

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



TESIS

**“DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA
MEJORAR EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA
EMPRESA RESEAD S.A.C. DEL DISTRITO DE ANCÓN. LIMA
2022”**

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

AUTORES:

Bach. MONTES LAZARO, NER AMIEL

Bach. ROJAS CABRERA, KENNY ALBERTO

Bach. SANTAMARIA ROQUE, SHEYLA ELIZABETH

ASESOR: Mg. Ing. ALFARO RODRIGUEZ, CARLOS HUMBERTO

Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	TESIS_SHEYLA_NIER_KENY 29112022.docx (D151528498)
Submitted	11/30/2022 2:43:00 PM
Submitted by	
Submitter email	namontesl@unac.edu.pe
Similarity	13%
Analysis address	fiee.investigacion.unac@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	VIERA ANDI.pdf Document VIERA ANDI.pdf (D110615528)	 2
W	URL: https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/362/349 GARC Fetched: 11/30/2022 9:08:00 PM	 3
SA	Trabajo de titulación VITERI GABRIEL REV VI.docx Document Trabajo de titulación VITERI GABRIEL REV VI.docx (D149439961)	 5
SA	Trabajo de Titulación-Leonel Lino Veas (1).docx Document Trabajo de Titulación-Leonel Lino Veas (1).docx (D129105288)	 1
W	URL: https://asociacionafide.com/cuestionario-covidem-22-es/ Fetched: 11/11/2022 1:45:36 PM	 6
W	URL: https://1library.co/article/encuesta-de-medici%C3%B3n-de-inducci%C3%B3n-y-capacitaci%C3%B3n-y... Fetched: 10/4/2022 6:06:10 PM	 12
SA	TESIS Alvarez-Heredia.docx Document TESIS Alvarez-Heredia.docx (D143373478)	 1
SA	BORRADOR DE TESIS - ROMAEL MAMANI.pdf Document BORRADOR DE TESIS - ROMAEL MAMANI.pdf (D150821948)	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO N°32-2022

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA, quien suscribe:

HACE CONSTAR QUE LOS BACHILLERES:

- 1. MONTES LAZARO, Ner Amiel**
- 2. ROJAS CABRERA, Kenny Alberto**
- 3. SANTAMARIA ROQUE, Sheyla Elizabeth**

Han presentado su Informe Final titulado:

“DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MEJORAR EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA RESEAD S.A.C. DEL DISTRITO DE ANCÓN – LIMA, 2022” PARA LA EVALUACIÓN ANTIPLAGIO ORIGINAL, OBTENIENDO COMO RESULTADO 13% DE SIMILITUD, ESTANDO DENTRO DEL PORCENTAJE PERMITIDO (MÁXIMO 30%).

Se expide la presente Constancia a solicitud de los interesados **PARA REALIZAR TRÁMITES CORRESPONDIENTES A LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.**

Bellavista, 01 de diciembre de 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Ing. FERNANDO MENDOZA APAZA
DIRECTOR

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

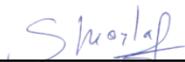
Por medio del presente documento, autorizo la publicación del texto completo de la tesis de pre grado en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Callao, de conformidad señalado en el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades - RENATI resolución N° 033-2016-SUNEDU/CD, de fecha 08.09.16; para lo cual especifico la siguiente información:

<u>DATOS PERSONALES</u>	
APELLIDOS Y NOMBRES	SANTAMARIA ROQUE, SHEYLA ELIZABETH
DNI	77535644
TELÉFONO	930491740
E-MAIL	sesantamariar@unac.edu.pe

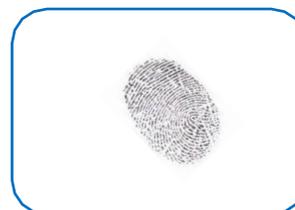
<u>DATOS ACADÉMICOS</u>	
<u>PREGRADO</u>	
FACULTAD	FIEE
ESCUELA PROFESIONAL	INGENIERÍA ELÉCTRICA
GRADO ACADEMICO	BACHILLER EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
TITULO PROFESIONAL	INGENIERO ELECTRICISTA
OBSERVACIONES/ PRECISIONES	

<u>DATOS DE LA TESIS</u>	
TÍTULO	“DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MEJORAR EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA RESEAD S.A.C. DEL DISTRITO DE ANCÓN. LIMA 2022”
AÑO DE PUBLICACIÓN	2023
OBSERVACIONES/ PRECISIONES	TESIS GRUPAL SUSTENTADA POR LOS BACHILLERES: - MONTES LAZARO, NER AMIEL - ROJAS CABRERA, KENNY ALBERTO - SANTAMARIA ROQUE, SHEYLA ELIZABETH

Nota: Todo el dato consignado tiene carácter de Declaración Jurada.



FIRMA



HUELLA DIGITAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE
TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 24 días del mes de marzo del 2023 siendo las 11:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, (Resolución Decanal N°047-2023-DFIEE)

Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ	Presidente
Dr. Ing. CÉSAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA	Secretario
Mg. Lic. JUAN NEIL MENDOZA NOLORBE	Vocal
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA	Suplente

Asimismo asistió el miembro Suplente Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA, en calidad de veedor, con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres **SANTAMARIA ROQUE, Sheyla Elizabeth; ROJAS CABRERA, Kenny Alberto y MONTES LAZARO, Ner Amiel** quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniería Eléctrica tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada **“DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA MEJORAR EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA RESEAD S.A.C. DEL DISTRITO DE ANCÓN- LIMA, 2022”**, con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por APROBADO..... Calificativo..... Bueno..... nota:..... 14..... a los expositores **SANTAMARIA ROQUE, Sheyla Elizabeth; ROJAS CABRERA, Kenny Alberto y MONTES LAZARO, Ner Amiel** con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las..... 12:10..... horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 217 Del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ
PRESIDENTE


.....
Dr. Ing. CESAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA
SECRETARIO


.....
Mg. Lic. JUAN NEIL MENDOZA NOLORBE
VOCAL


.....
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA
SUPLENTE

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ

SECRETARIO : Dr. Ing. CÉSAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA

VOCAL : Mg. Lic. JUAN NEIL MENDOZA NOLORBE

ASESOR : Mg. Ing. CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRIGUEZ

INFORMACIÓN BÁSICA

- **FACULTAD**
Facultad de ingeniería eléctrica y electrónica
- **UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:**
Escuela de Pregrado de la Facultad de ingeniería eléctrica y electrónica
- **TÍTULO:**
“Diseño óptimo de un sistema fotovoltaico para mejorar el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD SAC del distrito de Ancón – Lima, 2022”
- **AUTOR(ES):**
Nombre: SHEYLA ELIZABETH SANTAMARÍA ROQUE
DNI: 77535644
ORCID: 0000-0002-7259-0842
Nombre: NER AMIEL MONTES LAZARO
DNI: 46270584
ORCID: 0000-0001-7712-9193
Nombre: KENNY ALBERTO ROJAS CABRERA
DNI: 77024488
ORCID: 0000-0003-4434-9952
- **ASESOR:**
NOMBRE: CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRÍGUEZ
DNI: 17998963
ORCID: 0000-0001-8465-9248
- **LUGAR DE EJECUCIÓN**
Ancón - Lima
- **UNIDAD DE ANÁLISIS**
Empresa RESEAD SAC
- **TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**
Aplicada / Cuantitativo / No experimental
- **TEMA OCDE**
Ingeniería y Tecnología

DEDICATORIA

Nuestra tesis está dedicada a nuestros padres, por su cariño, paciencia, apoyo incondicional, gracias a sus esfuerzos y sacrificios hemos podido cumplir las metas, sueños planteados y crecer como profesionales. A nuestros familiares y amistades que nos acompañaron durante toda nuestra etapa universitaria

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a los docentes de la facultad que nos formaron académica y profesionalmente durante nuestra etapa universitaria, aquella etapa que llevaremos siempre en nuestros corazones. A la empresa Resead SAC de darnos la oportunidad de usar sus instalaciones y poder darle una mejora que esta plasmada en la presente tesis.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE CAUDROS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	3
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema	10
1.3. Objetivos.....	11
1.4. Justificación	11
1.4.1. Justificación teórica	11
1.4.2. Justificación practica	12
1.4.3. Justificación metodológica.....	12
1.5. Delimitantes de la investigación	12
1.5.1. Delimitante teórica.....	12
1.5.2. Delimitante temporal.....	12
1.5.3. Delimitante espacial	13
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes.....	14
2.2. Bases teóricas	20
2.2.1. Sistema fotovoltaico	20
2.2.2. Suministro de energía eléctrica	26

2.3. Marco conceptual	28
2.4. Definición de términos básicos	28
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	30
3.1. Hipótesis.....	30
3.1.1. Operacionalización de variable.....	30
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	31
4.1. Diseño metodológico	31
4.2. Método de investigación	31
4.3. Población y muestra	31
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado.....	32
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	32
4.6. Análisis y procesamiento de datos	33
4.7. Aspectos Éticos en investigación	33
V. RESULTADOS	34
5.1. Resultados descriptivos.....	34
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	49
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares	51
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes	52
VII. CONCLUSIONES	54
VIII. RECOMENDACIONES.....	55
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	59
ANEXO N.º 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Operacionalización de variables	30
---	----

ÍNDICE DE CAUDROS

Cuadro N° 1:Técnica e Instrumento de recojo de información.....	33
Cuadro N° 2: Tipo de Panel Solares Monocristalino y Policristalino	41
Cuadro N° 3: Datos técnicos del Panel Solar TRINA VERTEX DE18II	44
Cuadro N° 4: Tipos y características de las Baterías	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1:Vista de planta de la empresa RESEAD S.A.C.....	32
Figura N° 2: Puntos de distribución de energía eléctrica de ENEL	34
Figura N° 3: Distribución de paneles solares en vista de planta	35
Figura N° 4: Configuración de los Paneles Monocristalinos.....	36
Figura N° 5: Configuración de las Baterías, Controlador e Inversor.....	37
Figura N° 6: Componentes de la radiación solar.....	38
Figura N° 7: Irradiancia solar en Lima.....	39
Figura N° 8: Orientación de los Paneles Solares	40
Figura N° 9:Panel Solar Monocristalino TRINA VERTEX DE18II.....	42
Figura N° 10:Características del Panel Solar TRINA VERTEX DE18II	43
Figura N° 11:Cálculo de la distancia mínima entre filas	45

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Empresa RESEAD S.A.C. y sus equipos de protección	10
Fotografía 2:Áreas de la empresa RESEAD S.A.C.....	31

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

FV: Fotovoltaico

ENEL: Ente nacional para la energía eléctrica

kW: kilovatio

IVA: Impuesto sobre el Valor Añadido

Wh: Vatio-hora

RESUMEN

Objetivo: Optimizar el sistema fotovoltaico para mejorar el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

Metodología: La investigación según su finalidad es de tipo aplicada de estudio descriptivo, según la prolongación en el tiempo es transversal, con un diseño no experimental, el método es cuantitativo. La población está conformada el total de áreas de la planta RESEAD S.A.C. las cuales son 5.

Resultados: Se obtuvo que la demanda máxima que se requiere s una carga de 35 kW, se hizo uso de un inversor de 20kW y baterías de 12v 250 AH, los paneles solares usados fueron los monocristalinos TRINA VERTEX DE18II, la distancia a la cual estos se encuentran es de 2.5m y el Angulo de inclinación calculado fue de 8.11° . La tensión máxima de salida del generador es de 681.7V y la corriente entregada en el punto de máxima potencia del generador es de 138.45^a. Las baterías son HOPPECKE Sun Power VR-L, las cuales son libre de mantenimiento con respecto al relleno de agua y estabilidad de ciclo muy lata durante la operación PSoC1.

Conclusiones: El diseño óptimo de un sistema fotovoltaico mejorará el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

Palabras clave: fotovoltaico, carga máxima, demanda energética.

ABSTRACT

Objective: To optimize the photovoltaic system to improve the electric power supply of the company RESEAD S.A.C. in the district of Ancon - Lima, 2022.

Methodology: The research, according to its purpose, is an applied descriptive study, according to the extension in time it is transversal, with a non-experimental design, the method is quantitative. The population is made up of all the areas of the RESEAD S.A.C. plant, of which there are 5.

