



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TESIS**

**DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO UTILIZANDO  
ENERGÍA RENOVABLE PARA LA EMPRESA TDEM  
(TECNOLOGÍA, DESARROLLO Y MEDICIÓN) S.R.L.  
CHICLAYO 2023**

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

**Autor**

**Bach. Balcazar Vidarte Loord Alberto**  
**ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1246-316X>**

**Asesor**

**Mtro. Vives Garnique Juan Carlos**  
**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0988-9881>**

**Línea de investigación:**

**Tecnología e innovación en desarrollo de la construcción y la  
industria en un contexto de sostenibilidad**

**Sublínea de investigación:**

**Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales, diseño e  
infraestructura**

**Pimentel – Perú  
2024**

**DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO UTILIZANDO ENERGÍA RENOVABLE PARA  
LA EMPRESA TDEM (TECNOLOGÍA, DESARROLLO Y MEDICIÓN) S.R.L.  
CHICLAYO 2023**

**Aprobación del jurado**

---

**Dra. GASTIABURÚ MORALES SILVIA YVONE**  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

**Mtro. UBILLUS VERONA JOHNNY ANDRE**  
**Secretario del Jurado de Tesis**

---

**Mtro. VIVES GARNIQUE JUAN CARLOS**  
**Vocal del Jurado de Tesis**

# LOORD ALBERTO BALCAZAR VIDARTE

## DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO UTILIZANDO ENERGÍA RENOVABLE PARA LA EMPRESA TDEM (TECNOLOGÍA, DESAR...

 My Files

 My Files

 Universidad Señor de Sipan

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::26396:425243684

Fecha de entrega

31 ene 2025, 8:55 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

31 ene 2025, 8:59 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS\_BALCAZAR VIDARTE LOORD\_TURNITIN.docx

Tamaño de archivo

2.3 MB

47 Páginas

8,547 Palabras

45,784 Caracteres

# 17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

## Fuentes principales

- 15%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado (s) del Programa de Estudios de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO UTILIZANDO ENERGÍA RENOVABLE PARA LA EMPRESA TDEM (TECNOLOGÍA, DESARROLLO Y MEDICIÓN) S.R.L. CHICLAYO 2023**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Balcazar Vidarte Loord Alberto	DNI: 46658072	
--------------------------------	---------------	---

Pimentel, 15 de enero de 2025

## **Dedicatoria**

A mis padres ELEODORO BALCAZAR SUAREZ Y OLGA MERCEDES VIDARTE MONTEZA por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron incondicionalmente en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mi hijo THIAGO DARIEL BALCAZAR GOMEZ, Aunque aún no lo sepas eres y serás lo más importante en mi vida. Gracias a ti he decidido subir un escalón más y crecer como persona y profesional. Esperó que un día comprendas que te debo lo que soy ahora y que este logro sirva de herramienta para guiar cada uno de tus pasos.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	5
Agradecimientos.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE FIGURAS .....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema .....	16
1.3. Hipótesis .....	16
1.4. Objetivos .....	16
1.5. Teorías relacionadas al tema .....	17
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	20
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	20
2.2. Variables, Operacionalización .....	20
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	22
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ....	22
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	23
2.6. Criterios éticos .....	23
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
3.1. Resultados .....	25
3.2. Discusión.....	56
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58

4.1. Conclusiones.....	58
4.2. Recomendaciones .....	59
REFERENCIAS .....	60
ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la variable .....	21
Tabla 2: Resumen de información de ubicación de la empresa TDEM S.R.L. ....	25
Tabla 3: Equipos presentes en la empresa TDEM S.R.L. ....	27
Tabla 4: Frecuencias estadísticas .....	37
Tabla 5: Potencia eólica en 24 hrs .....	38
Tabla 6: Distribución de probabilidades .....	40
Tabla 7: Comparación de los métodos.....	40
Tabla 8: Resumen de cuadro de cargas .....	46
Tabla 9: Distancias de equipos para cálculo de conductores eléctricos .....	47
Tabla 10: Resumen de sistema híbrido.....	50
Tabla 11:Costo de componentes del sistema híbrido.....	52
Tabla 12: Costo en personal .....	52
Tabla 13: Otros gastos .....	53
Tabla 14: Costo en mantenimiento anual .....	53
Tabla 15: Tabla costo beneficio anual del sistema híbrido.....	54
Tabla 16: Flujo de caja .....	55
Tabla 17: Indicadores económicos.....	56

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del lugar de estudio .....	25
Figura 2: Proyección del consumo eléctrico de la empresa TDEM S.R.L.....	26
Figura 3: Radiación solar mensual .....	27
Figura 4: Estimación de la irradiación medio promedio .....	28
Figura 5: Estimación de la irradiación medio promedio .....	29
Figura 6: Gráfica del historial del viento desde el 01 de enero del 2017 hasta el 27 de septiembre del 2019 .....	30
Figura 7: Frecuencia absoluta de velocidad del viento .....	32
Figura 8: Frecuencia acumulada de velocidad del viento.....	33
Figura 9: Frecuencia acumulada de velocidad del viento.....	34
Figura 10: Código empleado para obtener la velocidad de diseño para la turbina eólica .....	34
Figura 11: Velocidad de diseño para la turbina eólica .....	35
Figura 12: Script para obtener la nueva distribución .....	36
Figura 13: Resultado de la nueva distribución .....	36
Figura 14: Ecuación lineal de la velocidad del viento con ajuste .....	37
Figura 15: Frecuencia acumulada vs velocidad del viento .....	38
Figura 16: Gráfica de probabilidad del viento según distribuciones .....	39
Figura 17: Probabilidad media del viento a un intervalo de 95% .....	39
Figura 18: Componentes del sistema híbrido .....	51

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar el diseño de un sistema híbrido utilizando energía renovable para la empresa TDEM S.R.L. ubicada en Urb. La Primavera Ca. Rolando Castañeda 108 en la ciudad de Chiclayo, ya que se busca reducir el gasto por consumo eléctrico, pues se identificó que había un desaprovechamiento de las fuentes de energía renovable en la zona de estudio; la metodología de investigación es de tipo aplicada, el diseño es no experimental y de nivel descriptivo, asimismo, se consideró como población el consumo eléctrico de equipos y elementos activos de la empresa TDEM S.R.L. durante el 2023; obteniendo como resultado que se debe satisfacer una demanda eléctrica de 173.36 kWh. Por ende, se realizará mediante 9 aerogeneradores 600W – 30Ah que posee un cuerpo metálico y cuchillas de fibra de vidrio con un voltaje de 24 V, controladores de carga híbrido de 600W, 8 paneles fotovoltaicos de 450W, 1 controlador SR-PC1800A 80 A, una batería estacionaria, 1 inversor híbrido Growatt de 5 kW para satisfacer la demanda requerida por la empresa. Por último, se demostró que el proyecto es viable al invertir S/20,104.00 y obtener un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 954.23 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 9.59% y un costo beneficio de S/. 1.14, asegurando que la inversión se recupere en los próximos 8 años.

**Palabras Clave:** Aerogenerador, energía renovable, paneles fotovoltaicos y sistema híbrido.

## ABSTRACT

The objective of this research was to design a hybrid system using renewable energy for the company TDEM S.R.L. located in Urb. La Primavera Ca. Rolando Castañeda 108 in the city of Chiclayo, since it was sought to reduce the cost of electricity consumption, as it was identified that there was a waste of renewable energy sources in the study area; the research methodology is applied, the design is non-experimental and descriptive level, also, it was considered as population the electricity consumption of equipment and active elements of the company TDEM S.R.L. during 2023; obtaining as a result that should meet an electricity demand of 173.36 kWh. Therefore, a 600W - 30Ah wind turbine with a metal body and fiberglass blades with a voltage of 24 V, a 600W hybrid charge controller, 8 photovoltaic panels of 450W, 1 SR-PC1800A 80 A controller, a stationary battery, 1 Growatt hybrid inverter of 5 kW will be used to meet the demand required by the company. Finally, it was demonstrated that the project is viable by investing S/20,104.00 and obtaining a Net Present Value (NPV) of S/. 954.23 and an Internal Rate of Return (IRR) of 9.59% and a cost benefit of S/. 1.14, ensuring that the investment will be recovered in the next 8 years.

**Keywords:** Wind turbine, renewable energy, photovoltaic panels and hybrid system.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

Actualmente, existe un crecimiento acelerado del efecto invernadero y la posibilidad de un impacto nocivo de la generación de energía fósil hacia la salud humana, por lo que en diversas naciones se busca la descarbonización mediante el uso de energías renovables [1]. Por ello, se mantiene investigando sobre los sistemas híbridos, debido a que generan un mayor rendimiento a comparación del uso de un solo componente, sin embargo, en distintos estudios académicos abordan aspectos específicos que no consideran usos finales o configuraciones del servicio, lo que demuestra la necesidad del estudio [2].

Al respecto, Rehman [3] sostuvo que, una de las maneras de lograr reducir los gases de efecto invernadero es la implementación de soluciones particulares que propicien el aumento de electricidad rentable y limpia, siendo acelerada la expansión de sistemas de energía renovable fuera de la red al resultar ser económica. Aunado a ello, se viene innovando sobre estrategias como, por ejemplo, un sistema fotovoltaico híbrido de alta concentración que se diseñó para distintas condiciones climatológicas mediante el uso de materiales semiconductores compuestos de alto rendimiento que captura la luz disipada para convertirla en electricidad usable, lo que reduce los costos en materiales [4].

De acuerdo con Reyes y Osorio [5], los proyectos de energía renovable no solo deben ser utilizados en pequeñas aplicaciones, tiendas y lugares remotos, sino también a través de la implementación de sistemas híbridos, ya que la disponibilidad, confiabilidad y menores costos de facturación son esenciales para todas las organizaciones, independientemente de sus objetivos. Lo expuesto es concordante con los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) impulsado por las Naciones Unidas que buscan promover el crecimiento económico y la protección del medio ambiente mediante proyectos que reduzcan las emisiones de CO<sub>2</sub> [6].

No obstante, la transición hacia una matriz energética verde es una necesidad para ciertos países que carecen de reservas fósiles y presentan una situación más precaria, como

Alemania, que está invirtiendo en energía eólica e hidroeléctrica para mitigar los efectos del aumento de las tarifas eléctricas [7]. En contraste, el Perú a pesar de tener el potencial para utilizar energías renovables, es dependiente en cierta medida de los combustibles fósiles, lo que ocasiona que un incremento en el precio de los combustibles repercuta en el incremento de las tarifas eléctricas, resultando en un incremento del 9.8% en el 2022, en este sentido, es necesario que el gobierno peruano apoye las iniciativas de energías renovables [8].

Al respecto, la disponibilidad de energía eléctrica es crucial para el crecimiento de las actividades productivas; sin embargo, el 4,3% de la población peruana aún carece de acceso a la electricidad [9]. Según Osinergmin [10], solo el 5% del potencial hidroeléctrico del país es utilizado, ya que el 47% de la matriz energética primaria está compuesta por petróleo, lo cual es una cruel realidad a pesar del alto potencial de energías renovables que tiene el Perú. Para generar efectos positivos en las economías locales, es necesario implementar iniciativas que rentabilicen la inversión a través de sistemas híbridos que busquen reducir el costo económico del consumo eléctrico.

La Dirección Ejecutiva de Proyectos (DEP) mediante la ejecución de un programa de energías renovables busca aumentar la generación de energía limpia empleando tecnología fotovoltaica, lo cual es viable en distintas localidades del Perú al contar con disponibilidad de energía solar uniforme en distintas estaciones del año, lo que vuelve una alternativa de generación atractiva [11]. Lo expuesto, es un proyecto viable para el Ministerio de Energía y Minas [12], pues el Perú presenta un agotamiento de energías no renovables de manera sostenida, así como una disminución significativa de reservas de hidrocarburos.

Como se expuso, las energías renovables como la energía solar fotovoltaica son una alternativa viable para la generación de energía eléctrica, siendo la importancia de realizar el presente estudio que, el Perú cuenta con disponibilidad de distintos tipos de energía eléctrica renovable que no son aprovechadas de la mejor manera, por lo que fomentando proyectos locales se busca una mayor concienciación con el fin de acelerar la transición a una fuente de energía limpia. Asimismo, la coyuntura actual y la crisis sanitaria del Covid-19 repercutió

en un incremento del consumo en la facturación, por lo que la propuesta de un sistema híbrido permitirá obtener beneficios a la empresa TDEM S.R.L.

Concerniente a los trabajos previos, Caruana [13] sobre las energías renovables y la promoción de transferencia de tecnología y aceleración a la transición energética en Argentina; también Silva [14] acerca de la importancia de energía renovable en México, por lo que aceleran la transición mediante el financiamiento de grandes proyectos aun con deficiencias burocráticas y administrativa; adicionalmente Romanello [15] aclara que, Brasil también está acelerando el uso de la energía renovable, pues es el país de la región que posee mayor capacidad instalada de energía renovable solar y eólica; y también Gómez y Ajila [16] explicó que, Ecuador también está buscando la ejecución de proyectos para reducir la dependencia de combustibles fósiles. Lo expuesto por los autores refleja que, en los países de la región también se busca un continuo avance en la transición de la matriz energía con base a energías limpias, lo que evidencia que no es una política exclusiva de la Unión Europea, sino también de países Latinoamericanos que a pesar de sus deficiencias se logra avances.

Referente a los proyectos de sistemas híbridos [17] [18] [19] aclaran que, los criterios de evaluación son la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el costo de la energía y la confiabilidad del sistema de energía. No obstante, estudios con tópicos específicos como [20] [21] mediante distribuciones probabilísticas kernel y machine learning respectivamente evalúan distintos escenarios, análisis de variables climáticas y datos históricos con el fin de obtener el crecimiento de la energía eléctrica para un máximo aprovechamiento de las zonas de estudio. Los resultados confirmaron que existe una desviación de los manuales y la data procesada, por lo que se debe realizar un análisis exhaustivo para cada zona en específica utilizando la tecnología, estadística y datos reales para garantizar un máximo aprovechamiento de la capacidad instalada del sistema híbrido.

Acorde la justificación ambiental, pues la alternativa de solución propuesta busca reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de la empresa TDEM S.R.L. mediante la generación de energía

eléctrica con base en energía renovable. Asimismo, una justificación social, pues se mejora la calidad de vida en general de la población en la zona de influencia que es la ciudad de Chiclayo al promover un cambio en el uso de energía eléctrica que influirá en que otras empresas repliquen esta alternativa. Por último, una justificación científica, debido a que se busca fomentar proyectos de sistemas híbridos particulares mediante un sólido sustento técnico, operativo, económico y ambiental para ser replicable por otras organizaciones de similares características.

La importancia de la investigación se fundamenta en que, si bien es cierto que existe una variedad de estudios en el contexto internacional y nacional sobre sistemas híbridos, la presente investigación busca fundamentarse en el uso de software como Matlab y Homer para el desarrollo de energía renovable, la realización de un análisis económico financiero que permita determinar la inversión mínima necesaria por la empresa TDEM S.R.L. y el porcentaje restante por una entidad bancaria para que sea más atractiva, y un manual interactivo que permita el cálculo para la adopción de sistemas híbridos para empresas privadas, pues existe abundante información en el medio digital, sin embargo, no se ha sintetizado adecuadamente para su entendimiento.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo es el diseño de un sistema híbrido utilizando energía renovable para la empresa TDEM S.R.L.?

## **1.3. Hipótesis**

El diseño de un sistema híbrido utilizará energía renovable como la eólica y solar permitirá cubrir la demanda de la empresa TDEM S.R.L. y le permitirá obtener beneficios.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar el sistema híbrido utilizando energía renovable es viable para la empresa TDEM S.R.L.

## **Objetivos específicos**

- Analizar el consumo eléctrico de la empresa TDEM S.R.L.
- Identificar los recursos renovables con mayor potencial energético de la zona para cubrir la demanda eléctrica de la empresa TDEM S.R.L.
- Determinar los componentes del sistema híbrido para cubrir la demanda eléctrica de la empresa TDEM S.R.L.
- Realizar la evaluación económica del sistema híbrido en la empresa TDEM S.R.L.

## **1.5. Teorías relacionadas al tema**

Respecto al sistema híbrido o llamado sistema de energía híbrido, es aquella que combina una a más fuentes de energía, siendo una generación de energía complementaria que entrega energía renovable o mixta. Referente a la calidad, estos sistemas permiten una mejor calidad de electricidad en la red a comparación de fuentes convencionales, siendo rangos de potencia que varían de kilovoltios a cientos de kilovoltios [22].

La principal ventaja de un sistema híbrido es que cuando los niveles de una fuente de energía son bajos, los de la otra suelen ser altos. El panel solar es menos eficaz en días ventosos y nublados, por lo que generará menos energía, mientras que el generador eólico puede generar una gran cantidad de energía. Por otro lado, la principal preocupación para la generación de energía eólica es la ubicación de un emplazamiento que reciba una cantidad constante de viento. El uso predominante de energías no convencionales hace que este sistema sea casi independiente y reduce los costes energéticos a lo largo del tiempo [22].

Por lo consiguiente en el sistema fotovoltaicos, es un tipo de energía que transforma de manera directa la luz solar a electricidad utilizando tecnología que se basa en efecto fotovoltaico al recibir la energía que emana del sol hacia la superficie terrestre y es convertida en energía útil por dispositivos utilizados por el ser humano para su conversión en electricidad; por lo tanto, la potencia es ilimitada y varía con la latitud, época del año y ubicación en la tierra. Su aprovechamiento es crucial para la generación de energía solar térmica y energía solar fotovoltaica a través de células solares encargadas de su

transformación [23].

**Coordenadas y movimientos:** Permite la detección de cualquier ubicación considerando una referencia geográfica, latitud y longitud, siendo expresado en grados sexagesimales, relativos a la línea ecuatorial y a la mediana de Greenwich [24].

**Orientación de los paneles fotovoltaico:** Se entiende como la orientación del panel fotovoltaico con relación a la posición solar, por lo que generalmente los paneles deben apuntar hacia la línea ecuatorial, esto quiere decir que el Perú al encontrarse en el hemisferio sur la orientación de los paneles se debe colocar por lo general hacia el norte [25].

**Inclinación de los paneles fotovoltaicos:** Referente a la inclinación, resulta importante establecer la variación de la radiación solar, la cual se calcula mediante la longitud y latitud en el que se encuentre el sistema fotovoltaico con relación a un mapa. Al respecto, la inclinación del Perú varía de  $30^\circ$  a  $10^\circ$ , sin embargo, establecer el ángulo máximo y su variación según las horas solares resulta clave [25].

**Celdas fotovoltaicas:** Una celda solar típica con un área de superficie de  $100 \text{ cm}^2$  produce alrededor de  $1,5 \text{ W}$  a un voltaje de  $0,5 \text{ V}$  y una corriente de  $3 \text{ A}$ . Se deben agrupar varias celdas para lograr niveles útiles de voltaje y corriente [26].

**Tipos de celdas fotovoltaicas:** Monocristalina, policristalina y amorfas son las tres variedades principales de células. Una célula de silicio monocristalino tiene una estructura única en la que todos los átomos están perfectamente alineados, mientras que una célula de silicio policristalino está compuesta por múltiples cristales de silicio y tiene una estructura en la que los átomos están organizados por regiones con diferentes orientaciones. Las células de silicio amorfo se depositan con material semiconductor en forma de película fina sobre diversos soportes [27].

La tecnología de capa fina es un tipo alternativo de célula que puede fabricarse con materiales distintos del silicio (seleniuro de cobre e indio, telurio de cadmio, seleniuro de cobre, indio y galio, etc.). La principal distinción es la proporción de radiación incidente que se convierte en electricidad [27].

Cada panel solar está compuesto por minúsculas células ( obleas de silicio) que generan un potencial eléctrico individual de entre 0,6 y 0,7 voltios. Conectando las células solares en serie y en paralelo, se pueden alcanzar voltajes y corrientes más elevadas. El voltaje y la corriente del panel solar son proporcionales a su área de captación y a la radiación incidente [27].

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación fue de tipo aplicada. Según [28], son estudios que planean solucionar un problema de índole social mediante el uso del conocimiento existente, tales como un sistema híbrido a fin de satisfacer las necesidades de energía eléctrica que posee una empresa de servicios. Asimismo, el enfoque fue cuantitativo, debido a que las mediciones de los indicadores se realizaron de manera numérica.

El diseño es no experimental, debido a que no se manipulan las variables de su entorno o contexto, sino se recopila información a fin de generar una propuesta de solución a un problema [29]. Al respecto, se plantea el uso de un sistema híbrido eólico solar para satisfacer la demanda de energía eléctrica de una empresa de servicios, siendo el corte transversal, ya que la recopilación de información se realiza en un momento determinado.

Así también, según la naturaleza de los datos es retrospectivo, puesto que se trabajó con información almacenada en bases de datos, tales como Google Maps y el programa gratuito de la Nasa denominado POWER para energía renovable.

Por último, debido a la cantidad de variables es descriptiva, pues se busca identificar describir de qué manera influye un sistema híbrido en una empresa en específica.

