power Current (Imp)	(A)	9.19	9.28	9.37	9.45
Open- Circuit Voltage (Voc)	(V)	39.80	40.00	40.40	40.80
Short- Circuit Current (Isc)	(A)	9.77	9.85	9.91	9.98
Module Efficiency	(%)	18.30	18.60	18.90	19.20
Operating Temperature		-40°C~+85°C			
Maximum System Voltage		□ 1000V □ 1500V			
Maximum Series Fuse Rating		15A			
Power Tolerance		0~+3%			

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m², Module Temperature 25°C, AM 1.5

	ELECTRICAL DATA @ NMOT	ECO-	ECO-	ECO-	ECO-
		300M-60	305M-60	310M-60	315M-60
Peak Power (Pmax)	(W)	223	227	231	235
MPP Voltage (Vmp)	(V)	30.40	30.60	30.90	31.10
MPP Current (Imp)	(A)	7.35	7.42	7.49	7.55
Open- Circuit Voltage (Voc)	(V)	37.10	37.30	37.50	37.75
Short- Circuit Current (Isc)	(A)	7.78	7.84	7.91	7.97

Fuente: www.ledvance.es

3.6.3. Selección del inversor

En la imagen 7 se observa el inversor con potencia seleccionado, con salida de 5000W. Este inversor ha sido seleccionado puesto que cumple con los requisitos exigidos por la norma técnica.



Figura 7: *Inversor Off-Grid MOTOMA, 5000TL con potencia de salida máx. de 5000 watts*

Fuente: www.teknosolar.com

En la tabla N°09, muestra las características técnicas del inversor, seleccionado para el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla 9
Características técnicas: Inversor Off-Grid MOTOMA, 5000TL

MODEL	Axpert MKS III 5000-48
Rated Power	5000VA/5000W
INPUT	
Voltage	230VAC
Selectable Voltage Range	170-280VAC (For Personal Computers) 90-280VAC (For Home Appliances)
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)
OUTPUT	
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230 VAC \pm 5%
Overload Capacity	5s@ \geq 150%load:10s@110%-150%load: 100ms @ \geq 200% load
Efficiency (Peak)	93%
Transfer Time	15 ms (For Personal Computers) 20 ms (For Home Appliances)
Waveform	Pure sine wave
BATTERY	
Battery Voltage	48 VDC
Floating Charge Voltage	54 VDC
Overcharge Protection	66 VDC
SOLAR CHARGER & AC CHARGER	
Solar Charger Type	MPPT
Maximum PV Array Power	5000 W
MPPT Range @ Operating Voltage	120 – 430 VDC
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	450 VDC
Maximum Solar Charge Current	80 A
Maximum AC Charge Current	80 A

Fuente: www.teknosolar.com

3.6.4. Selección de la batería

En la ilustración siguiente se observa la batería de litio seleccionada, de 51.2V y 120Ah. El requisito de selección es el cumplimiento de la norma técnica..



Figura 8: batería de litio LFP51.2V120A de capacidad 6kWh

Fuente: <http://www.motoma.com/http://www.motoma.com/en/product-details-431.html>

En la tabla N°10, muestra las características técnicas de la batería, seleccionado para el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla 10*Características técnicas: batería de litio LFP51.2V120A de capacidad 6kWh*

Model	LFP48V120AH
Energy	6.1 kWh
Rated Power	4 kW
Peak Power	7.5 kW
Rated Capacity	120 Ah
Electrical	
Factory Voltage	51.2V
Voltage at end of Discharge	44.8V
Voltage at end of Charge	57.6V
Charging Voltage	55.2V
Maximum Continuous Charge Current	84A
Maximum Continuous Discharge	100A
Current	
Communication	
Communication port	RS232/RS485
Environment	
Discharge Operation Temperature	-20°C~55°C
Range	
Charge Operation Temperature Range	-0°C~45°C
Storage Temperature Range	-10°C~45°C
Humidity	10~85%RH
Altitude	≤ 4000m
Life	
Design Life	10 years
Cycle life	5000 times
Storage Times	3 months
Physical	
IP level	IP21
Dimension(WxHxD)	450x200x500mm
Weight	64kg

Fuente: <http://www.motoma.com/>

3.6.5. Selección del tablero de distribución de energía

En la figura siguiente se muestra el tablero de distribución de energía, seleccionado, el cual tiene un IP66 a prueba de polvo y a prueba de chorros de agua en todas direcciones.

Además, se deben dejar tomas de energía para la red interconectada.



