



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Dimensionamiento de un sistema de paneles solares para  
reducir la facturación por energía eléctrica de una empresa de  
Servicios Portuarios en Ilo, 2022”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Bejarano Otazu, Annie Rosario Jesus (ORCID: 0000-0003-4558-6765)

**ASESOR:**

MSc. Sifuentes Inostroza, Martín (ORCID: 0000-0001-8621-236X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermano, por su apoyo incondicional y en los momentos difíciles.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por sus bendiciones y por estar presente en cada momento.

Al docente y asesor MSc. Martín Sifuentes Inostroza, por brindar sus conocimientos, paciencia y dedicación.

A mis padres, por creer en mí, al igual que mi hermano por su apoyo incondicional.

## Índice de contenidos

I.	INTRODUCCIÓN:	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
III.	METODOLOGÍA	11
3.1.	Tipo y diseño de investigación	11
3.2.	Variables y operacionalización:	11
3.3.	Población, muestra y muestreo:	12
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5.	Procedimientos:	13
3.6.	Método de análisis de datos:	13
3.7.	Aspectos éticos:	14
IV.	RESULTADOS	15
4.1.	Realizar una evaluación del escenario actual de sistema energético de la empresa	15
4.1.1	Determinación del consumo energético	15
4.1.2	Consumo de energía realizando los cursos virtualmente	16
4.2.	Identificar el acceso y puntos energéticos críticos para la instalación	17
4.3.	Dimensionar un sistema de paneles solares para reemplazar el actual sistema energético clásico	19
4.3.1.	Dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos:	20
4.3.2.	Estimación del consumo:	20
4.3.3.	Cantidad total de Paneles:	21
4.3.4.	Estructura para los Paneles Solares:	22
4.3.5.	Comprobación del dimensionamiento del grupo de baterías para conservación del sistema	23
4.3.6.	INVERSOR:	25
4.3.7.	Mantenimiento	26
4.4.	Evaluación económica para la implementación del sistema de paneles solares	27
V.	DISCUSIÓN:	34
VI.	CONCLUSIONES:	37
	REFERENCIAS	39
	ANEXOS	42
	ANEXO 1 – Matriz de operacionalización de variables.	42
	ANEXO 2. Carta de autorización de la Empresa	43
	ANEXO 3. Recibos de Luz de la empresa de servicios portuarios	44
	ANEXO 4 – Catálogos de Paneles Solares	47
	ANEXO 5. Cables y accesorios	51

ANEXO 6 – Especificaciones técnicas de Baterías .....	53
Anexo 7 - Especificaciones técnicas de inversor .....	54
ANEXO 8. COTIZACION .....	56
ANEXO 9. Tasa de interés de referencia .....	57
ANEXO 10. Croquis de instalación.....	58
ANEXO 11. Excel de cálculos de inversión.....	59

## Índice de Tablas

Tabla 1.	Información de los recibos de Luz.....	15
Tabla 2.	Costo de facturación extra a pagar en el recibo de Luz .....	15
Tabla 3.	Consumo de energía realizando los cursos en forma Virtual.....	16
Tabla 4.	<i>Consumo aproximado de Energía -realizando cursos en forma Presencial .....</i>	<i>17</i>
Tabla 5.	<i>Consumos más altos en Watts .....</i>	<i>18</i>
Tabla 6.	<i>Consumos de energía usado en hora nocturna .....</i>	<i>18</i>
Tabla 7.	Condiciones climáticas mensuales (radiación solar).....	19
Tabla 8.	Datos de diferentes paneles solares .....	20
Tabla 9.	Consumo de Energía durante 6 horas.....	21
Tabla 10.	Consumo de Energía para las Baterías.....	24
Tabla 11.	Consumo de energía .....	25
Tabla 12.	Costo de inversión.....	27
Tabla 13.	Vida útil .....	27
Tabla 14.	Comparación de costo Anual y porcentaje de ahorro .....	29
Tabla 15.	Egresos .....	31
Tabla 16.	VPN, TIR, IR y recuperación.....	32
Tabla 17.	Retorno de inversión.....	33

## Índice de Figuras

Figura 1.	La radiación solar directa, difusa y global .....	5
Figura 2.	Instalación conectada a Red (a) e instalación asilada .....	6
Figura 3.	Tipos de células fotovoltaicas .....	7
Figura 4.	Elementos componentes de un panel solar.....	8
Figura 5.	Esquema de un inversor en instalación Aislada e instalación conectada a Red. ....	9
<i>Figura 6.</i>	Ubicación geográfica de la empresa HB Group Perú. ....	12
Figura 7.	Longitud y Latitud.....	19

## RESUMEN

El presente trabajo presenta una alternativa de diseño, en el cual se pretende dimensionar la instalación de un sistema de paneles solares, para la reducción de facturación por energía eléctrica en la empresa de servicios portuarios en Ilo, el cual beneficia al tema ambiental haciendo uso de energías renovables por medio de la energía solar, ya que su implementación contribuye a reducir el efecto invernadero producido por las emisiones de CO<sub>2</sub>. La metodología utilizada es una investigación Aplicada, de diseño no experimental y correlacional, se utilizó la recopilación de datos, como recibos de luz y cotizaciones, para el análisis de datos se empleó el uso de Excel y Word. Se tuvo como resultado para una carga solicitada de, 15,126.880 W.h/día, 08 paneles solares de 450W, 01 batería de litio de 48v- 200 Ah para abastecer una carga de 1,681 W.h/día, y 01 inversor híbrido de 5000 W-48v.

En cuanto al aspecto económico, se requerirá una inversión de S/19,369.00, el cual tiene un retorno de inversión de 6 años con 2 meses y 29 días y en cuanto a su mantenimiento es práctico y sencillo.

**Palabras clave:** paneles solares, reducción de facturación y energías renovables

## **ABSTRACT:**

The present work presents a design alternative, in which it is intended to dimension the installation of a solar panel system, for the reduction of the billing of electrical energy in the port services company of Ilo, which benefits the environmental issue by making use of renewable energies. through solar energy, since its implementation contributes to reducing the greenhouse effect produced by CO<sub>2</sub> emissions. The methodology used is an applied research, non-experimental and correlational design, data collection was obtained, such as bills and electricity prices, Excel and Word were used for data analysis. The result was for a requested load of 15,126,880 W.h/day, 08 solar panels of 450W, 01 lithium battery of 48v-200 Ah to supply a load of 1,681 W.h/day and 01 hybrid inverter of 5000 W-48v.

Regarding the economic aspect, there will be an investment of S/19,369.00, which has a return on investment of 6 years with 2 months and 29 days and in terms of maintenance it is practical and simple.

**Keywords:** solar panels, billing reduction and renewable energies

## ***I. INTRODUCCIÓN:***

La empresa HB Group Perú S.R.L.; fue fundada en el año 2018, en la provincia de Ilo del departamento de Moquegua, ubicada en la pampa inalámbrica, conformada con varios ambientes tanto como oficina y aulas de capacitación. La empresa estuvo encargada de capacitaciones tales como: i) Cursos de seguridad portuaria: básicos de PBIP I, PBIP II, mercancías peligrosas, seguridad portuarias, gestión de mercancías portuarias y gestión de seguridad portuaria; ii) Cursos de seguridad marítima: formación y entrenamiento en técnicas de supervivencia en el mar y rescate de hombre al agua, iii) Cursos de seguridad minera; iv) Formación en respuesta a emergencia; v) Cursos en Gestión de calidad, gestión Ambiental y gestión de protección entre otros servicios.

Antes de la pandemia de Covid-19, la empresa en forma presencial brindaba capacitación a diferentes empresas portuarias y mineras, a su vez también era encargada de brindar otros tipos de servicios, el cual se realizaba en otras aulas independientes.

Para la realización de los servicios de capacitación, la empresa requirió de varias aulas, computadoras, televisor, proyector, entre otros artefactos eléctricos. En tiempo de verano fue necesario agregar aire acondicionado, y ventiladores. Además, tuvo antecedentes de corte de energía en la zona, especialmente en las temporadas de verano debido a las fallas de suministro eléctrico ocurrido por las lluvias en las zonas de Moquegua, especialmente en la provincia de Ilo.

Por pandemia del Covid-19, se brindó constantemente los servicios de manera virtual, por lo cual hubo una reducción de consumo, como se volvió a uso presencial, tuvo un mayor incremento en la facturación por gastos de energía, ya que prácticamente todo el día se hizo uso de laptops, televisores y computadoras, así como focos e interruptores en la empresa, entre otros; viendo esta necesidad de energía constante se requiere la instalación de unos paneles solares para reducir el consumo de energía eléctrica.

En consecuencia, de acuerdo a lo especificado anteriormente, se ha realizado la siguiente formulación del problema: ¿Cómo dimensionar la instalación de un

sistema de paneles solares, para reducir la facturación de energía eléctrica en una empresa de servicios portuarios en Ilo?

Se ha creído conveniente para establecer el dimensionamiento de un sistema de paneles solares en la investigación por las siguientes razones: en el aspecto social los paneles solares maximizan los recursos de la tierra y conservan la energía; en el aspecto medioambiental su nivel de contaminación es muy bajo y más limpia que la quema de combustibles fósiles, su utilización coopera a minimizar el impacto invernadero producido por las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, (Céspedes Guevara, 2018); en el aspecto económico con la reducción de consumo de energía se recupera los costos de la instalación por ende un mejor beneficio para la empresa; en el aspecto técnico, la realización de un sistema fotovoltaico, ayudará al desarrollo energético, primordialmente en las regiones no inter conectadas” (Céspedes Guevara, 2018)

Una vez planteada la justificación, se ha procedido a determinar los objetivos del estudio. El objetivo general para el desarrollo de la investigación es: Dimensionar la instalación de un sistema de paneles solares, para la empresa de servicios portuarios en Ilo; y, para llegar a ello se tuvieron en cuenta como objetivos específicos los siguientes: i) Realizar una evaluación del escenario actual de sistema energético de la empresa; ii) Identificar el acceso y puntos energéticos críticos para la instalación; iii) Dimensionar un sistema de paneles solares para implementar un sistema híbrido; iv) Evaluación económica para la implementación del sistema de paneles solares.

Una vez planteado los objetivos se formula la siguiente hipótesis.

Con la implementación del dimensionamiento de la instalación de un sistema de paneles solares, se reducirá la facturación de energía eléctrica en una empresa de servicios portuarios en Ilo.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Los trabajos previos, detallados a continuación, ayudaron para hallar una solución al problema encontrado:

(Céspedes Guevara, 2018), por medio de datos estadísticos de radiación solar, obtuvieron los siguientes datos: 32 paneles de 140 Wp de potencia cada uno, con 20 baterías, 01 regulador de carga y 01 inversor. Así pues (Sánchez Miranda, 2019) mediante análisis del sistema fotovoltaico, selecciono el uso de 08 paneles solares de 330 W y 01 Inversor de 2.5 KW.

Por otro lado, (Vargas Córdova & Rojas Tarrillo, 2019) realizo cálculos para determinar el tipo de panel en el cual eligieron un panel solar de 270 W poli cristalino con una potencia de carga de 1.1 kw. Utilizaron baterías, inversor cargador, accesorios, un soporte metálico de paneles y una caseta de control. Al mismo tiempo (Alcedo Aspilcueta & Gonzales Urbina, 2018) determino la cantidad de paneles debe cubrir una demanda de energía de 500 kw por lo cual hicieron cálculos y como resultado se obtuvo una cantidad de 342 unidades de paneles solares para cada inversor. Igualmente (Flores Carrizales, 2018) efectuaron estudios de irradiación solar y se obtuvieron rangos entre 900 y 1024 W/m<sup>2</sup>. En un periodo de 3 a 4 horas del día. Además, (Miñope Cárdenas, 2017) en su investigación e instalación determino el uso de baterías de 3.5 a 4.5v.

Además, (Barboza Cueva, 2019) elaboro un cuadro de energía consumido por el colegio y el monto que pagaban mensualmente y a base de precios reales calcularon un presupuesto de 61,500 nuevos soles. Asimismo, plantaron alternativas de sistemas fotovoltaicos en el cual calcularon un promedio de 36 paneles solares de 320 Wp de potencia pico cada uno.