### 2.2. Variables, Operacionalización

Variable independiente: Energía renovable

Variable dependiente: Sistema híbrido

A continuación, se presenta la matriz de operacionalización de la presente investigación, teniendo en consideración los indicadores que permitirán cuantificar la variable:

**Tabla 1:** Operacionalización de la variable

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Energía renovable	La energía renovable hace referencia a las fuentes de energía que se obtiene a través de recursos naturales, es decir, poseen un impacto ambiental menor [15].	La energía renovable a utilizar es la eólica y la solar debido a que son las que mejores condiciones cuentan para la zona de estudio.	Dimensionamiento eólico	Velocidad de viento	Ficha de registro	m/s	Numérica	Razón
			Dimensionamiento fotovoltaico	Irradiación solar	Ficha de registro	kWh/m <sup>2</sup> /día	Numérica	Razón
				Potencia mínima de trabajo	Guía de observación	kW	Numérica	Razón
Sistema híbrido	Un sistema de energía híbrido es aquella que combina una a más fuentes de energía, siendo una generación para satisfacer una demanda de energía eléctrica [22].	El sistema híbrido será medido a través de la demanda de energía eléctrica que satisface.	Demanda eléctrica	Demanda eléctrica diaria	Guía de observación	kWh	Numérica	Razón

### 2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

La población de estudio, se define como el conjunto de procesos, personas, información, entre otros que poseen características en común y la asocian como una unidad de estudio [30]. Al respecto, en el presente estudio la conformó el consumo eléctrico de la empresa TDEM S.R.L. Para obtener a la muestra, se empleó criterios de selección:

#### **Criterios de inclusión:**

- El consumo de la empresa TDEM S.R.L. durante el 2023.
- Los equipos y elementos activos que consumen energía eléctrica de la empresa TDEM S.R.L.

#### **Criterios de exclusión:**

- El consumo eléctrico que no se encuentra facturado por la concesionaria eléctrica.
- La carga y/o consumo de equipos y elementos activos de la empresa TDEM S.R.L. fuera de sus instalaciones.

Con base al análisis, la muestra se conforma por el consumo eléctrico de equipos y elementos activos de la empresa TDEM S.R.L. durante el 2023.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En la presente investigación se utilizará como técnica el análisis documental.

**Análisis documental:** Mediante un procedimiento establecido se registra la información relevante para la medición de los indicadores de la investigación. Por lo tanto, es una técnica que recopila información importante mediante la indagación de reportes, fuentes escritas, entre otros [29].

**La observación:** Es una técnica que permite recopilar información mediante la utilización de los sentidos, por lo que el levantamiento de los datos se realiza en primera persona, es decir, se observa el fenómeno para anotar los datos requeridos en el instrumento [29].

Instrumentos de recolección de datos

**Guía de análisis documental:** Mediante el presente instrumento se registra la

información de manera ordenada y según los procedimientos establecidos previamente [30].

**Ficha de registro:** Es un instrumento empleado para el registro de información de manera sistematizada, coherente y ordenada a fin que permita medir los indicadores de las variables [30].

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

Para garantizar el cumplimiento de los objetivos específicos, la investigación comprende las siguientes etapas:

Etapa 1: Identificación de las causas del problema a resolver y determinar el consumo eléctrico por hora de la empresa en estudio.

Etapa 2: Evaluación de las energías renovables a implementar para satisfacer el consumo de energía eléctrica.

Etapa 3: Efectuar los cálculos necesarios y presentación de planos de conexión eléctrica del sistema híbrido que contiene los sistemas de generación con base en energía renovable.

Etapa 4: Mediante un análisis económico financiero se evalúa el capital que debe cumplir la empresa y el dinero como mínimo que deberá ser prestado por una entidad financiera a fin de que el proyecto sea viable económicamente a pesar de no financiar al 100% la inversión del proyecto.

## **2.6. Criterios éticos**

La presente investigación considera aspectos éticos y tiene como finalidad exclusivamente para uso científico y/o académico. Con base a ello, se respeta toda idea contenida en el presente trabajo mediante su citación correcta en el estilo APA en su séptima edición. De igual manera, se considera los siguientes criterios:

**Transferibilidad:** La investigación se puede replicar a otras empresas de similares características, es decir, es replicable siguiendo la metodología propuesta.

**Beneficencia:** En todo momento se busca mitigar el daño, mientras que se busca incrementar el beneficio en la mayor medida posible.

Autonomía: En todo momento se obtiene el poder de las decisiones evitando algún tipo de sesgo, por lo que se toman decisiones responsables a fin de enriquecer el contenido.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### **Analizar el consumo eléctrico de la empresa TDEM S.R.L.**

La investigación que se presenta fue llevada a cabo en la empresa Tecnología, Desarrollo y Medición S.R.L, una compañía dedicada al rubro de inspección de medidores eléctricos. La empresa se encuentra ubicada en la Urb. Primavera Ca. Rolando Castañeda, en la ciudad de Chiclayo, y se destaca por sus servicios en el ámbito de mantenimiento y gestión de clientes.

**Figura 1:**Ubicación del lugar de estudio



Nota: Tomado de Google Maps

La empresa TDEM S.R.L., como se indica en la figura anterior, se encuentra ubicada en la calle Rolando Castañeda N<sup>o</sup> 108 Urb. La primavera - Chiclayo, con coordenadas - 6.751241 y -79.857386. A continuación, se presenta un resumen de la información de su ubicación:

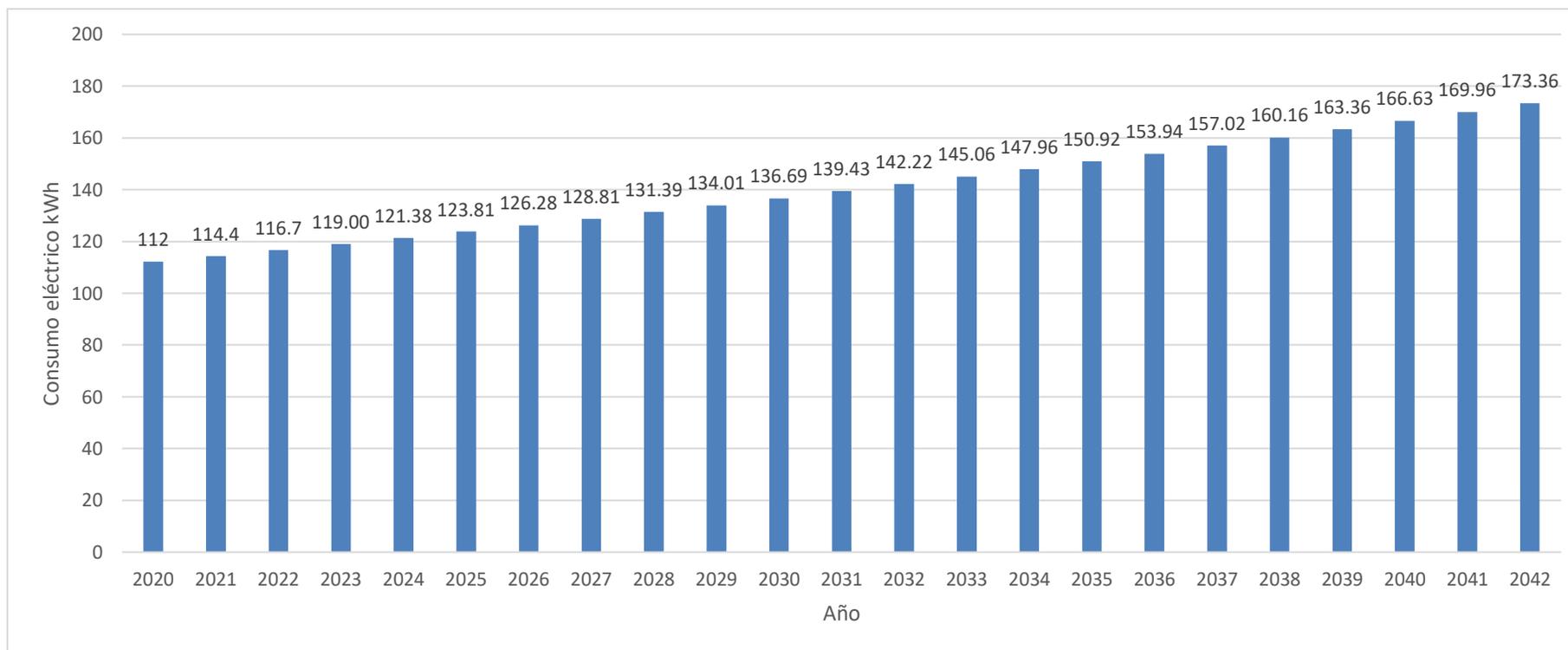
**Tabla 2:** Resumen de información de ubicación de la empresa TDEM S.R.L.

Características	Descripción
Distrito:	Chiclayo
Provincia:	Chiclayo
Región:	Lambayeque
Ubigeo:	140101
Latitud Sur:	12° 45' 40.5" S (-6.761254)
Longitud Oeste:	79° 51' 25.9" W (-79.857197)
Altitud:	27 m. s. n. m.

Nota: Adaptado de Google Maps

Según MINEN en su anexo 7.1 acerca de la metodología de proyección de la expansión y demanda menciona que, para proyectos de energía eléctrica se debe considerar un aumento anual de 2% de manera anual, por lo que la energía diaria a satisfacer se obtiene considerando los recibos de energía eléctrica:

**Figura 2:** Proyección del consumo eléctrico de la empresa TDEM S.R.L



Nota: Elaboración propia

Como se observa en la figura 2 se presenta un consumo eléctrico de 173.36 kWh para el 2042, pero se observa que hay un valor de 121.38 kwh en el año 2024, por lo que será el valor a utilizar para el dimensionamiento del sistema híbrido con una proyección para el año 2024 se aplica el dimensionamiento para ese año.

**Tabla 3:** Equipos presentes en la empresa TDEM S.R.L.

Artefactos eléctricos	Potencia eléctrica				Kwh
	Watts	kW	Horas	Cantidad	
Laptops	1100	1.1	8	8	70.400
Ventiladores	700	0.7	8	8	44.800
Dispensador de agua	100	0.1	4	2	0.800
Bomba de agua	746	0.746	2	1	1.492
Licuada	100	0.1	2	3	0.600
Televisor	180	0.18	4	4	2.880
Modem de internet	51	0.051	8	1	0.408

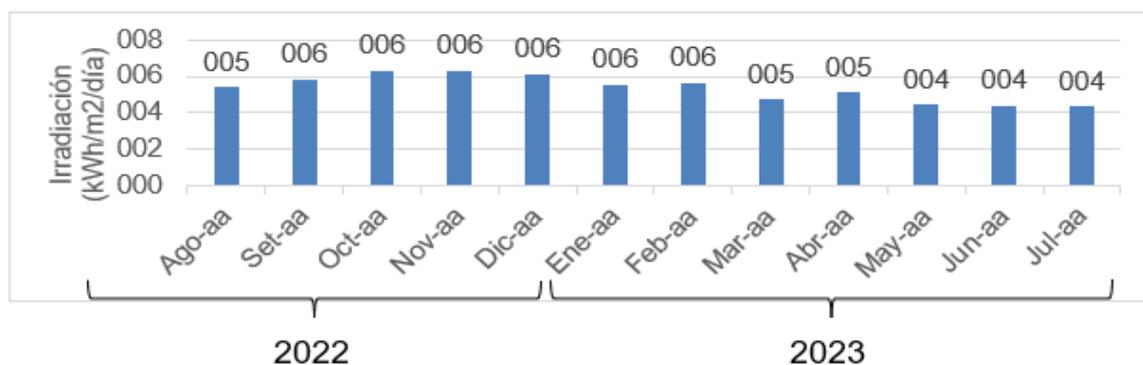
Nota: Elaboración propia

**Identificar los recursos renovables con mayor potencial energético de la zona para cubrir la demanda eléctrica de la empresa TDEM S.R.L.**

### Recurso solar

Utilizando el software Power Nasa Access Viewer se obtuvo la radiación solar mensual desde agosto del 2022 a julio del 2023, como se muestra en la figura 3.

**Figura 3:** Radiación solar mensual



Nota. Elaboración propia

Además, a través del programa mencionado, es posible obtener la radiación solar de una zona específica utilizando sus coordenadas geográficas, como se presenta a continuación:

Referente a la energía eólica se identificó que se posee Gráfica del historial del viento desde el 01 de enero del 2017 hasta el 27 de septiembre del 2019

**Figura 4:** Estimación de la irradiación medio promedio

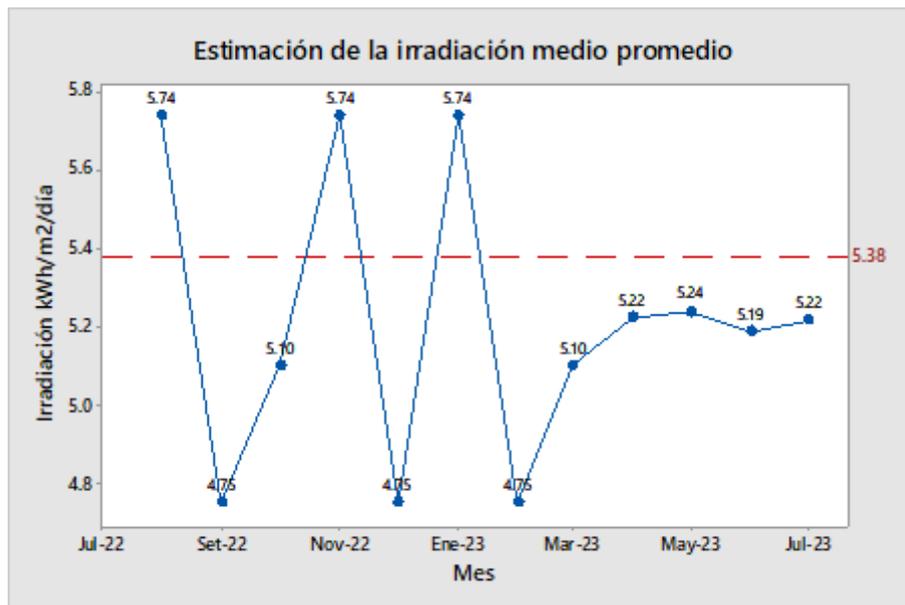


*Nota.* Elaboración propia

En la figura 4, se muestra la radiación media que resulta ser  $5.38 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ .

Utilizando la web de NASA POWER mediante el DATA ACCESS se logró identificar los valores mensuales de la radiación con relación a la ubicación geográfica del lugar de estudio que resultó ser  $12^\circ 45' 40.5'' \text{ S}$  ( $-6.761254$ ) Latitud Sur y  $79^\circ 51' 25.9'' \text{ W}$  ( $-79.857197$ ) Longitud Oeste.

**Figura 5:** Estimación de la irradiación medio promedio



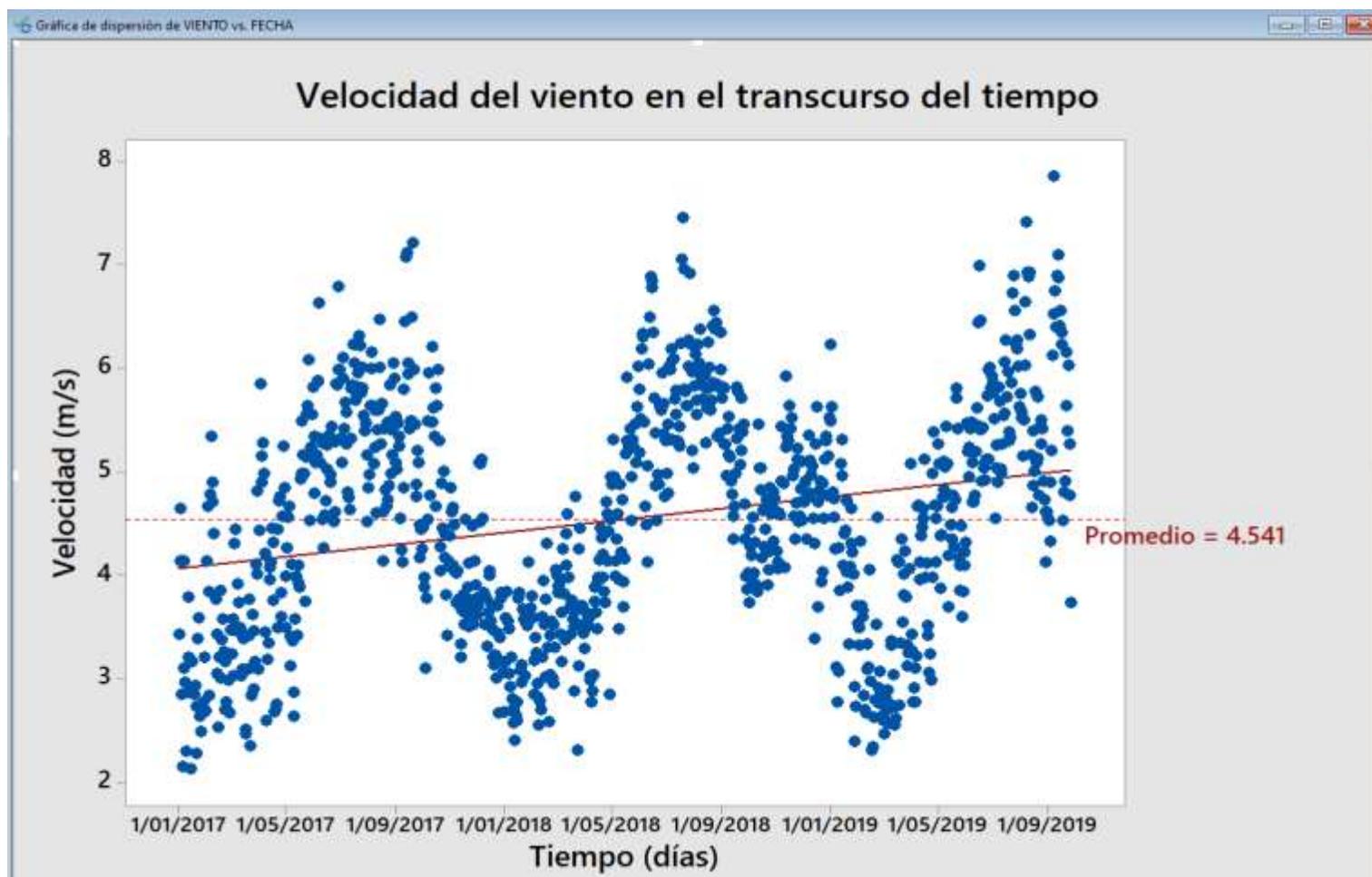
Nota: Elaboración propia

Se observan picos opuestos en relación a la radiación solar, lo cual se debe al cambio del clima por las estaciones de invierno y verano, así también se observa que el pico inferior es  $4.75 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$  y el pico superior es de  $5.74 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ , siendo la radiación media promedio de  $5.38 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$  según la web de NASA POWER.

### Recurso eólico

Se llevaron a cabo registros de la velocidad del viento desde el 01 de enero del 2017 hasta el 27 de septiembre del 2019 los cuales nos van a permitir establecer una proyección, considerando una toma diaria a una de altura sobre la superficie terrestre de 10 metros, por lo que los datos obtenidos se muestran a continuación:

**Figura 6:** Gráfica del historial del viento desde el 01 de enero del 2017 hasta el 27 de septiembre del 2019



*Nota.* Gráfica elaborada en Minitab 18 con base a los datos del anexo 6

Como se observa en la figura 6, se tiene un promedio 4.541 m/s con un total de 995 muestras que se han tomado, por lo que el viento promedio se obtiene de la siguiente manera:

$$U = \frac{1}{N_S} \sum_{i=1}^{N_S} u_i$$

$$N_S = 995 \text{ capturas de datos}$$

$$\sum_{i=1}^{N_S} u_i = 4518.45$$

$$U = \frac{4518.15}{995} = 4.540$$

Así también, es necesario calcular la desviación estándar utilizando la siguiente fórmula:

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (U_i - \bar{U})^2}$$

$$\sum_{i=1}^{N_S} (u_i - U)^2 = 1214.33 \text{ m/s}$$

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{1}{995-1} * 1214.33 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

$$\sigma_u = 1.105 \text{ m/s}$$

A una altura de 27 msnm que se encuentra la ubicación establecida, se utiliza la siguiente ecuación:

$$U(Z_r) = 4.540$$

$$Z_r = 10 \text{ msnm}$$

$$z = 100 \text{ msnm}$$

$$\alpha = 0147$$

$$U_{27m} = \left(\frac{27m}{10m}\right)^{0147} * \frac{4.54m}{s} = 5.25 \text{ m/s}$$

De manera general, se procede a calcular la potencia disponible por unidad de área, como se muestra a continuación:

$$\rho = 1.225 \text{ Kg/m}^3$$

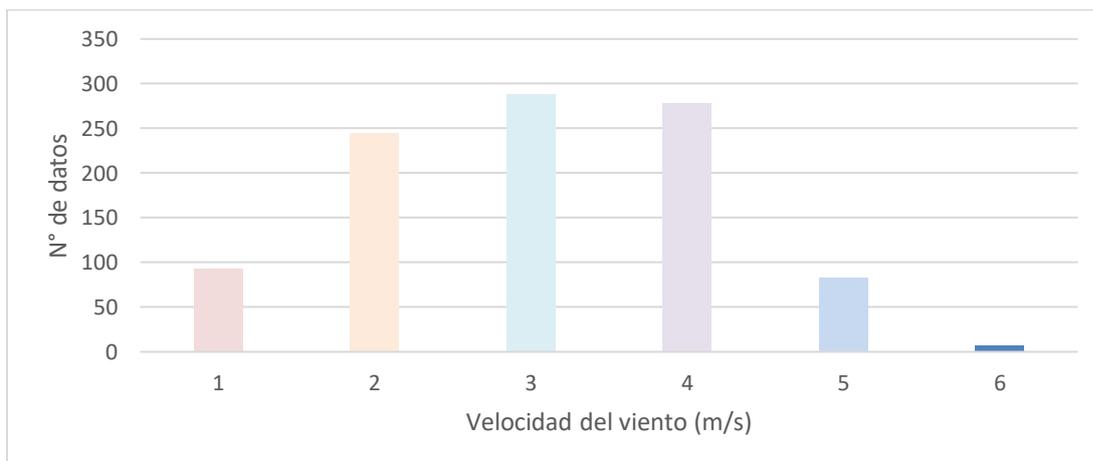
$$N_s = 995 \text{ capturas de datos}$$

$$\sum_{i=1}^{N_s} (U_i)^3 = 109789.47 \text{ m}^3/\text{s}^3$$

$$\frac{\bar{P}}{A} = \frac{1}{2} * 1.225 \text{ Kg/m}^3 * \frac{1}{995} * 109789.47 \text{ m}^3/\text{s}^3 = 67.583 \text{ W/m}^2$$

Como se identificó de la ecuación anterior, la densidad de potencia eólica resultó ser de  $67.583 \text{ W/m}^2$ , por lo que, para contrastar el dato obtenido, se utilizó Matlab a fin de identificar la velocidad de viento con mayor probabilidad, siendo en primera instancia la obtención de la frecuencia absoluta del viento.