Figura 9: Tablero mural metálico Ip66 400x 300x 200mm

Fuente: www.sigelec.com.pe

3.6.6. Selección de los cables de distribución de energía

En todo sistema eléctrico siempre se registran pérdidas provocadas por caídas de tensión en los conductores, por lo que en el diseño de sistemas fotovoltaicos se debe realizar un adecuado análisis y selección de accesorios y elementos de seguridad. Después de hallar los diámetros de cada conductor por tramo, se elige el conductor adecuado según la tabla de calibres AWG. El cuadro de los calibres AWG se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11
Propiedades técnicas de los conductores a considerar

Cable localizador	ΔV	L (m)	I Diseño (A)	S (mm²)	Cable AWG
Módulo fotovoltaico - Regulador	0,24	3	19,17	4,91	10
Regulador – Batería	0,12	1	19,17	3,92	10
Regulador - Luminaria	0,24	3	7	1,86	14

Fuente: Elaboración propia

3.6.7. Selección de la llave termomagnética:

Al igual que los elementos de protección como son los fusibles, la misión de los interruptores termomagnéticos es proteger el sistema y sus receptores, los cuales están conectados a los conductores de fase (Alvarado, 2015). En la figura 10 se observa la selección del interruptor termomagnético de 10 A.



Figura 10: Interruptor termomagnético de 10A

Fuente: www.sodimac.com.pe

Es necesario conocer la sección del cable a usar en cada tramo del sistema para determinar el tipo de interruptor magnético a utilizar. Del cálculo visto previamente, se conocen las secciones del cable, luego, en la sección panel-regulador y regulador-batería, se usa el cable de calibre 10 AWG NMT, y, en la sección regulador-luminaria, el calibre del cable es 14 AWG NLT. Fue necesario también hacer uso de dos interruptores termomagnéticos, uno de 20 A y otro de 10A.

3.6.8. Elección del mástil de iluminación pública.

Los mástiles seleccionados para el montaje del sistema de alumbrado fotovoltaico mediante la tecnología LED, se ajustan a la norma internacional ET204 “Postes Metálicos para alumbrado público”, motivo por el cual son seleccionados los de acero galvanizado. Las condiciones de cada mástil se observan en la Tabla 12.

Tabla 12
Propiedades de los mástiles metálicos - I

Descripción	Diámetro de la cima (mm)	Diámetro de la base (mm)	Espesor de lámina (mm)	Espesor (mm) “C”	Placa de la Base			Diámetro de los huecos (mm)
					Lado (mm) “B”	Distancia entre huecos (mm) “A”		
Poste 9 m	1	1	3	1	4	3	2	
	27	90		2	00	00	2	
Poste 10m	1	1	3	1	4	3	2	
	27	90		2	00	00	2	
Poste 12 m	1	2	3	1	4	3	2	
	27	10		2	00	00	2	
Poste 14 m	1	2	3	1	5	4	2	
	27	50		9	00	00	4	

Fuente: Condesa (2019)

Según las medidas definidas en la Tabla 12, se decidió por un mástil de 10 metros de altura de acero galvanizado.

3.6.9. Fijación del mástil.

Solo un correcto anclaje permite el izado adecuado del poste. Es necesario considerar no solo la alzada sino también el peso de la luminaria en el momento del montaje de la base o zapata. (Mamani,2017). Las principales propiedades se observan en la Tabla 13.

Tabla 13
Propiedades generales de mástiles metálicos - II

Altura (H) m	Log Cimt. (H1)mm	D(mm)	A(mm)	B(mm)	Perno diam. (mm)	Long perno (mm)L1	Diámetro del orificio (mm)
9	11	4	3	4	1	12	2
	00	50	00	00	9 (3/4")	00	2
1	11	4	3	4	1	12	2
0	00	50	00	00	9 (3/4")	00	2
1	13	4	3	4	1	15	2
2	00	50	00	00	9 (3/4")	00	2
1	13	5	4	5	2	15	2
4	00	50	00	00	2 (7/8")	00	4

Fuente: Condesa (2019)

Según las propiedades vistas en la Tabla 13, para un mástil de 10 m, se considera una cimentación de 1,10 m.

3.6.10. Esquema general de la instalación del mástil.

Después de seleccionar la alzada del mástil y las medidas de anclaje, se muestra el diagrama de instalación en la figura 11.