Results: It was obtained that the maximum demand required is a load of 35 kW, an inverter of 20kW and 12v 250 AH batteries were used, the solar panels used were monocrystalline TRINA VERTEX DE18II, the distance at which they are located is 2.5m and the calculated angle of inclination was 8.11° . The maximum output voltage of the generator is 681.7V and the current delivered at the maximum power point of the generator is 138.45^a. The batteries are HOPPECKE Sun Power VR-L, which are maintenance free with respect to water filling and very low cycle stability during PSoC1 operation.

Conclusions: The optimal design of a photovoltaic system will improve the electric power supply of RESEAD S.A.C. company in the district of Ancon - Lima, 2022.

Key words: photovoltaic, peak load, energy demand.

INTRODUCCIÓN

Durante el avance de los años la demanda de fuentes de energía renovables de electricidad ha ido en aumento como resultado de los esfuerzos para mitigar las emisiones de CO₂, empresas de los países desarrollados y en desarrollo cada vez están dando mayor importancia a las energías renovables. En el artículo (Estimación del Potencial Global de Energía Solar y Costo Fotovoltaico, 2016). Argumenta tener un impacto positivo desde el punto de vista económico, no solo porque reduce la factura de la luz tras la inversión inicial, sino también por el potencial de creación de nuevos puestos de trabajo en el sector de las energías renovables. La tecnología que aprovecha la energía solar es relativamente fácil de instalar en los techos, por lo que podría proporcionar una forma de generar electricidad limpia.

En el Perú el sistema de energía solar fotovoltaico no es una tecnología reciente esto se debe a las múltiples empresas que en su actualidad vienen formando parte de la transmisión energética lo cual comprueba que son rentables eficientes ya que se están volviendo empresas autosuficientes de generar ahorros en la facturación de energía eléctrica así mismo también contribuyendo al cambio climático. (NOVUM SOLAR, 2022) existen tres empresas como Mi Banco que es una de las empresas líderes en la banca y finanzas que posee más de 328 oficinas a nivel nacional que es considerada como la quinta entidad bancaria del país, este proyecto hizo que el sistema fotovoltaico produjera 14KWp esto representó un ahorro hasta el 30% del recibo de energía eléctrica en cada agencia. Por otro lado, la empresa CFK que es una empresa productora de algodón hidrófilo, tiene más de 40 años trabajando en el rubro de manufacturación debido a los altos costos de consumo de energía de sus máquinas y el consumo de sus bombas de agua, decidieron implementar una solución renovable el cual pueda tener un beneficio económico a largo plazo. Este sistema llegó a generar 46 KWp de generación fotovoltaica. Finalmente, Makro es una empresa mayorista que forma parte de la red más grande de supermercados peruanos de las cuales tiene más de 20 tiendas. Debido a los altos consumo de energía eléctrica, llegaron a implementar el sistema de energía

fotovoltaica que producirá un total de potencia 60 KWp teniendo una reducción en el consumo de energía eléctrica del 30%.

El sistema fotovoltaico es una alternativa de energía limpia, para ello se debe contar con un sistema de almacenamiento o llamado banco de baterías ya que estos se cargarán y brindaran energía durante la noche, la cantidad de paneles solares dependerá de la demanda que tenga la empresa, sin embargo los materiales o el tipo de tecnología que tenga el panel solar dependerá de la capacidad económica que se posea.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Alrededor del mundo, existen muchas empresas participando en el uso de la generación renovable, siendo el caso del sistema fotovoltaico que va aumentando su implementación y está generando un gran impacto en el ahorro del 30% de la facturación del consumo de energía eléctrica. Debido a ello están pudiendo cubrir sus demandas de forma alternativa en el consumo de energía eléctrica, dejando de usar cada día menos el combustible. (NOVUM SOLAR, 2022).

En el Perú, la energía fotovoltaica es una de las más importantes respecto al suministro de energía en áreas geográficas de difícil acceso y que, por lo tanto, no hay energía eléctrica comercial. Con el paso de los años se ha vuelto un tipo de energía eléctrica más accesible ya que los costos de los paneles solares han disminuido. La energía fotovoltaica depende principalmente de la cantidad de radiación solar que exista en la zona, en consecuencia, previo a la implementación se realiza un estudio de la irradiación solar parte del criterio para evaluar cuantos paneles solares se requerirán cubrir la demanda energética.

En la empresa RESEAD S.A.C., es una empresa que se encarga de la fabricación de equipos de protección eléctrica en media tensión, así como también ofrece asesorías y servicios de pruebas en Laboratorio y en campo. Presenta el siguiente problema al estar alejado de la línea de media y baja tensión, no puede recibir un suministro de energía eléctrica de parte de la concesionaria ENEL, ya que el costo de implementación del tendido de red hacia el punto de acometida es de alto costo, la implementación, a su vez, el pago mensual de la facturación sería cada vez más elevada, puesto que poseen equipos que tienen alto consumo de energía y esto incrementaría el costo del producto. Así mismo, está presentando inconvenientes con su sistema fotovoltaico, ya que no cubre su demanda requerida al tener altos niveles de producción, los paneles solares son insuficientes para generar la cantidad de potencia requerida. Por ello se plantea determinar en qué medida

el diseño óptimo de un sistema fotovoltaico mejorará el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

Fotografía 1: Empresa RESEAD S.A.C. y sus equipos de protección



Fuente: Empresa RESEAD S.A.C

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿En qué medida el diseño óptimo de un sistema fotovoltaico mejora el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022?

Problemas específicos

¿De qué manera el diseño óptimo del sistema fotovoltaico mejora el tiempo de entrega de la producción de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022?

¿De qué manera el diseño óptimo del sistema fotovoltaico soluciona la potencia requerida (MD) de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022?

¿De qué manera el diseño óptimo del sistema fotovoltaico soluciona el costo de energía de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Evaluar el diseño óptimo de un sistema fotovoltaico para mejorar el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

Objetivos específicos

Determinar el diseño del sistema fotovoltaico para optimizar el tiempo de entrega de la producción de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

Determinar el diseño del sistema fotovoltaico para mejorar la potencia requerida (MD) de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

Determinar en qué medida el diseño óptimo del sistema fotovoltaico para mejorar el costo de energía de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

En distintos lugares del Perú están optando por utilizar sistemas fotovoltaicos especialmente los sistemas aislados, como en el caso de la empresa RESEAD SAC que implemento su planta con sistema fotovoltaico, pero está teniendo problemas en el dimensionamiento al no abastecer la demanda de la planta.

Para el diseño de optimización del sistema fotovoltaico de la empresa RESEAD SAC se propone distintas tecnologías en cuanto a los paneles solares y para el sistema de almacenamiento se sugiere el uso de baterías de litio.

1.4.2. Justificación practica

Esta investigación favorecerá a la empresa RESEAD S.A.C. ya que le permitirá conocer cuáles son las mejoras necesarias que deben realizarse para poder cubrir la demanda energética y evitar daños en equipos eléctricos por el corte o interrupciones eléctricas, así mismo también se podrá conocer cuál es el alcance máximo de energía que puede producir el sistema fotovoltaico que permite tener en cuenta a la empresa como llevar a cabo su crecimiento o ampliaciones.

1.4.3. Justificación metodológica

La presente investigación está planteada bajo una metodología de investigación en la cual se establecen hipótesis para comprobar la mejora que se obtiene al optimizar el sistema fotovoltaico, se trabajara con la información recopilada del diseño inicial que la empresa RESEAD SAC nos proporcionó para fines de la investigación.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitante teórica

La investigación se encuentra limitada a la información que se recopiló y permisos que otorgó la empresa RESEAD S.A.C. en el distrito de Ancón – Lima.

1.5.2. Delimitante temporal

La investigación está limitada a un tiempo de 12 meses en los cuales se realizará todos los procesos desde la recolección de información, análisis de esta y las pruebas para obtener una optimización del sistema fotovoltaico.

1.5.3. Delimitante espacial

La investigación se encuentra limitada a la empresa RESEAD S.A.C. ubicada en Calle los transformadores 206, distrito de Ancón – Lima.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En la investigación realizada por Pelayo, Luna, Bernabé y Guzmán (2018) la cual titula “Comparativa de la eficiencia entre un sistema fotovoltaico con seguimiento solar y un sistema fotovoltaico fijo” y planteó como objetivo determinar la eficiencia de un sistema fotovoltaico con seguimiento solar frente a un sistema fotovoltaico estático. El tipo de investigación fue descriptiva y comparativa, se realizó una revisión documental. Los resultados fueron que el seguidor solar construido cuenta con celdas independientes que actúan como sensores y alimentan a los motores encargados de girar el panel fotovoltaico tanto en el eje vertical como en el horizontal. Para la adquisición de la energía generada por los dos sistemas de paneles solares se utilizó la tarjeta Arduino Nano3.0 y diversos módulos. Las pruebas realizadas se examinaron mediante el programa computacional SigmaPlot y la comparativa de grupos (ANOVA) de una vía. Asimismo, se realizó una prueba de rangos múltiples, que emplea el método de comparación múltiple de medias de Tukey. Luego se confrontaron los datos recabados durante un periodo de 29 días. Los resultados demostraron que en ese lapso la eficiencia promedio alcanzada por el sistema con seguimiento solar fue de 33%, mientras que con el sistema fijo fue de 26.28%. Se concluyó que el sistema fotovoltaico fijo generó una mayor cantidad de energía eléctrica en las primeras horas de cada día (antes de las 10:30 horas) en comparación con el sistema fotovoltaico de seguimiento solar. Esto debido a que, con la puesta del sol, el panel fotovoltaico con seguimiento solar terminaba orientado hacia el poniente.

En la investigación realizada por Potes y Proaño (2020) la cual titula “Diseño de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red en el Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi” y planteó como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico conectado a la Red en el Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se recolectó la radiación global por el periodo de un

año, datos que ayudaron a determinar el potencial solar de la institución. La mayor irradiación promedio presentada fue en noviembre con un valor de 5,4 KW·h/(m²·día) e irradiancia media máxima de 931 W/m²a la 1:00 pm. Los resultados fueron que la demanda semanal del bloque académico B fue estimada con el Analizador Fluke 435 series II, mismo que registró una potencia promedio máxima de 35,11 kW el miércoles a las 18:00 h. Además, a la 1:00 pm del jueves donde se encontró la mayor irradiancia, midió un valor medio de 29,88 kW. El generador fotovoltaico cuenta con 66 paneles solares, cuya capacidad instalada es de 26,4 kW dividida en dos grupos:14,4 kW y 12 kW, respectivamente ubicados sobre la azotea del edificio en un área libre de 573,47 m². Se concluyó que el estudio financiero del proyecto con una inversión de 83.290,88 USD, se consideró tres escenarios; el segundo la mejor opción, cuando el precio de la energía eléctrica es de 0,6812 USD/kW·h.

En la investigación realizada por García, Sepúlveda y Ferreira (2018) la cual titula “Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico en una planta de tratamiento de agua” y planteó como objetivo evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar un sistema fotovoltaico para optimizar un circuito de iluminación, el cual pertenece a una planta de tratamiento de agua. La metodología fue que Se analizaron las configuraciones fotovoltaicas autónoma y conectada a red. Se analizó el circuito actual y se determinó su equivalente LED. Con base en el nuevo circuito de iluminación, se dimensionó el sistema autónomo, el cual deberá garantizar energía durante tres días en ausencia total de sol. Se tomó la nueva potencia de consumo del circuito con iluminación LED para dimensionar el sistema fotovoltaico que inyectará energía a la red de la planta. Los dos escenarios posibles son evaluados a través de la herramienta PVsyst, que permite establecer parámetros como la evaluación económica. Los resultados fueron que, aunque el cambio de luminarias reduce el costo de funcionamiento en un 50 %, el sistema autónomo es inviable debido al alto costo de inversión inicial; mientras que el sistema conectado a la red es viable, con una tasa de retorno de inversión más elevada que la establecida por la empresa. Se

concluyó que el cambio de luminarias a tecnología LED es una decisión acertada para la empresa. En cuanto al sistema fotovoltaico conectado a la red, puede ser atractivo si se consideran los incentivos tributarios y la reciente reglamentación de los generadores a pequeña escala en Colombia.