**Figura 7:** Frecuencia absoluta de velocidad del viento

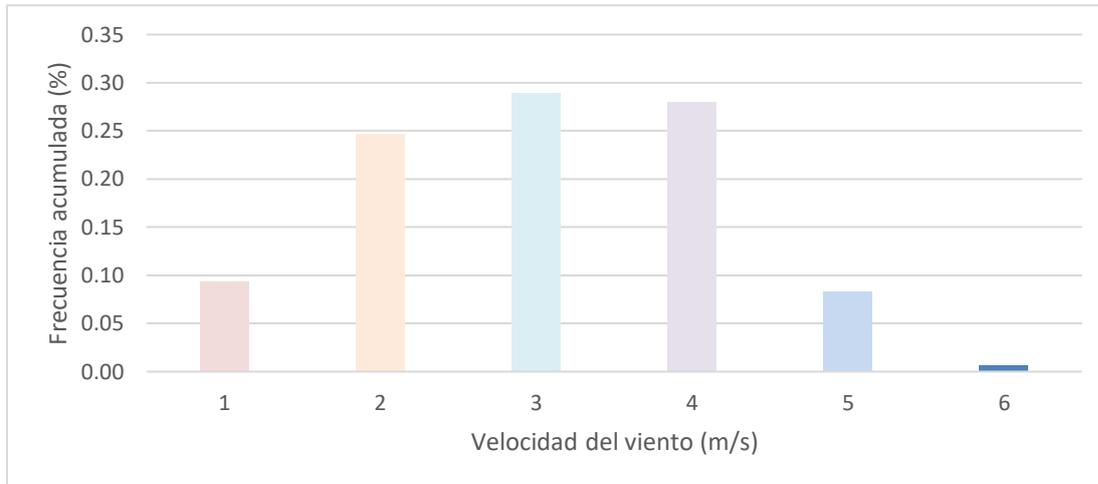


*Nota.* Gráfica elaborada con información a partir del anexo 6

Posteriormente, se procede a identificar la frecuencia acumulada generada a partir de

los datos obtenidos de la velocidad del viento:

**Figura 8:** Frecuencia acumulada de velocidad del viento



*Nota.* Gráfica elaborada con información a partir del anexo 6

Para determinar la ecuación de la recta de la ecuación de distribución de Weibull, resulta necesario realizar el siguiente cálculo:

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k}$$

Para el empleo de la ecuación en frecuencia acumulada, se procede a realizar la siguiente transformación:

$$\ln(-\ln(1 - F(x))) = k * \ln x - k \ln \lambda$$

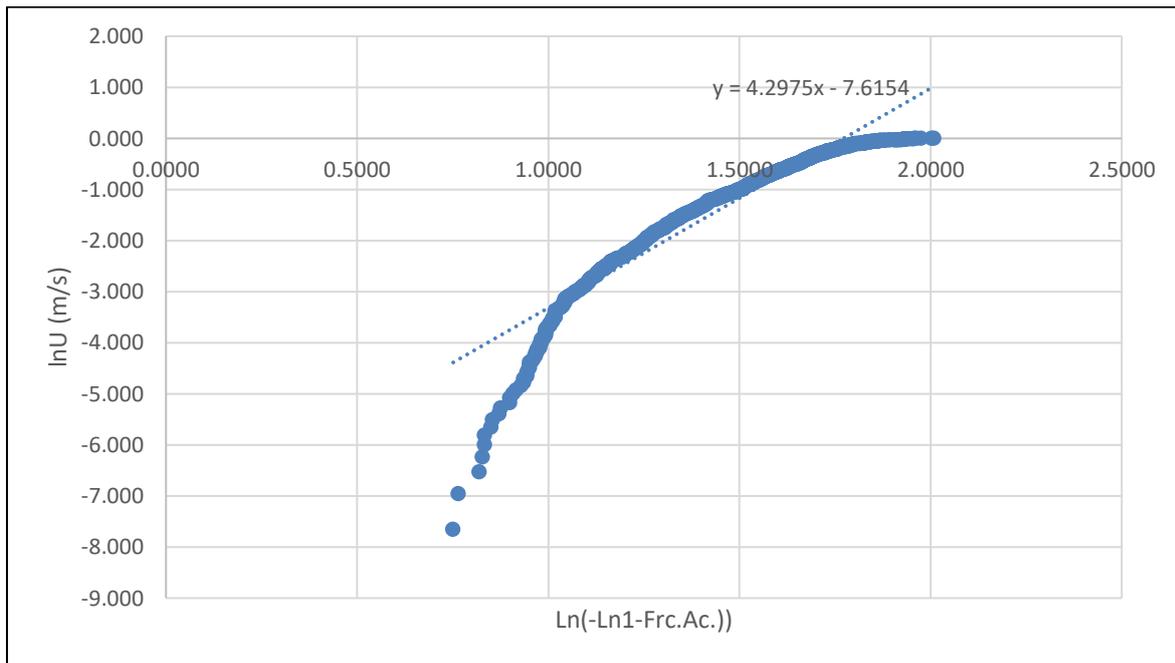
Donde:

$k \ln \lambda$  : es la pendiente resultante de la ecuación

$k * \ln x$  : Esta comprendida x que es la velocidad del viento y k es la pendiente

A continuación, se presenta la ecuación de la recta:

**Figura 9:** Frecuencia acumulada de velocidad del viento



*Nota.* Gráfica elaborada con información a partir del anexo 6

De la gráfica se obtiene la ecuación de la recta, donde:

$$k \ln U = 4.2975$$

$$\exp(-7.6154/4.2975)$$

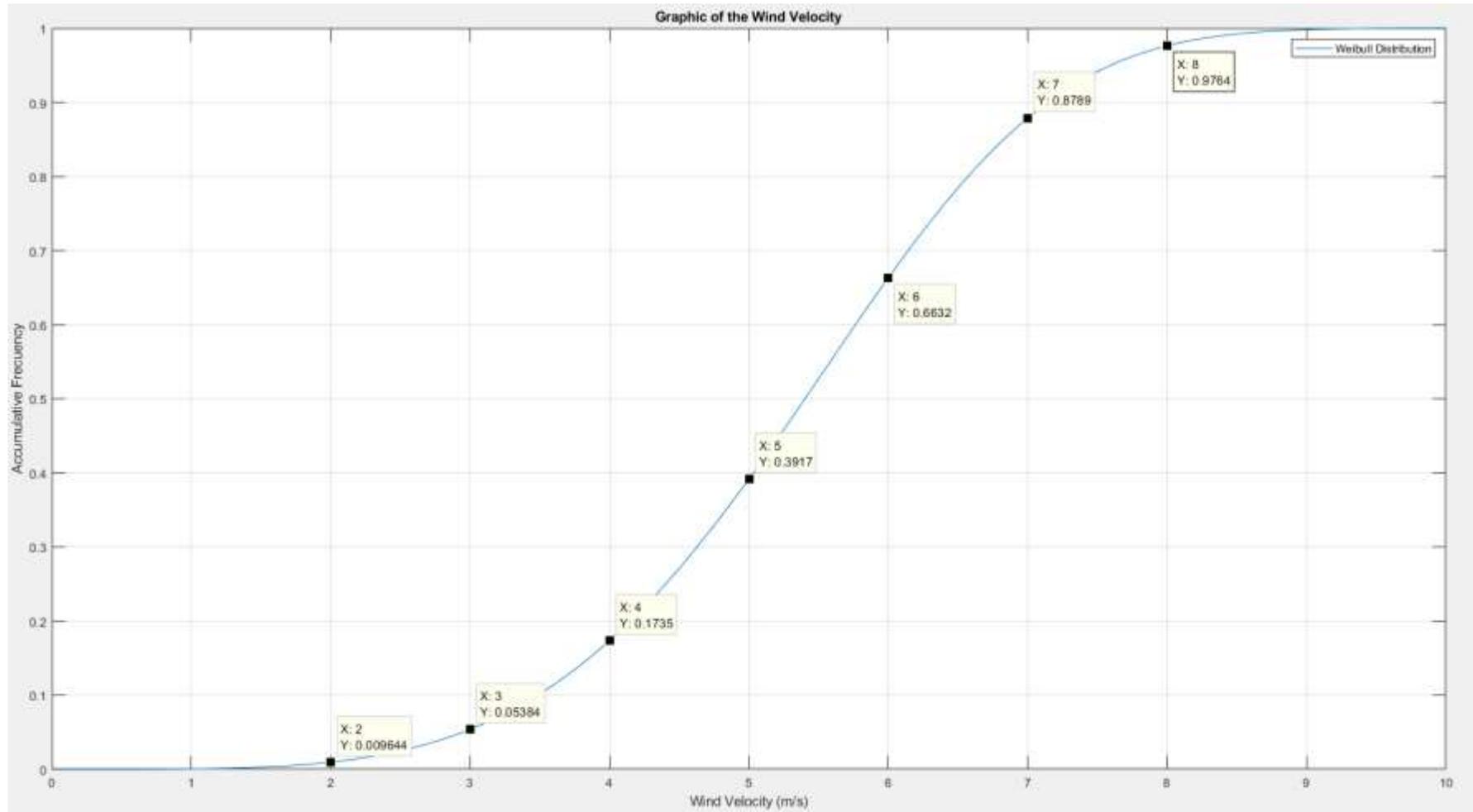
**Figura 10:** Código empleado para obtener la velocidad de diseño para la turbina eólica

```
% Algoritmo para determinar la velocidad de diseño para la turbina eolica
clc;
clear all;
syms f
V = 0:0.1:10; % Variable que varia de acuerdo al lugar
k = 4.2975; % Variable de la distribución de Weibull
r = 5.88292166; % Variable de la distribución de Weibull
f = 1 - exp(-(V/r).^k); % Función de la distribución de Weibull
% subplot (2,1,1)
plot (V,f);
xlabel 'Wind Velocity (m/s)';
ylabel 'Accumulative Frecuency';
title ('Graphic of the Wind Velocity');
legend ('Weibull Distribution');
grid on
```

*Nota.* Elaboración propia

Se muestra el resultado obtenido mediante el procesamiento del script:

Figura 11: Velocidad de diseño para la turbina eólica



Nota. Elaboración propia

Para obtener unos valores con mayor eficiencia, se procede a realizar un histograma en Matlab a fin de generar valores más precisos, siendo empleado el siguiente script:

**Figura 12:** Script para obtener la nueva distribución

```

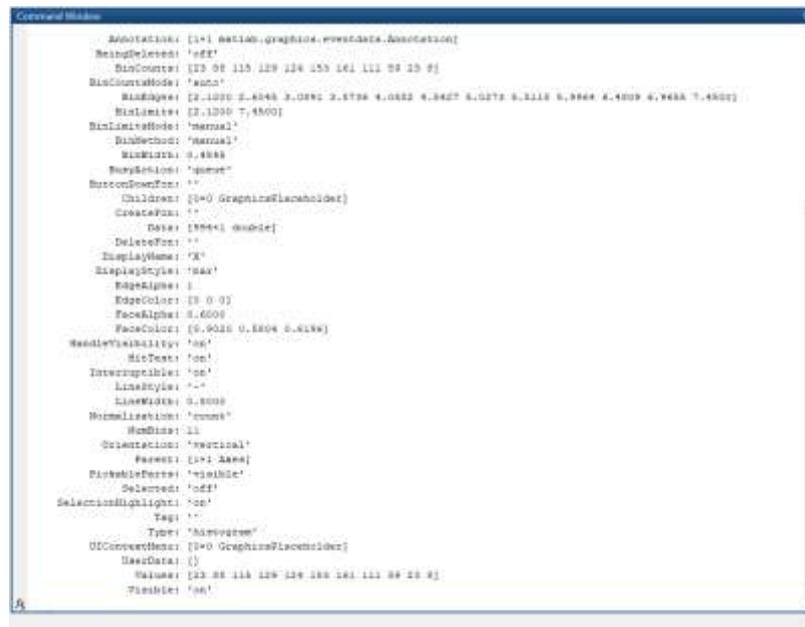
1      %Histograma
2 -   clc; clear all;
3      %leer datos desde el excel
4      tabladatos=readtable('Dattt.xlsx');
5      X=tabladatos.P;
6      %Histograma
7 -   n=length(X); %Cantidad de datos en X
8 -   R=max(X)-min(X); %Rango de los datos
9 -   m=fix(1+3.3*log10(n))+1; %Cantidad de intervalos
10 -  c=R/m; %amplitud de cada intervalo (bins)
11 -  bordes=min(X):c:max(X); %Extremos de cada intervalo (li Y ls)
12 -  Hfig=histogram(X,bordes);
13 -  Hfig.FaceColor=[230/255 ,148/255 ,158/255],
14 -  xlabel('Velocidad del viento m/s')
15 -  ylabel('Frecuencia acumulada')
16 -  title('Distribución de frecuencias')
17 -  grid on %agregar malla al grafico

```

*Nota.* Elaboración propia

A continuación, se obtiene el siguiente resultado:

**Figura 13:** Resultado de la nueva distribución



*Nota.* Elaboración propia

Los datos obtenidos de la figura anterior se reorganizan de la siguiente manera:

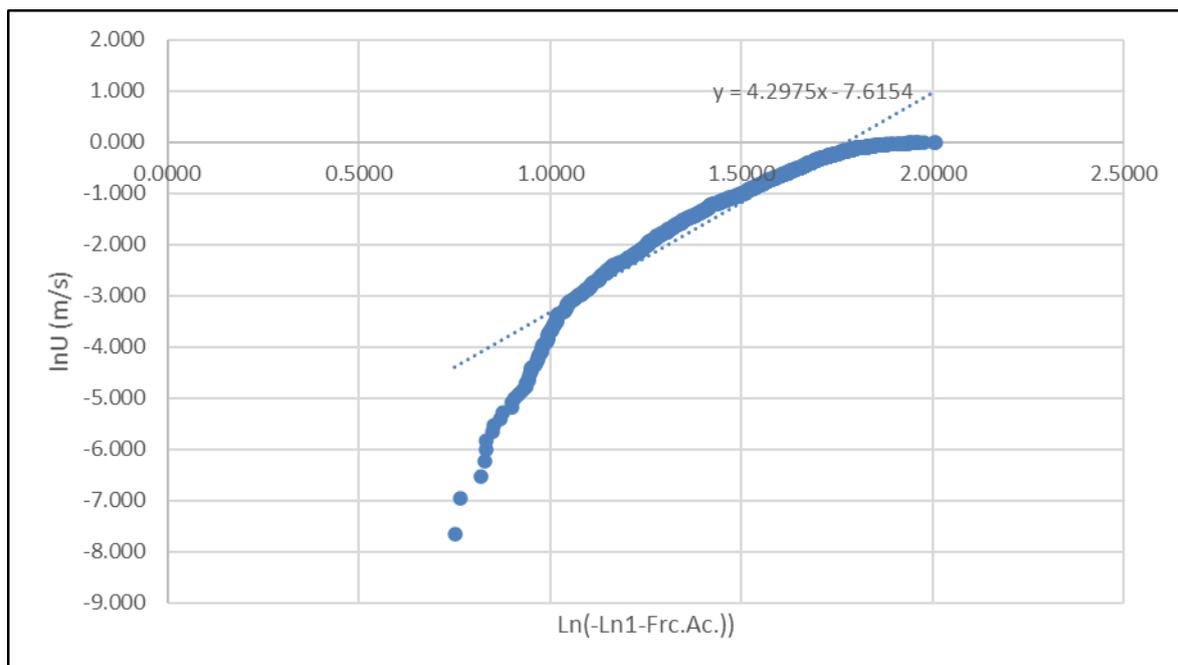
**Tabla 4:** Frecuencias estadísticas

Mínima	Máximo	Frec. Abs.	Frec. Relat.	Frec. Acum.	ln(Min.)	ln(Frec. Abs.)
2.12	2.6045	23	0.023	0.023	0.7514	-3.766
2.6045	3.0891	88	0.089	0.112	0.9572	-2.192
3.0891	3.5736	115	0.116	0.227	1.1279	-1.481
3.5736	4.0582	129	0.130	0.357	1.2736	-1.030
4.0582	4.5427	124	0.125	0.482	1.4007	-0.730
4.5427	5.0273	153	0.154	0.636	1.5135	-0.453
5.0273	5.5118	161	0.162	0.798	1.6149	-0.226
5.5118	5.9964	111	0.112	0.909	1.7069	-0.095
5.9964	6.4809	59	0.059	0.969	1.7912	-0.032
6.4809	6.9655	23	0.023	0.992	1.8689	-0.008
6.9655	7.45	8	0.008	1.000	1.9410	0.000

*Nota.* Elaboración propia

Se procede a graficar para obtener la ecuación de la recta:

**Figura 14:** Ecuación lineal de la velocidad del viento con ajuste

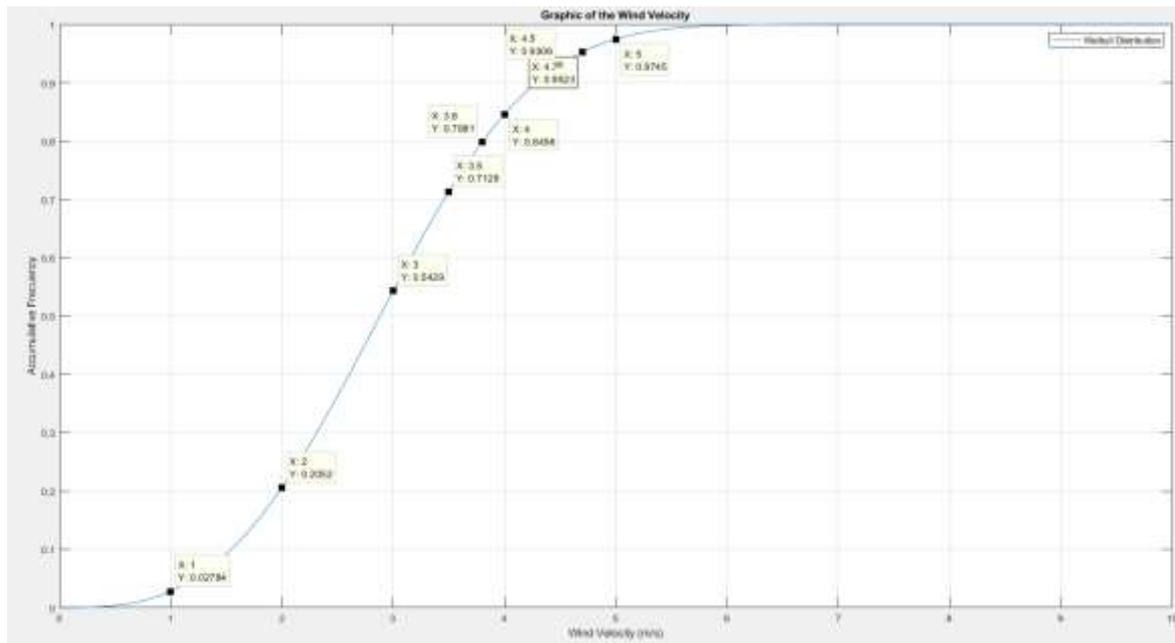


*Nota.* Elaboración propia

Los datos de la ecuación de la recta permiten rediseñar la distribución de Weibull, de

la siguiente manera, considerando que  $k = 2.8692$  y  $r = 3.2535$ :

**Figura 15:** Frecuencia acumulada vs velocidad del viento



*Nota.* Elaboración propia

En los valores obtenidos se muestra que se tiene una mayor probabilidad a partir de 3 m/s hacia 5 m/s, por ende, se elimina el resto de valores debido a que existe una reducida probabilidad de que se alcance el valor establecido, en consecuencia, se procede a obtener la potencia eólica útil:

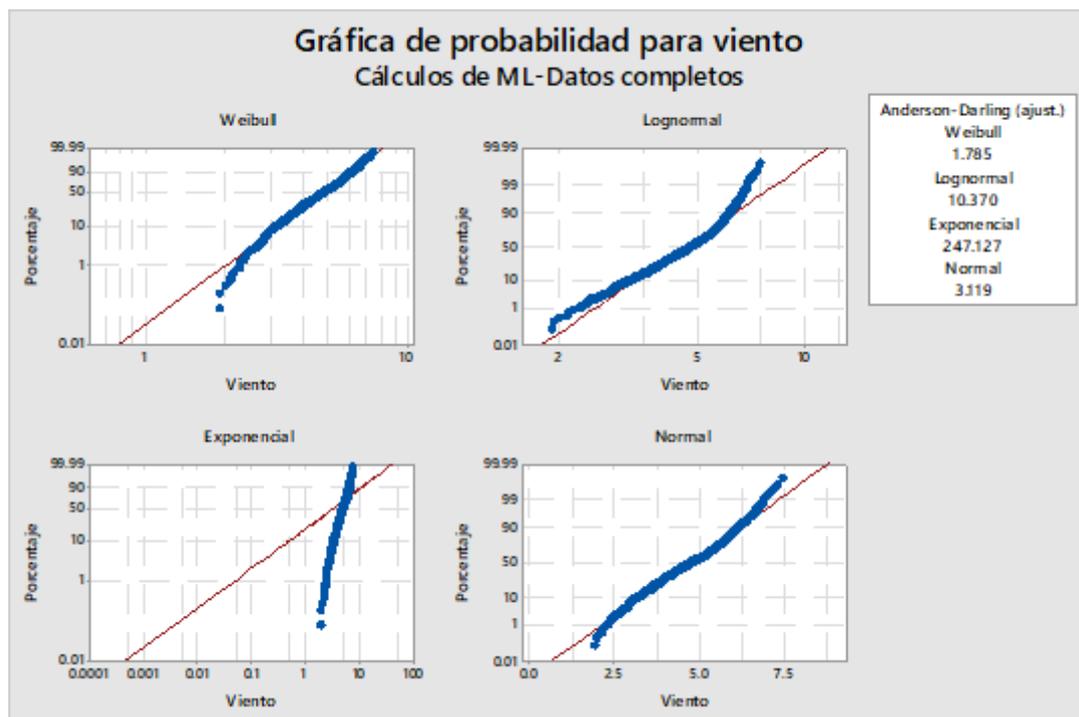
**Tabla 5:** Potencia eólica en 24 hrs

Valor (m/s)	Frec. Acum.	Probabilidad (1-Frec. Acum.)	Potencia (W/m <sup>2</sup> )	Potencia Útil (24 hrs)
2	0.2052	0.7948	4.9	117.6
3	0.5429	0.4571	16.53	396.72
3.5	0.7128	0.2872	26.26	630.24
3.8	0.7981	0.2019	33.61	806.64
4	0.8456	0.1544	39.2	940.8
4.5	0.9306	0.0694	55.81	1339.44
4.7	0.9523	0.0477	63.59	1526.16
5	0.9745	0.0255	76.56	1837.44