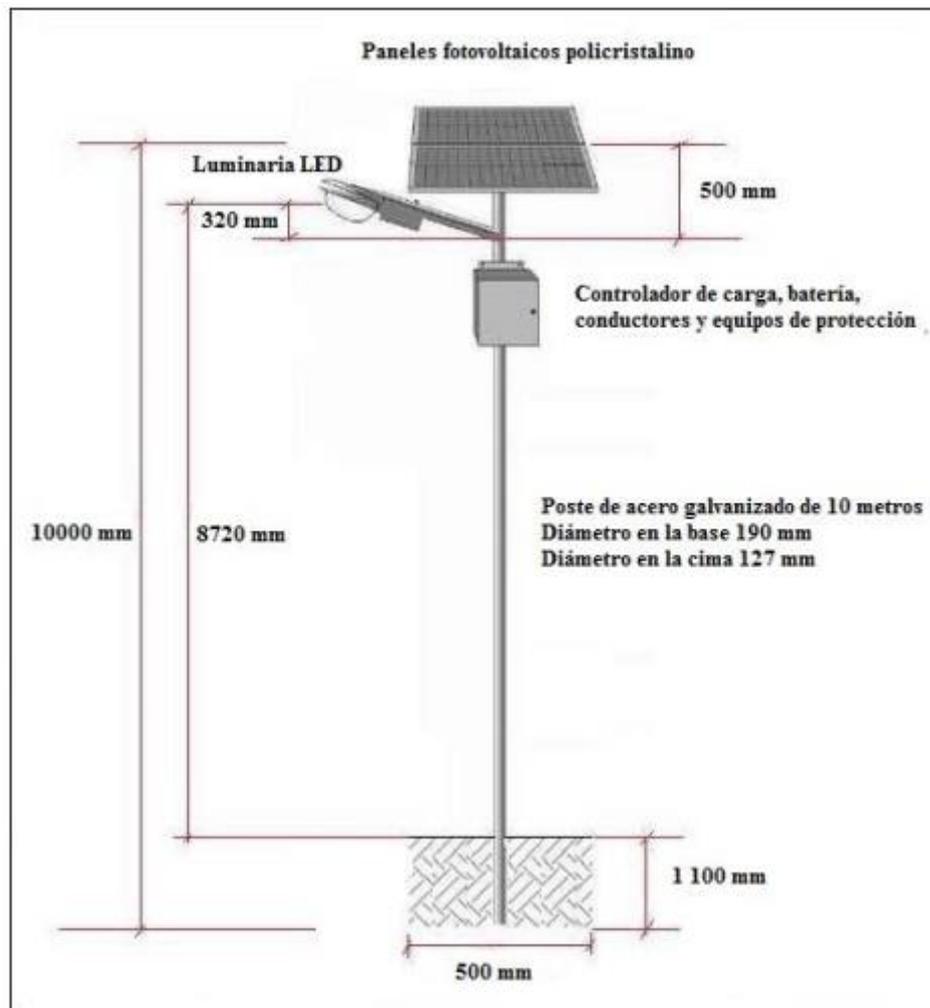


Figura 11: Diagrama de colocación de mástil metálico.

Fuente: Elaboración propia. Salavarría (2016)

3.7. Diseño del sistema fotovoltaico.

Calculando las dimensiones del sistema de iluminación y del sistema fotovoltaico se dimensionaron con tecnología LED, como se muestra en la Figura 12, que muestra el circuito utilizado en el diseño.