### **Contexto Internacional**

En ese mismo contexto (Hernández Gallegos, 2017), hizo investigación sobre el cálculo de consumo teórico del edificio y su resultado fue que se requiere paneles monocristalinos de 320 Wp, para tener una eficiencia y desempeño para alcanzar un 70%.

Asimismo, (Arroyave Valencia, 2018) hicieron el análisis de 34 municipios donde se obtuvo que la mejor alternativa para 38.2% es combinar el uso actual de Diesel con paneles solares fotovoltaicos y con el uso de baterías.

A continuación, se detalla conceptos, aplicaciones y componentes de energía y paneles solares.

**Energías renovables;** ((IICA), 2015) menciona que “La energía renovable es cualquier forma de energía de origen solar, geofísico o biológico que se renueva mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su tasa de utilización”.

**Energía Solar;** (Ponce, 2013, pág. 27) con respecto al primer principio de la termodinámica, las instalaciones solares tienen un gran campo de desarrollo en el mundo. Asimismo, (Ponce, 2013, págs. 67,72) nos refiere a que existen dos tipos de aprovechar la energía solar, para calentar un fluido y para generar electricidad. También menciona las variables que influyen en el rendimiento, que son la latitud, la orientación y la inclinación.

Según el informe, (Climático, 2011) mencionó, que las tecnologías de la energía solar directa exploran la energía irradiada por el sol para crear electricidad por medio de procesos fotovoltaicos.

Por otro lado, (OSINERGMIN, 2019, págs. 170-172) mencionó sobre la central Rubí, ubicada en el departamento de Moquegua, tiene una potencia instalada de 144.48 MW, la cual está conformada 90 módulos fotovoltaicos de 320 W cada uno, esta energía generada es trasladada a estaciones inversoras para transformarlas en corriente alterna.

Al mismo tiempo, (Andina Energía Renovable S.A.C.) sobre la instalación de módulos fotovoltaicos de 315 WP. A su vez, (Ponce, 2013, pág. 60) indicó que el consumo elevado de combustibles fósiles, incrementaron por las necesidades energéticas de la población, por lo que nos habló de la implementación de energías naturales como los paneles de tipo térmico y fotovoltaico, los cuales suman a las necesidades energéticas.

**Radiación solar;** se hizo mención en (OSINERGMIN, 2019, pág. 25) sobre la tecnología solar fotovoltaica basada en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica desde materiales semiconductores, como las células

fotovoltaicas, que permanecen fabricadas de silicio, uno de los metaloides abundantes en el mundo. A su vez, (Barboza Cueva, 2019) menciona que “el Perú tiene una elevada radiación solar anual, siendo en la sierra de aproximadamente 5.5 a 6.5kwh/m<sup>2</sup>; 5.0 a 6.0 kw/m<sup>2</sup> en la costa y en la Selva de aproximadamente 4.5 a 5.0 KW.h/m<sup>2</sup>”.

Al respecto de la Radiación Solar (Tobajas Vásquez, Instalaciones solares fotovoltaicas, págs. 37-39) nos describe que procede de tres componentes básicos: i) Radiación directa (Rd): Formada por los rayos procedentes del sol directamente; ii) Radiación difusa (Rdf): Aquella procedente de toda la bóveda, excepto la que llega del sol; iii) Radiación del albedo (Ra): Se obtiene del cociente entre la radiación reflejada y la incidente sobre una superficie.

La suma de estos tres componentes da lugar a la Radiación global (Rg):

$$R_g = R_d + R_{df} + R_a$$



Fuente: (Style, 2012, pág. 13)

### **Figura 1. La radiación solar directa, difusa y global**

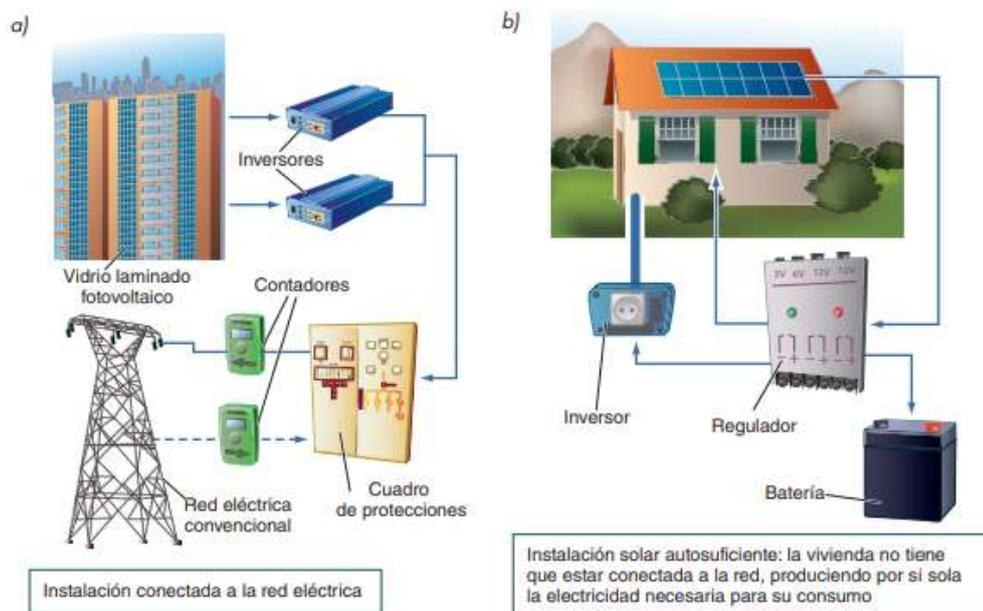
**Energía solar fotovoltaica:** En cuanto a la historia, (Candial Benavente, pág. 34) indico que en 1839 se identificó el efecto fotovoltaico; sin embargo, después de 10 años se utilizó el concepto fotovoltaico como tal. Durante el siglo XIX surgió la base del efecto fotoeléctrico, debido a los campos de electromagnetismo hechos por los grandes físicos, Maxwell, Hertz, Tesla, Faraday y Einstein.

**Tipos de instalaciones solares fotovoltaicas:** (Francisco García, 2022), menciono que pueden ser de dos tipos:

- Instalaciones Aisladas (OFF GRID): Son adecuados para lugares que no cuentan con compañías eléctricas porque están completamente

desconectados a la red eléctrica. A su vez; (UNESCO-UNEVOC, 2020), indico que debe estar almacenada por baterías durante la noche porque el sistema fotovoltaico solo producirá electricidad cuando esté expuesta a la luz solar.

- Instalaciones conectadas a Red (ON GRID): No es elemental el uso de baterías porque cuando no hay sol se toma la energía eléctrica de la red de suministro. A su vez; (UNESCO-UNEVOC, 2020), indico que la finalidad primordial es generar tanta energía como sea posible, de acuerdo con el espacio y costo de inversión. Estos sistemas requieren de inversores, cableado y equipo de monitoreo, así como estructuras.



**Figura 2. Instalación conectada a Red (a) e instalación asilada**

Fuente: (Díaz Corcobado & Carmona Rubio, pág. 9)

**Tipo de paneles solares:** (Francisco García, 2022) mencionó los tipos más usados los cuales son formados por células fotovoltaicas, que tienen la posibilidad de fabricarse de diferentes tecnologías: i) Paneles monocristalinos: el cual se obtiene de silicio puro fundido y dopado en boro; ii) Paneles policristalinos: es igual que los monocristalinos; sin embargo, se reduce el número de fases de cristalización; iii) Paneles de silicio amorfo: se depositan en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

También, (Tobajas Vásquez, Energía solar fotovoltaica, 2018, pág. 11) dio a conocer más tipos de paneles solares: i) Paneles solares de sulfuro de cadmio y sulfuro de cobre: tienen como ventaja que su proceso de fabricación es fácil porque se utiliza poco material activo; ii) Paneles solares de arsénico de galio: indicados para la fabricación de paneles, ya que su rendimiento teórico alcanza límites cercanos al 27-28% en su versión monocristalina; iii) Paneles solares de di seleniuro de cobre en indio: su rendimiento en laboratorio próximo al 17% y en módulos comerciales del 9%; iv) Paneles solares de telurio de cadmio: Rendimiento de laboratorio es 16% y en módulos comerciales 8%; v) Paneles solares híbridos: combinación de panel solar fotovoltaico y panel solar térmico.



**Figura 3. Tipos de células fotovoltaicas**

Fuente: (Tobajas Vásquez, Energía solar fotovoltaica, 2018, pág. 9)

**Elementos componentes de un panel solar:** Despiece de un panel solar estándar según (Ponce, 2013, págs. 83-84):

- Junta elástica (de silicona): garantiza la estanqueidad del panel y absorbe las deformaciones por diferencias de temperatura.
- Material transparente: vidrio o de plástico. Es importante que posibilite el mayor paso de las radiaciones solares.
- Parrilla de tuberías: líneas de tubos colocadas en paralelo, los cuales desembocan en dos laterales, el primero entra el fluido a temperatura ambiente y el segundo sale ya calentado por las radiaciones solares.
- Placa de fondo y Aislamiento: encargados de retener el máximo de calor.
- Carcasa: debería juntar todos los anteriores componentes de forma hermética, permitiendo además que se absorban las dilataciones, no permitir la oxidación, ni corrosión.



**Figura 4. Elementos componentes de un panel solar**

Fuente: (Ponce, 2013, págs. 83-84):

**Sistemas de agrupamiento de paneles:** (Guerrero García, 2019), señaló que existen dos tipos de conexiones:

- Serie: las tensiones son sumadas y las intensidades se mantienen igual.
- Paralelo: las intensidades son sumadas y la tensión se mantienen igual.
- Mixto: la potencia, tensión e intensidad resultante es dependiente de la configuración adoptada.

En cuanto al **ciclo de vida**, (Jamjachi Rojas), explico que con un mantenimiento contante el tiempo estimado de vida útil es entre 20 y 25 años.

**Regulador de carga:** (Francisco García, 2022) menciono que son dispositivos capaces de cambiar la energía química en eléctrica, recargadas desde la electricidad producida por los paneles solare, existen dos tipos:

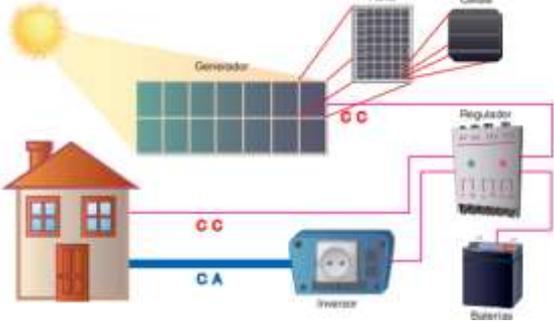
- **PWM** son más económicos y se utilizan una vez que la tensión generada por los paneles solares este sutilmente por encima de la tensión del banco de baterías y **MPPT** son más caros no obstante es mucho más eficientes porque buscan el punto de la máxima potencia de la energía eléctrica generada, optimizando de esta forma la carga de las baterías.

(Style, 2012), menciono que el regulador es encargado de proteger a la batería contra la sobre carga y sobre descarga. También menciono los tipos de carga:

- Carga Inicial: (estado de 80%); Carga de absorción: (estado de 100%) y Carga de flotación: (mantiene un estado de 100%)

**Inversor:** según (Díaz Corcobado & Carmona Rubio), es encargado de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna. Por otro lado, (Francisco García, 2022) indico que existen dos tipos:

- *De onda modificada:* corriente de salida no es igual a corriente convencional, son más baratos y pueden causar problemas de funcionamiento en los aparatos electrónicos.
- *De onda pura:* Corriente de salida corresponde con la corriente convencional.