*Nota.* Elaboración propia

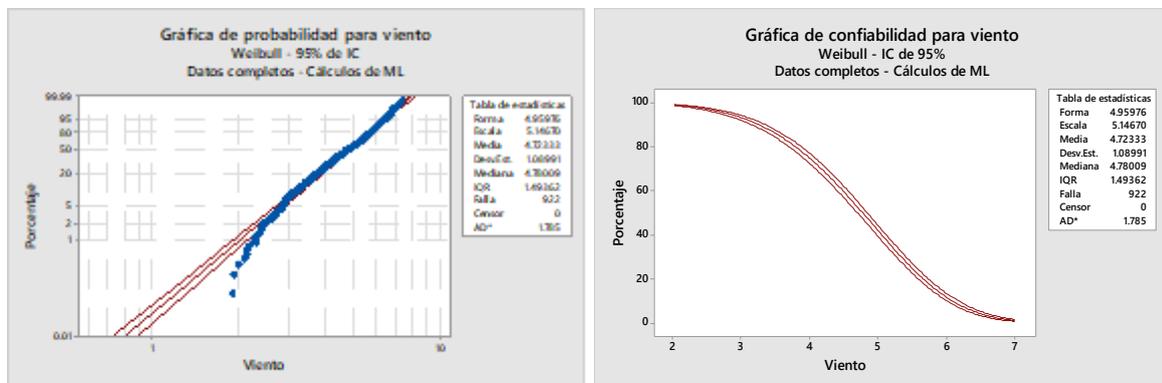
De los datos obtenidos, se escogió a 4.7 m/s, esto debido a que permite entregar con un 5% de error una potencia de 63.59 W/m<sup>2</sup>, por lo que para identificar qué se eligió adecuadamente el valor de la velocidad del viento, se compara el valor obtenido con el resultado de Minitab, donde la información se obtuvo de la base de datos de Power NASA presente en el anexo 6.

**Figura 16:** Gráfica de probabilidad del viento según distribuciones



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 17:** Probabilidad media del viento a un intervalo de 95%



*Nota.* Elaboración propia

Mediante el uso de Minitab, se identificó que la distribución que más se asemeja a la data fue Weibull, siendo los datos presentados a continuación:

**Tabla 6:** Distribución de probabilidades

Distribución	Media	Error estándar	IC normal de 95%	
			Inferior	Superior
Weibull	4.72333	0.035927	4.65344	4.79428
Lognormal	4.72622	0.039992	4.64848	4.80525
Exponencial	4.71707	0.155348	4.42221	5.03159
Normal	4.71707	0.036162	4.64619	4.78795

*Nota.* Elaboración propia

Se procede a comparar los resultados obtenidos:

**Tabla 7:** Comparación de los métodos

Método	Viento (m/s)	Potencia W/m <sup>2</sup>
Método práctico	5.25	67.583
Utilizando Matlab	4.7	63.59
Utilizando Minitab	4.7233	64.54

*Nota.* Elaboración propia

De la tabla anterior se evidencia que 4.72 m/s arroja una mayor potencia y se encuentra con una probabilidad del 95% de ocurrencia, por ende, la potencia es de 64.54 W/m<sup>2</sup>.

### **Criterios para el uso de cada energía**

La selección de cada fuente de energía depende de la consideración del ingeniero encargado del diseño, quien decide qué proporción de la demanda total se abastecerá con cada tipo de energía. [31]

Sin embargo, la elección de cada tipo de energía está influenciada por sus respectivas ventajas y desventajas. Por ejemplo, la energía eólica requiere condiciones de viento más intensas y persistentes en comparación con la energía solar, cuya disponibilidad es más constante en la zona de estudio y cuyos datos de medición sirven en un área de varios km<sup>2</sup>. [32]

Por otro lado, considerando que el uso de un sistema de generación eólica puede tener impactos negativos en el medio ambiente que van más allá de las emisiones de gases

contaminantes, como la interferencia con las aves, la alteración visual del paisaje y la generación de ruido [33]. Se decide limitar el uso de aerogeneradores en la zona de estudio, al ser un espacio residencial.

Con todo lo anterior mencionado para cubrir el consumo eléctrico de la empresa, se ha optado por asignar un 10% de energía proveniente de fuentes eólicas y un 90% de energía solar.

**Determinar los componentes del sistema híbrido para cubrir la demanda eléctrica de la empresa TDEM S.R.L.**

### **Cálculo de potencia real aprovechable del generador eólico**

Para obtener la potencia eólica del generador resulta importante identificar el generador óptimo para la zona de estudio, por lo que se requiere un aerogenerador de pequeño tamaño debido a que es una zona residencial y existe presencia de viviendas multifamiliares de más de 6 pisos, lo que reduce la velocidad del viento. Por lo tanto, se emplea un aerogenerador Wind. Según datasheet del aerogenerador tiene un diámetro de rotor de 1.7 m, dato que servirá para calcular el área de barrido frontal por la pala empleando la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi * (1.7 \text{ m})^2}{4} = 2.27 \text{ m}^2$$

Reemplazando en la fórmula de potencia eólica, que es la siguiente:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * A * v^3$$

Donde:

$P_{eolica}$ : Potencia eólica (Watts)

$\rho$ : Densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>)

A: Área (m<sup>2</sup>)

v: Velocidad de viento escogida en la tabla 6 a 10 metros (m/s)

Reemplazando en la ecuación anterior:

$$P_{eolica} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 2.27 \text{ m}^2 * (4.72 \text{ m/s})^3 = 146.2 \text{ W}$$

Empleando el generador Wind de 600 W, se obtendrá una máxima potencia de 146.2 W para una velocidad de 4.72 m/s. Por consiguiente, se procede a obtener la potencia mecánica del rotor de la siguiente manera:

$$P_{mec.rot} = C_p(P_{eolica}) = 0.59 * (146.2) = 86.25 W$$

Posteriormente, se procede a identificar la potencia eléctrica mediante la siguiente ecuación:

$$P_{electrica} = P_{mec.rot} * R_{sm} = 86.25 * 0.96 = 82.8 W$$

Como se requiere una velocidad de 2 m/s para que el generador empiece a producir energía eléctrica, se procede a obtener la energía producida en el transcurso de un día:

$$E_A = 82.8W * 24h = 1987.2 Wh \cong 1.98 \frac{kWh}{día}$$

Por consiguiente, se sabe que se debe satisfacer un creciente consumo eléctrico de 173.36 kWh por lo que se muestra en la figura 2. De todo esto solo se va cubrir el 10% de ese consumo con energía eólica, lo que vendría a ser 17.336 kWh, teniendo eso en cuenta se procede a calcular la cantidad de aerogeneradores que se necesitan para dicho propósito.

$$Energía a cubrir < Energía diaria * cantidad de generadores$$

$$17.336 kWh < (1.98 * 9) kWh$$

$$17.336 kWh < 17.82 kWh$$

Como se observa, se requiere un total de 9 aerogeneradores de la marca Wind para generar más del 10% de lo que se requiere para satisfacer el consumo eléctrico de la empresa.

### **Dimensionamiento del sistema fotovoltaico**

El sistema fotovoltaico satisface el 90% de un total de 173.36 kWh que es representado por 156.02 kWh. Por lo tanto, para un consumo de 173.36 kWh al mes se despeja en 24 días para obtener la potencia consumida de manera diaria:

$$PC_{día} = \frac{P_c mensual}{24 días} = \frac{156.02}{24 días} = 6.5 \frac{kWh}{día}$$

La potencia diaria resultó ser de 6.5 kWh/día, pero no es la potencia real, debido a

que el sistema fotovoltaico no cuenta con una eficiencia del 100% debido a que la caída de tensión es entre 1% a 2%, la eficiencia de baterías se encuentra a un 80% y la pérdida en el inversor es del 92%:

$$PC_{min} = \frac{PC_{DIA}}{\eta_{inversor} + \eta_{bateria} + \eta_{cableado}} = \frac{6.5 \frac{kWh}{dia}}{0.92 * 0.80 * 0.99} = 8.92 \frac{kWh}{dia}$$

Por otro lado, se busca obtener la potencia mínima de trabajo al considerar un 60% para sistemas con almacenamiento:

$$P_{min} = \frac{PRC_{MIN} * I}{P * PR} = \frac{8.92 \frac{kWh}{dia} * 1 \frac{kWh}{m^2}}{5.38 * \frac{kWh}{m^2} * 0.6} = 2.76 kW$$

Se observa que se requiere una potencia mínima de 2.76 kWh, por lo que la potencia real se obtiene mediante un 20% adicional ante posibles pérdidas durante el funcionamiento del sistema fotovoltaico:

$$P_{real} = 20\% * 2.76 kWh = 3.31 kWh$$

### Selección de paneles fotovoltaicos

Se requiere satisfacer una potencia real de 3.312 kWh, por lo que se consideró el fabricante JA SOLAR que comercializa un panel de 450 w, siendo obtenido la cantidad de paneles mediante la siguiente fórmula:

$$N_p = \frac{P_{min}}{P_{panel}}$$

Donde:

$N_p$ : N° de paneles fotovoltaicos

$P_{panel}$ : Potencia del panel solar (watts).

$P_{min}$ : Potencia mínima de trabajo (watts).

$$N_p = \frac{3312 W}{450 W} = 7.36 \cong 8 \text{ paneles}$$

No obstante, también es importante determinar la potencia total del sistema a generar:

$$P_{generada} = P_{panel} * N_{paneles}$$

Despejando con los resultados obtenidos:

$$P_{generada} = 450 * 8 = 3.6 \text{ kW}$$

Por consiguiente, para satisfacer el consumo eléctrico de la empresa en estudio se requiere 8 paneles fotovoltaicos de 450 W de la marca JA SOLAR.

### **Dimensionamiento del controlador**

La zona de estudio presenta en ciertas temporadas condiciones climatológicas adversas, lo que conlleva a un aumento de las tensiones e intensidades en los paneles solares que serán instalados, por tanto, se consideró para el diseño del sistema fotovoltaico un factor de seguridad de 1.15 para obtener la capacidad nominal del controlador:

$$Cap_{control} = \frac{NP_{Totales} * I_{sc} * 1,15}{NP_{serie}}$$

Reemplazando los valores obtenidos de las operaciones anteriores, se obtiene:

$$Cap_{control} = \frac{8 * 13.93 * 1.15}{2} = 64.07 \text{ A}$$

Se identificó que el inversor requiere una capacidad de 64.07 A, por lo tanto se seleccionó un MPPT Solar Charge Controller PC 1800<sup>a</sup> Series de 80A. Ahora bien, se requiere identificar si el controlador satisface la demanda de corriente requerida, para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$N_{controladores} = \frac{Cap_{control}}{\text{Corriente de carga del controlador}}$$

$$N_{controladores} = \frac{64.07 \text{ A}}{80 \text{ A}}$$

$$N_{controladores} = 0$$

$$0.8 \approx 1$$

De la fórmula anterior, se determinó que se requiere un total de 1 controlador.

### **Cálculo para el acumulador de energía**

Mediante los cálculos se estableció que se requiere 6.5 kWh/día de manera diaria que

requiere ser almacenado por las baterías del sistema, por lo que en el mercado nacional se presenta una diversidad de fabricantes según las capacidades, marcas, tipos y diseños; sin embargo, se consideró a la marca de batería estacionaria 600 Ah 12V Ultracell UZS600, debido a que es el mismo proveedor que el panel fotovoltaico y otros componentes. Por otro lado, la profundidad de descarga es de 0.7 voltios, mientras que posee una capacidad de carga máxima de 100% y se consideró un tiempo de autonomía de 12 horas al encontrarse la ubicación de la instalación en una zona céntrica.

$$C_t = \frac{C_B * 1.2 * n^\circ}{V * pd}$$

Donde:

Pd: Profundidad de máxima descarga diaria de la batería 20%

V: Voltaje de batería (Voltios)

$C_B$ : Capacidad de la batería a satisfacer

Tiempo de autonomía en días:  $n^\circ$

Margen de seguridad de carga del 20%: 1.2

Reemplazando los valores:

$$C_t = \frac{6500 * 1.2 * 2}{48 * 0.7} = 464.28 \text{ Ah}$$

Reemplazando para identificar el número de baterías:

$$\frac{C_t}{C_B} = \frac{464.28 \text{ Ah}}{600 \text{ Ah}} = 0.77 \cong 1 \text{ batería}$$

### **Dimensionamiento del inversor**

El inversor híbrido que se considero es de la marca Voltronic Axpert VMIII de 5 kW que presenta las siguientes características de operación:

**Tabla 8:** Resumen de cuadro de cargas

Modelo	5 kW
Entrada	
Voltaje	230 VAC
Rango de voltaje	170 - 280 VAC (para ordenador personal) 90 - 280 VAC (para electrodomésticos)
Frecuencia de rango	50 Hz/60 Hz
Salida	
AC Regulación de voltaje	230 VAC +/- 5%
Potencia de sobrecarga	6000 VA
Eficiencia	90% a 93%
Tiempo de transferencia	10 ms (Computadoras)
Batería	
Voltaje de batería	24 VDC
Voltaje de carga flotante	27 VDC
Protección contra sobrecarga	33 VDC

*Nota.* Tomado de AutoSolar [1]

La máxima demanda simultánea que se cuenta es de 5.78 kW, esto se obtiene al sumar la potencia de los distintos equipos que es 7.23 kW y multiplicar por 0.8, siendo el producto 5.78 kW. Como se identifica en la tabla anterior, la eficiencia del inversor resulta ser del 90% como mínimo, siendo el valor elegido para el sistema híbrido:

$$Cap_{inv} = \frac{5.78 \text{ kW}}{93\%}$$

$$Cap_{inv} = 6.21 \text{ kW}$$

Ahora bien, se procede a determinar la cantidad de inversores necesarios:

$$N_{inv} = \frac{Cap_{inv}}{P_{inv}}$$

$$N_{inv} = \frac{6.21 \text{ kW}}{5 \text{ kW}}$$

$$N_{inv} = 1.24 \approx 1 \text{ inversor}$$

Dimensionamiento del sistema eléctrico fotovoltaico

Se ha determinado que en los conductores de corriente continua se presentará una disminución máxima de su valor del 1%. A continuación, se presenta las distancias de equipos

a considerar:

**Tabla 9:** Distancias de equipos para cálculo de conductores eléctricos

Tramo	Longitud	Valor máximo admisible
<b>Tramo A:</b> Aerogenerador - regulador	18 m	1%
<b>Tramo B:</b> Regulador - acumulador	10 m	1%
<b>Tramo C:</b> Panel fotovoltaico- regulador	8 m	1%
<b>Tramo D:</b> Controlador - acumulador	10 m	1%
<b>Tramo E:</b> Acumulador - inversor	10 m	1%
<b>Tramo F:</b> Inversor – Tablero general	1 m	1%

*Nota.* Elaboración propia

Posteriormente, se procede a calcular el diámetro del conductor acorde a lo establecido por el CNE, como se muestra a continuación para cables de cobre:

$$S(mm^2) = \text{Factor de conductividad} * \frac{\text{Long. (m)} * \text{Intensidad (A)}}{\nabla V(\text{Tensión máxima en serie})}$$

Donde:

Factor de conductividad del cobre:  $4.4 * 10^{-2}$

L : Longitud del tramo (metros)

I : Máxima corriente (Amperios)

$\nabla V$ : Tensión máxima en serio (Voltios)

**Tramo A:** Aerogenerador - regulador

La tensión máxima de salida en el aerogenerador es  $V=220$  VAC, se calcula la caída de tensión correspondiente al 1%.

$$\nabla V = 220 \text{ VAC} * 1\%$$

$$\nabla V = 2.2 \text{ VAC}$$

Para un buen dimensionamiento de conductores el CNE recomienda que su capacidad de corriente no debe ser menor del 125% de su corriente nominal [2]. Por otro lado, de las características del equipo se obtuvo que la corriente de salida resultante es:

$$I = \frac{P(\text{Watts})}{V} * \sqrt{3} * \cos(\varphi)$$

$$I = \frac{600 \text{ W}}{220 \text{ VAC}} * \sqrt{3} * \cos (0.8)$$

$$I = 4.72 \text{ A}$$

Por consiguiente, la corriente resulta ser:

$$I = 4.72 \text{ A} * 1.25$$

$$I = 5.90 \text{ A}$$

Además, conociendo la longitud del tramo,  $L = 18 \text{ m}$ , la caída de tensión,  $\nabla V = 2.2 \text{ V}$  y la corriente  $I = 4.91 \text{ A}$ .

$$S(\text{mm}^2) = 4,4 * 10^{-2} \frac{18 \text{ m} * 4.91 \text{ A}}{220 \text{ V}}$$

$$S = 1.76 \text{ mm}^2$$

Con una sección de  $1.76 \text{ mm}^2$  y según la tabla anterior corresponde a un conductor NHX-90 de calibre de  $2.5 \text{ mm}^2$ . Para estar seguros de la elección, nuevamente se calcula el porcentaje de caída de tensión.

$$\nabla V = 4.4 * 10^{-2} \frac{L * I}{S(\text{mm}^2)}$$

$$\nabla V = 4.4 * 10^{-2} \frac{18 * 22.5}{2.5}$$

$$\nabla V = 1.55 \text{ V}$$

$$\nabla V\% = \frac{1.55}{2.2}$$

$$\nabla V\% = 0.70\%$$

Con esto se concluye que se eligió de manera correcta el conductor NHX-90 de calibre de  $2.5 \text{ mm}^2$ .

**Tramo B:** Regulador (aerogenerador) - acumulador

Al presentar una caída de 1% a fin de que se logre regular a 12 voltios.

$$\nabla V = 220 \text{ V} * 1\%$$

$$\nabla V = 2.2 \text{ V}$$

Al obtener una corriente de 3.93A se establece la corriente que circula para establecer su sección.

$$S(mm^2) = 4.4 * 10^{-2} \frac{10 m * 3.93A}{2.2 V}$$

$$S = 0.39 mm^2$$

Con una sección de  $0.39 mm^2$  corresponde a un conductor NHX-90 de calibre de  $1 mm^2$ , es decir es de calibre 18 AWG.

**Tramo C:** Panel fotovoltaico- regulador

Se establece la caída de tensión de voltaje de la siguiente manera:

$$\nabla V = 41.82 V * 1\%$$

$$\nabla V = 0.4182 V$$

Se establece la sección del cable en el tramo especificado de la siguiente manera:

$$S(mm^2) = 4.4 * 10^{-2} * \frac{8 m * 13.93 A}{2.2 V}$$

$$S = 2.22 mm^2$$

Con una sección de  $2.22 mm^2$  corresponde a un conductor NHX-90 de calibre de  $10.60 mm^2$ , es decir es de calibre 7 AWG.

**Tramo D:** Regulador - acumulador

Se muestra la sección en el tramo de salida:

$I = 11.49 A$  y la caída de tensión será de 1%.

$L = 10 m$

$V = 48 V$

$$\nabla V = 48V * 1\%$$

$$\nabla V = 0,48 V$$

Con este valor se calculará la sección del conductor

$$S(mm^2) = 4.4 * 10^{-2} \frac{L * I}{\nabla V}$$

$$S(mm^2) = 4.4 * 10^{-2} \frac{10 m * 11.49 A}{0.48 V}$$

$$S = 10.53 mm^2$$

Con una sección de  $10.53 mm^2$  corresponde a un conductor NHX-90 de calibre de

10 mm<sup>2</sup>, es decir es de calibre 7 AWG.

**Tramo E:** Acumulador - inversor

El conductor que se obtiene es NHX-90 de calibre de 10 mm<sup>2</sup>.