En la investigación realizada por Martínez y Mora (2022) la cual titula “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en vivienda en zona rural donde no llega el tendido eléctrico situado en el Golfo de Guayaquil – Comunidad Masa 2” y plantea como objetivo emplear un sistema de energía fotovoltaico mediante el uso de simuladores para mejorar la calidad de vida en una vivienda ubicada en la Comuna “Masa 2” en el golfo de Guayaquil. El tipo de investigación fue aplicada y tecnológica; la población estuvo conformada por la vivienda en zona rural. Los resultados fueron que se implementa un sistema independiente compuesto de un panel solar de 405 de potencia nominal total con un módulo de baterías de 12v con promedio de 1.0 kWh/día y capacidad de 109 Ah; El resultado que arrojo el sistema de acuerdo con la simulación que se hizo fue que la energía disponible es de 403.3 kWh por año y la energía utilizada fue de 364.5 kWh por año. El sistema independiente consta de un panel solar fotovoltaico modelo Jinksolar Cheetah Hc 72m-V 390-410 Watt, dos unidades de baterías de 12V conectadas en serie de tecnología plomo-acido con capacidad de 109 Ah, un inversor Phoenix 250VA y un controlador de carga Bluesolar MPPT 75/15V. Se concluye que al analizar el diagnostico situacional de la comuna se llegó a la conclusión, que la implementación de un sistema solar fotovoltaico domiciliario para la comuna “Masa 2” el cual es un sector de bajos recursos es muy factible, ya que después de un análisis de diseño y cálculos eficaces se logró suministrar la energía suficiente para el beneficio de la familia.

En la investigación realizada por Pinillos, Pinillos y Sandoval (2022) la cual titula “Diseño, suministro, instalación y puesta en marcha del suministro de energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos para 4 escuelas ubicadas en el municipio de Aguachica –Cesar” y plantea como objetivo diseñar, suministrar, instalar y poner en marcha 4 sistemas fotovoltaicos,

para 4 escuelas rurales en Aguachica, Cesar, en un periodo de tiempo de 1 año. El tipo de investigación es aplicada y tecnológica, la población estuvo conformada por las 4 escuelas del municipio de Aguachica. Se concluyó que el proyecto “Diseño, Suministro, instalación y puesta en marcha del suministro de energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos para 4 escuelas ubicadas en el Municipio de Aguachica” genera un impacto positivo a nivel social, ya que, al mejorar las condiciones físicas de las instalaciones educativas de las 4 escuelas, se puede acceder a mejores contenidos educativos. Este tipo de proyectos ayudan a mejorar la rentabilidad del patrocinador, ya que al ser catalogados como fuentes no convencionales de energía FNCE, se puede acceder a los incentivos tributarios de depreciación acelerada, descuento de IVA y deducción de renta.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la investigación realizada por Flores (2018) la cual titula “Método para la mejora del suministro sostenible de energía eléctrica renovable con celdas fotovoltaicas en las zonas rurales de la región Arequipa, 2018” y plantea como objetivo establecer un método para la mejora del suministro sostenible de la energía eléctrica renovable con celdas fotovoltaicas en la población de las zonas rurales de la Región Arequipa, para mejorar la calidad de vida. El tipo de investigación fue exploratorio, descriptiva y causal; la población estuvo conformada por las 24 provincias de las zonas rurales de la región Arequipa. Las técnicas e instrumentos se hicieron a través del análisis documental para elaborar un modelo comparativo. Las conclusiones fueron que la aplicación del método para la mejora del suministro sostenible de energía eléctrica renovable con celdas fotovoltaicas con el Plan Regional de Electrificación, asegura el incremento de la Electrificación en forma significativa; lo que solucionara los problemas de calidad de vida en las zonas rurales, comprobándose la hipótesis global planteada, y aplicando los correctos principios de gestión del método para la mejora del suministro de energía renovable con celdas fotovoltaicas, se cumplirán los objetivos del proyecto de electrificación rural.

En la investigación realizada por Mejía (2018) la cual titula “Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica” y plantea como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al Laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. El tipo de investigación fue descriptivo y explicativo; la población estuvo conformada por el laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. Las conclusiones fueron que con los datos encontrados y recurso solar evaluado para la zona de interés, el nivel de radiación solar promedio mensual varía desde un mínimo de 3,88 kWh/m²/día en el mes de febrero, hasta un máximo de 4,91 kWh/m²/día en el mes de septiembre para un ángulo óptimo de inclinación de 5°. Aplicando el criterio de seleccionar la radiación en el mes más desfavorable, se dispone del dato de radiación mínimo mensual que recibirá el sistema, el cual se determinó 3,88 kWh/m²/día.

En la investigación realizada por Rufasto (2019) la cual titula “Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica a la sala de cómputo de la Universidad Nacional de Jaén” y plantea como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica a la sala de cómputo de la Universidad Nacional de Jaén. El tipo de investigación fue aplicada y descriptiva, la población estuvo conformada por la sala de cómputo de la Universidad Nacional de Jaén. Se concluyó que, de acuerdo con los datos encontrados para la zona de la provincia de Jaén, con el equipo Vantage Pro-2, la irradiación máxima fue 5,836 Kwh/m²/día en el mes de octubre y la mínima fue 4,190 Kwh/m²/día en el mes de febrero, comparando con los datos de la NASA la irradiación máxima fue 5,12 Kwh/m²/día en el mes de noviembre y la mínima fue 3,88 Kwh/m²/día en el mes de febrero. Luego de la evaluación solar se determinó que la radiación solar en el mes más desfavorable para un ángulo de 5° es de 3,88 Kwh/m²/día; y se determinó que el consumo energético instalada en la sala de cómputo de la Universidad Nacional de Jaén fue de 7360 W, con un consumo de energía de 59,52 Kwh/día.

En la investigación realizada por Arteaga y Leyva (2020) la cual titula “Estudio de factibilidad de un sistema fotovoltaico como suministro de energía eléctrica para el complejo deportivo AA. HH. Alberto Fujimori” y plantea como objetivo realizar el estudio de factibilidad técnico y económico de un sistema fotovoltaico como suministro de energía eléctrica para el complejo deportivo AA. HH. Alberto Fujimori. El tipo de investigación fue exploratorio con un diseño no experimental. La población estuvo conformada por dos complejos deportivos públicos que están dentro del casco urbano del distrito de Chao. Los resultados fueron que dado los cálculos de la demanda actual se encontró 49597.5 Wh/día, la eficiencia en iluminación con los nuevos reflectores led dimensionados mejorara la iluminación en los campos deportivos, ya que pertenecen a la clase de eficiencia energética A++, la vida útil de estos reflectores es de 50000 horas y tienen un grado de protección más alto IP 66. El cálculo de la energía total del sistema nos dio un total de 64079.46 Wh/d. La irradiación nos dio un 4,95 kWh/m²/d. Se concluyó que se obtuvo la potencia instalada del complejo deportivo, para ello se elaboró dos cuadros de máxima demanda. Se determinó trabajar con el cuadro de máxima demanda final ya que este contará con equipos más eficientes y mayor vida útil lo cual mejorará la eficiencia en iluminación. Se obtuvo los valores de irradiación solar máximos y mínimos proporcionados por el programa POWER Data Access Viewer que se dan anualmente en donde se realizó un cuadro de valores promedio por mes, de este cuadro se sustrajo el valor más crítico 4.96 kWh/m²/d, para comenzar a hacer los cálculos y poder dimensionar cada uno de los equipos que formarán parte del sistema fotovoltaico.

En la investigación realizada por Saucedo (2018) la cual titula “Diseño de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica del caserío membrillar distrito de Niepos Miguel Cajamarca” y plantea como objetivo diseñar un sistema de generación híbrido eólico - solar para suministrar con energía eléctrica al caserío Membrillar, ubicado en Distrito de Niepos, departamento de Cajamarca. El tipo de investigación fue Prospectivo, transversal y no experimental. La población estuvo conformada

por las viviendas ubicadas en el caserío Membrillar del distrito de Niepos, Provincia de San Miguel. Los resultados obtenidos fueron que se determinó clasificando la radiación solar en intervalos de 1 kW h/m², que se inicia entre 0 kW h/m² y 1 kW h/m², de tal modo se pudo calcular el porcentaje del comportamiento solar sobre la superficie media en cada intervalo. La energía que produce el aerogenerador en el periodo de tiempo de los datos 115507,61 Wh. El ángulo óptimo es de 8,34°, consideraremos 10° con la finalidad de evitar la acumulación de polvo humedad. Se concluyó que el caserío Membrillar requiere una Energía diaria de 19,32 kW-h/día y la Potencia requerida es de 4,024 kW. Como resultado del recurso Solar y Eólico en el caserío Membrillar se tiene que la radiación media es de 3,48 kW h/m², y la velocidad del viento media es de 4,86 m/s. El Sistema Hibrido comprenderá de: 01 Aerogenerador ENAIR 70 PRO de 5 kW, 36 Paneles Fotovoltaicos SIMAX 190 Wp, 12 Baterías Rolls de 503 Ah, 01 inversor VICTRON ENERGY de 5 kW.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistema fotovoltaico

Según Navarrete (2019), los sistemas fotovoltaicos se pueden instalar de forma independiente o se pueden interconectar a la red. Los componentes de una instalación fotovoltaica autónoma son un generador solar fotovoltaico, un sistema de Inversión, un regulador de carga y un sistema de baterías. Un sistema fotovoltaico está formado por un conjunto de dispositivos que, mediante el efecto fotovoltaico, aprovechan la energía solar y la convierten en energía eléctrica. (p.8).

Como menciona Cardozo (2019), los sistemas fotovoltaicos FS han logrado alta inclusión global, lo que crea una necesidad de estudiar los elementos que conforman estos sistemas y una gran herramienta en este proceso son los modelos por computador. Según el uso, los FS pueden tener configuración aislada necesitando almacenamiento en baterías para uso continuo, o una configuración interconectada apoyándose en la red de energía. (p.17).

Un sistema de energía solar conectado a la red de distribución eléctrica es una forma de incrementar la electricidad en nuestro entorno, para incidir en el desarrollo y mejora de la calidad de vida de las personas, porque produce energía limpia que no genera gases de efecto invernadero. En este tipo de plantas, toda la energía producida se inyecta a la red eléctrica pública y se vende a la respectiva empresa distribuidora de electricidad. Su instalación en otros países está motivada, por ejemplo, en España, donde existe financiación y apoyo tanto a nivel nacional como autonómico.

La actividad del sol afecta la aparición de muchos fenómenos en nuestro planeta (las manchas solares están relacionadas con cambios en el clima terrestre); El aumento de la actividad solar provoca cambios en el campo magnético terrestre, las erupciones o erupciones solares provocan tormentas geomagnéticas que provocan cortes de energía en las centrales eléctricas, interrupciones en las comunicaciones satelitales y la aparición del fenómeno lumínico conocido como Aurora boreal.

Función:

Su objetivo es generar energía a través de los efectos fotoeléctricos de la luz solar en forma de radiación atrapada en celdas cuyo voltaje y corriente se pueden manipular. Las células fotovoltaicas están formadas por diodos en los que se generan saltos electrónicos provocados por la radiación solar, produciéndose el efecto fotoeléctrico. La agrupación de varios fotodiodos produce voltajes más altos que se pueden usar en dispositivos electrónicos. El sistema consta de:

Módulo fotovoltaico: Son una serie de diodos emisores de luz que se pueden conectar en serie o en paralelo. Esta similitud de conexión (conexión en serie o en paralelo) permite determinar los rangos de voltaje y corriente necesarios para el propósito.

Baterías: son baterías de energía que, considerando su potencia y capacidad, deben ser útiles para las necesidades de la población y/o la instalación de la celda solar

Inversor: es el acondicionador de aire o el comúnmente conocido transformador que se encarga de que la celda solar no se convierta a corriente continua al adaptarse a las características de las cargas de potencia.

Regulador de carga: es un dispositivo que controla los procesos de carga y descarga de la batería. Controla el proceso de carga y evita que los módulos solares continúen cargándose cuando la batería está a plena capacidad. Esto se hace cancelando o reduciendo el flujo de corriente del campo fotovoltaico. Controla el proceso de descarga y evita que la batería se agote demasiado. Esto se hace desconectando la batería de los circuitos de consumo y también es una fuente de información sobre los parámetros eléctricos de la instalación solar. Puede proporcionar información sobre voltaje, corriente, carga de la batería y otros.