INSTALACION AISLADA	INVERSOR CARGADOR
	<p>(Francisco García, 2022), indico que este tipo de inversor se ocupa de gestionar la carga de las baterías y convierte la corriente continua almacenada en corriente alterna de 230 V.</p>
INSTALACION CONECTADO A RED	INVERSOR DE CONEXIÓN A RED
	<p>(Francisco García, 2022), mencionó que este inversor cuenta con dos entradas, una para paneles y otra para red eléctrica. Cuando no se consume toda la electricidad durante el día, la instalación puede ser de dos tipos: sin excedentes o con excedentes acogidos a compensación.</p>

**Figura 5. Esquema de un inversor en instalación**

**Aislada e instalación conectada a Red.**

Fuente: (Díaz Corcobado & Carmona Rubio, pág. 24)

**Tipos de acumuladores o batería según su composición:** (Tobajas Vásquez, Energía solar fotovoltaica, 2018, pág. 19)

Baterías de plomo-ácido:	Utilizada por su bajo costo. Formada por dos electrodos de Plomo y como electrolito ácido sulfúrico.
Baterías de plomo-antimonio:	Utilizada en instalaciones medias y grandes. Su tiempo de vida es entre los 10 a 15 años. Formada por celdas de polipropileno traslúcido de 2V, uniéndose con elementos en serie puede llegar de 12 a 24 V.
Baterías de plomo-calcio:	Apropiadas para instalaciones pequeñas, no requieren mantenimiento y su autodescarga es baja, pero no soporta descargas superiores al 40%.
Baterías de ciclo profundo gelatinosa:	El electrolito no es líquido, sino que es gelatinoso. Durante el proceso de carga no requieren ventilación exterior.
Baterías de níquel-cadmio:	Compuesta por un proceso electroquímico. Las placas se encuentran bañadas en un electrolito, el cual solo actúa de conductor. Son capaces de soportar descargas más elevadas que las demás baterías.
Baterías de níquel-hidruro metálico:	Es menos contaminante que el cadmio. Su inconveniente es que se autodescarga es mayor que la de níquel-cadmio.
Baterías herméticas:	Usados para consumos bajos o tiempo de duración entre carga y descarga es pequeño, pueden ser de plomo-ácido o de níquel-cadmio.
Baterías monoblock:	Empleado en pequeñas instalaciones fotovoltaicas. Tiene una capacidad de 250 Ah y se agrupan fácilmente.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación:**

Para el dimensionamiento del sistema de paneles solares en la empresa de Servicios Portuarios ubicado en el distrito de Ilo, Provincia de Ilo departamento de Moquegua, la metodología empleada es:

La investigación Aplicada, debido a que se realizó el uso de conocimientos teóricos que serán recopilados a solucionar un problema práctico, (Hernández Sampieri, 2014, pág. 25).

##### **Diseño de investigación:**

El diseño de esta investigación es no experimental, porque no se manipulan deliberadamente las variables. (Hernández Sampieri, 2014, pág. 152), y de investigación correlacional, la cual tiene como propósito examinar relaciones entre variables o sus resultados. (Bernal Torres, 2010, pág. 114)

#### **3.2. Variables y operacionalización:**

**Variable Independiente:** Uso de paneles solares

Según (Ponce, 2013) no menciona que “La capacidad de generar electricidad a partir de las radiaciones solares es un principio que se descubrió en los años 50 del siglo pasado, pero en los últimos años ha habido un gran desarrollo de esta tecnología, ya que la demanda ha aumentado a la vez la concienciación en cuanto a mejora del medio ambiente”

**Variable Dependiente:** Reducción de la facturación por energía eléctrica.

## ANEXO 1 – Matriz de operacionalización de variables.

### 3.3. Población, muestra y muestreo:

#### **Población:**

Gama de paneles solares utilizados para energizar la empresa de Servicios Portuarios.

#### **Muestra:**

Panales solares destinados para la empresa HB Group Perú, empresa de Servicios Portuarios, ubicada en el distrito de Ilo, Provincia de Ilo, departamento de Moquegua.



**Figura 6.** Ubicación geográfica de la empresa HB Group Perú.

Fuente: Google Maps

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

#### **Técnicas:**

La técnica que se utilizó fue la recopilación de datos y de información mediante un análisis de la documentación brindada por la empresa para calcular la cantidad necesaria de insumo, costo de instalación y mantenimiento.

### **3.5. Procedimientos:**

1. Se solicitó a la empresa HB Group Perú sus recibos de luz para observar el consumo energético que tuvieron a fines del año 2021 hasta la actualidad del 2022.
2. Se identificó puntos energéticos críticos de la instalación y se derivó hacia los consumos más altos.
3. Se realizó un estudio para implementar un sistema económico y ecológico para proveer energía eléctrica a la empresa de servicios portuarios Ilo.
4. Se estableció una evaluación económica para la implementación del sistema.
5. Se realizó una cotización de distintos tipos de paneles solares fotovoltaicos, baterías, inversores y estructuras de distintas marcas y distinto material.

### **3.6. Método de análisis de datos:**

Para el diagnóstico del consumo de energía eléctrica se requirió el uso de tablas en Excel y Word para comparar los consumos mensuales.

### **3.7. Aspectos éticos:**

Para esta investigación se hizo uso criterios de veracidad, procurando de la mejor forma con un respeto conveniente cuan veraz en un resultado en esta investigación. La presente investigación no tendrá ningún impacto que logre ser perjudicial con la sociedad.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Realizar una evaluación del escenario actual de sistema energético de la empresa

##### 4.1.1 Determinación del consumo energético

Se realizó el análisis del escenario actual de la empresa HB Group Perú, a través de sus recibos de luz para observar el consumo energético de los últimos 6 meses.

**Tabla 1. Información de los recibos de Luz**

MES	Lectura	KWh/Mes	PRECIO UNT. S// KW.h.	Costo de Energía S/	IGV (18%)	Costo TOTAL de Energía + IGV
Dic-21	18854	200.00	0.7301	146.0200	26.2836	172.3036
Ene-22	19313	259.00	0.7331	189.8729	34.1771	224.0500
Feb-22	19647	334.00	0.7332	244.8888	44.0800	288.9688
Mar-22	19919	272.00	0.7369	200.4368	36.0786	236.5154
Abr-22	20194	275.00	0.7370	202.6750	36.4815	239.1565
May-22	20466	272.00	0.7379	200.7088	36.1276	236.8364
Costo de 6 meses en Soles				1184.6023	213.228414	1397.83071

Fuente: elaboración propia (Anexo 3)

En la tabla 1, se puede observar el valor de consumo de cada mes en KW.h, esto se obtiene de la diferencia entre los registros de la lectura final (mes anterior) y lectura inicial del periodo multiplicado por el factor de 1.00.

**Tabla 2. Costo de facturación extra a pagar en el recibo de Luz**

MES	Alumbrado Publico	Cargo Fijo	Interés por facilidades	Intereses compensatorios	mantenimiento y reposición de la conexión	TOTAL	IGV (18%)	Costo TOTAL de Energía + IGV
Dic-21	18.91	3.79	0.15	2.74	1.29	26.88	4.84	31.72
Ene-22	13.74	3.84	0.13	1.34	1.30	20.35	3.66	24.01
Feb-22	25.56	3.84	0.11	0.68	1.30	31.49	5.67	37.16
Mar-22	12.92	3.86	0.09	0.6	1.29	18.76	3.38	22.14
Abr-22	20.02	3.86	0.08	..	1.29	25.25	4.55	29.80
May-22	14.08	3.94	0.06	0.2	1.3	19.58	3.52	23.10
Costo de 6 meses en Soles						142.31	25.6158	167.93

Fuente: elaboración propia (Anexo 3)

En la tabla 2, se puede observar el consumo de facturación por alumbrado público, datos aproximados que se seguirán pagando, el cual será considerado para los cálculos en retorno a inversión.

#### 4.1.2. Consumo de energía realizando los cursos virtualmente

Se realizó un cuadro, donde se puede observar los diferentes electrodomésticos utilizados en la empresa de servicios portuarios, los datos se tomaron por los meses que se usaron en forma virtual.

**Tabla 3. Consumo de energía realizando los cursos en forma Virtual**

DESCRIPCIÓN	CANT.	Potencia (KW.h.)	Horas al día	Días al Mes	Uso de horas al mes	Consumo total kWh/mes	PRECIO UNT. S// KW.h.	Costo mensual
Focos de oficinas	2	0.014	3.5	26	91	2.548	0.7379	1.8801692
Focos de SS. HH	2	0.014	0.75	26	19.5	0.546	0.7379	0.4028934
Focos de Almacén	1	0.014	0.3	4	1.2	0.0168	0.7379	0.01239672
Focos de Sala de capacitación	4	0.014	6	26	156	8.736	0.7379	6.4462944
Computadora	1	0.4	8	26	208	83.2	0.7379	61.39328
Laptop	4	0.2	4.5	26	117	93.6	0.7379	69.06744
Impresoras	2	0.15	2	26	52	15.6	0.7379	11.51124
TV de 65"	1	0.226	2	26	52	11.752	0.7379	8.6718008
Equipo de sonido	1	0.11	1.5	8	12	1.32	0.7379	0.974028
Ventiladores	2	0.05	2	20	40	4	0.7379	2.9516
Modem Internet Inalámbrico	2	0.006	18	31	558	6.696	0.7379	4.9409784
Timbre	1	0.05	24	31	744	37.2	0.7379	27.44988
Cargador de Celular	4	0.01	2.5	26	65	2.6	0.7379	1.91854
						267.8148		197.620541

*Fuente: Elaboración propia*

En la cual, al multiplicar la cantidad por la potencia y el uso de horas al mes, se obtiene el consumo de energía mensual de cada electrodoméstico. Se realizó la sumatoria de cada consumo y se obtuvo como resultado el consumo de energía mínimo que requiere la empresa de servicios portuarios mensualmente.

El consumo total de 267.815 KWh/mes, se multiplicó por el precio unitario (obtenido en el recibo de luz del mes de mayo 2022, Tabla 1), dio como resultado el costo mensual aproximado de S/197.621 soles.

#### 4.2. Identificar el acceso y puntos energéticos críticos para la instalación

Se identificó los puntos energéticos críticos de la instalación y se derivó hacia los consumos más altos, como se observa en la tabla 4, se detalla el consumo diario utilizado por la empresa en los cursos realizados en forma presencial, como consumo diario de, 16471.920 W.h. al día.

**Tabla 4. Consumo aproximado de Energía -realizando cursos en forma Presencial**

DESCRIPCIÓN	CANT.	Watts	Horas al día	Consumo total Wh/día
Impresoras	2	500.00	2.00	2000.0000
Aire Acondicionado	1	1000.00	6.00	6000.0000
Computadora	1	400.00	8.00	3200.0000
Laptop	4	300.00	4.50	5400.0000
TV de 65"	1	123.00	2.00	246.0000
Equipo de sonido	1	110.00	1.50	165.0000
Ventiladores	2	50.00	2.00	200.0000
Focos de Sala de capacitación	4	14.00	6.00	336.0000
Focos de oficinas	2	14.00	3.50	98.0000
Focos de SS. HH	2	14.00	0.75	21.0000
Focos de Almacén	1	14.00	0.30	4.2000
Cargador de Celular	4	7.50	2.50	75.0000
Timbre	1	5.00	24.00	120.0000
Modem Internet Inalámbrico	2	4.64	24.00	222.7200
cámaras de seguridad	4	4.00	24.00	384.0000
<b>Consumo de energía diaria TOTAL</b>				<b>16471.920</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Como se observa en la tabla 5, se obtiene como consumo crítico los que tienen mayor carga de kW los cuales son: las impresoras, y el aire acondicionado.

**Tabla 5. Consumos más altos en Watts**

DESCRIPCIÓN	CANT.	Watts	Potencia (kw)	Horas al día	Consumo total kWh/día
Impresoras	2	500.00	0.5000	2.00	2.0000
Aire Acondicionado	1	1000.00	1.0000	4.00	4.0000
					6.0000

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 6, se puede observar que los siguientes artefactos son usados constantemente en horas de la noche.

**Tabla 6. Consumos de energía usado en hora nocturna**

DESCRIPCIÓN	CANT.	Potencia (w)	Horas al día	Consumo total Wh/día
Timbre	1	5.00	18.00	90.00
Modem Internet Inalámbrico	2	4.64	18.00	167.04
cámaras de seguridad	4	4.00	18.00	288.00
Focos	2	14.00	12.00	336.00
				881.04

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 6, da como resultado un consumo crítico nocturno de 881.04 W.h al día, este dato se empleó para la obtención del uso de batería, el cual será utilizado en caso de un corte de energía.

### 4.3. Dimensionar un sistema de paneles solares para reemplazar el actual sistema energético clásico

Se propuso realizar un estudio para implementar un sistema económico y ecológico para proveer energía eléctrica a la empresa de servicios portuarios Ilo.