**Tramo F:** Inversor – Tablero general

Potencia = 3.31 kW; V = 220 V; Cosφ = 0,8

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{COS}\phi$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * 220 \text{ VAC} * \text{COS}(0.8)}$$

$$I = \frac{3.31 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 220 * 0.8} = 10.85 \text{ A}$$

Como todo conductor no trabaja al 100% y por seguridad a esta corriente se le agrega un 25% de su capacidad.

$$I = 10.85 * 1,25$$

$$I = 13.57 \text{ A}$$

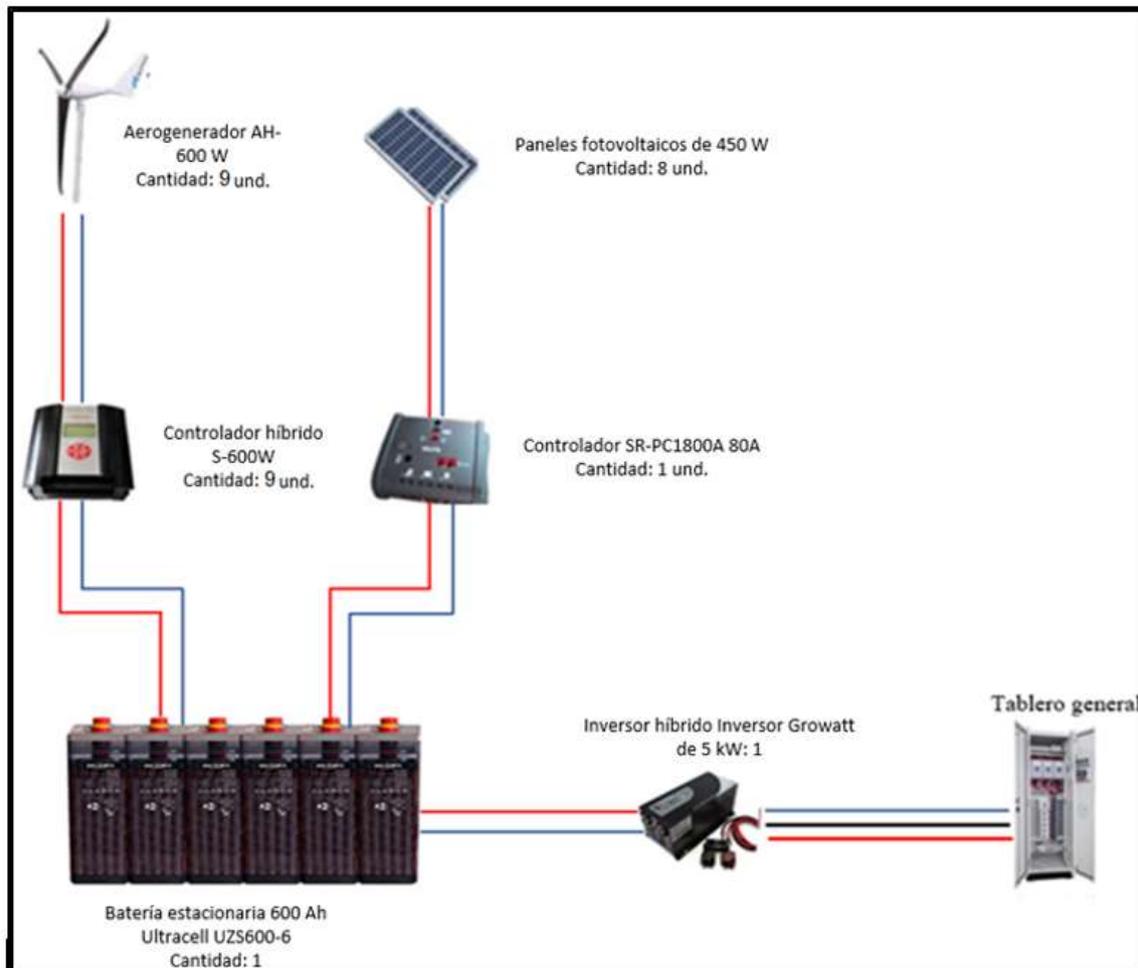
Ahora bien, se requiere un termomagnético fijo de curva C que considere IEC 60898, 5KV, 20ka/220V, 2X10A, los cuales son requeridos en el sistema híbrido. A continuación, se muestra al resumen de los componentes requeridos del sistema híbrido:

**Tabla 10:** Resumen de sistema híbrido

Equipos	Descripción	Marca	Modelo	Cantidad (Uds.)
Aerogenerador + Controlador	Tripala	Power Wind	S - 600W	9
Panel fotovoltaico	Monocristalino	JA Solar	450W 24V Monocristalino	8
Controlador fotovoltaico	MPPT	Controlador de carga solar	SR-PC1800A SERIES 80A	1
Batería	Batería de ciclo profundo	Tensite	Tensite 6V - 600 Ah	1
Inversor	Híbrido	Victron	Voltronic Axpert VMIII 5 kW	1

*Nota.* Tomado de AutoSolar [1]

**Figura 18:** Componentes del sistema híbrido



Nota: Elaboración propia

Como se visualiza en la figura 18, se requiere de 9 aerogenerador 600W – 30Ah que posee un cuerpo metálico y cuchillas de fibra de vidrio con un voltaje de 24 V, un controlador de carga híbrido de 600W, 8 paneles fotovoltaicos de 450W, 1 controlador SR-PC1800A 80 A, una batería estacionaria, 1 inversor híbrido Growatt de 5 kW para satisfacer una demanda de consumo eléctrico de 173.36 kWh.

### **Evaluar el impacto del sistema híbrido en la empresa TDEM S.R.L.**

#### **Inversión del sistema híbrido**

Es importante el análisis económico en todo proyecto que requiere una inversión y el beneficio se recupere a mediano a largo plazo, pues permite establecer si la ejecución del proyecto resulta positivo o negativo mediante la interpretación de indicadores económicos.

Ahora bien, el presente trabajo busca cubrir la demanda del 100% del consumo eléctrico de la empresa TDEM S.R.L. A continuación, se muestra los costos de componentes del sistema fotovoltaico:

**Tabla 11:** Costo de componentes del sistema híbrido

Descripción	Modelo	Cantidad	Costo unitario S/.	Costo total S/.
Aerogenerador	Aerogenerador POWER Wind s-600W + Controlador eólico	9	388.7	3498.3
Panel fotovoltaico	JA SOLAR 450 24V Monocristalino	8	989.33	7914.64
Controlador fotovoltaico	SR-PC1800A SERIES 80A	1	1333.15	1333.15
Batería	Tensite 6V - 600 Ah	1	1975.05	1975.05
Inversor	Voltronic Axpert VMIII 5 kW	1	3818.86	3818.86
	Total			18540.00

Nota: Elaboración propia

El equipamiento que se ha instalado, los paneles fotovoltaicos cuentan con una vida útil de 20 años; sin embargo, se requiere renovar el controlador fotovoltaico en el año 13 y las baterías en el año 12.

A continuación, se especifica el costo humano en la instalación del sistema híbrido:

**Tabla 12:** Costo en personal

Personal	Cantidad	Costo unitario hora	Tiempo (mes)	Costo total
Ingeniero Mecánico eléctrico	1	S/18.00	8	S/144.00
Ingeniero de seguridad	1	S/16.00	8	S/128.00
Técnico Montajista	2	S/12.00	8	S/192.00
	Total			S/464.00

Nota: Elaboración propia

Adicionalmente, existen gastos suplementarios que incluyen elementos como el gabinete de piso, el cableado, los accesorios y los costos de transporte, entre otros, como se detalla a continuación:

**Tabla 13:** Otros gastos

Descripción	Costo (S/)
Costos de los componentes del sistema híbrido	S/18,540.00
Mano de obra	S/464.00
Gabinete de piso, cableado, accesorios	S/500.00
Transporte	S/600.00
Total	S/20,104.00

Nota: Elaboración propia

Por otro lado, para garantizar la máxima eficiencia del sistema híbrido, se consideró el trabajo realizado por un equipo cada 4 veces al año, como se muestra a continuación:

**Tabla 14:** Costo en mantenimiento anual

Recursos	Cantidad	Costo h/h	Horas	Total s/.
Técnico electricista	1	S/48.00	4.2	201.60
Ayudante electricista	2	S/24.00	4.2	201.60
	Total			S/403.20

Nota: Elaboración propia

Se identificó que se requiere un costo inicial de S/20,104.00 para la instalación del sistema híbrido, mientras que el gasto anual es de S/ 403.20 por concepto de mantenimiento, conforme con lo que sugiere la literatura técnica especializada que menciona que el costo de mantenimiento anual oscila entre el 1% y el 2% de la inversión realizada [34]. Por otro lado, será necesario reemplazar el controlador fotovoltaico en el año 13 y las baterías de almacenamiento en el año 12.

### **Beneficio del sistema híbrido**

El sistema híbrido está diseñado para satisfacer una demanda de energía eléctrica de 173.36 kWh, la cual ha sido sustentada mediante un análisis exhaustivo de la radiación y velocidad de viento. Por consiguiente, se muestra el beneficio de manera anual, variando la proporción de energía solar y eólica utilizada a un costo de energía eléctrica de S/. 1.30 y S/. 1.10 respectivamente.

**Tabla 15:** Tabla costo beneficio anual del sistema híbrido

Eólico (S/.)		Fotovoltaico (S/.)		Beneficio anual
10%	228.84	90%	2433.98	2662.82
20%	457.67	80%	2163.54	2621.21
30%	686.51	70%	1893.10	2579.60
40%	915.34	60%	1622.65	2538.00
50%	1144.18	50%	1352.21	2496.39
60%	1373.02	40%	1081.77	2454.79
70%	1601.85	30%	811.33	2413.18
80%	1830.69	20%	540.88	2371.57
90%	2059.52	10%	270.44	2329.97

Nota: Elaboración propia

Por lo tanto, al utilizar una proporción de 10 % de energía eólica y 90% de energía solar. Se cuenta con un beneficio anual de S/2,662.82, utilizando el sistema híbrido.

**Tabla 16:** Flujo de caja

Año	Egresos			Ingresos		Total, de ingresos	Flujo de caja
	Inversión	Cambio de equipos	Mantenimiento	Total, de egresos	Cobro de energía		
0	S/20,104.00	0	0	S/20,104.00		-S/20,104.00	-S/20,104.00
1	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	-S/17,844.38
2	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	-S/15,584.76
3	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	-S/13,325.15
4	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	-S/11,065.53
5	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	-S/8,805.91
6	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	-S/6,546.29
7	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	-S/4,286.68
8	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	-S/2,027.06
9	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/232.56
10	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/2,492.18
11	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/4,751.80
12	0	S/1,975.05	S/403.20	S/2,378.25	S/2,662.82	S/284.57	S/5,036.36
13	0	S/1,333.15	S/403.20	S/1,736.35	S/2,662.82	S/926.47	S/5,962.83
14	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/8,222.45
15	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/10,482.07
16	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/12,741.68
17	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/15,001.30
18	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/17,260.92
19	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/19,520.54
20	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/21,780.15
21	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/24,039.77
22	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/26,299.39
23	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/28,559.01
24	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/30,818.63
25	0	0	S/403.20	S/403.20	S/2,662.82	S/2,259.62	S/21,780.15

Nota: Elaboración propia

## Indicadores económicos

La propuesta de un sistema híbrido considera un periodo de vida útil de 20 años, por lo que para demostrar la viabilidad del proyecto se presenta los indicadores económicos:

**Tabla 17:** Indicadores económicos

Indicador económico	Monto
Cálculo del VAN	S/ 954.23
Cálculo de la TIR	9.59%
Cálculo de la ratio Beneficio / Costo	1.14

Nota: Se muestra los indicadores obtenidos con el flujo de caja

El flujo de caja varía debido a la fluctuación en la demanda eléctrica, que depende de la cantidad de energía generada y consumida. Factores externos, como las condiciones climáticas, afectan especialmente a los sistemas híbridos renovables, donde el 90% de la energía proviene de la solar y el 10% de la eólica, según la disponibilidad local. Además, el aumento anual del 2% en la demanda, según el MINEN, influye en la cantidad de energía que debe suministrarse. Las variaciones en la demanda o condiciones externas alteran el equilibrio entre generación y consumo, impactando el flujo de caja.

## 3.2. Discusión

Se ha desarrollado una propuesta para implementar un sistema híbrido destinado a una empresa de servicios con una demanda mensual de energía eléctrica de 173.36 kWh. Esta empresa está ubicada en Chiclayo, donde se ha identificado una favorable disponibilidad de energía solar. A pesar de que la energía eólica no alcanza el promedio esperado, sigue contribuyendo significativamente a la generación de energía eléctrica. Este enfoque está respaldado por la visión presentada por Silva (2019), quien resaltó la importancia de las fuentes renovables en la matriz energética. Además, Gómez y Ajila (2021) enfatizaron la relevancia de impulsar proyectos basados en la generación de energía limpia para reducir la dependencia de los combustibles y, por ende, mitigar el impacto ambiental.

Se realizó una evaluación del consumo eléctrico de la empresa para el año 2023, y se proyectó para los siguientes años, lo que determinó para la empresa un consumo de 173.36 kWh. En otras palabras, cuanto más energía se genera internamente en la vivienda, mayores serán los beneficios obtenidos. Estos resultados se alinean con las ideas presentadas por Romanello (2022), quien destacó la importancia de aprovechar las energías renovables como parte de una transición energética.

Se ha logrado llevar a cabo el proceso de dimensionamiento de los componentes esenciales para cumplir con la demanda necesaria de energía eléctrica. Estos componentes están respaldados por fundamentos sólidos que respaldan su elección adecuada. Asimismo, se ha determinado y establecido la selección de los conductores de cables necesarios, lo que ha resultado en la consecución de una autogeneración del 100%.

En el marco del análisis económico de la propuesta de implementación del sistema híbrido, se ha concluido que es una opción viable. Los resultados indican un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 954.23 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 9.59%. Además, el índice de costo beneficio se tradujo en S/1.14, lo que significa que por cada sol invertido se logra un retorno de 0.14 céntimos. Estos hallazgos se encuentran en línea con las ideas expuestas por Caruana (2019), quien subrayó que la transición hacia el uso de fuentes energéticas limpias está en marcha. De esta manera, se sustenta la adopción de esta transición energética al demostrarse su viabilidad desde una perspectiva económica.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Se propuso un sistema híbrido para la empresa de servicios TDEM S.R.L., identificándose que se proyecta un consumo de energía eléctrica de 173.36 kWh y se determinó que la propuesta resulta viable al obtener como resultado de S/1.14 de costo beneficio.

- Tras considerar los equipos de la empresa y la proyección de un consumo eléctrico de 173.36 kWh, se ha concluido que es factible atender la demanda prevista.
- Se ha determinado que la radiación pico inferior registró un valor de 4.75 kWh/m<sup>2</sup>/día, mientras que el pico superior alcanzó los 5.74 kWh/m<sup>2</sup>/día. La radiación media promedio se estableció en 5.38 kWh/m<sup>2</sup>/día. Además, se ha concluido que la velocidad del viento óptima para el proyecto es de 4.72 m/s, la cual ofrecería una potencia eólica de 146.2 W.
- Se ha llegado a la conclusión de que para suplir una demanda eléctrica de 173.36 kWh, es necesario contar con los siguientes componentes en el sistema híbrido: 9 aerogeneradores de 600W – 30Ah que posee un cuerpo metálico y cuchillas de fibra de vidrio con un voltaje de 24 V, un controlador de carga híbrido de 600W, 8 paneles fotovoltaicos de 450W, 1 controlador SR-PC1800A 80 A, una batería estacionaria, 1 inversor híbrido Growatt de 5 kW para satisfacer una demanda de consumo eléctrico de 173.36 kWh.
- La evaluación económica del sistema híbrido permitió identificar que en el año 0 se requiere invertir S/20,104.00, por lo que se concluyó que el proyecto resulta viable al presentar un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 954.23 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 9.59% y un costo beneficio de S/. 1.14.

## 4.2. Recomendaciones

Se sugiere a las distintas empresas la implementación de sistemas híbridos, ya que se identificó que son económicamente viables a pesar de una baja velocidad del viento.

- A futuras investigaciones se recomienda evaluar la limitación del espacio, pues se ha identificado que en ocasiones la limitante para satisfacer el consumo de energía eléctrica es el espacio disponible para la instalación del equipamiento.
- Se sugiere al momento de realizar el rediseño de establecimientos públicos o privados la adopción de sistemas fotovoltaicos como parte del nuevo sistema eléctrico, pues contribuye en resultados satisfactorios.
- A futuras investigaciones se sugiere investigar sobre los planes de mantenimiento para los sistemas fotovoltaicos con el fin de que se destine el uso de recursos necesarios y se logre maximizar los beneficios

## REFERENCIAS

- [1] R. Małkowski, M. Jaskólski, y W. Pawlicki, «Operation of the Hybrid Photovoltaic-Battery System on the Electricity Market—Simulation, Real-Time Tests and Cost Analysis», *Energies* 2020, vol. 13, n° 6, p.p. 1402, mar. 2020, [En línea]. Disponible en: doi: 10.3390/EN13061402.
- [2] D. Mazzeo, N. Matera, P. De Luca, C. Baglivo, P. M. Congedo, y G. Oliveti, «A literature review and statistical analysis of photovoltaic-wind hybrid renewable system research by considering the most relevant 550 articles: An upgradable matrix literature database», *Journal of Cleaner Production*, vol. 295, p. 126070, may 2021, [En línea]. Disponible en: doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2021.126070.
- [3] S. Rehman, «Hybrid power systems – Sizes, efficiencies, and economics», *Energy Exploration and Exploitation*, vol. 39, n° 1, pp. 3-43, ene. 2021, [En línea]. Disponible en: doi: 10.1177/0144598720965022/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177\_0144598720965022-FIG2.JPEG.
- [4] C. Sun *et al.*, «Hybrid high-concentration photovoltaic system designed for different weather conditions», *Scientific Reports* 2023 13:1, vol. 13, n° 1, pp. 1-9, mar. 2023, [En línea]. Disponible en: doi: 10.1038/s41598-023-32128-z.
- [5] A. M. Reyes y E. S. Osorio, «Implementación de un sistema híbrido solar fotovoltaico - diésel en la municipalidad de Puerto Lempira, Gracias a Dios, Honduras», *Innovare*. Accedido: 7 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.lamjol.info/index.php/INNOVARE/article/view/8080/7951>
- [6] S. Iqbal *et al.*, «Feasibility Study and Deployment of Solar Photovoltaic System to Enhance Energy Economics of King Abdullah Campus, University of Azad Jammu and Kashmir Muzaffarabad, AJK Pakistan», *IEEE Access*, vol. 10, pp. 5440-5455, 2022, [En línea]. Disponible en: doi: 10.1109/ACCESS.2022.3140723.
- [7] A. Baerbock, «Alemania y Dinamarca firman acuerdo de energías renovables – DW – 26/08/2022», *DW*. Accedido: 7 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.dw.com/en/germany-denmark-sign-deal-to-ramp-up-renewable-energy/a-62940883>
- [8] Andina, «Recibos de luz: Tarifas eléctricas vuelven a subir este mes, su novena alza en el año | RPP Noticias». Accedido: 7 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://rpp.pe/economia/economia/recibos-de-luz-tarifas-electricas-vuelven-a-subir-este-mes-su-novena-alza-en-el-ano-noticia-1437189>
- [9] ComexPerú, «ComexPerú - Sociedad de Comercio Exterior del Perú», ComexPerú. Accedido: 7 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/electrificacion-rural-no-perdamos-las-energias>
- [10] Osinergmin, «Energías renovables: Experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética», Lima, 2019.
- [11] J. O. García *et al.*, «Meta Análisis de los Sistemas Fotovoltaicos en Viviendas Rurales. Casos: Perú y Bolivia», *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, vol. 6, n° 1, pp. 21-35, jul. 2022, [En línea]. Disponible en: doi: 10.25127/aps.20221.852.
- [12] Ministerio de Energía y Minas, «Libro Anual de Recursos de Hidrocarburos 2019», 2019.

- [13] M. E. C. Caruana, «Renewable energy in Argentina as an energy and industrial policy strategy», *Problemas del Desarrollo*, vol. 50, n° 197, pp. 131-156, 2019, [En línea]. Disponible en: doi: 10.22201/IIEC.20078951E.2019.197.64625.
- [14] J. A. Silva, «Renewable energy in Mexico: Challenges and opportunities», *Espacios*, vol. 40, n° 25, 2019.
- [15] M. Romanello, «Renewable energy power plants and economic development in Brazil's northeast region», *Desarrollo y Sociedad*, vol. 2022, n° 92, pp. 169-194, oct. 2022, [En línea]. Disponible en: doi: 10.13043/DYS.92.5.
- [16] J. Gómez y R. Ajila, «Experiencias in the use of renewable energies in the Republic of Ecuador», *Bionatura*, vol. 6, n° 3, pp. 2056-2060, 2021, [En línea]. Disponible en: doi: 10.21931/RB/2021.06.03.29.
- [17] R. E. Roses, M. Del Carmen Gimenez, y S. Palacios, «Beneficios de la Transmisión de Energía Eléctrica en Corriente Continua en Sistemas con Alta Penetración de Energía Renovable», *2022 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON 2022*, 2022, [En línea]. Disponible en: doi: 10.1109/ARGENCON55245.2022.9940086.
- [18] L. Morinigo, C. Romero, R. Rios, A. Gonzalez, y G. Blanco, «Electrical Energy Supply Alternatives Analysis for an Isolated Community - Pozo Hondo, Paraguayan Chaco», *2018 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON 2018*, feb. 2019, [En línea]. Disponible en: doi: 10.1109/ARGENCON.2018.8646248.
- [19] S. V. Volkov, I. K. Garipov, D. M. Lastochkin, A. A. Medyakov, E. M. Onuchin, y A. P. Ostashenkov, «Study of the reliability of the power supply system based on the solar power plant», *Espacios*, vol. 40, n° 3, 2019.
- [20] G. Parrado, L. J. Miguel, y F. Frechoso, «Analysis of the variable renewable energy in the Spanish power system based on kernel probabilistic distributions», *Dyna (Spain)*, vol. 96, n° 2, pp. 179-185, mar. 2021, [En línea]. Disponible en: doi: 10.6036/9892.
- [21] D. J. Benavides, P. Arévalo-Cordero, L. G. Gonzalez, L. Hernández-Callejo, F. Jurado, y J. A. Aguado, «Method of monitoring and detection of failures in PV system based on machine learning», *Revista Facultad de Ingeniería*, n° 102, pp. 26-43, 2022, [En línea]. Disponible en: doi: 10.17533/UDEA.REDIN.20200694.
- [22] A. J. Martínez, B. F. Chere, L. E. Charcopa, T. J. Orobio, y C. Alcívar, «Configuración del diseño óptimo de un sistema de energía híbrido solar-eólica conectado a la red utilizando el software HOMER», *Dominio de las Ciencias, ISSN-e 2477-8818, (Ejemplar dedicado a: Mayo Especial 2022)*, vol. 8, n° 2, pp. 469-479, 2022, [En línea]. Disponible en: doi: 10.23857/dc.v8i2.2766.
- [23] L. F. Nacimba Tipan, «Diseño e implementación del sistema de control para el arranque de tres compresores de tornillo, de la red de aire comprimido de la empresa INPLASTICO, en la ciudad de Latacunga», Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas, 2020.
- [24] J. L. Farfán y W. A. Campos, «Diseño y Dimensionado de Sistemas de Bombeo Fotovoltaico (Fundamentos, Dimensionado y Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica).», *Redalyc*, vol. 8, n° 1, nov. 2019.
- [25] L. Gutiérrez, L. Padrón, H. Pentón, y C. De la Incera, «Sistemas de ajuste manual de inclinación de paneles fotovoltaicos y de seguimiento automático horizontal de un eje», *Ingeniería Energética*, vol. 41, n° 2, pp. 1457-1472, ago. 2020, [En línea]. Disponible en: doi: 10.1007/S12046-015-0386-2.