Elementos de protección en el circuito: estos son elementos como diodos de bloqueo, interruptores, tierra, etc., colocados entre varias partes del sistema para proteger contra descargas y derivaciones. . . en caso de perturbaciones elementales o sobrecarga.

Ventajas:

El uso de energías renovables es muy confiable, limpia, inagotable y de libre disponibilidad. Tiene aceptación internacional debido a la reducción de gases que afectan la capa de ozono y al aumento del efecto invernadero del suministro energético.

Desventajas:

Es relativamente caro. Los lugares con poca luz solar deberían tener un generador adicional o algo así. Actualmente, no existe ninguna organización en el Perú que pueda ofrecer inversión en este tipo de proyectos.

Energía Generada: El punto de partida de cada episodio son los requisitos del usuario. Además de las condiciones climáticas, puede diseñarse con precisión para satisfacer las necesidades del usuario a un bajo costo.

Es la energía que se obtiene al convertir la energía radiante del sol en electricidad. La gran cantidad de energía producida en el sol proviene de la fusión de núcleos de hidrógeno en helio. La mayor parte de esta energía escapa del sol en forma de radiación electromagnética y viaja a través del espacio en forma de ondas.

Central Energía Fotovoltaica: Es una agrupación de varias minicentrales solares que juntas producen energía controlada y distribuida de manera consistente y racional. Es una agrupación de varias minicentrales solares que juntas producen energía controlada y distribuida de manera consistente y racional.

Dimensionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos

El dimensionamiento de un sistema fotovoltaico (FV) se basa en su capacidad para compensar la demanda de energía de los usuarios. En áreas rurales y remotas donde no hay sistemas de servicios públicos, el sistema de energía solar debe ser muy confiable. Dado que el sistema es un conjunto de componentes, cada uno de ellos debe ser lo suficientemente fiable como para no dañar el sistema. El método de dimensionamiento se basa en el balance de energía.

$$\text{Energía Generada} = \text{Energía Consumida} + \text{Pérdidas Propias}$$

Los sistemas fotovoltaicos están conformados de los siguientes componentes:

- **Generador fotovoltaico o campo de panelas:**

Es el elemento captador de energía, que recoge la radiación solar y la transforma en energía eléctrica. Está formado por un conjunto de paneles o módulos fotovoltaicos conectados en serie y/o paralelo, que deben proporcionar la energía necesaria para el consumo.

Cálculo de la energía a distribuir en corriente alterna ($L_{md, AC}$)

$$L_{md,AC} = \frac{ET}{R}$$

Donde:

ET: Energía Diaria a Distribuir

R: Pérdidas de Energía captada

Calculó de R

$$R = 1 - [(1 - Kb - Kc - Kv)Ka \times \frac{N}{PD}] - Kb.Kc - Kv$$

Donde:

Kb = Pérdida por rendimiento en la batería

Kc = Pérdida en el inversor

Kv = Pérdidas diversas

Ka = Pérdidas por auto descarga

PD= Profundidad de descarga de la batería

N = Número de días de autonomía

Cálculo de la Energía Total Para Distribuir (L_{md})

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} \cdot \eta_{con}}$$

Donde:

$L_{md,DC}$: Energía Real a Distribuir en DC

$L_{md,AC}$: Energía Real a Distribuir en AC

η_{inv} : Eficiencia del Inversor

η_{bat} : Eficiencia de la Batería

η_{con} : Eficiencia de la Conducción

Cálculo del número de Módulos (N_{mod})

$$N_{mod} = \frac{L_{med}}{P_{MP} \square HPS_{crit} \square PR}$$

Donde:

L_{med} : Energía Real a distribuir

P_{MP} : Potencia de cada módulo

HPS_{crit} : Hora pico solar crítica

PR : Eficiencia de cada panel

Conexión de los paneles solares

Conexión serie

$$N_S = \frac{V_{BAT}}{V_{PANEL}}$$

Donde:

N_S : Número de módulos en serie

V_{BAT} : Tensión nominal del sistema

V_{PANEL} : Tensión nominal de los módulos

Conexión paralela

$$N_P = \frac{N_T}{N_S}$$

Donde:

N_S : Número de módulos en serie

N_T : Número total de paneles

Para obtener el número total de paneles multiplicamos el Numero de módulos en serie y el Numero de módulos en paralelo.

$$\text{Número total de paneles} = N_S \times N_P$$

- **Selección del regulador de carga:**

Corriente de entrada al regulador

$$I_{entrada} = 1,25 \bullet I_{MOD,SC} \bullet N_P$$

Donde:

$I_{MOD,SC}$: Corriente del modulo

N_P : Número de paneles

1,25 : Es el factor de seguridad que evita daños al regulador

Corriente de salida del regulador

$$I_{salida} = \frac{1,25(P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_{BAT}}$$

Donde:

η_{inv} : Eficiencia del inversor

V_{BAT} : Voltaje de la batería

2.2.2. Suministro de energía eléctrica

Según Medina (2021), el sistema de suministro eléctrico comprende todas las instalaciones y elementos útiles para la generación, transporte y distribución de energía eléctrica. El conjunto está equipado con mecanismos de control, seguridad y protección. Conformar un sistema integrado, que además de tener un sistema de control distribuido, también está regulado por un sistema de control centralizado que asegura la explotación racional de los recursos productivos y la calidad del servicio de acuerdo con las necesidades del usuario, compensando las posibles averías. y fallas del producto. (p.12).

Como menciona Parra y Barón (2019), El sistema de suministro eléctrico está formado por un conjunto de instalaciones y elementos útiles para la

generación, transporte y distribución de energía eléctrica, dotados de mecanismos de control, seguridad y protección. Las fuentes de energía de las que puede provenir la energía eléctrica son muchas, pero en general encontramos que esta fuente de energía se obtiene de fuentes no renovables y por otro lado, la energía se obtiene de fuentes que pueden ser renovables. (p.22).

El sistema de distribución de electricidad es responsable de la operación del sistema eléctrico y de la gestión de la red de transmisión de electricidad. Estas dos funciones junto con la generación y la distribución conforman la operación global del sistema eléctrico.

Esta serie está equipada con mecanismos de control, seguridad y protección.

Planta de generación; la electricidad se produce en las centrales eléctricas. Una central eléctrica es una instalación que utiliza una fuente primaria para hacer girar una turbina, que a su vez hace girar un generador y, por lo tanto, produce electricidad.

Apoyo de transporte; una línea de transmisión de energía o power line es un dispositivo físico utilizado para transmitir electricidad a largas distancias. Consiste en un elemento conductor, generalmente cables de cobre o aluminio, así como sus elementos de soporte, torres de alta tensión.

Subestación de transporte; esta es una instalación importante para el funcionamiento de cualquier sistema eléctrico. Su tarea principal es conectar diferentes partes de la red, y el objetivo final es llegar a los centros de consumo de energía producida en las centrales eléctricas. Esto requiere un cambio de tensión o voltaje en condiciones normales, la energía de la red de transmisión está en alta tensión para poder viajar largas distancias, en la subestación se baja esta tensión mediante un transformador para poder distribuirla.

Subestación de distribución; las subestaciones son la fuente de energía para la distribución local, ubicaciones de usuarios seleccionados o incluso un

cliente específico. La función principal de la subestación es bajar el voltaje desde el nivel de transmisión o transmisión parcial hasta el nivel de distribución.

2.3. Marco conceptual

Sistema fotovoltaico

Paneles fotovoltaicos: Consisten en un conjunto de células fotovoltaicas que generan electricidad a partir de la luz que las atraviesa por el efecto fotoeléctrico.

Banco de baterías: Son los encargados del almacenamiento de la energía, para poder suministrarla independientemente de la producción eléctrica del generador fotovoltaico en ese preciso momento, que sirve como reserva para los días nublados o cuando es de noche.

Suministro de energía eléctrica.

Generación: Consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, solar entre otras), en energía eléctrica.

Transporte: Es la parte del sistema de suministro eléctrico constituida por los elementos necesarios para llevar hasta los puntos de consumo y a través de grandes distancias, la energía eléctrica generada en las centrales eléctricas.

Distribución: Es la parte del sistema de suministro eléctrico cuya función es el suministro de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales.

2.4. Definición de términos básicos

Captación de energía: Es la tarea principal de los paneles solares donde se convierte la energía calórica en energía eléctrica.

Inversor solar: Son los elementos esenciales para el funcionamiento de los paneles solares, encargado de transformar la energía de las celdas solares en energía alterna.

Corriente alterna: Es la energía que se mueve en múltiples direcciones a intervalos regulares.

Corriente continua: Es la energía que se mueve en una sola dirección, para energía directa.

Radiación solar: Es una energía emitida por el sol, que se propaga en todas direcciones por medio de ondas electromagnéticas.

Potencia de energía: La potencia se puede medir mediante vatios hora (Wh) o kilovatios-hora (KW.h), entre otros.

HSP: Este se refiere al procedimiento para realizar el cálculo solar fotovoltaico. Es decir, es la cantidad de energía solar que recibe un metro cuadrado de superficie.

Irradiancia: Es la magnitud solar que permitirá conocer cuánta energía incide sobre un área en la superficie de la tierra, se suele medir en watts entre metros cuadrados.

Geometría solar: Los ángulos de la geometría solar también juega un papel importante en el proceso de instalación de paneles solares, debido a que la esfera imaginaria tiene un radio arbitrario y su centro depende de los diferentes sistemas de coordenadas.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

Hipótesis general

El diseño óptimo de un sistema fotovoltaico mejora el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

Hipótesis específicas

El diseño del sistema fotovoltaico optimiza el tiempo de entrega de la producción de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

El diseño del sistema fotovoltaico mejora la potencia requerida (MD) de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

El diseño óptimo del sistema fotovoltaico soluciona el costo de energía de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

3.1.1. Operacionalización de variable

Tabla 1:Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador
Sistema fotovoltaico	Los sistemas fotovoltaicos, que permiten la generación de electricidad a partir de la radiación solar, constituyen una alternativa importante de aumentar la eficiencia de la edificación y reducir el consumo de energía.	Paneles fotovoltaicos.	- Voltios de Corrientes continua (VDC)
		Bancos de baterías.	- Amperio-hora (Ah)
		Ángulo de inclinación.	- Grado sexagesimal (°)
Suministro de energía eléctrica	El suministro de energía eléctrica comprende la generación, el transporte y la distribución de energía eléctrica. Este conjunto cuenta con mecanismos de control, seguridad y protección.	Potencia requerida (MD)	- Kilovatio (KW)
		Costo de energía	- Kilovatio hora (KW.h)
		Tiempo de almacenamiento	- Amperio-hora (Ah)

Fuente: Elaboración propia del autor

IV.METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

La investigación según su finalidad es de tipo aplicada de estudio descriptivo, según la prolongación en el tiempo es transversal, con un diseño no experimental.

4.2. Método de investigación

El método de investigación que se usará será cuantitativo ya que se tabulará la información obtenida para poder generar una correlación entre las variables de estudio.

4.3. Población y muestra

La población está constituida por el total de áreas de la planta RESEAD SAC, cuentan 05 áreas, teniendo el área eléctrica, mecánica, pruebas, corte laser, administrativo.

Fotografía 2:Áreas de la empresa RESEAD S.A.C.



Fuente: RESEAD S.A.C.

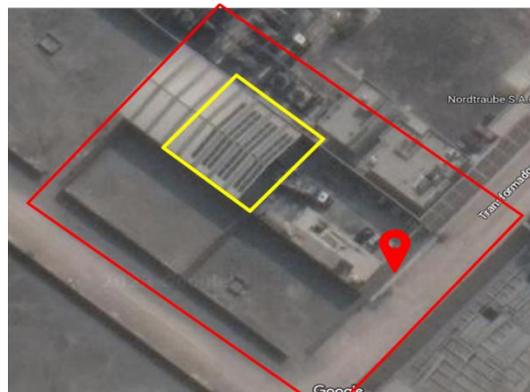
La muestra es:

La unidad de análisis del que hay que obtener información o datos de estudio es del cuadro de cargas para ver la máxima demanda de la planta RESEAD SAC 35 kW.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

La investigación se llevará a cabo en la empresa RESEAD S.A.C. que se encuentra ubicada en la Lote 6-Mz. J3, Calle los Transformadores, Parque Industrial de Ancón. Panamericana Norte, en Lima.