Para la realización del dimensionamiento de un sistema de paneles solares se requirió los siguientes datos:

#### **Radiación Solar:**

Se utilizó los siguientes datos:

Latitud: - 17.656313

Longitud: - 71.323488



**Figura 7. Longitud y Latitud**

Fuente: (NASA, s.f.)

La radiación solar se obtuvo de la (NASA, s.f.), ingresando los datos de latitud y longitud. Se pudo obtener una radiación promedio anual de 5.58 KW.h/m<sup>2</sup>/día

**Tabla 7. Condiciones climáticas mensuales (radiación solar)**

		Condiciones Climáticas Mensuales de Diseño											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Radiación solar de todo el cielo	Rad promedio	7.2	7.05	6.74	5.61	4.48	3.63	3.6	4.09	4.81	5.84	6.73	7.2
	Rad estándar	0.94	0.81	0.73	0.97	0.87	0.72	0.73	0.87	1.01	1.11	1.13	1.05

Fuente: (NASA, s.f.)

### 4.3.1. Dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos:

En la siguiente tabla se obtiene datos de diferentes paneles solares que se pueden utilizar.

**Tabla 8. Datos de diferentes paneles solares**

Modulo fotovoltaico	Potencia Máxima (Wp)	Voltaje de Trabajo Panel Solar (V)	Tensión en P. Max-Vmp (V)	Intensidad en P. Max-Imp (A)	Tensión circuito Abierto Voc. (V)	Intensidad Cortocircuito - Isc (A)	Eficiencia (%)
Panel Solar Policristalino Yingli Solar 320W	320	24	36.5	8.78	45.20	9.25	16.50
Panel Solar Policristalino AE Solar 330W	330	24	38.11	8.66	47.43	8.92	16.76
Panel Solar Policristalino AE Solar 335W	335	24	38.42	8.72	47.77	8.99	11.01
Panel Solar JA SOLAR 450W 24V Monocristalino PERC	450	24	41.52	10.82	49.7	11.36	20.20
Panel Solar JA SOLAR 455W 24V Monocristalino PERC	455	24	41.82	10.88	49.85	11.41	20.40

*Fuente: Elaboración propia – Anexo 4*

### 4.3.2. Estimación del consumo:

Para obtener las horas solares pico, (Salamanca-Ávila, 2017) nos indicó que se divide el valor de radiación solar sobre 1KW/m<sup>2</sup>.

De la tabla 7, obtenemos que la radiación solar promedio 5.58 KW.h/m<sup>2</sup>/día, entonces:

$$HSP = (5.58 \frac{kwh}{m^2} / día) * (1 \frac{kw}{m^2})$$

$$HSP = 5.58 h/día$$

De la tabla 8, se escogió el Panel de 450 W. Usando la siguiente formula (Salamanca-Ávila, 2017), se obtiene la Energía del Panel:

$$E_{panel} = Wp_{(T)} * HSP$$

$$E_{panel} = 450 * 5.58$$

$$E_{panel} = 2,511 \text{ Wh/día}$$

#### 4.3.3. Cantidad total de Paneles:

El sistema será utilizado en horario de oficina de 8am a 5pm. Para el consumo medio diario, solo se consideró un promedio de 6 horas, los artefactos a utilizar en el establecimiento se detallan en la tabla 9:

**Tabla 9. Consumo de Energía durante 6 horas**

DESCRIPCIÓN	CANT.	Watts	Horas al día	Consumo 6 horas (Wh/día)
Impresoras	2	500.00	2.00	2000.0000
Aire Acondicionado	1	1000.00	4.00	4000.0000
Computadora	1	400.00	6.00	2400.0000
Laptop	4	300.00	4.50	5400.0000
TV de 65"	1	123.00	2.00	246.0000
Equipo de sonido	1	110.00	1.50	165.0000
Ventiladores	2	50.00	2.00	200.0000
Focos de Sala de capacitación	4	14.00	6.00	336.0000
Focos de oficinas	2	14.00	3.50	98.0000
Focos de SS. HH	2	14.00	0.75	21.0000
Focos de Almacén	1	14.00	0.30	4.2000
Cargador de Celular	4	7.50	2.50	75.0000
Timbre	1	5.00	6.00	30.0000
Modem Internet Inalámbrico	2	4.64	6.00	55.6800
cámaras de seguridad	4	4.00	6.00	96.0000
<b>Consumo de energía diaria TOTAL</b>				<b>15126.880</b>

Fuente: *Elaboración propia*

Para la determinación de la cantidad de paneles se utilizó (Barboza Cueva, 2019), en el cual se tomó la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{\text{consumo medio diario} * 1.3 \text{ (factor de Seguridad)}}{\text{Radiación} * \text{Pot. Panel seleccionado}}$$

$$N_{TP} = \frac{15,126.88 \text{ W} * 1.3}{5.58 * 450}$$

$$N_{TP} = 7.745 \approx 8 \text{ paneles}$$

Utilizando la siguiente formula de (Salamanca-Ávila, 2017), se obtiene  $E_{panelB}$ , que es la energía total de todos los paneles a instalar.

$$E_{panelB} = N_{TP} * E_{panel}$$

$$E_{panelB} = 8 * 2511 = 20,088 \text{ Wh/día}$$

De acuerdo a la capacidad de recolección de energía de los paneles solares 8 paneles solares de 450 watts. La energía recolectada con paneles solares es:  $8 \times 450W \times 6h = 21,600 \text{ W.h}$ , considerando una pérdida de 15%, da como resultado:

- Potencia Generada por los Paneles = 18,360W.h cada día en 6 horas

#### Características del Panel Solar:

- Total, de paneles 8 (3600w totales)
- Potencia del Panel Solar: 450W
- Tipo de Célula del Panel Solar: Monocristalino
- Tensión en Circuito Abierto: 49.7V
- Corriente en Cortocircuito ISC: 11.36A
- Tensión Máxima Potencia VMMP: 41.52V
- Amperios Máximos de Salida IMPP: 10.82A
- Eficiencia del Módulo: 20,20%
- Dimensiones del Panel Solar: 2120 x 1052 x 40 mm
- Cables: 4mm
- Peso del Panel Solar: 25 Kg
- Marco del Panel Solar: Blanco y Gris
- Vida útil promedio de 25 años



Fuente: (S.L.U, s.f.)

#### 4.3.4. Estructura para los Paneles Solares:

Se requerirá una estructura elevada de 20°, a una altura de 3 metros sobre el suelo.

Características:

- Construida en acero galvanizado muy resistente a inclemencias meteorológicas, así como corrosión y abrasión
- Las patas están fabricadas en acero galvanizado en caliente.
- Se precisa de una orientación al norte y con una base firme y sólida para que el anclaje de la estructura sea fiable.



**Cables y accesorios:**



- Cable Unifilar 6 mm<sup>2</sup> SOLAR PV ZZ-F Rojo-Anexo 5
- Cable Unifilar 6 mm<sup>2</sup> SOLAR PV ZZ-F Negro-Anexo 5
- 1 x Conector MC4 Multicontact Macho-Hembra

Garantiza la correcta conexión de paneles solares y protege de la entrada de agua o polución

#### **4.3.5. Comprobación del dimensionamiento del grupo de baterías para conservación del sistema**

Se propuso realizar un estudio de grupo de baterías idóneo para el sistema. Se requerirá un sistema complementario de baterías que deberá suministrar la energía requerida por la carga cuando no haya sol, o en días nublados. También para tiempo de lluvias ocurridas en la ciudad de Moquegua, el cual afecta el suministro de energía con el corte de energía en la ciudad de Ilo.

Para nuestro caso se utilizó la carga crítica, el cual es usado de forma constante y de uso nocturno, se planteó la instalación de un sistema conectado a red, con uso de baterías con un respaldo de 2 días para los días de corte de energía, para ese caso se utilizará el consumo de la tabla 6, de 881.04 W.h/día.

También se consideró el uso de computadora, como los paneles solo se emplearán en 6 horas, se tienen aun 2 horas restantes a usar y por ende se consideró esta carga para la implementación de las baterías, por lo cual según

tabla 10, se tiene un consumo de 1,681.040 W.h/día, que tiene que abastecer las baterías.

**Tabla 10. Consumo de Energía para las Baterías**

DESCRIPCIÓN	CANT.	Watts	Horas al día	Consumo total Wh/día
Computadora	1	400.00	2.00	800.0000
Focos de Sala de capacitación	2	14.00	12.00	336.0000
Timbre	1	5.00	18.00	90.0000
Modem Internet Inalámbrico	2	4.64	18.00	167.0400
cámaras de seguridad	4	4.00	18.00	288.0000
<b>Consumo de energía diaria TOTAL</b>				<b>1681.040</b>

Fuente: *Elaboración propia*

Para la realización de los cálculos, se requerirá de la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{E}{V_t}$$

$$C_b = \frac{\text{Días} * I_d}{0.7 (\text{Profundidad de descarga})}$$

E= carga requerida

I<sub>d</sub>= intensidad de la corriente por día

V<sub>t</sub>= tensión de batería

C<sub>b</sub>= banco de batería

Reemplazando en las fórmulas, se obtuvo:

$$I_d = \frac{1681.040 \text{ W}}{48 \text{ V}} = 35.022 \text{ A}$$

$$C_b = \frac{2 * 35.022 \text{ A}}{0.7} = 100.63 \text{ A}$$

Se requerirá de 1 baterías de 48 V de 200 Ah, para tener un respaldo de energía extra.

## Características de la Batería- Anexo 6

- **Batería 48v 200ah litio**
- Voltaje de la Batería: 51.2
- Energía Útil Almacenada: 90%
- Garantía de la Batería: 10 años



### Cables y Accesorios:



- Cable Unifilar 10 mm<sup>2</sup> SOLAR PV ZZ-F Rojo BATERIA-INVERSOR
- Cable Unifilar 10 mm<sup>2</sup> SOLAR PV ZZ-F Negro BATERIA-INVERSOR



- Terminal de batería incluido en el cable de batería

### 4.3.6. INVERSOR:

Para determinar el inversor se requerirá una carga de 4,119.28 Wh/día, como se puede observar en la tabla 11, es por ello que se considero un inversor de 5kw.

**Tabla 11. Consumo de energía**

DESCRIPCIÓN	CANT.	Watts	Horas al día	Consumo (Wh/día)
Impresoras	2	500.00	1.00	1000.0000
Aire Acondicionado	1	1000.00	1.00	1000.0000
Computadora	1	400.00	1.00	400.0000
Laptop	4	300.00	1.00	1200.0000
TV de 65"	1	123.00	1.00	123.0000
Equipo de sonido	1	110.00	1.00	110.0000
Ventiladores	2	50.00	1.00	100.0000
Focos de Sala de capacitación	4	14.00	1.00	56.0000
Focos de oficinas	2	14.00	1.00	28.0000
Focos de SS. HH	2	14.00	1.00	28.0000
Focos de Almacén	1	14.00	1.00	14.0000
Cargador de Celular	4	7.50	1.00	30.0000
Timbre	1	5.00	1.00	5.0000
Modem Internet Inalámbrico	2	4.64	1.00	9.2800
cámaras de seguridad	4	4.00	1.00	16.0000
<b>Consumo de energía</b>				<b>4119.280</b>

Fuente: Elaboración propia

### Características del Inversor – Anexo 7:

- Pico de Potencia del Inversor: 10000VA
- Voltaje de Trabajo del Inversor: 220V
- Potencia de Salida continuada: 5000W
- Eficiencia del Inversor: Onda Senoidal Pura
- Peso del Inversor: 11.5Kg
- Dimensiones del Inversor: 130 x 350 x 455 mm
- Entrada máxima Pv 450v
- Capacidad máxima de paneles 4500w
- Vida útil del inversor 15 años



#### 4.3.7. Mantenimiento

El mantenimiento preventivo incluye procedimientos en diferentes ámbitos. He aquí un resumen de los mismos:

- **Mantenimiento de paneles**

De acuerdo a la localidad de Ilo. Se realiza un mantenimiento de limpieza cada mes, no es necesario de un profesional.