- [26] F. J. Eraso, O. Ferledy, y E. Escobar, «Model for electric power estimation in photovoltaic silicon modules», *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 27, nº 2, pp. 188-196, 2019, [En línea]. Disponible en: doi: 10.4067/S0718-33052019000200188.
- [27] D. G. Batista *et al.*, «Celulas fotovoltaicas: Desenvolvimento e as tres geracoes», *Artigos Científicos*, mar. 2019.
- [28] H. Ñaupas, M. Valdivia, J. Palacios, y H. Romero, *Metodología de la investigación*, 5.ª ed. México: Ediciones de la U, 2018.
- [29] J. L. Arias Gonzáles y M. Covinos Gallardo, *Diseño y Metodología de la Investigación*. Arequipa: Enfoques Consulting EIRL, 2021.
- [30] R. Hernández y P. Mendoza, «Metodología de las investigaciones: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta», 2018.
- [31] L. D. A. Vasquez Carrera, «DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO, SOLAR Y EÓLICO PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ZONA RURAL EL HORNO DEPARTAMENTO DE AMAZONAS», 2023.
- [32] F. N. Gómez M., «Proyecto de Instalación Renovable Híbrida (Solar + Eólica)», sep. 2022, Accedido: 1 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://oa.upm.es/71501/3/TFM\\_%20Fatima\\_Gomez.pdf](https://oa.upm.es/71501/3/TFM_%20Fatima_Gomez.pdf)
- [33] M. T. HUALPA HUAMANÍ, «Estudio de factibilidad de sistemas híbridos eólico-solar en el departamento de Moquegua», 2006.
- [34] «INFORME DE COSTOS DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN», mar. 2020. Accedido: 1 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2020/03/ICTG-Marzo-2020.pdf>

## ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos.

Ficha de registro para la velocidad de viento

TIPO DE MEDICIÓN		UNA MEDICIÓN DIARIA POR MES	
N°	Mes	Velocidad promedio (m/s)	Velocidad viento Cúbica (m <sup>3</sup> /s <sup>3</sup> )
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
⋮			
995			

*Nota.* Se realiza la toma 995 muestras en un intervalo por día en base al software POWER

NASA. Elaboración propia

Ficha de registro para la irradiación solar

Tipo de medición		Irradiación solar
N°	Meses	Irradiación solar (kWh/m <sup>2</sup> /día)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

*Nota.* Se realiza la irradiación solar durante 12 meses del software POWER NASA.

Elaboración propia.

Guías de observación para la potencia mínima de trabajo

Carga	Cantidad (Uds.)	Potencia eléctrica (W)	Potencia Eléctrica Total (W)	Factor de demanda	Potencia Eléctrica Instalada (kW)
Máxima demanda de vivienda (kW)					

*Nota.* Elaboración propia

Guías de observación para la demanda eléctrica diaria

Descripción	Cantidad (Uds.)	Potencia (W)	Horas día (h)	Potencia total (W)	Consumo eléctrico diario (kWh)	Consumo Eléctrico mensual (kWh)
Consumo eléctrico de vivienda (kWh)						

*Nota.* Elaboración propia

## CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Chiclayo, 6 de MAYO de 2023

Quien suscribe:

Sr.

Representante Legal – Empresa: TDEM S.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del Proyecto de investigación, denominado: DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO UTILIZANDO ENERGÍA RENOVABLE PARA LA EMPRESA TDEM (TECNOLOGÍA, DESARROLLO Y MEDICIÓN) S.R.L. CHICLAYO 2023

Por el presente, el que suscribe, señor (a, ita) VICTOR HUGO TORRES CARRANZA, representante legal de la empresa: TDEM S.R.L., AUTORIZO al alumno: LOORD ALBERTO BALCAZAR VIDARTE, identificado con DNI N° 46658072, estudiante de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, y autor del trabajo de investigación denominado: DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO UTILIZANDO ENERGÍA RENOVABLE PARA LA EMPRESA TDEM (TECNOLOGÍA, DESARROLLO Y MEDICIÓN) S.R.L. CHICLAYO 2023

.....enunciadas líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.

  
Victor Hugo Torres Carranza  
COORDINADOR  
DNI: 46538264

Nombre y Apellidos:

DNI N°:

Cargo :

Anexo 3. Evidencias de ejecución.

Irradiación en la zona de estudio

Día	Ago-23	Set-23	Oct-23	Nov-23	Dic-23	Ene-24	Feb-24	Mar-24	Abr-24	May-24	Jun-24	Jul-24
Día 1	5.66	6.26	6.52	6.52	5.83	6.61	3.8	6.03	5.35	3.93	4.87	4.97
Día 2	4.81	6.26	6.39	6.39	3.25	7.4	7.56	4.18	4.94	4.04	4.34	3.05
Día 3	5.15	5.83	5.91	5.91	6.16	7.48	7.29	5.59	5.02	4.59	4.73	5.63
Día 4	3.51	4.76	6.37	6.37	6.23	7.58	6.1	5.49	4.38	4.69	4.56	2.8
Día 5	4.55	5.08	6.24	6.24	7.22	7.64	5.98	4.41	2.24	4.08	4.78	3.82
Día 6	4.48	5.46	6.82	6.82	7.17	7.2	6.14	4.87	4.51	4.4	5.23	4.24
Día 7	5.57	5.83	5.38	5.38	7.05	6.53	5.43	4.2	4.4	5.07	4.28	4.38
Día 8	5.54	6.05	6.53	6.53	6.01	5.69	6.73	5.62	5.24	4.41	5.27	4.61
Día 9	5.31	6.44	6.39	6.39	5.84		5.96	5.91	4.03	5.4	3.54	3.43
Día 10	4.81	4.85	6.76	6.76	5.97	4.86	5.92	4.71	2.23	4.49	4.05	4.14
Día 11	6.24	4.52	6.79	6.79	6.07	5.72	5.95	3.48	6.69	4.06	4.79	4.43
Día 12	5.88	6.2	7.04	7.04	5.53	4.66	5.4	3.44	4.17	4.37	3.86	4.96
Día 13	6.47	6.63	7.15	7.15	6.43	5.56	6.09	3.12	4.89	3.74	5.43	3.5
Día 14	6.22	6.35	6.68	6.68	7.02	5.43	6.76		5.34	6.06	5.51	3.99
Día 15	5.27	6	4.33	4.33	5.78	6.28	5.85	2.66	5.68	3.04	4.25	5.11
Día 16	5.71	3.99	6.33	6.33	4.77	5.4	4.75	4.4	7.33	3.72	4.35	4.41
Día 17	5.88	5.45	5.6	5.6	6.2	4.1	5.9	5.45	6.41	3.81	4.8	4.68
Día 18	6.18	5.95	5.69	5.69	6.86	6.16	6.28	4.99	4.53	5.88	3.95	5.31
Día 19	5.61	5.55	5.27	5.27	7.01	6.65	3.77	4.45	5.41	3.68	5.26	5.51
Día 20	5.85	5.95	6.2	6.2	6.49	5.35	4.23	5.24	5.94	4.24	4.17	5.06
Día 21	6.35	5.96	6.59	6.59	6.67	4.45	4.38	7.08	7.16	2.63	4.29	3.13
Día 22	6.13	6.5	6.72	6.72	7.01	5.25	6.08	3.76	7.24	4.25	4.54	4.01
Día 23	6.17	5.71	6.81	6.81	7.51	5.89	6.59	5.43	6.13	5.53	4.6	5.14
Día 24	5.71	5.13	4.52	4.52	6.49	5.09	5.9	5.9	4.57	4.68	3.15	5.55
Día 25	4.87	6.4	5.97	5.97	6.53	3.1	5.55	4.93	4.45	3.68	3.31	3.87
Día 26	5.72	7.11	7.18	7.18	5.29	4.27	5.57	2.87	4.63	5.34	4.37	4.06
Día 27	4.88	7.2	6.57	6.57	5.35	6	5.9	3.74	4.84	4.73	3.07	4.87
Día 28	5.23	6.51	6.95	6.95	4.11	6.55	4.9	6.34	4.56	5.77	3.35	3.32
Día 29	4.52	6.77	6.51	6.51	5.49	3.48	5.39		4.66	4.37	4.27	3.79
Día 30	4.01	3.84	7.3	7.3	6.58	3.93	4.64		5.32	4.65	5.32	4.42
Día 31	5.72		6.82	6.82		2.81	5.09		5.86		3.46	

Nota. Irradiación de la zona de estudio tomado del software POWER NASA.

## Mediciones de la velocidad de viento a 10 metros

Día	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	May-23	Jun-23
D1	2.89	4.3	2.95	5.79	4.66	5.28	6.16	6.62	4.84	5.4	4.32	4.34	3.59	4.31	2.8	4.87	5.7	4.98	4.91	5.05	5.75	6.85	5.08	3.74	4.51	3.04	4.82	2.97	4.55	4.42
D2	4.1	3.9	2.84	4.34	3.95	4.72	6.19	6.06	5.57	4.42	4.17	4.5	4.03	5.38	2.87	5.45	5.33	4.43	4.86	5.42	5.24	6.05	5.55	4.41	3.84	3.52	3.95	2.96	5.32	5.45
D3	3.21	3.53	3.3	4.07	3.59	4.98	5.89	5.98	5.93	4.98	4.09	5.09	3.52	5.01	3.02	5.2	4.8	3.33	5.79	6.34	5.84	5.7	5.17	4.51	2.98	4.3	4.34	3.99	5.62	5.89
D4	2.55	2.38	3.16	3.58	4.77	5.8	5.66	4.83	5.49	5.28	4.18	4.79	4.03	4.28	4.27	4.41	4.17	4.3	5.3	5.9	5.27	5.63	5	3.96	3.72	4.18	3.38	2.69	5.24	4.65
D5	2.77	2.88	2.97	4.35	4.38	5.28	6.05	5.69	5.5	5.68	5.48	5.26	3.23	3.54	4.13	5.4	4.49	5.9	6.02	6.21	5.19	5.66	4.67	3.24	4.05	3.5	2.98	2.41	5.52	4.16
D6	2.7	3.21	3.41	4.67	4.34	4.6	6.33	5.7	5.62	6.36	5.7	4.58	3.59	3.27	2.92	5.48	3.94	4.34	6.19	5.97	5.14	4.62	4.51	3.86	3.74	4.52	3.77	2.34	4.78	4.51
D7	3.42	3.76	3.45	4.62	5.07	4.2	5.77	6.15	7.41	6.82	4.7	5.48	3.2	3.93	2.48	6.09	5.21	4.13	5.16	6.15	5.71	4.5	4.57	3.82	3.55	4.36	2.86	3.15	5.89	5.32
D8	3.77	3.97	2.92	4.39	5.38	4.47	5.73	5.85	6.59	6.47	5	4.87	4.34	3.05	3.4	4.55	5.81	4.91	5.48	5.48	4.89	5.48	4.36	3.84	3.69	4.81	2.86	3.01	5.16	5.49
D9	3.36	2.89	3.02	4.62	5.97	5.83	5.65	5.54	5.61	6.04	4.47	3.99	4.62	2.83	3.93	4.61	6.35	4.66	5.98	5.53	6.13	5.89	4.71	4.02	3.38	3.95	1.91	5.23	5.14	4.73
D10	3.79	2.12	3.41	4.35	6.23	6.13	6	5.95	5	5.05	4.37	4.69	4.29	3.12	4.18	5.74	5.5	4.67	5.66	5.48	7.02	6.09	4.34	3.57	2.82	4.41	2.55	4.59	5.79	5.45
D11	3.89	3.38	3.27	5.02	5.79	6.45	5.2	5.79	5.86	4.91	4.3	4.42	3.59	4.23	3.62	4.45	4.2	5.44	5.69	5.5	6.89	6.34	4.7	3.56	4.07	3.89	2.13	3.73	5.02	5.94
D12	3.67	4	3.54	5.66	5.49	5.83	6.53	5.63	6.29	5.66	4.67	4.03	3.71	4.68	3.31	6.63	4.87	5.76	5.61	5.56	6.08	5.37	3.86	3.92	3.86	3.72	2.28	4.67	5.13	6.86
D13	4.24	4.11	4.18	5.9	5.7	5.05	6.8	5.45	6.07	6.38	4.91	4.35	3.28	4.22	3.63	7.14	5.49	5.85	5.87	5.36	5.88	4.97	4.21	3.41	3.73	5.04	2.4	4.12	4.77	6.73
D14	3.89	3.57	3.38	4.71	5.34	4.23	6.84	5.13	5.82	4.98	4.32	4.64	3.34	4.38	3.06	6.65	5.05	6.09	6.66	6.46	6.17	5.45	4.04	3.34	2.83	3.19	2.95	4.73	4.57	6.42
D15	3.31	3.59	3.84	3.88	5.64	5.19	5.89	5.7	6.46	5.91	3.92	4.75	4.28	4.75	3.78	6.61	5.21	6	5.7	5.84	5.43	5.43	4	3.32	2.9	3.13	2.45	4.9	4.9	5.6
D16	2.85	4.24	3.5	4.49	5.62	6.04	6.08	5.63	6.56	7.09	4.41	3.99	4.3	4.43	4.11	6.3	4.1	7.25	5.99	6.51	4.51	5.99	4.75	3.33	3.22	2.96	2.4	4.22	5.23	4.65
D17	3.04	3.69	4.01	3.86	5.62	5.02	6.23	5.18	6.29	5.89	5.12	4.46	3.55	5.05	4.81	5.7	3.71	5.77	6.4	5.42	5.86	4.66	4.81	3.25	2.88	2.43	2.3	2.62	5.82	5.09
D18	2.8	3.42	3.19	4.1	5.45	6.22	5.68	5.24	5.52	5.75	3.84	4.3	3.25	3.59	4.95	5.27	4.03	5.39	6.95	5.21	5.1	4.62	4.94	2.52	3.34	2.95	2.77	3.38	5.84	5.88
D19	3.43	3.7	3.59	4.11	6.47	6.08	5.46	4.67	5.65	5.87	4.14	4.16	4.59	3.79	5.51	4.79	5.12	5.91	5.64	6.24	4.65	4.92	4.28	3.55	2.29	3.85	3.2	3.31	6.16	5.49
D20	4.44	3.82	3.82	5.36	6.04	6.6	4.82	4.81	5.34	5.8	4.16	4.09	6.09	3.77	5.98	3.95	4.91	6.33	5.84	6.22	5.94	4.81	4.38	4.69	2.85	4.41	3.51	3.99	5.53	5.41
D21	3.52	3.19	4.07	5.47	6.84	6.12	5.6	5.33	6.19	5.17	3.64	3.91	4.53	3.76	5.59	4.89	5.14	5.51	5.74	5.93	6.7	5.35	3.43	4.38	3.58	2.82	4.59	2.59	4.71	6.04
D22	2.63	3.39	3.96	5.64	6.43	5.11	5.39	5.27	6.68	5.42	4.23	3.62	3.65	4.56	6.53	4.66	5.23	5.19	4.85	5.63	5.72	5.14	3.64	4.73	2.9	2.7	3.97	1.99	5.05	5.34
D23	3.01	3.53	3.88	5.41	6.59	5.77	5.48	4.71	6.16	5.53	3.97	3.98	4.62	4.88	6.65	4.35	4.34	5.42	4.45	5.99	6.05	5.39	3.99	4.84	4.6	3.79	4.09	1.9	4.85	4.5
D24	2.69	4.84	3.9	5.88	6.32	5.41	4.75	6.24	5.14	5.86	4.46	4.45	4.33	3.77	6.13	4.7	5.27	5.01	4.77	6.04	6.49	5.36	3.84	4.43	4.12	4.86	3.68	3.91	6.83	4.77
D25	3.09	3.27	4.72	5.02	6.27	5.71	4.63	6.1	6.68	4.63	4.04	4.01	3.23	3.52	5.7	5.19	5.34	5.02	4.18	5.35	6.34	5.21	4.17	2.85	3.4	5.74	4.01	2.8	5.24	4.22
D26	3.39	2.68	4.19	5.28	5.51	5.32	6.08	6.55	5.16	4.71	3.62	3.13	3.59	3.98	4.59	5.65	5.12	4.13	5.47	5.19	5.91	4.33	4.29	2.73	3.47	3.65	5.24	3.61	5.34	5.01
D27	4.66	2.29	3.85	4.92	5.33	5.5	5.98	5.91	4.65	5.16	3.99	3.24	3.27	4.12	4.95	5.43	5.38	5.95	6.16	5.99	6.16	5.05	3.96	3.94	3.12	3.98	4.3	2.66	6.54	5.45
D28	3.48	2.42	4.17	4.98	5.54	5.68	6.76	6.11	4.86	4.57	4.61	3.94	3.6	2.95	4.61	5.43	5.34	4.52	5.43	5.93	5.09	5.03	4.23	4.08	4.02	4.84	3.39	3.04	6.12	5.87
D29	3.88		4.76	4.06	5.64	6.57	5.66	5.48	3.91	5.13	4.55	3.74	4.23		5.29	5.88	4.9	4.99	5.17	5.84	5.16	4.49	3.73	4.42	3.63		3.11	2.91	6.36	5.51
D30	4.52		5.63	4.3	5.2	6.29	6.3	5.23	4.8	3.91	4.25	5.19	4.19		5.09	6.53	5	4.6	5.55	5.62	5.56	4.75	3.75	4.91	2.09		2.59	4.52	5.62	5.82
D31	5.7		6.34		5.55		6.66	5.57		4.4		3.93	4.2		3.7		4.77			5.22	6.27	4.91		4.21	2.18		2.38		4.88	

Nota. Velocidad de viento a 10 metros tomado del software POWER NASA.

Anexo 4. Otros que considere pertinente.

Tabla de percentiles de la gráfica de distribución

Distribución	Porcentaje	Percentil	Error estándar	IC normal de 95%	
				Inferior	Superior
Weibull	1	2.03575	0.0553939	1.93002	2.14726
Lognormal	1	2.54150	0.0407532	2.46287	2.62264
Exponencial	1	0.0474082	0.0015613	0.0444447	0.0505692
Normal	1	2.16262	0.0696157	2.02618	2.29907
Weibull	5	2.82780	0.0537705	2.72435	2.93517
Lognormal	5	3.01959	0.0385797	2.94491	3.09616
Exponencial	5	0.241954	0.0079683	0.226830	0.258087
Normal	5	2.91094	0.0554686	2.80222	3.01965
Weibull	10	3.26948	0.0507583	3.17150	3.37050
Lognormal	10	3.31019	0.0372094	3.23806	3.38393
Exponencial	10	0.496993	0.0163676	0.465927	0.530131
Normal	10	3.30986	0.0488017	3.21421	3.40551
Weibull	50	4.78009	0.0373743	4.70740	4.85391
Lognormal	50	4.57744	0.0381280	4.50332	4.65278
Exponencial	50	3.26962	0.107679	3.06524	3.48763
Normal	50	4.71707	0.0361624	4.64619	4.78795

Nota. Tomado del software Minitab 18

# Aerogenerador VESDAS 400 / 600 Watts, 12V Y 24V



600W Wind Generator Parameter					
Power	Rated power	600W	600W	600W	600W
	Maximum power	610W	610W	610W	610W
	Rated voltage	12/24V	12/24V	12/24V	12/24V
	SKU	354-600-D	554-600-D	354-600	554-600
Blades	Blades Length	43cm/26inch		45cm/26inch	
	Wheel Diameter	135cm/53inch		140cm/55inch	
	Blades material	High-strength nano-fiber glass fiber reinforced plastic material design life 25 years			
	Optional colors	White(default)/Black/Blue/Red/Green/Orange/Yellow/Innov colors			
	Shape	Delta wing		Ordinary	
Wind	Blades QTY	3 PCS	5 PCS	3 PCS	5 PCS
	Start-up	2m/s	1.8m/s	2m/s	1.8m/s
		4.5m/s	4m/s	4.5m/s	4m/s
	Rated speed	11m/s	10m/s	11m/s	10m/s
		25mph	22mph	25mph	22mph
Generator	Survival speed	48m/s	45m/s	48m/s	45m/s
		107mph	100mph	107mph	100mph
	Type	3 phase permanent magnet synchronous(NdFeB) AC generator			
	Case	Die-casting aluminum			
	Control system	Electromagnet			
Suggest	Speed regulation	Automatically adjust windward direction			
	Operation	- 40°C ~ + 80°C			
	Connector	Nmp2(default), Flange to connect with tower pole			
	Design life	25 Years			
Others	Cables	Copper 3 core wind AC cable, waterproof and UV resistant			
	Tower Pole	6 meter height with steel cable			
Approved	CE, ROHS, FCC, ISO, BVQI				
SKU	354-600-D	554-600-D	354-600	554-600	
GW					

Nota.