Figura N° 1: Vista de planta de la empresa RESEAD S.A.C.



Fuente: Google MAP

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

El presente trabajo parte del problema que presenta el sistema fotovoltaico actual, ya que no cubre la demanda energética de la zona por lo cual se requieren una serie de mejoras en diferentes aspectos para poder tener un suministro de energía eléctrica estable que permita realizar las actividades normales de una empresa encargada de la fabricación de equipos de protección eléctrica.

La manera de obtener información será llevando a cabo un análisis a través de fuentes de información que se pueda obtener de la empresa RESEAD S.A.C.

Cuadro N° 1: Técnica e Instrumento de recojo de información

Técnica	Instrumento	Tipo de datos recopilados
Observación	Observación directa	Cuadro de cargas de los equipos.
Entrevista	Producción de la planta RESEAD SAC	Información de la problemática de la planta de producción.
Análisis de documento	Bibliografías	Acceso a los antecedentes

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Los análisis se llevan a cabo mediante hojas de cálculo y gráficas hechas a partir de toda la recolección de información necesaria para el estudio de rentabilidad, en el procesamiento de datos se llevará a cabo mediante los softwares especializados como Excel 2019 y SPSS V. 26.

Se considerará las mejoras que debe tener el sistema fotovoltaico mediante el análisis documental que se realizará para conocer la situación actual del sistema fotovoltaico y poder establecer la demanda energética que se necesita cubrir.

4.7. Aspectos Éticos en investigación

Los aspectos éticos de este estudio son:

Autonomía, quiere decir que los participantes dan su consentimiento informado para participar en la investigación.

Justicia, se refiere a lo que es bueno y justo cuando todos reciben los mismos beneficios.

Beneficencia, quiere decir que todos los participantes obtendrán algún beneficio.

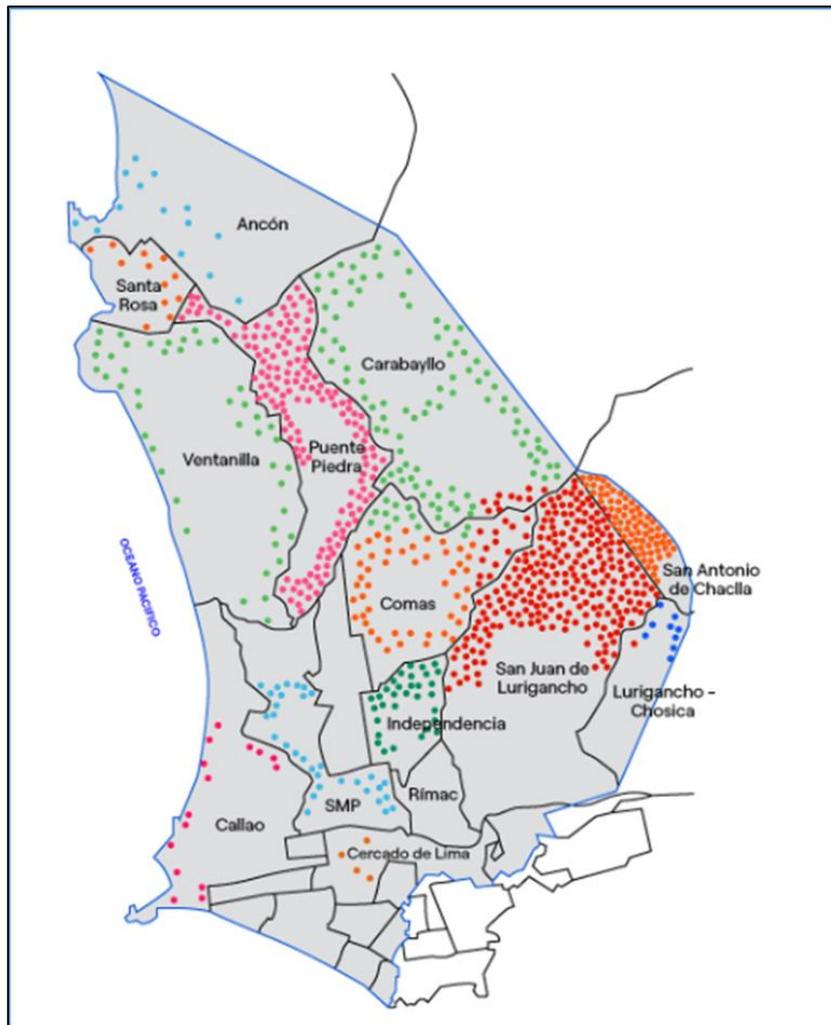
No maleficencia, lo que indica que no se usará el nombre de nadie sin su consentimiento para participar primero en la investigación sin dañarlos.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

La empresa RESEAD S.A.C. no cuenta con suministro de energía eléctrica de parte de la empresa distribuidora ENEL esto se debe principalmente a que la empresa se encuentra en una zona alejada de la línea de media tensión y la de baja tensión.

Figura N° 2: Puntos de distribución de energía eléctrica de ENEL

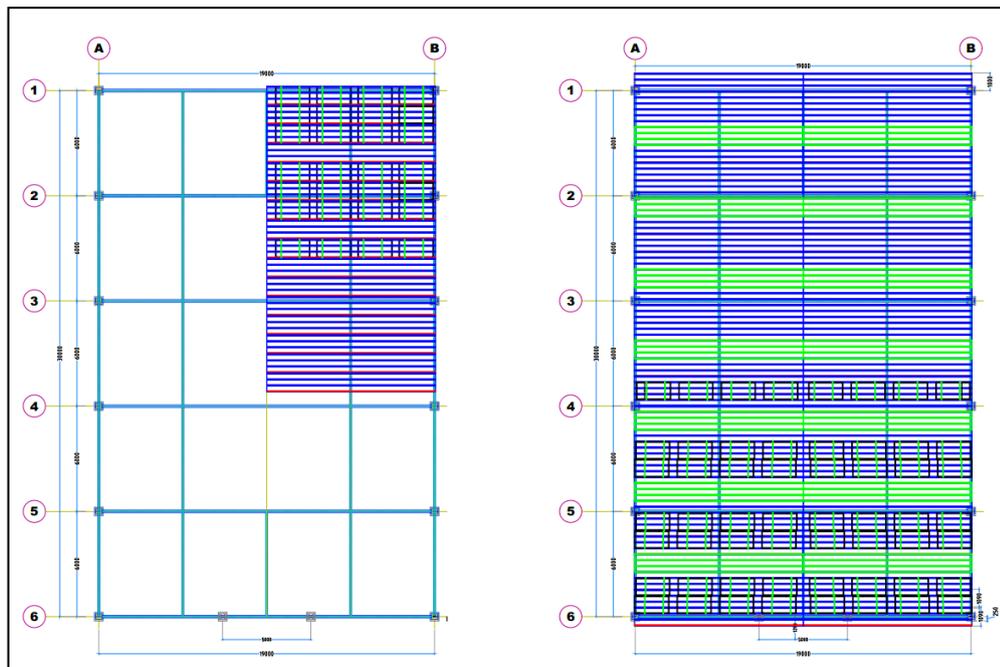


Fuente: Enel Distribución- Sostenibilidad energía para Crecer.

Debido a la lejanía de las acometidas de MT y BT de la empresa ENEL. La empresa concesionaria sugirió a la empresa RESEAD S.A.C. deben costear su implementación de su suministro de energía eléctrica esto generaría un

alto costo en la implementación. Debido a ello la empresa implementó un sistema fotovoltaico en 2019, este fue ubicado en el techo de las instalaciones y gracias a ello la empresa puede solventar sus actividades de fabricación haciendo uso de la energía provista por el sistema fotovoltaico.

Figura N° 3: Distribución de paneles solares en vista de planta



Fuente: RESEAD S.A.C

Esto ha generado ciertos problemas dado que la empresa requiere una gran cantidad de energía eléctrica por lo cual el sistema fotovoltaico no se da abasto para cubrir la demanda energética que se da debido a la maquinaria laser, equipo de oxicorte los cuales superan los 7kW , por ello cuando están en funcionamiento dichos equipos se dan problemas de caídas de tensión dejando inoperativo todas las áreas y solo pudiendo usar la máquina que está conectada, esto perjudica a la empresa debido a que sus productos demoran más en producirse y sus plazos de entregan se hacen más largos a su vez perdidas de dinero.

Cuadro N° 2: Demanda Máxima de la Empresa RESEAD S.A.C 2019

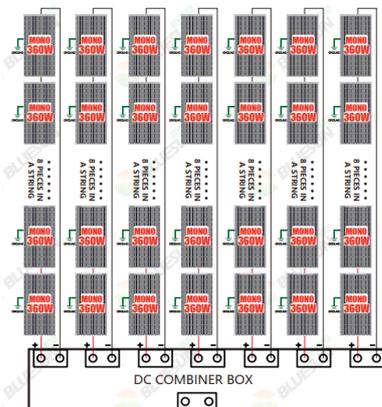
CUADRO DE CARGAS					
CANT.	DESCRIPCION	C.U. (W)	C.I. (W)	F.D. (%)	DEMANDA MAXIMA (W)
Equipos de Planta			35,650.00	0.75	26,737.50
1	Maquina de Corte laser	15,000.00	15,000.00		
2	Maquinas de Soldar 300Amp.	2,000.00	4,000.00		
2	Maquinas de soldar 200 amp.	1,500.00	3,000.00		
3	Esmeril industrial	1,200.00	3,600.00		
2	Taladros de banco	1,500.00	3,000.00		
3	taladros de 5/8"	1,050.00	3,150.00		
2	esmeril de 4 1/2"	950.00	1,900.00		
1	alumbrado interno	2,000.00	2,000.00		
Equipos de oficina			1,000.00	0.70	700.00
4	Maquina de computo	250.00	1,000.00		
Alumbrado y cargas auxiliares			4,000.00	0.75	3,000.00
1	Alumbrado	2,000.00	2,000.00		
1	Electrodomesticos	2,000.00	2,000.00		
			40,650.00		30,438
Carga a contratar (kW)					35.00

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°2. Se observa que el cuadro de carga que la empresa RESEAD S.A.C tenía en el 2019 estaba (completar por Sheyla)

La configuración que se tiene de los paneles solares y las baterías en la actualidad estan configuradas.

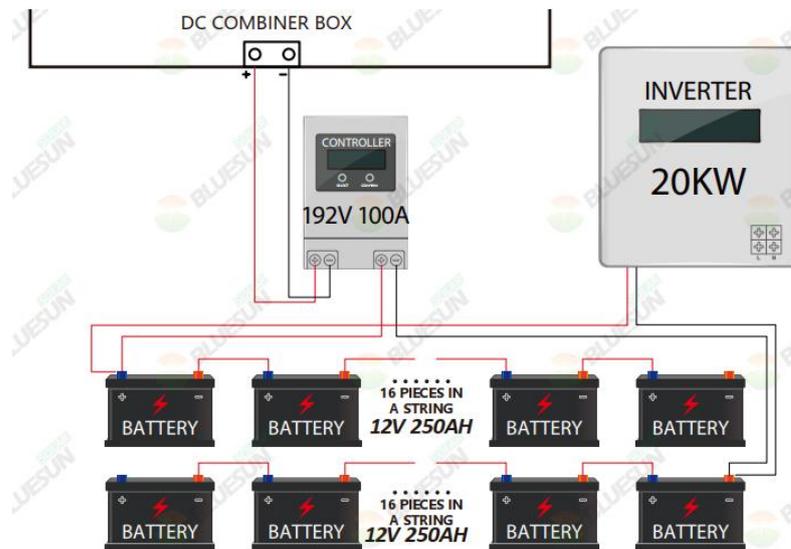
Figura N° 4: Configuración de los Paneles Monocristalinos



Fuente: Bluesun Solar

Las configuraciones de las baterías y el controlador junto con el inversor de las cuales tiene la siguiente potencia.

Figura N° 5: Configuración de las Baterías, Controlador e Inversor



Fuente: Bluesun Solar

Distribución actual en el techo de la empresa RESEAD S.A.C

Equipos del sistema fotovoltaico

Se detallarán las especificaciones y características de los componentes fotovoltaicos que se requieren para la implementación.