- **Verificación de equipos**

Realizado por un técnico cada 2 años verificación del estado de los equipos y cableado y paneles (opcional)

- **mantenimiento de equipos**

Realizado por un técnico cada 5 años, desconexión de sistema retiro de inversor realizar limpieza del equipo, como conexiones.

#### 4.4. Evaluación económica para la implementación del sistema de paneles solares.

Se propuso hacer un estudio de la inversión realizando estudios de VPN, TIR, IR y recuperación.

##### Datos que se escogieron para la instalación:

En la tabla 16 se observa los materiales, incluyendo instalación de un sistema fotovoltaico.

**Tabla 12. Costo de inversión**

<b>Cant.</b>	<b>Descripción</b>	<b>P. Unit.</b>	<b>Total</b>
8	Panel solar 450w 24v monocristalino	S/800.00	S/6,400.00
1	Inversor hibrido Growatt 5000w 48v	S/4,200.00	S/4,200.00
1	Batería 48v 200ah litio Growatt	S/5,000.00	S/5,000.00
2	Cable Unifilar 10mm2 para batería	S/25.00	S/50.00
8	Cable Unifilar 6 mm2 SOLAR PV ZZ-F Rojo	S/6.50	S/52.00
8	Cable Unifilar 6 mm2 SOLAR PV ZZ-F Negro	S/6.50	S/52.00
1	MC4 Multicontact Macho-Hembra	S/15.00	S/15.00
1	Estructura metálica instalada	S/1,500.00	S/1,500.00
1	Pozo a tierra instalada	S/1,500.00	S/1,500.00
1	Instalación de sistema solar	S/600.00	S/600.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/19,369.00</b>

Fuente: elaboración propia (Anexo 8)

**Tabla 13. Vida útil**

<b>DATOS</b>	<b>VIDA UTIL</b>
Batería 48v 200ah litio Growatt	10 años
Inversor hibrido Growatt 5000w 48v	15 años
Panel solar 450w 24v monocristalino	25 años

Fuente: elaboración propia (Anexo 4,6 y 7)

### Costo de Energía

Consideramos el costo de luz por 1kw según el recibo de ElectroSur (S.A., s.f.), may-22 tabla 1, Costo de Kw.h diario es:

$$S/0.7379 + \text{IGV (18\%)} = 0.7379 + 0.1328 = \mathbf{S/0.8707}$$

Mi consumo diario según tabla 4, es de:

$$16471.92 \text{ Wh/día} = \mathbf{16.47192 \text{ KW.h/día}}$$

Entonces mi costo de energía diaria es de:

- $16.47192 * S/ 0.8707 = \mathbf{S/ 14.342}$ , este valor lo multiplicamos de 24 días laborables, nos da un monto de S/ 344.208 mensual

Mi facturación mensual es de **S/344.208** soles, si este valor lo multiplicamos por los 12 meses restantes, tendremos un valor de **S/4,130.496** soles anual.

### Costo Paneles Solares:

Para mi costo de factura de luz-dinero es, mi consumo durante de las 6 horas en paneles multiplicado por el valor en costo de energía:

- Mi consumo diario según tabla 9, es de 15126.88 Wh/día = **15.12688 KW.h/día**
- Entonces mi costo de energía diaria es de:  $15.12688 * S/ 0.8707 = \mathbf{S/ 13.171}$ , este valor lo multiplicamos de 24 días laborables, nos da un monto de **S/316.104 soles mensual.**

Para saber cuánto ahorraríamos al año, se multiplica el valor mensual por 7 meses, donde se consideran 6 horas - uso panel, lo que nos da un monto de **S/ 2,212.728** soles.

Para los 5 meses restantes, se considera un promedio de 4 horas - uso panel, debido a la radiación baja que sería de mayo a Setiembre - tabla 7. Tenemos un consumo de  $14640.60 = 14.6406 \text{ Kw.h/día}$

$$\text{Costo de energía} = 14.6406 * S/ 0.8707 = \mathbf{S/12.75}$$
, este valor lo multiplicamos de 24 días laborables, nos da un monto de **S/306 soles mensual.**

### Porcentaje de ahorro mensual por la instalación de paneles solares:

**Tabla 14. Comparación de costo Anual y porcentaje de ahorro**

<b>Mes</b>	<b>Electrosur</b>	<b>Panel Solar</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Enero	S/344.21	S/ 316.10	91.835
febrero	S/344.21	S/ 316.10	91.835
Marzo	S/344.21	S/ 316.10	91.835
Abril	S/344.21	S/ 316.10	91.835
Mayo	S/344.21	S/ 306.00	88.900
Junio	S/344.21	S/ 306.00	88.900
Julio	S/344.21	S/ 306.00	88.900
Agosto	S/344.21	S/ 306.00	88.900
Setiembre	S/344.21	S/ 306.00	88.900
Octubre	S/344.21	S/ 316.10	91.835
Noviembre	S/344.21	S/ 316.10	91.835
Diciembre	S/344.21	S/ 316.10	91.835
<b>TOTAL</b>	<b>S/4,130.50</b>	<b>S/ 3,742.73</b>	<b>90.612</b>

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 14, tenemos un monto ahorrado de S/ 3,742.73 soles anual y haciendo la regla de 3, tendremos un 90.61% de ahorro anual.

### Cálculos para el retorno de Inversión:

Para establecer los cálculos de retorno de inversión de considero un tiempo de promedio de 12 años.

Para la **tasa de descuento** se tomó como referencia datos del Banco Central de Reserva del Perú, (Perú B. C., 2022). Anexo 7, donde indicó una tasa de interés de referencia del 5%.

Se utilizó las fórmulas del libro de, (Brealey, Allen, & Myers):

**Flujo de Efectivo Neto = Ingreso – Egreso total**

**Valor Presente:**

$$VP = \sum \frac{C_1}{(1+r)^2}$$

### Valor presente Neto:

$$VPN = C_o + VP$$

$$VPN = C_o + \sum \frac{C_1}{(1+r)^2}$$

### Índice de rentabilidad:

$$IR = \frac{VP \text{ suma de flujos actualizados}}{Inversión Inicial}$$

### Fórmula del valor actual neto:

$$VAN = C_o + \frac{C_1}{1+TIR} + \frac{C_1}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{C_1}{(1+TIR)^T} = 0$$

### Fórmula de la TIR:

Según, (Sánchez Miranda, 2019, pág. 170) indico que la tasa Interna de Retorno (TIR), es aquella tasa de interés que hace igual a cero el valor de flujos de beneficios netos.

$$VAN = -C_o + \frac{C_1}{1+TIR} + \frac{C_1}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{C_1}{(1+TIR)^T}$$

### **Criterios de decisión:**

Si la TIR > k ---> Aceptar el proyecto

Si la TIR = k ---> Indiferente

Si la TIR < k ---> Rechazar el proyecto

Formula de Schneider, (Guarnizo Garcia, 1987, pág. 102):

$$TIR = r = \frac{-A + \sum_{t=1}^n Q_n}{\sum_{t=1}^n n * Q_n}$$

La cual es determinada con calculadoras financieras o programas de hoja de cálculo.

Para calcular el valor de recuperación en caso del año 1 se sumó VP1+ VP2, en cuanto a los demás años se hizo la sumatoria del valor de recuperación + VP (del año siguiente)

**Tabla 15. Egresos**

<b>Año</b>	<b>Gasto Bateria</b>	<b>Verificador de equipos</b>	<b>Mant. Equipos</b>	<b>EGRESO</b>
0				<b>-S/19,369.00</b>
1				S/0.00
2		S/70.00		S/70.00
3				S/0.00
4		S/70.00		S/70.00
5			S/150.00	S/150.00
6		S/70.00		S/70.00
7				S/0.00
8		S/70.00		S/70.00
9				S/0.00
10	S/5,000.00	S/70.00	S/150.00	S/5,220.00
11				S/0.00
12		S/70.00		S/70.00

Fuente: elaboración propia

- Verificador de equipos es cada 2 años
- Mantenimiento de equipos cada 5 años

**Tabla 16. VPN, TIR, IR y recuperación**

DATOS	Inversión Inicial	S/19,369.00
	Tasa de descuento	5%

Año	INGRESO	EGRESO	Flujo de Efectivo Neto	Valor Presente	Acumulados	Recuperación
0		-S/19,369.00	-S/19,369.00	-S/19,369.00		
1	S/3,742.73	S/0.00	S/3,742.73	S/3,564.50	-S/15,804.50	S/3,564.50
2	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/3,331.27	-S/12,473.22	S/6,895.78
3	S/3,742.73	S/0.00	S/3,742.73	S/3,233.11	-S/9,240.11	S/10,128.89
4	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/3,021.56	-S/6,218.55	S/13,150.45
5	S/3,742.73	S/150.00	S/3,592.73	S/2,815.00	-S/3,403.55	S/15,965.45
6	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/2,740.65	-S/662.90	S/18,706.10
7	S/3,742.73	S/0.00	S/3,742.73	S/2,659.89	S/1,996.99	S/21,365.99
8	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/2,485.85	S/4,482.84	S/23,851.84
9	S/3,742.73	S/0.00	S/3,742.73	S/2,412.60	S/6,895.43	S/26,264.43
10	S/3,742.73	S/5,220.00	-S/1,477.27	-S/906.92	S/5,988.52	S/25,357.52
11	S/3,742.73	S/0.00	S/3,742.73	S/2,188.30	S/8,176.81	S/27,545.81
12	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/2,045.11	S/10,221.93	S/29,590.93

Valor presente de la suma de flujos actualizados	S/29,590.93
--	-------------

Valor Presente Neto (VPN)	S/10,221.93
---------------------------	-------------

Tasa Interna de Retorno (TIR)	14%
-------------------------------	-----

Índice de rentabilidad o Razón Beneficio/Costo	1.527746812
--	-------------

Fuente: elaboración propia

**Tabla 17. Retorno de inversión**

Retorno de inversión			
Regla de 3			
Flujo año 7	2659.89	...	1 año
Acumulado año 6	662.9	....	x año

Fracción t =	$\frac{662.90 \times 1 \text{ año}}{2659.89}$
--------------	---

Fracción t =	0.24922109
Meses = Fracción t x 12 meses	2.99065307
Días = (Meses -2) x 30 días	29.7195922

<p>Respuesta: el retorno de inversión será de 6 años con 2 meses y 29 días</p>
--

Fuente: elaboración propia

Como menciona los criterios de decisión, donde indicó que  $TIR > k$  ---> Aceptar el proyecto, por ende, como dio un TIR del 14 % y el valor k de 5%, el proyecto se acepta.

## V. DISCUSIÓN:

Una vez realizado los cálculos del dimensionamiento de un sistema de paneles solares para reducir la facturación por energía eléctrica de una empresa de Servicios Portuarios y analizado los resultados en concordancia con los objetivos, se procede a la argumentación.

En cuanto refiere al objetivo general, para el caso del tipo de panel se ejecutará una instalación conectada a red, con uso de batería, es eligió Panel solar 450w 24v monocristalino, debido a que se requiere una carga de 15,126.880 W.h/día.

Para el caso de las baterías, se consideró las cargas nocturnas, debido a que nuestra mayor carga se utilizara de día, como se observa en tabla 10, se consideró la carga nocturna, más el uso de 02 horas por el uso de 01 computadora, dando como resultado la implementación de 01 Batería 48v 200ah litio Growatt y para una carga de, 4119.28 W.h/día según tabla 11, se consideró 01 Inversor híbrido Growatt 5000w 48v.

Acorde con (Céspedes Guevara, 2018) en su tesis: “Dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico para el caserío chorro blanco ubicado en el distrito de San Andrés de Cutervo provincia de Cutervo departamento de Cajamarca”, de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, de la facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, su objetivo ha sido: dimensionar un sistema eléctrico fotovoltaico al caserío Chorro Blanco. En su investigación consideraron latitud y longitud, para obtener el promedio anual de radiación. A su vez realizaron un cuadro de consumo promedio diario en Wh, seleccionaron los tipos de panel, en su caso eligieron por optar usar regulador de carga, baterías y también inversor.