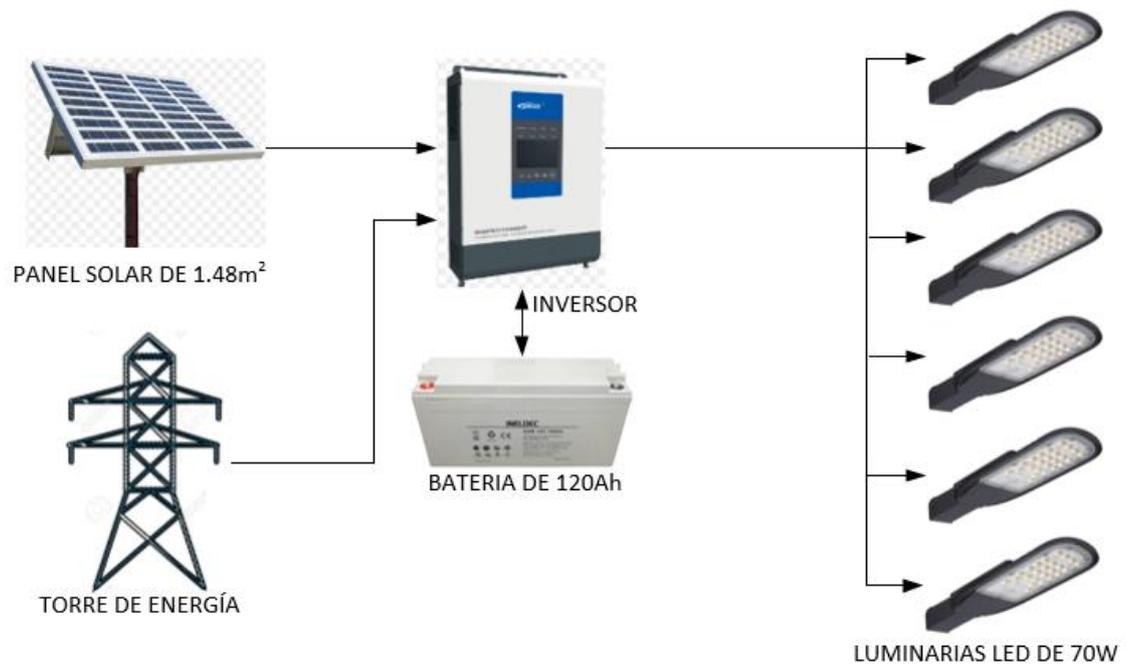


Figura 12: Esquema del sistema fotovoltaico

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Para determinar la factibilidad del uso de la energía del Sol en la red pública de alumbrado con tecnología LED en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca, se llevó a cabo el estudio del área a iluminar, con el objeto de determinar la separación entre mástiles, la elevación de la estructura de iluminación LED, la potencia de la carga, teniendo en cuenta los factores desfavorables (humedad, temperatura, presión, ubicación y tipo de suelo) que pueden reducir la calidad de la iluminación, además de los cálculos técnicos imprescindibles que ayudan a definir con precisión las propiedades de los elementos constitutivos de un sistema fotovoltaico. La finalidad de este análisis minucioso es determinar los indicadores y referencias fotométricos y de consumo energético generados por el sistema fotovoltaico y de todos sus componentes. A continuación, se muestran los resultados del análisis aplicado en el diseño del sistema de generación de energía por efecto fotovoltaico.

4.1.1. Dimensionamiento del sistema de fotovoltaico

Energía requerida.

El valor de la máxima demanda es **25.2 Kw.h**

Radiación solar promedio mensual.

El valor de la irradiación promedio es **5.25 Kwh/m²**.

Energía acumulada.

Como el panel solar trabajará 12 horas continuas, la cantidad de energía acumulada será de **372.96 Kw.h**

Eficiencia del sistema

De acuerdo al panel solar seleccionado, se obtiene el **16.89%** de eficiencia.

Autonomía del sistema

El almacenamiento en la batería es de 5,610Kw.h

4.1.2. Componentes del sistema fotovoltaico**Luminaria**

Se ha seleccionado una luminaria LED de 70 W 6500K.

Panel Solar

Se ha seleccionado un panel solar policristalino de 300W.

Inversor

Se ha seleccionado un inversor con potencia de salida de 5000W.

Batería

Se ha seleccionado una batería de litio de 51.2V y 120Ah.

Tablero de distribución de energía

La selección del tablero de distribución de energía, tiene un IP66 a prueba de polvo y a prueba de chorros de agua en todas direcciones.

Llave termomagnética:

La selección del interruptor termomagnético es de 10 A.

4.1.3. Diseño del sistema fotovoltaico.

La figura 13 muestra el diseño del sistema fotovoltaico.

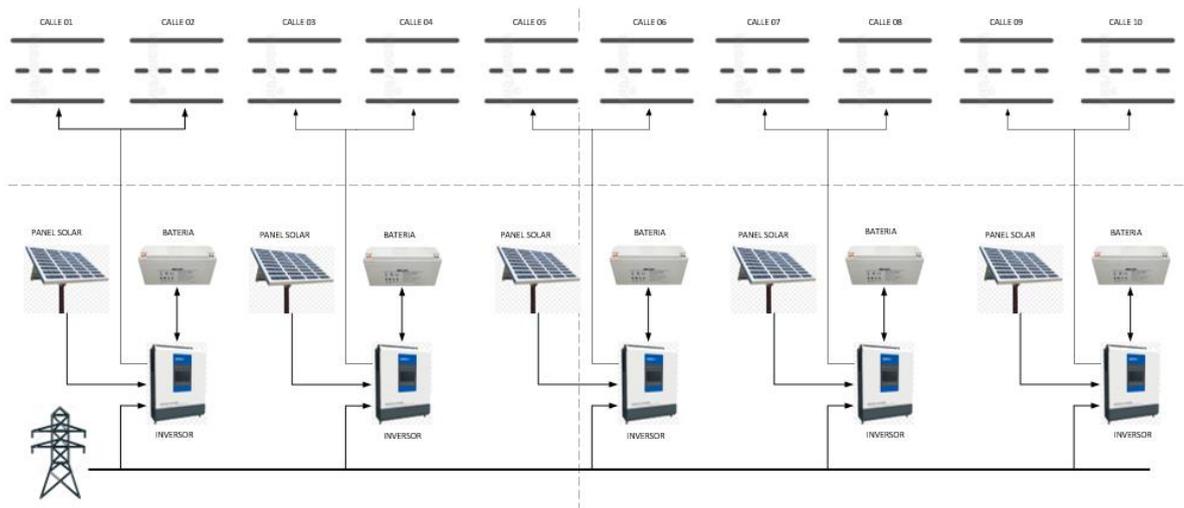


Figura 13: Esquema del sistema fotovoltaico propuesto

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

Con referencia a la zona de aplicación del proyecto, no se dispone de un registro de medidas exactas de la incidencia de la radiación solar, razón por la cual y con motivo de la necesidad de precisar las propiedades de la radiación del Sol, se decidió utilizar información clasificada por regiones o departamentos, del Atlas de Energía Solar, publicado por SENAMHI en 2003.