Inclinación y radiación:

La radiación solar es cuando se produce un conjunto de ondas electromagnéticas que van en toda dirección, es el resultado de la fusión nuclear y una unidad de medida que es W/m^2 . Por otro lado, existe diferentes tipos de radiación:

- ✓ Radiación directa: Es lo que recibimos directamente del sol por el fenómeno de absorción. Cambia según la cobertura de nubes en el momento y la estación del año en que se mide.
- ✓ Radiación difusa: Es lo que recibimos por el fenómeno de la difusión, por el reflejo de la radiación solar en las nubes, las partículas del aire... en los días nublados es lo que más recibimos.
- ✓ Radiación global: La suma de la radiación directa y difusa.

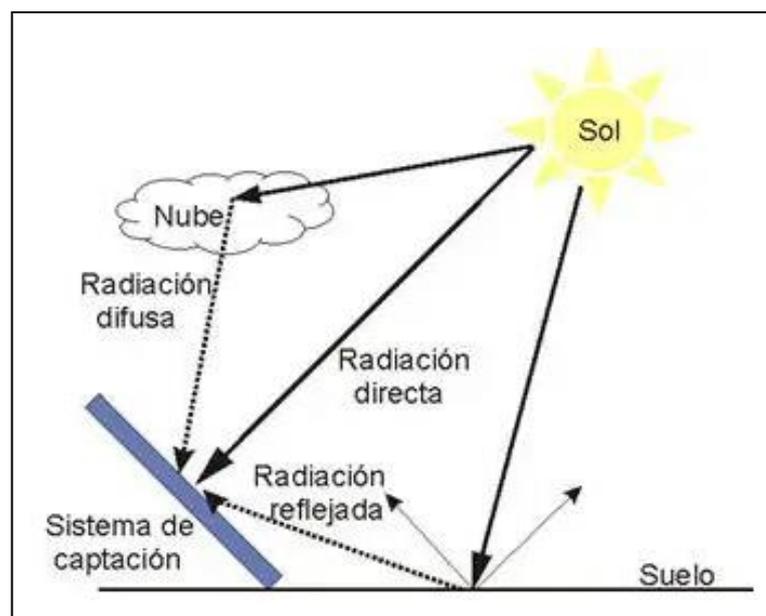
- ✓ Radiación de albedo: Básicamente refleja la radiación, por ejemplo en superficies blancas, etc. Es muy utilizado en componentes bifaciales.

La radiación no es algo constante, es decir que cambia a lo largo de los días, así como la altura (α) y orientación (Ψ) del sol van de acuerdo con la latitud del punto ubicado.

Para ello se estimará la radiación global sobre superficies inclinadas teniendo como base el conocimiento de la radiación global sobre la superficie plana.

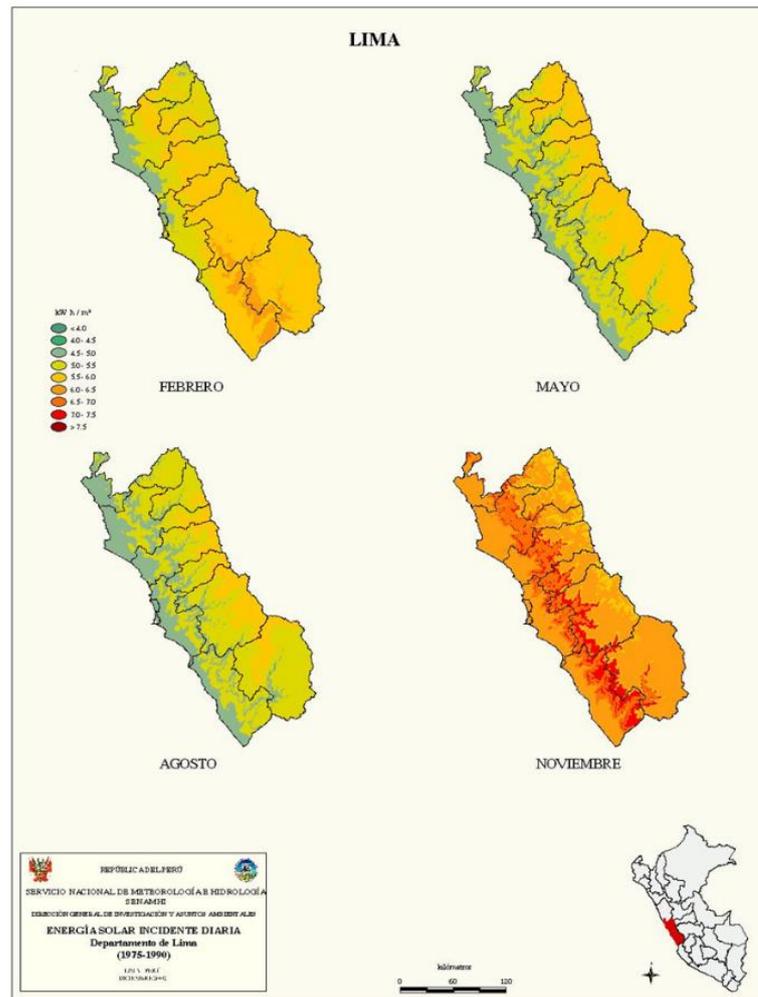
Para que los paneles solares funcionen correctamente, deben estar orientados de tal manera que se pueda aprovechar al máximo la radiación. El panel debe estar siempre orientado hacia Ecuador, que en el caso de Perú es al norte.

Figura N° 6: Componentes de la radiación solar



Fuente: monografías.com

Figura N° 7: Irradiancia solar en Lima



Fuente: Radiación solar por departamento. En Atlas Solar

Inclinación de los paneles:

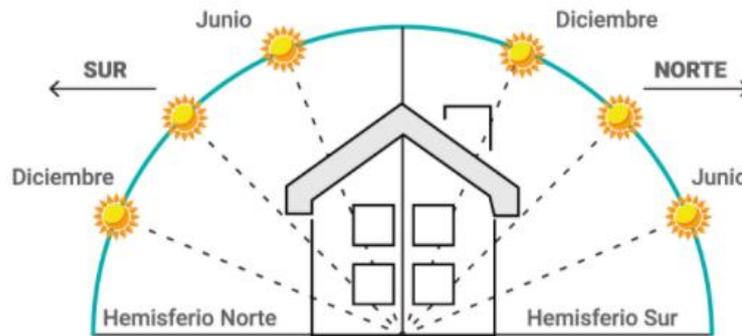
La inclinación y orientación de los paneles solares son dos de los factores más importantes para obtener el máximo rendimiento de una instalación fotovoltaica. La orientación del módulo se refiere al ángulo de acimut, o la posición de los paneles solares en relación con el ecuador, indica la orientación del módulo.

Dependiendo de dónde estemos con relación a la geografía, esta posición cambiará. Como ilustración, los módulos deben mirar hacia el ecuador.

- ✓ Los paneles deben colocarse mirando hacia el sur si se encuentra en el hemisferio norte, que está por encima del ecuador.

- ✓ Los paneles deben mirar hacia el norte si se encuentra en el hemisferio sur, como en Perú, o si se encuentra al sur del ecuador.

Figura N° 8: Orientación de los Paneles Solares



Fuente: Novumsolar- Paneles Solares

A la hora de planificar un sistema fotovoltaico hay que tener en cuenta el ángulo de inclinación de los paneles, que siempre debe ser el más favorable desde el punto de vista de la instalación. Para obtener la inclinación óptima de los paneles, tenemos que considerar la latitud, para eso usamos la siguiente ecuación.

$$l_{op} = 3.7 + 0.69 \times (latitud)$$

$$l_{op} = 3.7 + 0.69 \times (6.4)$$

$$l_{op} = 8.11^\circ$$

El valor de 8.11° es el calculado, sin embargo, según la normativa EM80 – Instalación con energía solar. Los paneles solares deben estar instalados entre los 10° y 30° debido a que los paneles deben mantener cierta inclinación para que en caso de lluvias puedan seguir trabajando y no sean dañados por el agua, por lo tanto, haciendo el ajuste de lo calculado y según la normativa se trabajará con una inclinación de 18.27° .

Paneles fotovoltaicos:

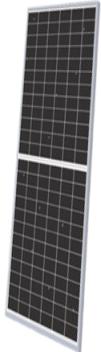
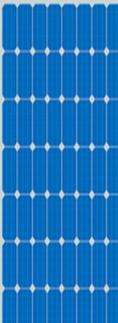
Los paneles solares son módulos de células solares individuales que capturan la energía solar y la convierten en electricidad. Estos tipos de celdas solares, solares individuales hechas de materiales semiconductores como el silicio

(cristalino y amorfo) que convierten la luz (fotones) en electricidad (electrones). En un panel solar, cuando hay luz solar, las celdas solares se comportan casi como baterías. La luz solar entrante separa los electrones, haciendo que formen capas cargadas positiva y negativamente en la celda solar; esta diferencia de potencial crea una corriente eléctrica. Estos paneles, a su vez, están conectados a una batería que almacena la electricidad producida y utiliza esta carga exacta. Los paneles solares consisten en células fotovoltaicas (PV) que convierten la luz solar en electricidad de corriente continua (CC) durante el día.

Existe dos tipos de paneles solares uno es los monocristalino y el policristalino y entre ella existe diferencias que son la siguiente:

- ❖ Panel solar monocristalino: Las células solares de este modelo de panel están hechas únicamente de cristales de silicio de alta pureza. Es un poco más eficiente que el policristalino (alrededor del 3%), pero también más caro.
- ❖ Panel solar policristalino: Las células solares de este modelo de panel están hechas de diferentes cristales de silicio. Son menos puros, por lo que el panel no puede producir la misma cantidad de energía limpia que un monocristalino. En cambio, también es más barato.

Cuadro N° 3: Tipo de Panel Solares Monocristalino y Policristalino

	Monocristalino	Policristalino	
	El silicio monocristalino tiene un proceso de fabricación más lento y con un alto coste energético.	Su fabricación es más rápida y económica que la de los paneles monocristalinos ya que en su proceso de producción se emplea menos mineral que en el proceso de transformación de estos paneles.	
	Los paneles solares monocristalinos son muy útiles para lugares donde hay poca exposición solar durante el día porque ofrecen muy buen rendimiento en condiciones de poca luz.	Aunque son menos eficientes que los paneles monocristalinos, son los más extendidos a nivel mundial en el ámbito residencial.	
	Los paneles solares monocristalinos tienen una larga vida útil, de entre 25 y 30 años.	Cuando les da el sol adquieren un color azul marino oscuro.	
	Al necesitar más cantidad de silicio, el precio de estos paneles es superior a las placas solares que han utilizado en su fabricación silicio policristalino.	Los paneles policristalinos ofrecen una gran rapidez en el proceso de calentamiento.	
	Las placas solares fabricadas con silicio monocristalino son mucho más eficientes que las fabricadas con silicio policristalino.		

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los paneles solares trabajan con dos tipos de voltaje de 12 y de 24 voltio entre ellas existen diferencias:

- ❖ Paneles solares de 12 V: Suelen estar formados por 36 células de silicio monocristalino o policristalino. Su voltaje de salida corresponde a 12V. Son ideales para pequeñas instalaciones y proporcionan potencias desde 5W hasta 200W.
- ❖ Paneles solares de 24V: Suelen tener 72 células y proporcionan una tensión de salida correspondiente a 24V. Estos son los paneles que proporcionan la mayor potencia. Van desde 180 a 320 W. Apto para bombeo residencial general y solar directo porque es más potente y tiene un menor precio por vatio producido.