De acuerdo con, (Sánchez Miranda, 2019) en su tesis: “Sistema fotovoltaico conectado a la red para el centro de salud “El Arenal” en el centro poblado El Arenal, distrito El Arenal, Paita – Piura”, de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, de la facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, su objetivo fue: el diseño y dimensionamiento de un sistema conectado a la red para cubrir la demanda del centro de salud. Realizo un cálculo de potencia, para cubrir su máxima demanda del centro de salud, también considero el costo anual de energía en el centro de Salud. En cuanto a la estructura eligió una de cubierta plana. Para la

obtención del inversor lo determino de la potencia generada por los paneles y también realizo VAN y TIR.

Conforme con (Vargas Córdova & Rojas Tarrillo, 2019) en su tesis: “Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019”, de la Universidad César Vallejo de Tarapoto, su objetivo fue: el diseño del Sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao. Para la instalación considero la eficiencia de cada equipo, determino la hora solar pico, y considero el cálculo de un regulador controlador de carga MPPT, cálculo de inversor Dc/Ac y el presupuesto de la instalación.

(Alcedo Aspilcueta & Gonzales Urbina, 2018), sostuvieron en su tesis: “diseño de un sistema fotovoltaico de conexión a red de 500 kw para reducir la facturación en el consumo de la demanda de energía eléctrica, centro de datos Bitel-Arequipa”, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, su objetivo fue, el diseño de un sistema de conexión a red de 500 kw para minimizar la facturación de energía. Determino la radiación anual, selecciono Paneles Policristalinos, Inversor con un 97% de eficiencia, determino la estructura, cables y accesorio para el sistema. Realizo una tabla de ahorro de energía en el centro de Dato.

(Miñope Cárdenas, 2017), sostuvo en su tesis: “Aprovechamiento de la energía renovable solar usando paneles fotovoltaicos inteligentes, aplicados a hogares comunes o con tecnología domótica, en la ciudad de Arequipa”, de la universidad Alas Peruanas, facultad de ingenierías y arquitectura. Su objetivo fue: Aprovechar la energía renovable como el sol utilizando paneles fotovoltaicos inteligentes y aplicarlos en hogares de tecnología domótica. Considero un sistema con conexión a la red eléctrica, donde determino panel solar, regulador de carga, baterías, y el inversor de corriente.

Asimismo (Barboza Cueva, 2019) en su tesis: “Análisis para la dotación de energía fotovoltaica para autoconsumo de la Institución Educativa Cristo Rey-Chiclayo”, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, su objetivo fue, realizar el análisis de aplicación de la energía fotovoltaica para el consumo de la Institución y de esta

manera elevar rentabilidad. Elaboraron un cuadro de energía consumido por el colegio y el monto que pagaban mensualmente. Además, plantaron alternativas de sistemas fotovoltaicos en el cual calcularon paneles, inversor y el presupuesto de inversión.

De acuerdo con (Hernández Gallegos, 2017) en su tesis: “Análisis de factibilidad para la instalación de un sistema de energía limpia mediante celdas fotovoltaicas para la alimentación eléctrica del edificio 4 en el ITSLV”, del Instituto Tecnológico Superior de Villa La Venta, en México, en la ciudad Villahermosa -Tabasco, su objetivo fue: Analizar la factibilidad de instalar un sistema de energía limpia mediante celdas fotovoltaicas que provea de electricidad al edificio 4. Determino el consumo teórico y real del edificio, realizo cálculos de los paneles y un análisis de costo-beneficio de la instalación del sistema para determinar la factibilidad del proyecto.

(Arroyave Valencia, 2018) sostuvo en su tesis: “Factibilidad de la implementación de paneles solares fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en las cabeceras municipales de las zonas no interconectadas de Colombia”, de la universidad EAFIT, ubicado en Medellín- Colombia, de la escuela de Ingeniería. Hicieron el análisis de 34 municipios donde se obtuvo que la mejor alternativa para 38.2% es combinar el uso actual de Diesel con paneles solares fotovoltaicos y con el uso de baterías.

## VI. CONCLUSIONES:

1. Mediante la recolección de recibos de Luz obtenidos por la empresa, se determinó la evaluación del escenario actual de sistema energético de la empresa, el cual se consideró el consumo más elevado de los últimos 6 meses, el cual se consideró como resultado en febrero un consumo mensual equivalente a 334 KW.h.
2. Para la identificación de acceso y puntos energéticos críticos, se consideró elementos usados al realizar los cursos en forma presencial, obteniendo una carga diaria de, 16471.92 KW.h/día, en esta carga está considerada la carga crítica, las cuales son el timbre, modem internet inalámbrico, cámaras de seguridad y focos de oficina, estas cargas otorgan un consumo total de 0.88104 KW.h/día, la cual se usó para la obtención de las baterías.
3. En cuanto al dimensionamiento de un sistema de paneles solares, se tomó como dato una radiación solar promedio de 5.58.
  - Referente a la cantidad de paneles, se obtuvo un resultado de 08 paneles solares monocristalino de 450W, con una carga solicitada de 15,126.880W.h./día.
  - Para la comprobación del dimensionamiento del grupo de baterías, Se considero una carga de 1,681.040 W.h/día, dando un resultado de 01 Batería 48v 200ah litio Growatt y para el inversor se consideró una carga de 4,119.28 W.h/día, por el cual se usará 01 Inversor hibrido Growatt 5000w 48v.
4. Al hacer los cálculos económicos se concluyó, que se tiene un ahorro del 90.61 % anual, con un monto de ahorro anual de S/ 3,742.73 soles y en cuanto al presupuesto de la inversión del sistema fotovoltaico es de S/ 19,369.00 nuevos soles, con un VPN de S/10,221.93 y el valor de TIR de 14%. Con un periodo de retorno sobre la inversión de 6 años con 2 meses y 29 días, por lo que se concluye que el proyecto es factible.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- En caso de no contar con red eléctrica pública, es recomendado la implementación de un sistema aislado. En cuanto a este proyecto, que cuenta con facilidad hacia la red pública, se recomienda un sistema conectado a la red, porque es capaz de abastecer casi la totalidad de los consumos en la empresa a lo largo del día y por la noche se usa la energía de la red pública de manera automática, en esta situación se consideró la implementación de baterías como respaldo para las cargas críticas.
- Al obtener energía de una fuente renovable, evitamos emitir CO<sub>2</sub> ni sustancias contaminantes que otros tipos de energía sí generan y pueden provocar daños en el medio ambiente.
- En cuanto al mantenimiento de los paneles es sencillo y rápido, consiste en la limpieza de los módulos solares con agua y trapo limpio húmedo, así se evita que se arañe.

## REFERENCIAS

- (IICA), I. I. (2015). *Guía Metodológica: Uso y acceso a las energías renovables en territorios rurales*. San José, Costa Rica: FonCT.
- Alcedo Aspilcueta, L. A., & Gonzales Urbina, G. E. (2018). *Diseño de un sistema fotovoltaico de conexión a red de 500 KW para reducir la facturación en el consumo de la demanda de energía eléctrica. centro de datos bitel-Arequipa*. Callao: Universidad Nacional del Callao.
- Andina Energía Renovable S.A.C. (s.f.). *Andina Energía Renovable S.A.C.* Obtenido de Estudio de impacto ambiental semi detallado(EIA-sd) del proyecto: Central solar Mariscal Nieto 49 MW y línea de transmisión 138 KV:  
[http://energiayminasmoquegua.gob.pe/web/phocadownload/Estudios\\_Ambientales/EIAsd/EIAsd\\_Central\\_Solar.pdf](http://energiayminasmoquegua.gob.pe/web/phocadownload/Estudios_Ambientales/EIAsd/EIAsd_Central_Solar.pdf)
- Arroyave Valencia, J. A. (2018). *Factibilidad de la implementación de paneles solares fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en las cabeceras municipales de las zonas no interconectadas de Colombia*. Medellín- Colombia: Universidad EAFIT.
- Barboza Cueva, L. A. (2019). *Análisis para la dotación de energía fotovoltaica para autoconsumo de la Institución Educativa Cristo Rey-Chiclayo*. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo".
- Bernal Torres, C. (2010). *Metodología de la investigación - administración, economía, humanidades y ciencias sociales - tercera edición*. Colombia: Pearson Educación .
- Brealey, R., Allen, F., & Myers, S. (s.f.). *Principios de Finanzas Corporativas- 9na Edición*. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Candial Benavente, I. (s.f.). *Análisis de un Sistema Fotovoltaico Híbrido Doméstico*. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR.
- Céspedes Guevara, A. J. (2018). *Dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico para el caserío chorro blanco ubicado en el distrito de San Andrés de Cutervo provincia de Cutervo departamento de Cajamarca*. Lambayeque-Perú: Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo".
- Cia, A. I. (s.f.). *Green Energy*. Obtenido de <https://www.greenenergy.com.pe/product-category/paneles-solares/paneles-policristalinos-paneles-solares/>
- Climático, G. I. (2011). Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático , Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico. *Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Díaz Corcobado, T., & Carmona Rubio, G. (s.f.). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*.
- Fernández García, D. (s.f.). *La dimensión económica del Desarrollo Sostenible*. Editorial Club Universitario.
- Flores Carrizales, P. C. (2018). *Determinación de la eficiencia de un arreglo de paneles solares fotovoltaicos en función de la radiación solar instalados en vivienda residencial, distrito de Juliaca*. Juliaca - Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

- Francisco García, M. P. (2022). *Energía solar fotovoltaica para todos*.
- Guarnizo García, J. (1987). Supuestos y ejercicios prácticos de economía de la empresa. Universidad de Murcia.
- Guerrero García, J. J. (2019). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. España: Editorial Síntesis, S.A.
- Hernández Gallegos, R. (2017). *Análisis de factibilidad para la instalación de un sistema de energía limpia mediante celdas fotovoltaicas para la alimentación eléctrica del edificio 4 en el ITSLV*. Villahermosa, Tabasco: ITSLV.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación - sexta edición*. México: McGRAW-HILL / Interamericana editores S.A. de C.V.
- Jacome Saravia, O. H. (2017). *Importación de paneles solares con tecnología plug & play desde china para su comercialización en las ciudades de Huancayo, Chanchamayo, Satipo y Tarma del departamento de Junin*. Lima-Perú: Universidad de San Martín de Porres .
- Jamjachi Rojas, J. J. (s.f.). *Diseño de un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial*. Universidad Continental - Facultad de Ingeniería- Ingeniería Eléctrica.
- LEGRAND. (s.f.). *LEGRAND*. Obtenido de SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.
- LumiSolar. (s.f.). *LumiSolar- Expertos en Energía Solar* . Obtenido de <https://www.lumisolar.pe/>
- Miñope Cárdenas, C. (2017). *Aprovechamiento de la energía renovable solar usando paneles fotovoltaicos inteligentes, aplicados a hogares comunes o con tecnología domóticas, en la ciudad de Arequipa*. Arequipa - Perú: Universidad Alas Peruanas.
- NASA. (s.f.). *POWER Data Access Viewer*. Obtenido de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/#>
- OSINERGMIN. (2019). *Energías renovables: experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética*. Lima, Perú.
- Pérez, R. G. (s.f.). *Replanteo y funcionamiento de las intalaciones solares fotovoltaicas*.
- Perú, B. C. (Mayo de 2022). *Banco Central de Reserva del Perú*. Obtenido de PROGRAMA MONETARIO DE MAYO 2022: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Transparencia/Notas-Informativas/2022/nota-informativa-2022-05-12-1.pdf>
- Perú, P. S. (s.f.). *Panel Solar Perú - Energía sostenible a tu alcance* . Obtenido de <https://www.panelsolarperu.com/productos/100-bateria-agm-12v-100ah-kaise.html#:~:text=%2D%20Capacidad%20de%20carga%20%3A%20100Ah.,mantenimiento%20o%20adici%C3%B3n%20de%20agua.&text=No%20restringido%20para%20el%20transporte,especial%20A67%20de%20IATA%20%2F>
- Ponce, A. L. (2013). *Necesidades energeticos y propuestas de instalaciones solares*.
- S.A., E. E. (s.f.). *EMP.REG.SERV.PUB.ELECT. ELECTROSUR S.A*. Obtenido de Electrosur: <http://www.electrosur.com.pe/>
- S.L.U, A. E. (s.f.). *AutoSolar*. Obtenido de <https://autosolar.pe/inversores-solares>

- Salamanca-Ávila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 30 (3), 263-277., 15. doi:<https://doi.org/10.14483/23448350.12288>
- Sánchez Miranda, G. A. (2019). *Sistema fotovoltaico conectado a la red para el centro de salud "El arenal" en el centro poblado El Arenal, distrito El Arenal, Paita-Piura*. Lambayeque-Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- SRL, C. S. (s.f.). Cil Solutions SRL. Calle Pizarro 325-C.
- Style, O. (2012). *Energía Solar Autónoma: Planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autónomo*. ITACA.
- Telecomunicaciones, S. (s.f.). *S&J Telecomunicaciones*. Obtenido de <http://online.anyflip.com/ttar/mepv/mobile/index.html>
- Tobajas Vásquez, M. (2018). *Energía solar fotovoltaica*.
- Tobajas Vásquez, M. (s.f.). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Cano Pina S.L. ediciones Ceysa.
- UNESCO-UNEVOC. (2020). *Skills development for renewable energy and energy efficient jobs - Discussion paper on solar energy demands*. Germany: UNESCO-UNEVOC International Centre for TVET. doi:<https://unevoc.unesco.org/i/697>
- Vargas Córdova, A., & Rojas Tarrillo, E. (2019). *Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La esperanza, Lamas, San Martín, 2019*. Tarapoto-Perú: Universidad César Vallejo.