Tomado

de

[https://tr.aliexpress.com/item/1005001941211744.html?src=google&aff\\_fcid=b4c72b6cfaa44a269b3208fa1f955346-1705700443807-03594-UnaMJZVf&aff\\_fsk=UnaMJZVf&aff\\_platform=aaf&sk=UnaMJZVf&aff\\_trace\\_key=b4c72b6cfaa44a269b3208fa1f955346-1705700443807-03594-UnaMJZVf&terminal\\_id=3d50f0816c41451aa0e64d42c58f7328&afSmartRedirect=y](https://tr.aliexpress.com/item/1005001941211744.html?src=google&aff_fcid=b4c72b6cfaa44a269b3208fa1f955346-1705700443807-03594-UnaMJZVf&aff_fsk=UnaMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UnaMJZVf&aff_trace_key=b4c72b6cfaa44a269b3208fa1f955346-1705700443807-03594-UnaMJZVf&terminal_id=3d50f0816c41451aa0e64d42c58f7328&afSmartRedirect=y)

# Panel Solar 450W 24V Monocristalino

**AutoSolar** 01 715 1357 Horario Cliente A Mi pedidos S/. 0.00

ENERGÍA SOLAR BOMBAS DE AGUA Blog Cursos Paneles Solares Contacto Buscar en AutoSolar

Kit Solares Fotovoltaicos Paneles Solares Baterias Solares Inversores Solares Controladores de Carga

**SECCIÓN ENERGÍA SOLAR**

- Kit Solares Fotovoltaicos
- Kit Bombeo Agua Solar
- Paneles Solares**
  - Paneles Solares 12V
  - Paneles Solares 24V**
  - Paneles Solares de Red
  - Paneles Solares Flexibles
  - Accesorios de Paneles Solares
- Soportes Paneles Solares
- Baterias Solares
- Inversores Solares
- Controladores de Carga
- Cargador de Baterias
- Cargador auto eléctrico
- Generadores
- Material eléctrico

**Panel Solar JA SOLAR 450W 24V Monocristalino PERC**

**S/.983,33** (IVA 20% S/. 535,33)

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: Recójalo el martes 17 de octubre en agencia Marvisur o Shalom de provincias

Fabricante: JA Solar | Cod. Artículo: 1002920

Cantidad:

**AÑADIR AL CARRITO** **COMPRAR**

1 año de garantía 12 años de garantía 100% PPAE seguro

Secure by **GeoTrust**

Contactar via WhatsApp

La Placa Solar 450W 24V Ja Solar PERC Monocristalina cuenta con una alta eficiencia fotovoltaica gracias a la tecnología PERC. Se trata de una placa con una gran garantía de funcionamiento por parte de un primer fabricante mundial como es Ja Solar.

**Preliminary** **Harvest the Sunshine**

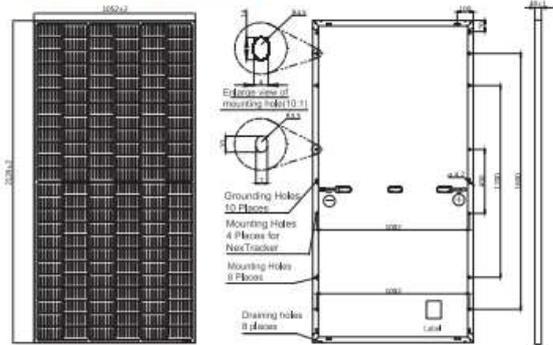
**Mono** **465W MBB Half-Cell Module**  
JAM72S20 440-465/MR **NEW**

**Introduction**

Assembled with multijunction PERC cells, the half-cell configuration of the module offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.

- Higher output power
- Lower LCOE
- Less shading and lower relative loss
- Better mechanical loading tolerance

**MECHANICAL DIAGRAMS**



Remark: customized frame color and cable length available upon request

**SPECIFICATIONS**

Cell	Mono
Weight	25.0kg±3%
Dimensions	2120±2mm×1052±2mm×40±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) / 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-36(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 305mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	27pcs/pallet 594pcs/40ft Container

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM72S20-440/MR	JAM72S20-445/MR	JAM72S20-450/MR	JAM72S20-455/MR	JAM72S20-460/MR	JAM72S20-465/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	440	445	450	455	460	465
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.40	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	40.90	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.28	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.76	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96
Module Efficiency [%]	19.7	20.0	20.2	20.4	20.6	20.8
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> ; cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

TYPE	JAM72S20-440/MR	JAM72S20-445/MR	JAM72S20-450/MR	JAM72S20-455/MR	JAM72S20-460/MR	JAM72S20-465/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	333	336	340	344	348	352
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.40	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.70	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.16	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38
Max Power Current(Imp) [A]	8.60	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> ; ambient temperature 20°C; wind speed 1m/s, AM1.5G					

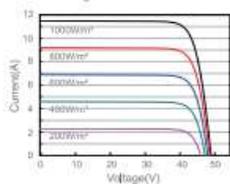
\*For NexTracker installations Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.

**OPERATING CONDITIONS**

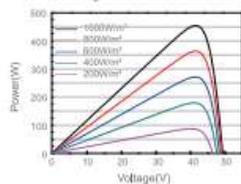
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa
Maximum Static Load, Back*	2400Pa
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

**CHARACTERISTICS**

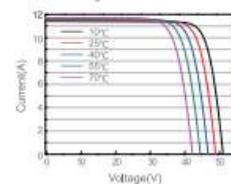
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Nota. Tomado de <https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-ja-solar-450w-24v->

[monocrystalino-perc](#)

## Bateria Ultracell UZS600

### UZS600-6

6V 600AH

**Ultracell®**  
Quality in Every Language!

#### UZS600-6



#### Physical Specification

Part Number	UZS600-6
Length	295 ± 2 mm
Width	178 ± 2 mm
Container Height	405 ± 2 mm
Total Height (with terminal)	408 ± 2 mm
Without Electrolyte	34.5 kg
With Electrolyte	52.0 kg

#### Specifications

	Nominal Voltage	6V	
	Nominal Capacity (120HR)	600AH	
<b>Terminal Type</b>	Standard Terminal	F22	
<b>Container Material</b>	Standard Option	ABS	
<b>Rated Capacity</b>	120hr, 1.80V/cell, 25°C	600.0 AH/ 5.00A	
	100hr, 1.80V/cell, 25°C	550.0 AH/ 5.50A	
	10hr, 1.80V/cell, 25°C	360.0 AH/ 36.0A	
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	324.0 AH/ 64.8A	
	1hr, 1.60V/cell, 25°C	202.0 AH/ 202A	
<b>Max Discharge Current</b>	1300A (5s)		
<b>Internal Resistance</b>	Approx 2.5m Ω		
<b>Discharge Characteristics</b>	Operating Temp. Range	Discharge: -15°C~50°C(5°F~122°F) Charge: -10°C~50°C(14°F~122°F) Storage: -20°C~50°C(-4°F~122°F)	
	Nominal Operating Temp. Range	25±3°C	
	Float Charging Voltage (25°C)	6.60 ~ 6.72V at 25°C Temp. Coefficient -18mV/°C	
	Cycle Charging Voltage (25°C)	7.05 ~ 7.20V at 25°C Temp. Coefficient -30mV/°C	
	Capacity affect by Temperature (10HR)	40°C	102%
		25°C	100%
		0°C	85%
-15°C		65%	
<b>Design Floating Life at 20°C</b>	20 Years		
<b>Self Discharge</b>	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.		

#### Dimensions

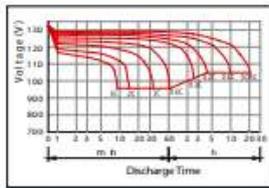
**Constant Current Discharge (Amperes) at 25°C**

F.V/TIME	30min	60min	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h	24h	48h	100h	120h
1.60V	328	202	128	94.7	79.1	66.6	56.6	43.3	36.6	19.8	17.2	9.12	5.64	5.11
1.65V	321	199	127	94.1	78.7	66.2	56.2	43.0	36.6	19.8	17.2	9.10	5.61	5.10
1.70V	311	194	126	92.8	77.6	65.3	55.5	42.4	36.5	19.7	17.1	9.06	5.60	5.07
1.75V	304	190	124	92.2	77.0	64.8	55.1	42.1	36.3	19.6	17.0	9.03	5.56	5.04
1.80V	293	184	121	89.4	74.7	62.9	53.4	40.9	36.0	19.4	16.9	8.86	5.50	5.00

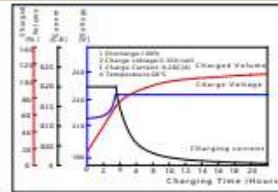
**Constant Power Discharge (Watts) at 25°C**

F.V/TIME	30min	60min	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h	2h	48h	100h	120h
1.60V	647	404	247	186	155	131	111	85.7	72.9	39.6	247	18.4	11.6	10.5
1.65V	634	398	245	184	154	130	111	85.2	72.8	39.5	245	18.4	11.5	10.5
1.70V	614	388	243	182	152	129	109	84.0	72.6	39.4	243	18.3	11.5	10.4
1.75V	599	380	240	181	151	128	109	83.4	72.1	39.2	240	18.2	11.4	10.3
1.80V	577	369	233	175	146	124	105	80.9	71.6	38.9	233	17.8	11.1	10.0

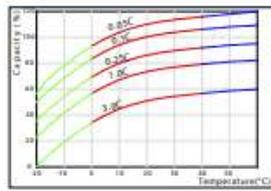
**Discharge Characteristics**



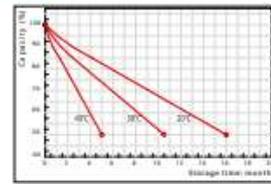
**Float Charging Characteristics**



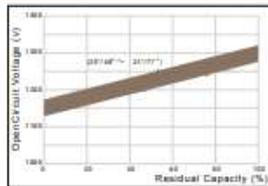
**Effect of Temperature on Capacity**



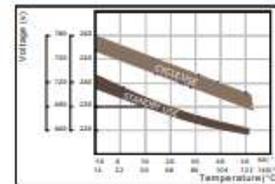
**Self Discharge Characteristics**



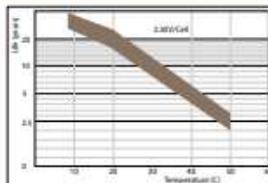
**Relationship for Open Circuit Voltage & Residual Capacity**



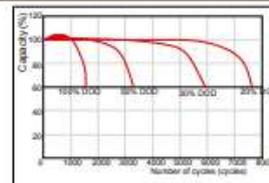
**Relationship for Charging Voltage & Temperature**



**Floating Life on Temperature**



**Cycle Life on D.O.D**



- SECCIÓN ENERGÍA SOLAR**
- 🏠 Kits Solares Fotovoltaicos ▶
  - 💧 Kits Bombeo Agua Solar -
  - 📏 Paneles Solares ▶
  - 🔧 Soportes Paneles Solares ▶
  - 🔋 Baterías Solares ▼**
    - Baterías Plomo Ácido Abierto ▶
    - Baterías AGM ▶
    - Baterías de GEL ▶
    - Acumuladores Estacionarios ▼**
      - Acumuladores Solares OPzV ▶
      - Acumuladores Solares TOPzV ▶
    - Baterías de Litio -
    - Accesorios de Baterías -
  - ✉️ Inversores Solares ▶
  - 🔧 Controladores de Carga ▶
  - 🔌 Cargador de Baterías ▶
  - 🔌 Cargador auto eléctrico -

**Batería Estacionaria 600Ah 6V Ultracell UZS600-6**



**S/ 1.966,67** 888 029 S/ 1.666,67 Ver detalles

Envío: **Envío gratuito a provincias!**

Entrega: **Recójalos el miércoles 11 de octubre en agencia Marvisur o Shalom de provincias**

Fabricante: Ultracell | Cod. Artículo: 1703810

Cantidad:

**AÑADIR AL CARRITO** **COMPRAR**

🚚 7 días de garantía
🔄 14 días de devolución
🔒 100% pago seguro

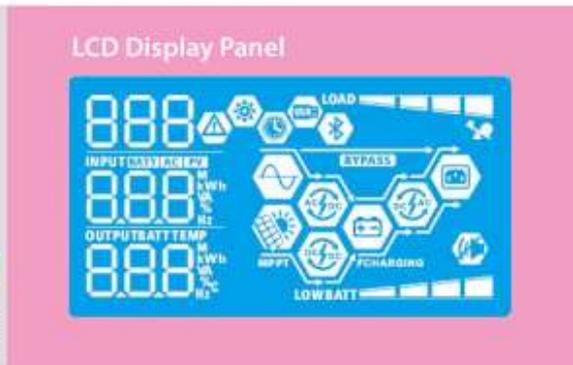
Secured by **GeoTrust**

**Contactar via WhatsApp**

La **Batería Estacionaria 600Ah 6V Ultracell UZS600-6** es muy utilizada en instalaciones fotovoltaicas de mediano y gran tamaño. Se trata de una batería con una larga vida útil y un ajustado precio, que garantiza la autonomía energética de la vivienda aún cuando la radiación solar es baja o nula.

*Nota.* Tomado de <https://autosolar.pe/acumuladores-estacionarios/bateria-estacionaria-600ah-6v-ultracell-uzs600-6>

# Axpert VM III Off-Grid Inverter



• **Detachable LCD control module with various communications**

This detachable LCD control module can be turned to remote panel. Users can install the LCD panel in accessible area away from inverter up to 20 meters.



• **Integrated Bluetooth interface with Android App**

VM III series is integrated Bluetooth interface ready for mobile monitoring. This technology allows wireless communication up to 6~7m in an open space. Now, WatchPower App is available in google store.



• **Supports USB On-the-Go function**

VM III series supports USB On-the-Go function to facilitate data upload/download.



• **Reserved communication port (RS-485, CAN-BUS or RS-232) for BMS**

This third generation inverter is reserved communication port for BMS. For the detailed information, please contact sales directly.



• **Battery equalization extends lifecycle**

This inverter charger is built in battery equalization function. This function will help remove sulfation to optimize battery performance and even extend lifecycle.

• **Battery independency**

Inverter can keep supplying power to the loads from PV energy or the grid without battery connected.



• **User-friendly LCD operation**

Users can easily set up or change the charging current, output source and charger source prioritization through LCD control panel to optimize inverter performance.



• **Replaceable fan design**

VM III series is designed with replaceable fan. It will simplify the maintenance and reduce the maintenance cost.



## Axpert VM III Off-Grid Inverter Selection Guide

MODEL	Axpert VM III-1500-24	Axpert VM III-3000-24	Axpert VM III 5000-48
Rated Power	1500VA/1500W	3000VA/3000W	5000VA/5000W
<b>INPUT</b>			
Voltage	230 VAC		
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) 90-280 VAC (For Home Appliances)		
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)		
<b>OUTPUT</b>			
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230VAC $\pm$ 5%		
Surge Power	3000VA	6000VA	10000VA
Efficiency (Peak)	90% ~ 93%		
Transfer Time	10 ms (For Personal Computers) 20 ms (For Home Appliances)		
Waveform	Pure sine wave		
<b>BATTERY</b>			
Battery Voltage	24 VDC		48 VDC
Floating Charge Voltage	27 VDC		54 VDC
Overcharge Protection	33 VDC		63 VDC
<b>SOLAR CHARGER &amp; AC CHARGER</b>			
Solar Charger type	MPPT		
Maximum PV Array Power	2000W	4000W	5000W
MPP Range @ Operating Voltage	120 ~ 380 VDC	120 ~ 450 VDC	
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	400 VDC	500 VDC	
Maximum Solar Charge Current	60A	80A	
Maximum AC Charge Current	40A	60A	
Maximum Charge Current	60A	80A	
<b>PHYSICAL</b>			
Dimension, D x W x H (mm)	100 x 280 x 390	115 x 300 x 400	
Net Weight (kgs)	8.5	9	10
Communication Interface	USB/RS232/RS485/Bluetooth/Dry-contact		
<b>OPERATING ENVIRONMENT</b>			
Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)		
Operating Temperature	-10°C to 50°C		
Storage Temperature	-15°C to 60°C		

Product specifications are subject to change without further notice.

SECCIÓN ENERGÍA SOLAR

Kits Solares Fotovoltaicos

Kits Bombeo Agua Solar

Paneles Solares

Soportes Paneles Solares

Baterias Solares

**Inversores Solares**

Inversores 12V

Inversores 24V

Inversores 48V

**Inversores Cargadores**

Inversores Cargadores 12V

Inversores Cargadores 24V

**Inversores Cargadores 48V**

Inversores Híbridos

Inversores Interconexión

Microinversor Solar

Convertidores de Corriente

Vatímetro

Inversor Híbrido 5000W 48V Voltronic Axpert VMIII



S/3.818,86

Envío gratis

Ver detalles

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: Recójalo el miércoles 11 de octubre en agencia Marvisur o Shalom de provincias

Fabricante: Voltronic (Cod. Artículo: 3004108)

Cantidad: - 1 +

AÑADIR AL CARRITO

COMPRAR



Contactar via WhatsApp

El Inversor Híbrido 5000W 48V Voltronic Axpert VMIII es un inversor de onda sinusoidal pura de alta eficiencia diseñado para sistemas de energía solar y de respaldo de energía. Puede funcionar tanto en modo de alimentación de la red como en modo de batería, lo que permite al usuario seleccionar la fuente de alimentación deseada en cualquier momento. Ofrece hasta 5000W de potencia de salida, soporta hasta 5000W para conectarle paneles, trabajar con baterías de cualquier tipo hasta 48V y poder tener conectividad Bluetooth para monitorizar desde nuestro smartphone.

Nota. Tomado de <https://autosolar.pe/inversores-cargadores-48v/inversor-hibrido-5000w-48v-voltronic-axpert-vmiii>

## Controlador 80A 12/24V Must Solar

Controlador MPPT LCD 80A 12/24/48V Must Solar



**S/. 1.333,15** SIN IGV  
S/. 1.129,79

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: Recójalo el lunes 15 de enero en agencia Marvisur o Shalom de provincias

Fabricante: Must Solar | Cod. Artículo: 2002513

Cantidad: - 1 +

**AÑADIR AL CARRITO** **COMPRAR**

1 año de garantía 14 días de devolución 100% pago seguro

Secured by GeoTrust



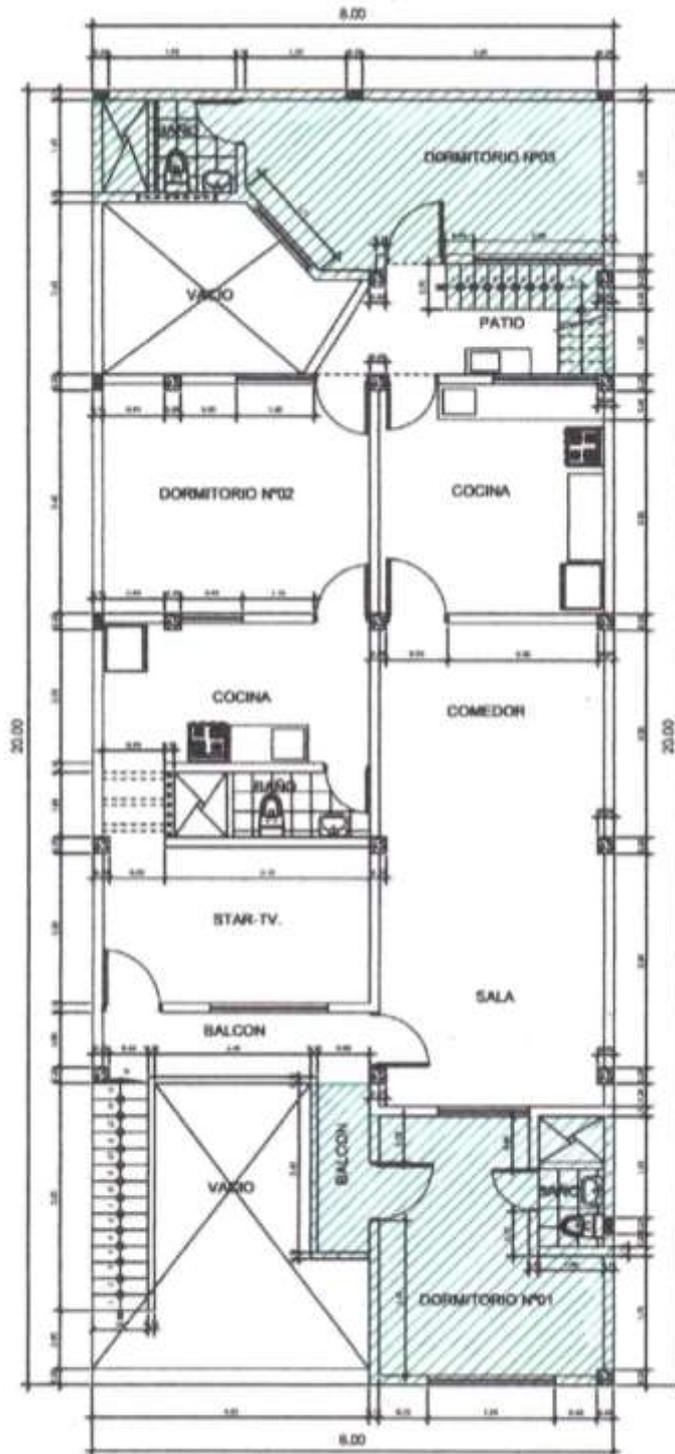
En **AutoSolar Energía del Perú** puede adquirir el Controlador de Carga MPPT Must Solar con display LCD y compatible con sistemas de 12, 24 y 48V, un excelente Controlador con maximizador MPPT, por lo que podrá cargar sus baterías con cualquier tipo de panel y aprovechando la máxima producción. Con las mejores prestaciones y relación calidad-precio, le podrá proporcionar un estricto control de la carga de la batería a través de su algoritmo de mantenimiento. Si está interesado en este producto, póngase en contacto con nuestro equipo de expertos ingenieros y le asesorarán de manera personalizada sobre cualquier duda que tenga al respecto de este producto y poderle recomendar si es el modelo adecuado a sus necesidades.