Para Martínez y Moreno, 2016, los sistemas de alumbrado público en parques y avenidas están distribuidos inadecuadamente y la razón se encuentra en la ausencia de un sistema de mantenimiento preventivo, por otro lado, se observan no pocas áreas con poca o ninguna iluminación.

Según Mamani, 2018 y Alvarado, 2015, actualmente la mayoría de generadores fotovoltaicos se elaboran en base a células de Silicio, el cual, en su estado monocristalino, aunque es más eficiente en la conversión de energía que en su estado policristalino, su fabricación implica un alto coste energético. Esto último decanto optar en el diseño por la estructura policristalina en los paneles solares fotovoltaicos: Eco Delta modelo ECO-300-315M-60 de 300W.

Massó, 2019, expone que los sistemas fotovoltaicos que utilizan baterías de ciclo profundo es decir, del 50% al 80% suelen ser de Plomo-ácido, y por otro lado, evidencia la necesidad de utilizar mayor cantidad de baterías cuanto mayor es la descarga. Por consiguiente, el costo de mantenimiento aumenta. En el presente trabajo se consideró en el diseño, el uso de una batería de litio de 51.2V/120Ah y una capacidad de 6KWh. No solo son más económicas si no también suministran más corriente.

Gonzales, 2018, explica, que la función de interruptor entre las baterías y los paneles solares los cumple los reguladores de carga de ancho de pulso modulado (PWM), los cuales operan a 13,5 voltios.

Martínez y Moreno, 2016, precisan que el controlador de Punto de Máxima Potencia (MPPT), al utilizar un regulador PWM alcanza un rendimiento de hasta 25%. (MPPT) El controlador MPPT incluye un elemento seguidor del punto de máxima potencia y un convertidor de corriente continua, de un voltaje alto a un voltaje más bajo, lo que permite prolongar la vida útil de la batería.

Para el diseño se usa como referencia un inversor de 230VAC 80A, 5000W.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Basado en el estudio realizado sobre los recursos de energía solar en el área de investigación, muestran que los niveles mensuales promedio de radiación varían de un mínimo de 4,5 kWh/m²/día en febrero, máxima de radiación promedio mensual de 7,0 kWh/m²/día al mes en noviembre. Con el objetivo de precisar los dimensionamientos, así como la selectividad de los elementos y equipos idóneos del sistema, se aplicó el criterio de elaborar cálculos con la referencia de radiación solar promedio en 5,25 kWh/m²/día.

Para el diseño del sistema fotovoltaico por cada dos calles, se consideró necesario el uso de seis luminarias LED de 70W, cinco paneles fotovoltaicos de 300W, una batería de 120Ah de 51.2V, (considerando un día de trabajo autónomo), un regulador de carga de 80A y 450V CD, dos interruptores magnetotérmicos de 20A y un magnetotérmico de 10A.

La tecnología LED permite el diseño de sistemas de iluminación fotovoltaica factible por que proporciona energía eléctrica independientemente del suministro de otras fuentes energéticas. Otro de los principales beneficios del proyecto más allá de los evidentes es la de disponer un modelo adecuado para aplicaciones con alto grado de confiabilidad, reducido costo operativo y gran eficiencia

6.2. Recomendaciones

Se sugiere hacer un mantenimiento del sistema, el cual debe hacerse dos veces por año y consiste en lo siguiente:

- Limpieza del panel
- Mantenimiento del inversor
- Prueba de capacidad de la batería
- La batería se debe cambiar cada dos años

Respecto al tablero de distribución de energía, se debe dejar tomas de energía para la red interconectada.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS

7.1. Fuentes bibliográficas

Carta, J., Calero, R., Colmenar, A., & Castro, M. (2009). *Centrales de Energía Renovable - Generación Eléctrica con Energía Renovable*. Madrid: Prentice Hall.

Concha, P., & Zamalloa, R. (2017). Proyecto de viabilidad para implementar un sistema de generación de energía renovable en las estaciones de la línea 1 del tren eléctrico de Lima. Lima.

Gonzales, M. (2018). *Análisis técnico económico del cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo led alimentados con sistema fotovoltaico en la ciudad de Chulucanas - Morropón - Piura*. Piura.

Mamani, J. (2018). *Diseño de un sistema de generación de energía fotovoltaica para aumentar la autonomía energética del vehículo eléctrico EPIME-UNA-Puno*. Puno.