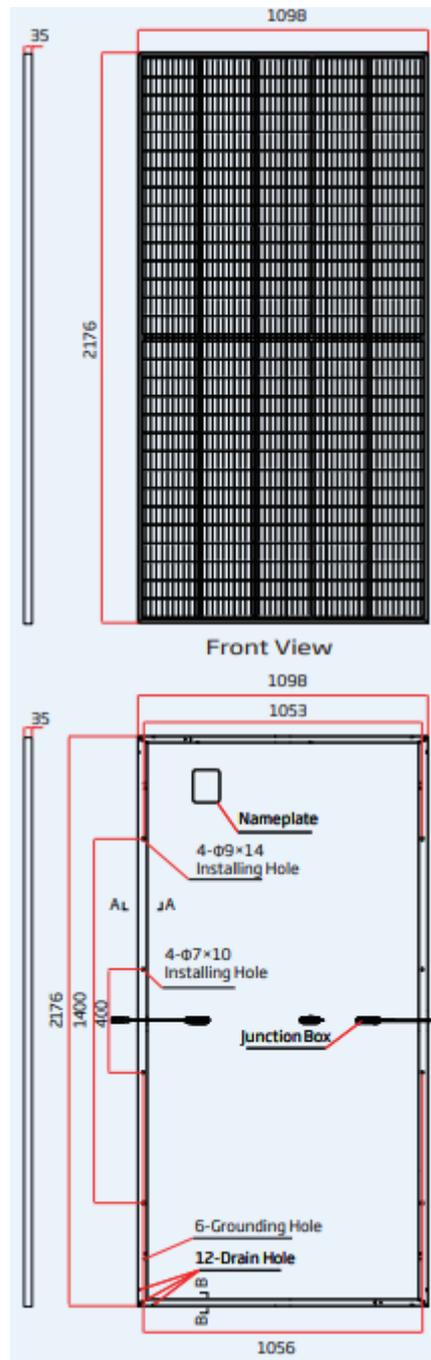
Finalmente, por todo lo descrito se optó a considerar a los pañales monocristalino con las siguientes características.

Figura N° 9:Panel Solar Monocristalino TRINA VERTEX DE18II



Fuente: Vertex Backsheet Monocrystalline

Figura N° 10: Características del Panel Solar TRINA VERTEX DE18II



Fuente: Vertex Backsheet Monocrystalline

Cuadro N° 4: Datos técnicos del Panel Solar TRINA VERTEX DE18II

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	150 cells
Module Dimensions	2176 × 1098 × 35 mm (85.67 × 43.23 × 1.38 inches)
Weight	26.3 kg (58.0 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02inches) Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EV02 / TS4*

Fuente: Vertex Backsheet Monocrystalline

Distancia entre paneles:

La distancia mínima entre filas de paneles depende de su ángulo de inclinación, por lo que cuantos más paneles, mayor será la distancia entre filas. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

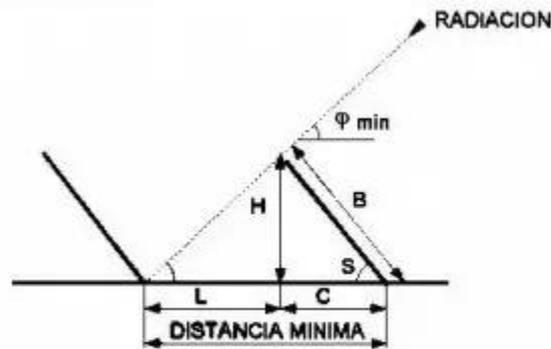
$$D_{\min} = L \times \left(\cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\tan H} \right)$$

$$H = (90^\circ - \text{Latitud del lugar}) - 23.5^\circ$$

A fin de evitar que la sombra que se genera por la inclinación del panel solar afecte a los otros módulos solares se aconseja aumentar al menos un 20% la distancia mínima calculada.

$$D_{\min} = 2.5m$$

Figura N° 11: Cálculo de la distancia mínima entre filas



$$C = B \times \cos(S) \quad H = B \times \sin(S)$$

Fuente: Eliseo Sebastián-distancia mínima entre paneles

Inversor:

Un inversor es uno de los elementos más importantes de una instalación solar, debido a que la energía que producen los paneles es corriente continua, este dispositivo se utiliza para cambiar la corriente continua a corriente alterna, por lo que a la hora de elegir un inversor se tienen en cuenta parámetros como:

- Voltaje y la corriente en el punto de máxima potencia son considerados.
- Cortocircuito.
- La eficiencia debe ser lo más alta posible para minimizar las pérdidas.
- Forma de onda, debe tener las mismas características que la red.

Además, el dispositivo debe estar equipado con un dispositivo electrónico de seguimiento de potencia máxima (MPPT) para mejorar la eficiencia energética.

Tensión y corriente en el punto de máxima potencia.

Para elegir un inversor, primero debemos conocer los parámetros importantes como el voltaje máximo de salida del generador y la corriente de salida del generador solar. Para calcular la tensión máxima de salida del generador, para lo cual multiplicamos el número de paneles solares conectados en serie por la tensión máxima de salida (V_{mpp}) de cada panel solar.

$$Vmpp_{TOTAL} = Vmpp \times Ns$$

$$Vmpp_{TOTAL} = 40.1 \times 17$$

$$Vmpp_{TOTAL} = 681.7V$$

Del mismo modo, la corriente entregada en el punto de máxima potencia del generador se obtiene multiplicando el punto de máxima potencia (I_{mpp}) de cada panel solar por el número de paneles en paralelo

$$I_{mpp_{TOTAL}} = I_{mpp} \times Np$$

$$I_{mpp_{TOTAL}} = 9.23 \times 15$$

$$I_{mpp_{TOTAL}} = 138.45A$$

Batería:

Las baterías son conocidos como un sistema de almacenamiento de energía que son unos de los principales elementos más importantes en el sistema fotovoltaico, ya sea que estén aislado o interconectado a la red de suministro eléctrico, ya que se encargan del almacenamiento de la energía producida por los paneles solares para proporcionar autonomía.

Para llegar a poder elegir la batería adecuada para nuestro sistema fotovoltaico debemos considerar algunos cálculos de los cuales no permitirá saber el número de cantidad de baterías y el tipo de configuración de las baterías para el sistema de almacenamiento.

$$C_{banco} = \frac{Ah_{carga} \times DA}{PD}$$

- ✓ Ah carga : Demanda requerida por toda la carga (Ah)
- ✓ DA : Días de autonomía del sistema, se recomienda 1.5 (Días)
- ✓ PD : Profundidad de descarga de la batería 50%
- ✓ C banco : Capacidad de almacenamiento requerido (Ah)
- ✓ Vn sist : Tensión nominal del sistema

Así mismo, existe diferentes tipos de baterías de las cuales diferenciaremos algunas de ellas como por ejemplos las baterías de ácido de plomo y batería de litio.

Batería de ácido de plomo: Es una de las más antigua desde su invención sin haber sufrido grandes cambios su bajo costo le convierte que tenga mucha demanda en la actualidad sin embargo cuenta con desventaja por su excesivo peso, toxicidad del plomo y su lenta recarga.

Batería de níquel- metal hidruro: Este tipo de componente cuenta con la ventaja de ser poco tóxico al medio ambiente que a su vez tiene una desventaja que se requiere un constante mantenimiento y su deterioro frente a altas temperaturas, altas corrientes y su descarga o sobrecarga es que se hace muy especial, también almacena muy poca cantidad de energía.

Batería de Ion Litio: Esta batería son las nuevas que están formadas por electrolitos de sal de litio, cobalto y por óxido este tiene una alta eficiencia no requiere de un mantenimiento constante, tiene la capacidad de almacenar una gran cantidad de energía ocupando un menor espacio y son ligeras en cuanto al costo es una de las que está muy elevado el costo.

Cuadro N° 5: Tipos y características de las Baterías

Aspecto técnico	Batería de litio	Batería de Plomo-ácido
Mantenimiento	Revisión básica anual	Limpieza de bornes, control de carga, carga mensual de mantenimiento, añadido de agua 4 veces al año
Capacidad de ampliación	Pueden ampliarse en cualquier momento de la vida útil de la batería. La BYD LVL permite conectar 64 baterías en paralelo para alcanzar los 983 kWh	Las baterías plomo-ácido no conviene ampliarlas en ningún momento porque las baterías nuevas trabajan más intensamente y rápidamente se igualan a las ya usadas
Eficiencia de carga	96%	85%
Autodescarga	Prácticamente nula	5% mensual
Profundidad de descarga	100%	60%
Garantía	10 años	2 años
Rapidez de carga	Prácticamente no tienen límite de velocidad de carga	Se deben cargar con entre un 10 y un 20% de su capacidad nominal, y el último 15 % de capacidad de carga (etapa de absorción) se realiza de una manera muy lenta e ineficiente. Por lo tanto para cargarlas completamente se necesitan entre 9 y 12 horas aproximadamente
Emisión de gases	No emiten gases	Emiten gases corrosivos por lo que deben ser instaladas en lugares muy ventilados

Fuente: SCI Geriatria. (s.f.). Diferencias entre baterías de gel, plomo-AGM y litio.

Se concluye, en el cuadro comparativo se puede visualizar que es más rentable el uso de las baterías de litio ya que tiene muchas ventajas de las cuales el sistema fotovoltaico se pudiese aprovechar y almacenar gran cantidad de energía que se requiere.

Se usó las baterías para paneles fotovoltaicos HOPPECKE Sun Power VR-L.

Características principales

- Libre de mantenimiento con respecto al relleno de agua
- Estabilidad de ciclo muy larga durante la operación PSoC1
- Máxima compatibilidad
- Óptima utilización del espacio
- Mayor seguridad ante cortocircuitos, incluso durante la instalación.

VI.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Hipótesis General

La Hipótesis general “El diseño óptimo de un sistema fotovoltaico mejora el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022” es comprobada mediante los resultados obtenidos donde encontramos que haciendo uso de un correcto ángulo de inclinación el cual fue de 8.11° y un distanciamiento entre los paneles de 2.5m para evitar sombras y aprovechar de manera mas eficientes el recurso solar.

Hipótesis Especifica 1

La hipótesis especifica 1 “El diseño óptimo del sistema fotovoltaico mejora el tiempo de entrega de la producción de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022” es comprobada ya que podemos ver que hacer uso de unos paneles monocristalinos ofrece varias ventajas que mejoran la producción de energía en comparación con otros tipos de paneles solares. Estos paneles tienen una mayor eficiencia gracias a su fabricación con un solo cristal de silicio de alta pureza, lo que les permite aprovechar mejor la luz solar y generar más electricidad por unidad de área. Además, su rendimiento en condiciones de baja radiación es superior, lo que garantiza una producción significativa incluso en días nublados. Su mayor eficiencia también se traduce en un menor espacio físico requerido para la instalación, lo que resulta en una estética más atractiva y un menor impacto visual. Además, los paneles monocristalinos son más duraderos y resistentes a condiciones climáticas adversas, lo que contribuye a su larga vida útil y mayor confiabilidad. En resumen, las ventajas de los paneles solares monocristalinos, como su eficiencia, rendimiento en condiciones subóptimas, menor espacio requerido y mayor durabilidad, se combinan para mejorar significativamente la producción de energía y la rentabilidad de las instalaciones fotovoltaicas.

Hipótesis Especifica 2

La hipótesis específica 2 “El diseño óptimo del sistema fotovoltaico soluciona la potencia requerida (MD) de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022” se comprueba con los resultados donde podemos ver que un diseño óptimo proporciona una solución eficiente y sostenible que permite satisfacer la demanda de potencia eléctrica. Al dimensionar adecuadamente el sistema fotovoltaico en función de la carga de energía requerida, se puede generar suficiente electricidad a partir de la radiación solar disponible para cubrir las necesidades energéticas de la empresa. Esto reduce la dependencia de fuentes de energía convencionales y costosas, como los combustibles fósiles, y proporciona una fuente de energía renovable y limpia. Además, al generar su propia electricidad, la empresa puede reducir los costos de energía a largo plazo y mejorar su sostenibilidad ambiental al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Hipótesis Especifica 3

La hipótesis específica 3 “El diseño óptimo del sistema fotovoltaico solucionará el costo de energía de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022” se comprueba mediante los resultados obtenidos donde al dimensionar adecuadamente el sistema fotovoltaico según la demanda de energía de la empresa, se puede aprovechar la radiación solar disponible para producir electricidad y reducir así la dependencia de fuentes de energía costosas, como los combustibles fósiles. Esto permite a la empresa generar su propia energía a un costo mucho menor a largo plazo, ya que la luz solar es una fuente de energía gratuita y renovable. Además, un diseño óptimo incluye la integración de sistemas de almacenamiento de energía, como baterías, que permiten aprovechar la energía generada durante el día y utilizarla en momentos de menor radiación solar o en horarios de mayor demanda eléctrica. De esta manera, la empresa puede reducir significativamente su factura de energía y aumentar su eficiencia económica, al tiempo que contribuye a la sostenibilidad y protección del medio ambiente.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

En la investigación realizada por Pelayo, Luna, Bernabé y Guzmán (2018) la cual planteó como objetivo determinar la eficiencia de un sistema fotovoltaico con seguimiento solar frente a un sistema fotovoltaico estático. Los resultados demostraron que en ese lapso la eficiencia promedio alcanzada por el sistema con seguimiento solar fue de 33%, mientras que con el sistema fijo fue de 26.28%. Esto se ve reflejado de manera similar en nuestra investigación en la cual observamos que el sensor de seguimiento solar consigue optimizar en un 25% el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C.