*Nota.* Tomado de <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-mppt-lcd-80a-122448v-must-solar>

Plano actual EMPRESA TDEM

**PLANO ACTUAL**

AMPLIACIÓN DE FÁBRICA



**PLANTA : SEGUNDO NIVEL**

ESC: 1/100

PROP: Luis Enrique Altamirano Guevara  
UBIC: Calle Rolando Castañeda Nº 108 (Mz.Dª-Lote 18)  
Urb.La Primavera III Etapa - Chiclayo  
Ch. Junio.2016

Planos de la conexión del sistema híbrido

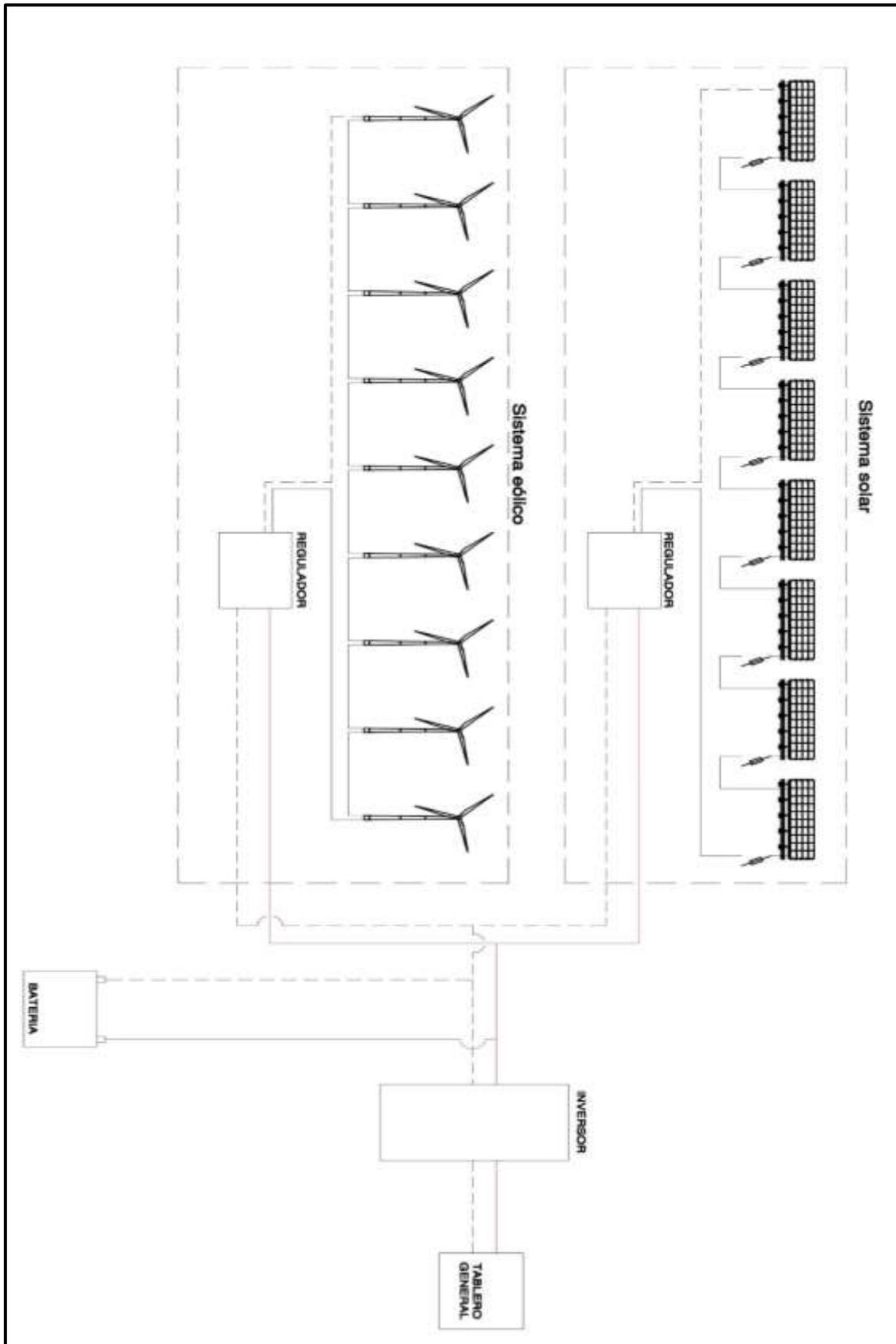
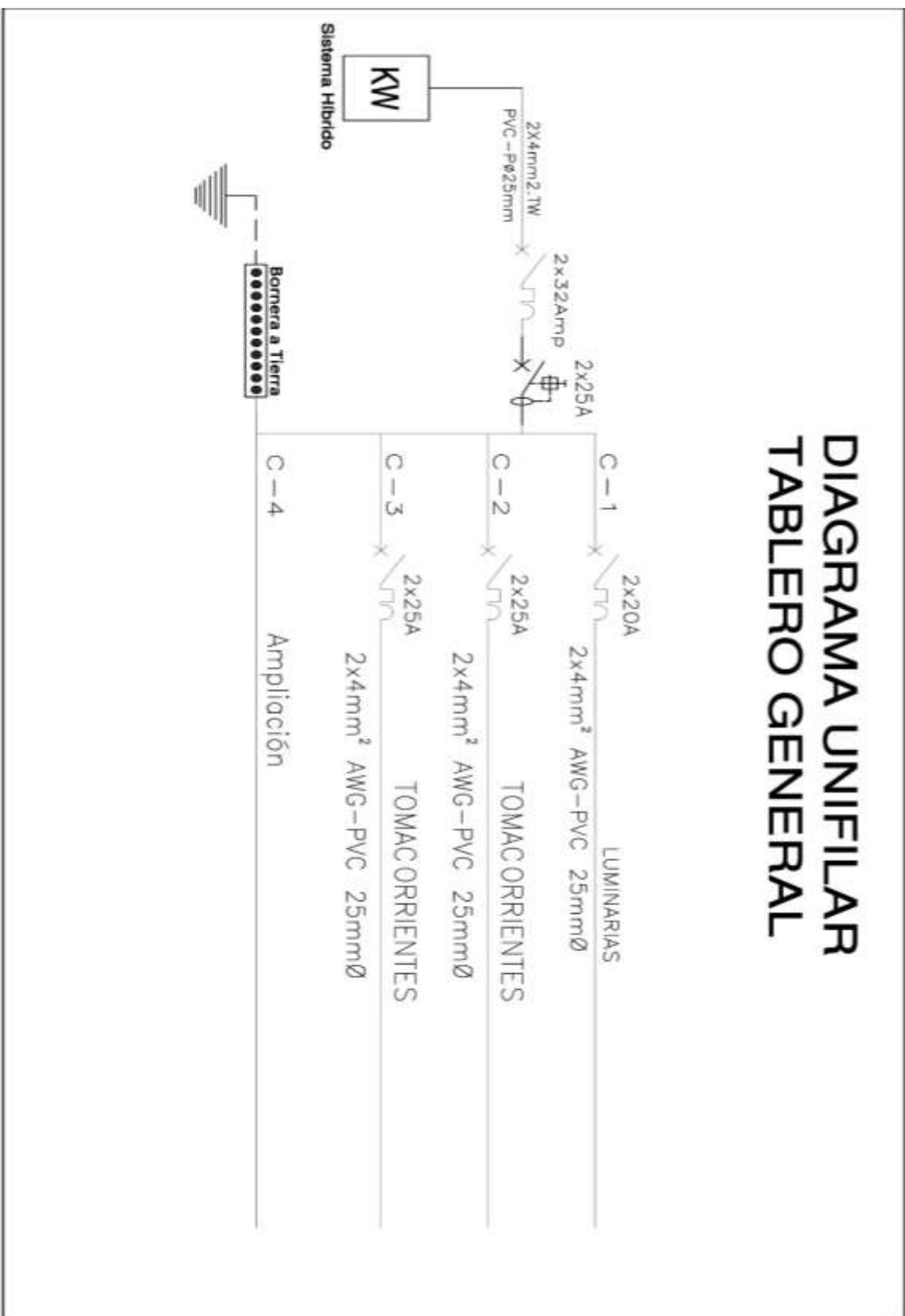
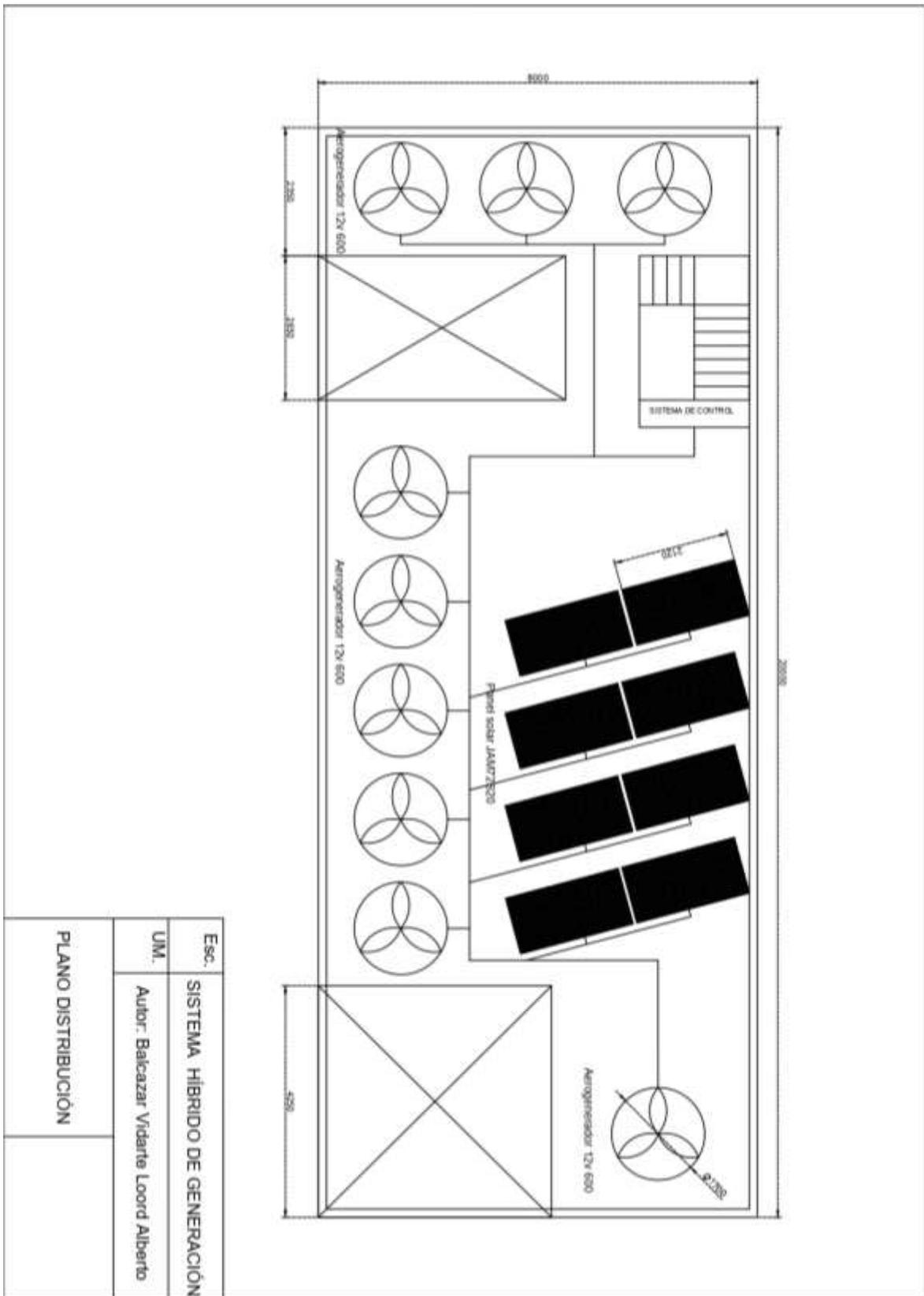


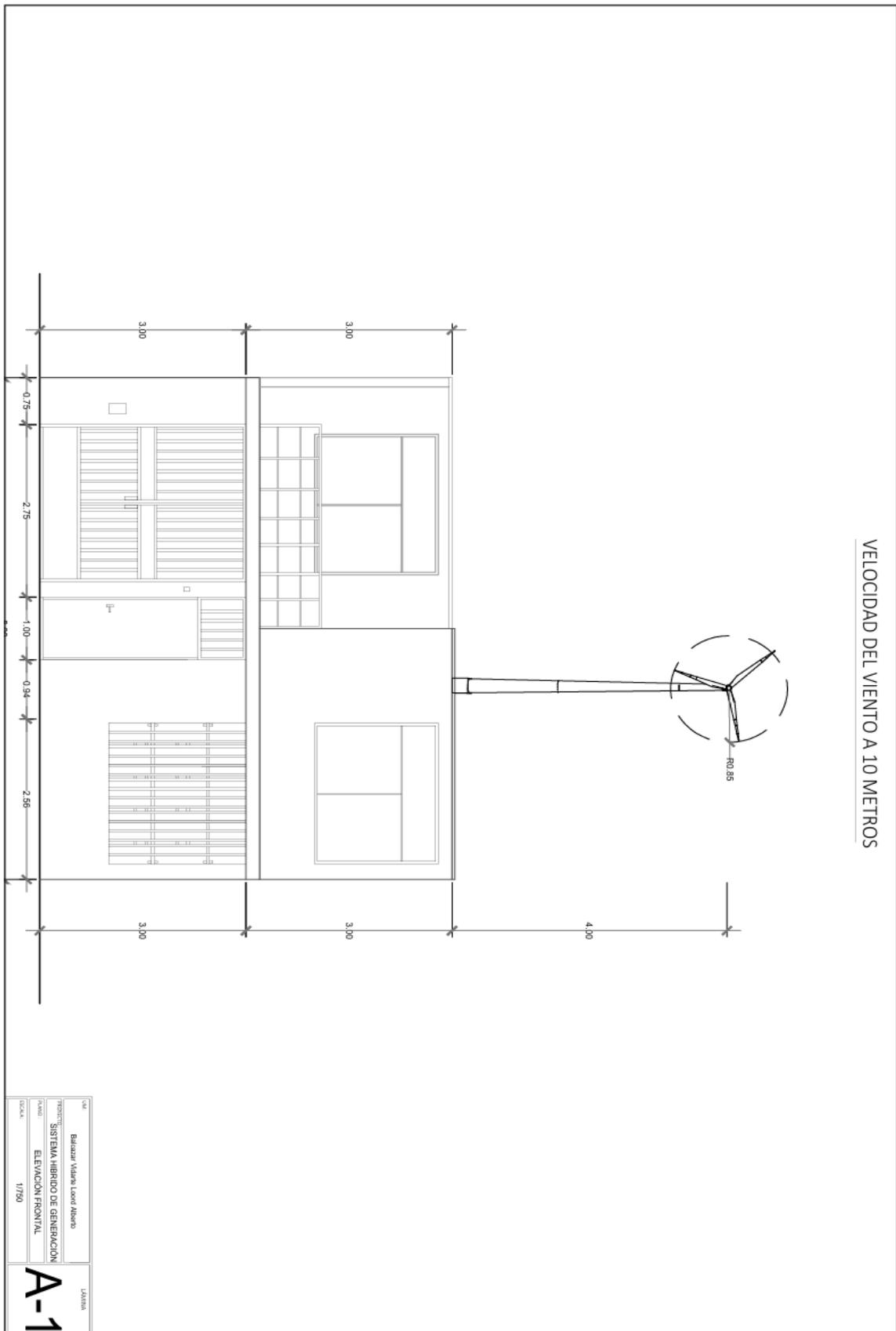
Diagrama unifilar del tablero general



# Distribución del sistema híbrido de generación



# Velocidad del viento a 10 metros de altura



RECIBO N° S251-46247055 **Febrero-2023**

Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/

**Para Consultas, su código es: 25471686**

**Altamirano Fernandez, Victor**  
 URB. PRIMAVERA Ca ROLANDO CASTAÑEDA 0108 0000  
**R CASTANEDA P 108**  
**20103117560**

**Ensa**  
**RUC: 20103117560**

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-200697	Recibo por Consumo del 23/01/2023 al 19/02/2023	
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Cargo Fijo	4.40
Tipo de Conexión	Monofásica-Subterránea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.65
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Energía Activa(S/ 0.7768 x 112.0000 Kwh)	87.00
Medidor N°	000000010086372 - Elect.Mec	Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.5303)	6.36
Hilos	2	Interés Compensatorio	0.13
Lectura Anterior	51,905.00 (22/01/2023)	SUB TOTAL	99.54
Lectura Actual	52,017.00 (19/02/2023)	Imp. Gral. a las Ventas	17.92
Diferencia de	112.00	Interés Moratorio	0.02
Factor	1.0000	Saldo por redondeo	0.04
Consumo	112.00 kWh	Redondeo	-0.03
Cons. Prom.(6)	91.33 kWh	Aporte Ley Nro. 28749 0.0099	1.11
Potencia	0.80 kW.	TOTAL RECIBO DE FEBRERO-2023	118.60
Inicio Contrato	04/02/2020	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 3.61	
Término Contrato	03/02/2024		
Fecha Emisión	20/02/2023		

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 2031490817

Dic - 2022 S/62.40	Ene - 2023 S/67.40
--------------------	--------------------

CONTABILIDAD TDEM SRL.			
C.C.	Cta.	Even.	Mes
	1429		02

SI ERES VICTIMA O TESTIGO DE UN HECHO DE VIOLENCIA ACUDE AL CENTRO EMERGENCIA MUJER MAS CERCANO O LLAMA A LA LINEA 100

FECHA DE VENCIMIENTO **10/03/2023** **TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*118.60**

INGRESA a Yape, Plin, Tunki, etc ESCANEA el código QR y paga

RECIBO N° 51--46247055 **Febrero-2023**  
 Suministro: 25471686 Altamirano Fernandez, Victor  
**Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/**  
 1299-10053-8860 / 20/02/2023 / 10/03/2023  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*118.60**

**Ensa** R.U.C. 20103117560

RECIBO N° S251-46427765

Marzo-2023

Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/

Para Consultas, su código es: **25471686**

**Altamirano Fernandez, Victor**

URB. PRIMAVERA Ca ROLANDO CASTAÑEDA 0108 0000

**R CASTANEDA P 108**

**20103117560**



**Ensa**

**RUC: 20103117560**

**DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO**

Tensión y SED 220 V - BT / D-200697  
 Sist. Eléctrico S201 Chiclayo (ST2)  
 Tipo de Conexión Monofásica-Subterránea(C1.1)  
 Opción Tarifaria BT5B - Residencial  
 Medidor N° 000000010086372 - Elect.Mec  
 Hilos 2  
 Lectura Anterior 52,017.00 (19/02/2023)  
 Lectura Actual 52,151.00 (22/03/2023)  
 Diferencia de 134.00  
 Factor 1.0000  
 Consumo 134.00 kWh  
 Cons. Prom.(6) 96.00 kWh

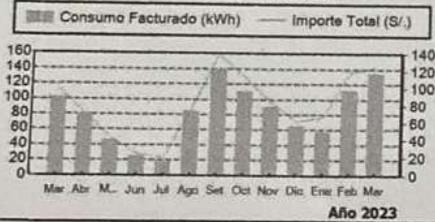
Potencia 0.80 kW.  
 Inicio Contrato 04/02/2020  
 Término Contrato 03/02/2024  
 Fecha Emisión 23/03/2023

**IMPORTE FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 20/02/2023 al 22/03/2023  
 Cargo Fijo 4.22  
 Cargo por Reposición y Mantenimiento de la 1.65  
 Energía Activa(S/ 15.4100+ 0.7338 x 104.0000) 91.73  
 Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.5748) 6.90  
 Interés Compensatorio 0.12  
 SUB TOTAL 104.62  
 Imp. Gral. a las Ventas 18.83  
 Saldo por redondeo 0.03  
 Redondeo -0.01  
 Aporte Ley Nro. 28749 0.0099 1.33

TOTAL RECIBO DE MARZO-2023 124.80  
 Descuento FOSE(Ley N°27510) S/ 6.61

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314906717



Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Ene - 2023 S/ 67.40	Feb - 2023 S/ 118.60



FECHA DE VENCIMIENTO **13/04/2023**

**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*124.80**

INGRESA a Yape, Plin, Tunki, etc ESCANEA el código QR y paga



RECIBO N° 51--46427765 **Marzo-2023**  
 Suministro: 25471686 Altamirano Fernandez, Victor  
**Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/**  
 1299-10053-8860 / 23/03/2023 / 13/04/2023  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*124.80**



Ensa

R.U.C. 20103117560





**ACTA DE CONTROL DE REVISIÓN DE  
SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Código:	F3.PP2-PR.02
Versión:	02
Fecha:	18/04/2024
Hoja:	1 de 1

Yo, **Silvia Yvone Gastiaturú Morales**, coordinador de investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, he realizado el control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de Pregrado, según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final de la Tesis titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO UTILIZANDO ENERGÍA RENOVABLE PARA LA EMPRESA TDEM (TECNOLOGÍA, DESARROLLO Y MEDICIÓN) S.R.L. CHICLAYO 2023**, elaborado por el (los) Bachiller(es):

**BALCAZAR VIDARTE LOORD ALBERTO**

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **17%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Pimentel, 31 de enero de 2025

---

**Dra. Gastiaturú Morales Silvia Yvone**

**Coordinador de Investigación**

**DNI N° 16481433**