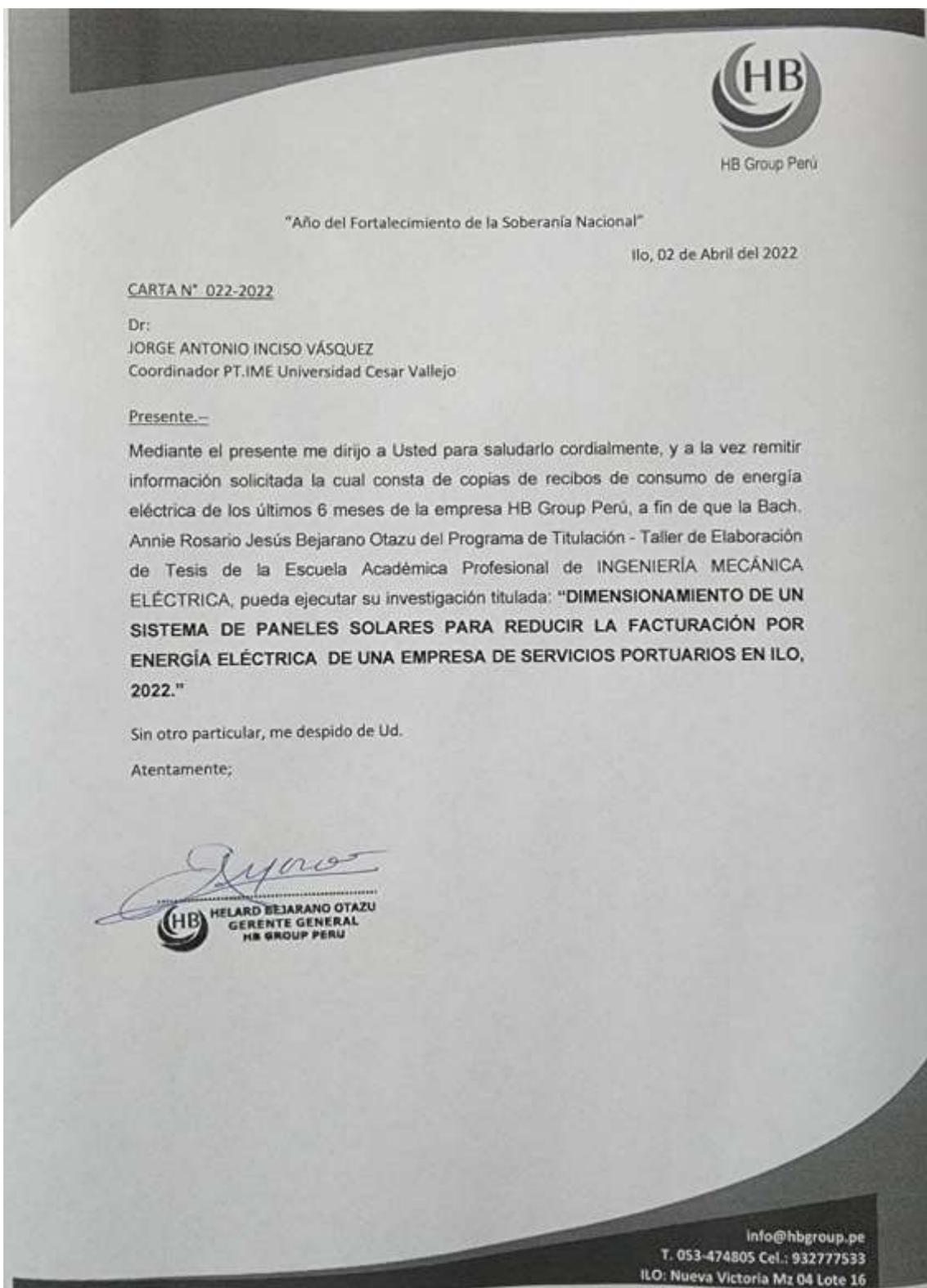
## ANEXOS

### ANEXO 1 – Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Independiente: Uso de paneles Solares	Los paneles solares son dispositivos transforman la energía procedente del sol en electricidad.	Transforman la energía lumínica en energía eléctrica	Fuentes de energía  Energía Fotovoltaica	Radiación Solar	De Razón
				Regulador de Carga	De Razón
				Baterías	De Razón
Dependiente: Reducción de la facturación por energía eléctrica	Facturas mensuales del consumo de energía eléctrica	La reducción de facturación por energía eléctrica consumida	Costos	Consumo de energía	De Razón

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 2. Carta de autorización de la Empresa



### ANEXO 3. Recibos de Luz de la empresa de servicios portuarios

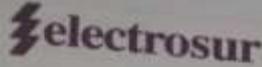
**electrosur**  
 Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad  
 ElectroSur S.A.  
 Calle José Abel Saldaña  
 Huancayo, Arequipa - Perú  
 RUC: 207903149

**RECIBO N S300 - 572365**

**ALIMENTADOR: O-194 SUBESTACIÓN: 5221**  
**MES FACTURADO: Enero-2022**

DATOS DEL CLIENTE		DETALLE FACTURACIÓN	
NOMBRE:	[REDACTED]	CONCEPTO	IMPORTE S/
D.N.I.:	[REDACTED]	ALUMBRADO PÚBLICO (Alcaldía AP: S/ 0.5487)	13.74
DIRECCIÓN:	NUEVA VICTORIA MZ: 04 LOTE: 16	CARGO FLUO	3.84
DPTO/PROV:	MOQUEGUA/ILOILO	CORTE SERVICIO	6.28
RUTA:	31-03-115-007300 N° MEDIDOR: 606380363	ENERGIA	169.67
DATOS TÉCNICOS		INTERES POR FACILIDADES	0.13
TARIFA:	BT3B - RESIDENCIAL	INTERESES COMPENSATORIOS	1.34
POTENCIA:	1.50 kW	ACOMETIDA: AEREA	1.30
MEDIDOR:	MONOFASEO ELECTRONICO 2 1966	TENSIÓN: 220 V - BT	9.43
SISTEMA:	0110 - ILO	CONEXIÓN: C.1.1	
		(032-32->No 03 (100_1)	
		SEC. TÍPICO: 2	
DETALLE DEL CONSUMO		SUBTOTAL	
LECTURA ACTUAL:	19313 04 Ene 2022		227.93
LECTURA ANTERIOR:	19054 04 Dic 2021	IGV 18%	41.03
CONSUMO FACTURADO	259.09 kWh	OTROS PAGOS	
FACTOR:	1.00	FACILIDAD DU-035-2020 - 24/18	6.87
PRECIO UNIT. S/ /kW.h:	0.7331	INTERES MORATORIO	0.20
Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 7.98		LEY 26746 ELECTRIFICACION RURAL	2.28
EVOLUCION DE CONSUMO DE ENERGIA		REDONDEO DEL MES	-0.02
		REDONDEO MES ANTERIOR	-0.01
Monto 202111 S/ 242.30		VARACION TARIFARIA	0.02
Monto 202112 S/ 219.40		TOTAL A PAGAR S/	
FECHA EMISIÓN	08 ene 2022	FECHA VENCIMIENTO	24 ene 2022
SON : DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO CON 30/100 SOLES		***278.30	
MENSAJES			

(S.A., s.f.)



Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad  
Electrosur S.A.  
Calle Tarma 400 - Tarma  
Av. República Juliana Caceres 100 - Huancayo  
RUC: 2019022789

RECIBO N S300 - 602192

ALIMENTADOR: 0-194 SUBESTACIÓN: 5221  
MES FACTURADO: Febrero-2022

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: [REDACTED]  
D.N.I.: [REDACTED]  
DIRECCIÓN: NUEVA VICTORIA MZ 04 LOTE 16  
DPTO/PROV: MOQUEGUAYO/ILO  
RUTA: 31-03-115-007300 N° MEDIDOR: 605380363

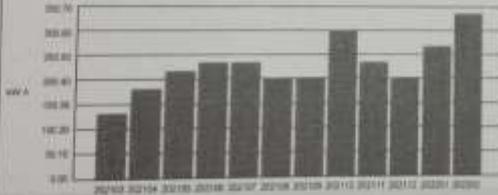
DATOS TÉCNICOS

TARIFA: BT5B - RESIDENCIAL ACOMETIDA: AEREA  
POTENCIA: 1.50 kW TENSIÓN: 220 V - BT  
MEDIDOR: MICROFASCO ELECTRONICO 3 fase CONEXIÓN: C 1.1  
SISTEMA: 0110 - ILO (R32-32-9b 03 (100\_1)  
SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO

LECTURA ACTUAL: 19647 04 Feb 2022  
LECTURA ANTERIOR: 19312 04 Ene 2022  
CONSUMO FACTURADO: 334.00 kWh  
FACTOR: 1.00  
PRECIO UNIT. S/ kWh: 0.7332

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 18.28  
EVOLUCION DE CONSUMO DE ENERGIA



Monto 202112: S/ 219.40

Monto 202201: S/ 278.30

DETALLE FACTURACIÓN

CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcaldía N° S/O 7300)	25.90
CARGO FUD	3.84
ENERGIA	244.89
INTERES POR FACILIDADES	0.11
INTERES COMPENSATORIOS	0.68
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.30

SUBTOTAL 276.38  
IGV 18% 49.75

OTROS PAGOS

DEUDA 1 MES(S) ANTERIORES	278.30
FACILIDAD DU-036-2020 - 2e15	6.87
INTERES MORATORIO	0.04
LEY 26749 ELECTRIFICACION RURAL	3.07
REDONDEO DEL MES	-0.03
REDONDEO MES ANTERIOR	0.02

FECHA EMISIÓN

08 feb 2022

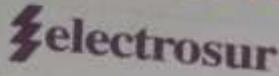
FECHA VENCIMIENTO

24 feb 2022

TOTAL A PAGAR S/

\*\*\*614.40

SON : SEISCIENTOS CATORCE CON 40/100 SOLES



Empresa Regional de Servicios Públicos de Electricidad  
 Electrosur S.A.  
 Calle Janka 428 - Lima  
 Suiza Andrés Bello 24000 070 Huancayo  
 2400 0000 000 000  
 RUC: 20114201804

RECIBO N S300 - 632372

ALIMENTADOR: 0-194 SUBESTACIÓN: 5221  
 MES FACTURADO Marzo-2022

**DATOS DEL CLIENTE**

NOMBRE: [REDACTED]  
 D.N.I.: [REDACTED]  
 DIRECCIÓN: NUEVA VICTORIA MZ. 04 LOTE: 16  
 DPTO/PROV: MOQUEGUAYO/ILO  
 RUTA: 31-03-115-007300 N° MEDIDOR: 005380363