Martínez, E., & Moreno, L. (2016). *Iluminación pública solar fotovoltaica para la ciudad de Managua, Nicaragua*. Managua.

Massó, C. (2019). *Diseño y análisis del alumbrado público del Municipio la Gineta*. Valencia.

Padilla, N. (2017). *Implementación de un sistema de energía renovable alternativo para la electrificación del comando de la Guardia Nacional "Escuadrón Montado Guatopo"*. Naguanagua.

Pérez, D. (2009). *Análisis de un sistema de iluminación, utilizando ampolletas de bajo consumo y alimentado por paneles fotovoltaicos*. Chile.

- Perpiñan, O. (2020). *Energía Solar Fotovoltaica*. Creative Commons. Rosas, M. (2001). *Energía Solar Térmica*. Barcelona: UPC.
- Rubio, H. (2017). *Diseño de sistema fotovoltaico centralizado para suministrar energía eléctrica al fundo palo blanco - Oberazal. Llama, Chota - Cajamarca - 2017*. Cajamarca.
- Schmuckler, M. (2018). *Electrificación Rural en Argentina: Alcances y Limitaciones de un Programa de Energías Renovables para el Mercado Rural en la Provincia de Jujuy*. Jujuy.
- Tudel, M. (2011). *Energía Solar Fotovoltaica*. Catalunya: Quadern Práctic 4.
- SENAMHI (2003). Atlas de Energía Solar.
<https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/343>

ANEXOS

Anexo 1: Autorización para realizar trabajo de investigación.

SOLICITO: Permiso para realizar trabajo de investigación.

Señor: Ricardo Ronald Zender Sánchez

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE BARRANCA

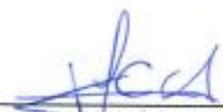
Yo, **JUAN EMILIO CASTILLO CRUZ**, identificado con DNI N° 75370857 con domicilio en la Urb. La Atarjea Baja Mz D Lote 5 del distrito y provincia de Barranca. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Que, habiendo culminado la carrera profesional de **Ingeniería Electrónica** en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión de la ciudad de Huacho, solicito a Ud. permiso para realizar un trabajo de investigación en la Institución sobre "**Diseño de un sistema de energía renovable para el alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca 2021**", para obtener el título profesional de Ingeniero Electrónico.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted acceder a mi solicitud.

Barranca, 02 de abril de 2021



JUAN EMILIO CASTILLO CRUZ
DNI N° 75370857

Anexo 2: Costo de implementación del proyecto.

A continuación, se tiene el presupuesto de la presente investigación:

Dimensionamiento del sistema de energía renovable para el alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca 2021.

FECHA DE COTIZACIÓN: 08 de noviembre de 2021

TESIS: Diseño de un sistema de energía renovable para el alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca 2021.

Presupuesto de implementación

Ítem	Especificaciones	Cant	Unitario	Total (S/.)
1	Levantamiento de información	1	500.00	500.00
2	Sistema Solar Fotovoltaico con baterías. 4 paneles solares 300W Policristalinos o similar 1 inversor Off-Grid MOTOMA, 5000TL con potencia de salida máx. de 5000 watts 1 batería de litio LFP51.2V120A de capacidad 6kWh Accesorios y cables de comunicación.	5	3,990.89	19,954.45
3	Luminaria LEDVANCE AREALIGHT SPD 70W 6500K	15	212.93	3,193.95
4	Tablero Mural Metálico IP66 400X 300X20MM C/PLACA ATLANTIC.	5	308.4	1,542
5	Mano de obra, Instalación eléctrica, Montaje de paneles solares.	1	2500	2500
COSTO TOTAL:				27,690.4

Fuente: Cuadro del costo total para la implementación del sistema de energía renovable para el

alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.

Anexo 3: Data sheet del panel solar

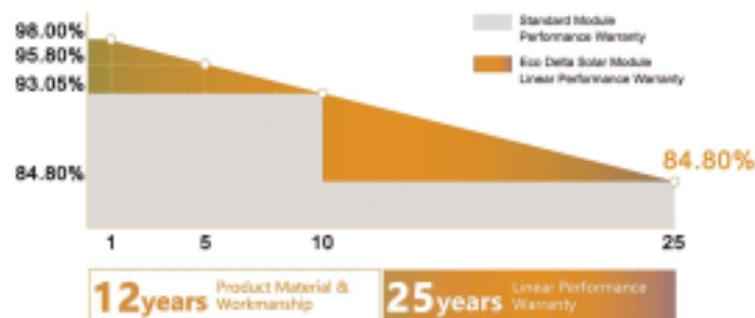
ECO DELTA High Efficiency 5BB Monocrystalline PV Module ECO-300-315M-60