En la investigación realizada por Potes y Proaño (2020) la cual planteó como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico conectado a la Red en el Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi. La mayor irradiación promedio presentada fue en noviembre con un valor de 5,4 kW.h/(m²·día) e irradiancia media máxima de 931 W/m²a la 1:00 pm. Los resultados fueron que la demanda semanal del bloque académico B fue estimada con el Analizador Fluke 435 series II, mismo que registró una potencia promedio máxima de 35,11 kW el día miércoles a las 18:00 h. Además, a la 1:00 pm del jueves donde se encontró la mayor irradiancia, midió un valor medio de 29,88 kW. El generador fotovoltaico cuenta con 66 paneles solares, cuya capacidad instalada es de 26,4 kW dividida en dos grupos: 14,4 kW y 12 kW, respectivamente ubicados sobre la azotea del edificio en un área libre de 573,47 m². Esto se ve reflejado de manera similar en nuestra investigación ya que se tuvo una distancia entre los paneles de 2,5 m y una carga máxima necesaria de 50000 w.

En la investigación realizada por García, Sepúlveda y Ferreira (2018) la cual planteó como objetivo evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar un sistema fotovoltaico para optimizar un circuito de iluminación, el cual pertenece a una planta de tratamiento de agua. Los resultados fueron que aunque el cambio de luminarias reduce el costo de funcionamiento en un 50 %, el sistema autónomo es inviable debido al alto costo de inversión inicial; mientras que el sistema conectado a la red es viable, con una tasa de retorno

de inversión más elevada que la establecida por la empresa. Esto se ve reflejado de manera similar en nuestra investigación ya que los cambios necesarios para hacer un sistema fotovoltaico viable y capaz de cubrir la demanda máxima de la empresa RESEAD S.A.C. no son muy costos y ayudaría a disminuir en gran parte las caídas de tensión.

En la investigación realizada por Martínez y Mora (2022) la cual plantea como objetivo emplear un sistema de energía fotovoltaico mediante el uso de simuladores para mejorar la calidad de vida en una vivienda ubicada en la Comuna "Masa 2" en el golfo de Guayaquil. El resultado que arrojo el sistema de acuerdo con la simulación que se hizo fue que la energía disponible es de 403.3 kWh por año y la energía utilizada fue de 364.5 kWh por año. El sistema independiente consta de un panel solar fotovoltaico modelo Jinksolar Cheetah Hc 72m-V 390-410 Watt, dos unidades de baterías de 12V conectadas en serie de tecnología plomo-acido con capacidad de 109 Ah, un inversor Phoenix 250VA y un controlador de carga Bluesolar MPPT 75/15V. Esto se ve reflejado de manera similar en nuestra investigación ya que se cuenta con 136 paneles solares de la marca BAUER ENERGY monocristalino de 370 watts, un inversor de 687.1V y 138.45^a; las baterías solares usadas son HOPPECKE Sun Power VR-L.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

Un conjunto de consideraciones éticas, cuyos aspectos éticos son los siguientes, se considera que es el objetivo de las consideraciones éticas correctamente conducidas:

Justicia, es decir que las personas que participan en el estudio se beneficien de los resultados obtenidos.

Confidencialidad, la identidad de cada persona que participó en el estudio se mantuvo privada.

Autenticidad, es decir todos los procesos, procedimientos y resultados obtenidos en el contexto del trabajo de investigación fueron desarrollados por el autor, no se realizaron copias ni plagios por parte de ningún otro autor.

Responsabilidad, se acepta toda la responsabilidad por la investigación realizada.

Veracidad, el material de investigación de ninguna manera fue procesado o utilizado para fines personales, si se utilizaron los datos de otro autor, se consideran los derechos del mismo autor.

VII. CONCLUSIONES

El diseño óptimo de un sistema fotovoltaico mejorará el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

El diseño óptimo del sistema fotovoltaico mejorará el tiempo de entrega de la producción de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

El diseño óptimo del sistema fotovoltaico solucionará la potencia requerida (MD) de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

El diseño óptimo del sistema fotovoltaico solucionará el costo de energía de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.

VIII. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis detallado de la demanda de energía eléctrica en el área o instalación donde se implementará el sistema fotovoltaico. Considera los consumos diarios, estacionales y variaciones de carga. Esto te permitirá dimensionar adecuadamente el sistema fotovoltaico y determinar la capacidad requerida.

Realizar un estudio exhaustivo de los recursos solares en la ubicación donde se implementará el sistema fotovoltaico. Recopila datos de radiación solar, ángulos de incidencia, sombras y condiciones climáticas para determinar la disponibilidad de energía solar. Esto te ayudará a optimizar la ubicación y orientación de los paneles solares.

Realizar una investigación sobre los diferentes componentes del sistema fotovoltaico, como paneles solares, inversores, baterías, reguladores de carga, cables, entre otros. Considera factores como la eficiencia, la calidad, la durabilidad, la garantía y la relación costo-beneficio al seleccionar los componentes adecuados para el diseño óptimo

Realizar un análisis detallado de los costos y beneficios asociados con la implementación del sistema fotovoltaico. Considera el costo inicial de instalación, el tiempo de retorno de la inversión, los ahorros en costos de electricidad a largo plazo y los incentivos o subsidios disponibles. Realiza un análisis de viabilidad económica para respaldar la propuesta de diseño óptimo.

Incorporar un sistema de monitoreo para supervisar el rendimiento y el estado del sistema fotovoltaico de manera continua. Establece un plan de mantenimiento regular que incluya inspecciones, limpieza, pruebas y reemplazo de componentes según sea necesario. El monitoreo y el mantenimiento adecuados garantizarán la eficiencia y la durabilidad a largo plazo del sistema.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MEJÍA Vásquez, Eduar. Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica). Bagua Grande: Universidad Politécnica Amazónica, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, 2018. 90 pp.

FLORES Larico, Juan. Método para la mejora del suministro sostenible de energía eléctrica renovable con celdas fotovoltaicas en las zonas rurales de la región Arequipa, 2018. Tesis (Maestría en Ingeniería de Proyectos con mención en Gerencia Medioambiental). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018. 145 pp.

RUFASO Castro, Juan. Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica a la sala de cómputo de la Universidad Nacional de Jaén. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019. 110 pp.

PELAYO López, Jorge; LUNA Soto, Alfredo; BERNABE Ramos, Francisco y GUZMÁN Flores, Benjamín. Comparativa de la eficiencia entre un sistema fotovoltaico con seguimiento solar y un sistema fotovoltaico fijo. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias [en línea]. Enero-junio 2018, n. ° 13. [Fecha de consulta: 04 de agosto del 2022]. Disponible en <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/76/350>

POTES, Paúl y PROAÑO, Xavier. Diseño de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red en el Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Revista Técnica “energía” [en línea]. Enero – junio 2020, n. ° 2. [Fecha de consulta: 04 de agosto del 2022]. Disponible en <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/362/349>

GARCÍA Garnica, Jesús; SEPÚLVEDA Mora, Sergio y FERREIRA Jaimes, Julián. Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico en una planta de tratamiento de agua. Revista INGE CUC [en línea]. Enero – junio 2018, n. ° 1.

[Fecha de consulta: 04 de agosto del 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.14.1.2018.04>

CARDOZO Sarmiento, Darwin. Simulación de un Sistema Fotovoltaico Aislado en Matlab/Simulink. Revista Mundo Fesc [en línea]. Enero – junio 2019, n. °17. [Fecha de consulta: 04 de agosto del 2022]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7452557>

NAVARRETE Cipriano, Karim. Análisis técnico-económico de un sistema fotovoltaico con influencia de suciedad, viento y lluvia en Arequipa-Perú. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2019. 96 pp.

MEDINA García, César. Interrupciones del suministro de energía eléctrica y pérdidas contables en Electro Oriente S.A., Yurimaguas – 2020. Tesis (Maestría en Administración de Negocios). Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2021. 63 pp.

PARRA Blandón, Carlos y BARÓN Robles, Javier. Propuesta de Diseño de un sistema de paneles solares para el suministro de energía eléctrica a la comunidad del Resguardo Pijao Tatacoa del municipio de Villavieja, Huila en el 2019. Tesis (Maestría en Gestión de Proyectos). Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2019. 71 pp.

MARTÍNEZ Velastegui, Michael y MORA Cotto, Alberto. Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en vivienda en zona rural donde no llega el tendido eléctrico situado en el Golfo de Guayaquil – Comunidad Masa 2. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Eléctrica). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2022. 99 pp.

PINILLOS Naranjo, Fredy; PINILLOS Santamaría, Deisy y SANDOVAL López, Emmanuel. Diseño, suministro, instalación y puesta en marcha del suministro de energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos para 4 escuelas ubicadas en el municipio de Aguachica – Cesar. Tesis (Maestría en Gerencia de Proyectos). Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2022. 236 pp.

ARTEAGA Salinas, Quevi y LEYVA Pérez, Urigel. Estudio de factibilidad de un sistema fotovoltaico como suministro de energía eléctrica para el complejo deportivo AA. HH. Alberto Fujimori. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2020. 82 pp.

SAUCEDO Huayama, Jonathan. Diseño de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica del caserío membrillar distrito de Niepos Miguel – Cajamarca. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018. 132 pp.

ANEXOS

ANEXO N.º 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables e Indicadores		Metodología
General	General	General	VI: Sistema Fotovoltaico		<p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Método de investigación Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación No experimental</p> <p>Población La población de estudio estará conformada por el sistema fotovoltaico de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima.</p> <p>Muestra La muestra será el mismo sistema fotovoltaico de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima S.A.C. del distrito de Ancón – Lima</p>
¿En qué medida el diseño óptimo de un sistema fotovoltaico mejorará el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022?	Determinar en qué medida el diseño óptimo de un sistema fotovoltaico mejorará el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022	El diseño óptimo de un sistema fotovoltaico mejorará el suministro de energía eléctrica de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.	Dimensiones	Indicadores	
			Paneles fotovoltaicos	- Voltios de Corrientes continua (VDC)	
			Bancos de baterías	- Amperio-hora (Ah)	
			Ángulo de inclinación	- Grado sexagesimal (°)	
Específicos	Específicos	Específicos	VD: Suministro de energía eléctrica		
¿De qué manera el diseño óptimo del sistema fotovoltaico mejorará el tiempo de entrega de la producción de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022?	Determinar en qué medida el diseño óptimo del sistema fotovoltaico mejorará el tiempo de entrega de la producción de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.	El diseño óptimo del sistema fotovoltaico mejorará el tiempo de entrega de la producción de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.	Dimensiones	Indicadores	
			Potencia requerida (MD)	<ul style="list-style-type: none"> Kilovatio (KW) 	
¿De qué manera el diseño óptimo del sistema fotovoltaico solucionará la potencia requerida (MD) de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022?	Determinar en qué medida el diseño óptimo del sistema fotovoltaico solucionará la potencia requerida (MD) de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.	El diseño óptimo del sistema fotovoltaico solucionará la potencia requerida (MD) de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.	Costo de energía	<ul style="list-style-type: none"> Kilovatio hora (KW-h) 	
¿De qué manera el diseño óptimo del sistema fotovoltaico solucionará el costo de energía de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022?	Determinar en qué medida el diseño óptimo del sistema fotovoltaico solucionará el costo de energía de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022	El diseño óptimo del sistema fotovoltaico solucionará el costo de energía de la empresa RESEAD S.A.C. del distrito de Ancón – Lima, 2022.	Tiempo de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> Amperio-hora (Ah) 	