- 
Higher Module Efficiency
 Brings 0→+3W positive tolerance on label rating power provides higher Kwh
- 
INNOVATIONAL 5-BUSBAR CELLS
 Reduces the cell series resistance and internal stress, decreases the risk of micro-crack and improves the module output.
- 
INNOVATIVE PERC CELL TECHNOLOGY
 Excellent cell efficiency and output.
- 
REDUCE SHADOW LOSS
 Effectively reduces the effect of shadow on the module surface.
- 
REDUCE INTERNAL MISMATCH LOSS
 Reduces mismatch loss and improves output.
- 
PASSED HAIL TEST
 Certified to hail resistance: ice ball size (d=45mm) and ice ball velocity (v=30.7m/s).
- 
PID RESISTANCE
 Excellent PID resistance at 96 hours (@85°C/85%) test, and also can be improved to meet higher standards for the particularly harsh environment.



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



QUALITY WARRANTY

Eco Delta guarantees that defects will not appear in materials and workmanship defined by IEC61215 or IEC61730 under normal installation, use and maintenance as specified in Eco Delta's installation manual for 12 years from the warranty starting date.

ECO DELTA High Efficiency 5BB Monocrystalline PV Module

ECO-300-315M-60



ELECTRICAL DATA @ STC		ECO-300M-60	ECO-305M-60	ECO-310M-60	ECO-315M-60
Peak Power(P _{max})	(W)	300	305	310	315
Maximum Power Voltage (V _{mp})	(V)	32.80	32.80	33.18	33.38
Maximum Power Current(I _{mp})	(A)	9.19	9.28	9.37	9.45
Open-circuit Voltage (V _{oc})	(V)	39.80	40.00	40.48	40.88
Short-circuit Current(I _{sc})	(A)	9.77	9.85	9.91	9.98
Module Efficiency (%)		18.30	18.60	18.90	19.20
Operating Temperature		-40°C~+85°C			
Maximum System Voltage		□1500V □1580V			
Maximum Series Fuse Rating		15A			
Power Tolerance		0~+3%			

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m², Module Temperature 25°C, AM 1.5

ELECTRICAL DATA @ NMOT		ECO-300M-60	ECO-305M-60	ECO-310M-60	ECO-315M-60
Peak Power(P _{max})	(W)	223	227	231	235
MPP Voltage (V _{mp})	(V)	30.40	30.80	30.90	31.10
MPP Current(I _{mp})	(A)	7.35	7.42	7.49	7.56
Open Circuit Voltage (V _{oc})	(V)	37.10	37.30	37.80	37.76
Short Circuit Current(I _{sc})	(A)	7.76	7.84	7.91	7.97

*Under Standard Module Operating Temperature (NMOT), Irradiance of 800W/m², Spectrum AM 1.5, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Temperature coefficient of P _{max}	-0.35%/K
Temperature coefficient of V _{oc}	-0.29%/K
Temperature coefficient of I _{sc}	0.64%/K
NMOT	41±3°C

MECHANICAL DATA

Cell Type	Mono-Crystalline, 156.75*156.75mm
Cell Arrangement	56pcs (5*10)
Dimension (L*W*H)	1650*802*35mm
Weight	18.8kg
Front Cover	3.2mm Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box	IP67, 3 Bypass Diodes
Cable Type	4mm ²
Length of Cable	1000mm
Connector	PV Connector

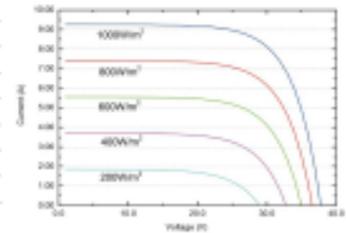
OPTIONAL

Frame	□Black
Backsheet	□Black
Connector	□Original MC4
Cable	□Customized
Module Size	□Customized

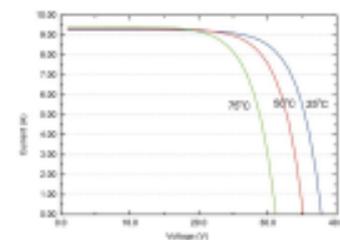
PACKING MANNER

Packing Type	40HQ
Piece/Pallet	30
Pallet/Container	26
Piece/Container	840

Current-Voltage Curve under different irradiance



Current-Voltage Curve under different working temperatures



Anexo 4: Data sheet del Inversor

Axpert MKS III Off-Grid Inverter



- Pure sine wave solar inverter
- Detachable LCD control module with multiple communications
- Wide DC input range
- Built-in Bluetooth for mobile monitoring (Android App is available)
- Supports USB On-the-Go function
- Reserved communication port for BMS (RS485)
- Smart battery charger design for optimized battery performance
- Battery independent function
- Parallel operation up to 9 units

Axpert MKS III Off-Grid Inverter Specification

MODEL	Axpert MKS III 5000-48
Rated Power	5000VA/5000W
INPUT	
Voltage	230 VAC
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) 90-280 VAC (For Home Appliances)
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)
OUTPUT	
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230 VAC \pm 5%
Overload capacity	5s@ \geq 150% load; 10s@110%-150% load; 100ms @ \geq 200% load
Efficiency (Peak)	93 %
Transfer Time	15 ms (For Personal Computers) 20 ms (For Home Appliances)
Waveform	Pure sine wave
BATTERY	
Battery Voltage	48 VDC
Floating Charge Voltage	54 VDC
Overcharge Protection	66 VDC
SOLAR CHARGER & AC CHARGER	
Solar Charger Type	MPPT
Maximum PV Array Power	5000 W
MPPT Range @ Operating Voltage	120 ~ 430 VDC
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	450 VDC
Maximum Solar Charge Current	80 A
Maximum AC Charge Current	80 A
PHYSICAL	
Dimension, D x W x H (mm)	140 x 295 x 468
Net Weight (kgs)	12.0
Communication Interface	USB, RS232, RS485, Bluetooth
ENVIRONMENT	
Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)
Operating Temperature	-10°C to 50°C
Storage Temperature	-15°C to 60°C

Product specifications are subject to change without further notice.

Anexo 5: Data sheet de la batería

1 BATERÍA 6 KWH

Motoma LFP48120

- **Batería de Litio**, la mejor del mercado.
- De 6,000 ciclos.
- Con capacidad de almacenamiento de hasta **6000 Wh**.

Model	LFP48V120AH
Energy	6.1 kWh
Rated Power	4 kW
Peak Power	7.5 kW
Rated Capacity	120 Ah
Electrical	
Factory Voltage	51.2V
Voltage at end of Discharge	44.8V
Voltage at end of Charge	57.6V
Charging Voltage	55.2V
Maximum Continuous Charge Current	84A
Maximum Continuous Discharge Current	100A
Communication	
Communication port	RS232/RS485
Environment	
Discharge Operation Temperature Range	-20°C~55°C
Charge Operation Temperature Range	-0°C~45°C
Storage Temperature Range	-10°C~45°C
Humidity	10~85% RH
Altitude	≤ 4000m
Life	
Design Life	10 years
Cycle life	5000 times
Storage Times	3 months
Physical	

IP level	IP21
Dimension(WxHxD)	450x200x500mm
Weight	64kg

Anexo 6: Data sheet de la luminaria



Electrical data	
Nominal wattage	70.00 W
Nominal voltage	100...277 V
Mains frequency	50...60 Hz
Protection class	II
Photometrical data	
Luminous flux	7000 lm
Luminous efficacy	100 lm/W
Color temperature	6500 K
Light color (designation)	Cool Daylight
Color rendering index Ra	> 70
Dimensions & Weight	
Length	437.00 mm
Width	165.00 mm
Height	87.00 mm
Product weight	1666.00 g
Materials & Colors	
Product color	Gray
Housing color	Gray
Body material	Aluminum
Mercury content	0.0 mg
Application & Mounting	
Type of protection	IP65
Dimmable	No
Mounting type	Surface
LED module replaceable	Not replaceable

Anexo 7: Matriz de consistencia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA AVENIDA GÁLVEZ DE LA CIUDAD DE BARRANCA 2021	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
	<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cómo el diseño de un sistema de energía renovable permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Cómo la determinación de la energía eléctrica permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca? ➤ ¿Cómo la selección de los componentes del sistema fotovoltaico permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca? ➤ ¿Cómo el diseño del sistema fotovoltaico permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca? 	<p>OBJETIVO GENERAL Diseñar un sistema de energía renovable que permita brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Determinar la energía eléctrica requerida para brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca. ➤ Seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico para brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca. ➤ Diseñar el sistema fotovoltaico para brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL El diseño de un sistema de energía renovable permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca.</p> <p>HIPOTESIS ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ La determinación de la energía eléctrica permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca. ➤ La selección de los componentes del sistema fotovoltaico permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca. ➤ El diseño del sistema fotovoltaico permitirá brindar alumbrado público en la Avenida Gálvez de la ciudad de Barranca. 	<p>VARIABLE 1 Sistema de energía renovable.</p> <p><i>Sistema fotovoltaico</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Demanda de energía en KW • Energía - KWh <p>VARIABLE 2 Alumbrado público</p> <p><i>Energía eléctrica en alumbrado</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia nominal de lámparas • Número de lámparas • Tiempo de operación de lámparas 	<p>Población: Sistema de alumbrado público de la ciudad de Barranca</p> <p>Muestra: Sistema de alumbrado público de la Av. Gálvez de la ciudad de Barranca</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: Descriptiva</p> <p>Instrumento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental • Observación