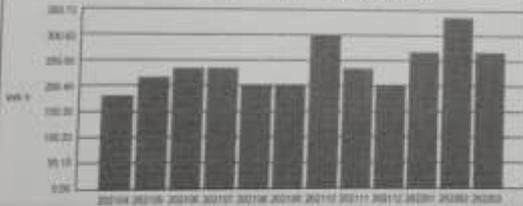
**DATOS TÉCNICOS**

TARIFA: BT5B - RESIDENCIAL ACOMETIDA: AEREA  
 POTENCIA: 1.50 KW TENSIÓN: 220 V - BT  
 MEDIDOR: MONOFASICO-ELECTRONICO-2 HAZ CONEXIÓN: C 1.1  
 SISTEMA: 0110 - ILO (032-32-Ha 03 (100\_1)  
 SEC. TÍPICO-2

**DETALLE DEL CONSUMO**

LECTURA ACTUAL: 19919 04 Mar 2022  
 LECTURA ANTERIOR: 19647 04 Feb 2022  
 CONSUMO FACTURADO: 272.00 kWh  
 FACTOR: 1.00  
 PRECIO UNIT. S/ /kWh: 0.7359

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 9.54  
 EVOLUCION DE CONSUMO DE ENERGIA



Monto 202201: S/ 279.30      Monto 202202: S/ 336.10

**DETALLE FACTURACIÓN**

CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcuenta AP: S/ 0.5198)	12.92
CARGO FIJO	3.86
ENERGIA	200.44
INTERES POR FACILIDADES	0.09
INTERESES COMPENSATORIOS	0.60
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.29

<b>SUBTOTAL</b>	<b>219.20</b>
IGV 18%	39.46

OTROS PAGOS	
FACILIDAD DU-035-2020 - 2400	6.67
INTERES MORATORIO	0.09
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	2.50
REDONDEO DEL MES	0.05
REDONDEO MES ANTERIOR	0.03

FECHA EMISIÓN

08 mar 2022

FECHA VENCIMIENTO

24 mar 2022

TOTAL A PAGAR S/

\*\*\*268.20

SON : DOSCIENTOS SESENTA Y OCHO CON 20/100 SOLES

## ANEXO 4 – Catálogos de Paneles Solares



Green Energy, es un Grupo Tecnológico de la empresa ASA Ingenieros y Cia., dedicada al Diseño, Desarrollo, Implementación, Mantenimiento y Actualización de Proyectos y Soluciones Sostenibles de Energía Renovable.

**CONTACTENOS**

- LIMA: Calle Las Baldosas 126 - S.J.L
- HUANCAYO: Av. Huancavelica 796
- AYACUCHO: Jr. Arequipa 242 - Ayacucho
- 930244070 - 941999583
- Atencion@GreenEnergy.com.pe

Nuestro Brochure  



### Panel Solar Policristalino Yingli Solar 320W

- ✔ Tensión Nominal: 24V
- ✔ Potencia Máxima P. Max: 320Wp
- ✔ Tensión en P. Max - Vmp: 36.50V
- ✔ Intensidad en P. Max - Imp: 8.78A
- ✔ Tensión en Circuito Abierto Voc: 45.20V
- ✔ Intensidad en Cortocircuito - Isc: 9.25A
- ✔ Eficiencia: 16.50%
- ✔ Número de Células: 72und



### Panel Solar Policristalino AE Solar 330W

- ✔ Tensión Nominal: 24V
- ✔ Potencia Máxima P. Max: 330Wp
- ✔ Tensión en P. Max - Vmp: 38.11V
- ✔ Intensidad en P. Max - Imp: 8.66A
- ✔ Tensión en Circuito Abierto Voc: 47.43V
- ✔ Intensidad en Cortocircuito - Isc: 8.92A
- ✔ Eficiencia: 16.76%
- ✔ Número de Células: 72und



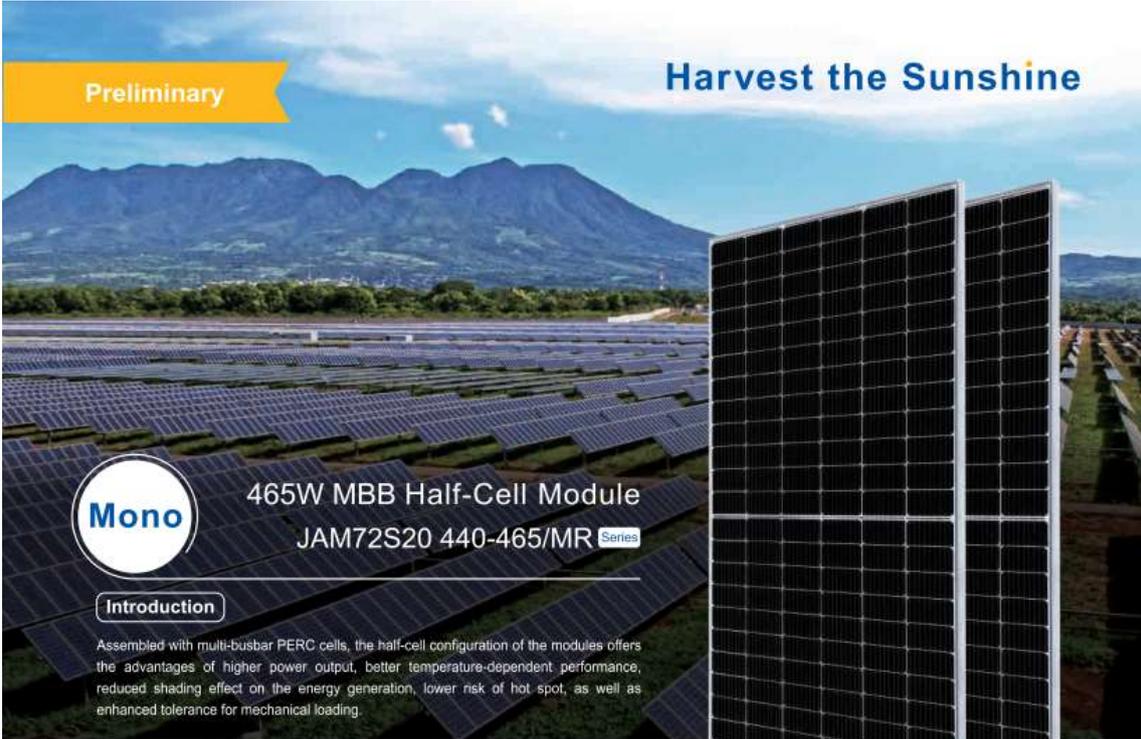
## Panel Solar Policristalino AE Solar 335W

- ✔ Tensión Nominal: 24V
- ✔ Potencia Máxima P. Max: 335Wp
- ✔ Tensión en P. Max -  $V_{mp}$ : 38.42V
- ✔ Intensidad en P. Max -  $I_{mp}$ : 8.72A
- ✔ Tensión en Circuito Abierto  $V_{oc}$ : 47.77V
- ✔ Intensidad en Cortocircuito -  $I_{sc}$ : 8.99A
- ✔ Eficiencia: 11.01%
- ✔ Número de Células: 72und

**Fuente:** (Cia, s.f.)

Preliminary

Harvest the Sunshine



Mono

465W MBB Half-Cell Module

JAM72S20 440-465/MR Series

Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules 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



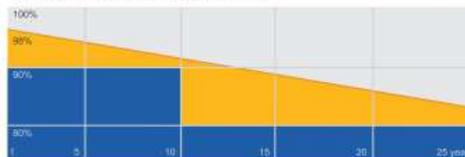
Less shading and lower resistive loss



Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



■ JA Linear Power Warranty ■ Industry Warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



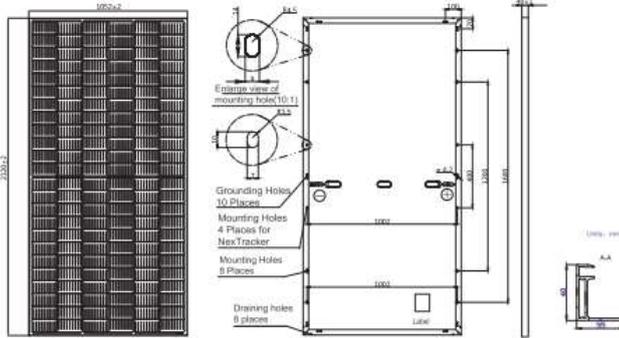
JASOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests. JA Solar reserves the right of final interpretation.



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 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/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	50.16
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					

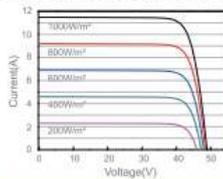
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

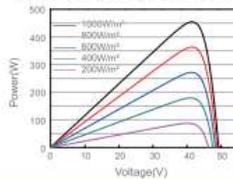
TYPE	JAM72S20-440/MR	JAM72S20-445/MR	JAM72S20-450/MR	JAM72S20-455/MR	JAM72S20-460/MR	JAM72S20-465/MR	OPERATING CONDITIONS
Rated Max Power(Pmax) [W]	333	336	340	344	348	352	Maximum System Voltage 1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.40	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	Operating Temperature -40 °C →+85 °C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.70	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90	Maximum Series Fuse 20A
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.16	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38	Maximum Static Load,Front* 5400Pa
Max Power Current(Imp) [A]	8.60	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81	Maximum Static Load,Back* 2400Pa
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G						NOCT 45±2 °C
	*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.						Safety Class Class II
							Fire Performance UL Type 1

CHARACTERISTICS

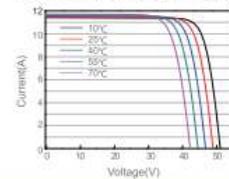
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



## ANEXO 5. Cables y accesorios

TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

124



# TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618 / TÜV ZPfg 1169-08 / UTE C 32-502

## DISEÑO

### 1. Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

### 2. Aislamiento

Goma libre de halógenos

### 3. Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

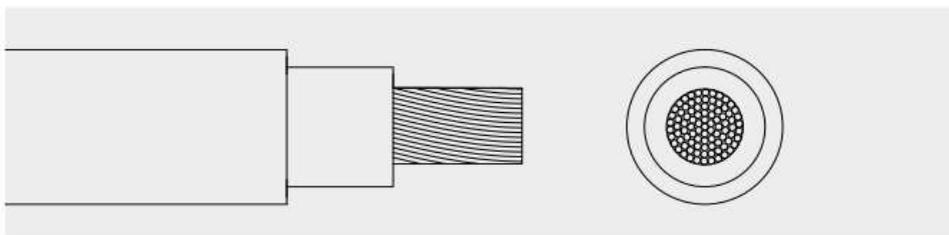
## APLICACIONES

El cable Topsolar ZZ-F, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.



Este render es un ejemplo de las diversas configuraciones de este cable. Puede ser suministrado en diversas secciones y número de conductores.





## CARACTERÍSTICAS



### Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 - (1,8) kV



### Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



### Certificaciones

Certificados

CE  
TÜV  
EN  
RoHS.



### Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.  
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).  
Temp. mínima de servicio: -40°C



### Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.  
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754  
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.  
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.



### Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.  
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



### Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.  
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



### Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



### Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



### Life Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



### Otros

Marcaje: metro a metro.



### Condiciones de instalación

Al aire.  
Enterrado.



### Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



## ANEXO 6 – Especificaciones técnicas de Baterías

### Batería Litio Growatt ARK LV 5.1kWh 48V



- Voltaje de la Batería: 51.2
- Energía Útil Almacenada: 90%
- Garantía de la Batería: 10 años

## Anexo 7 - Especificaciones técnicas de inversor

# SPF 3000~5000TL HVM

- Integrated MPPT charge controller
- Configurable grid or solar input priority
- Optional WIFI/ GPRS remote monitoring
- Parallel for scalability



**Growatt**

[www.ginverter.com](http://www.ginverter.com)

P O W E R  
- I N G O  
T O M O -  
R R O W O

Datasheet	SPF 3000TL HVM-24	SPF 3000TL HVM-48	SPF 5000TL HVM/HVM-P
Battery voltage	24VDC	48VDC	48VDC
Battery type	Lead-acid	Lithium/Lead-acid	Lithium/Lead-acid
<b>INVERTER OUTPUT</b>			
RATED POWER	3000VA/ 3000W	3000VA/ 3000W	5000VA/ 5000W
Parallel Capability	No	No	Yes, 6 units maximum
AC Voltage Regulation (Battery Mode)	±230VAC ± 5% @ 50/60Hz	±230VAC ± 5% @ 50/60Hz	±230VAC ± 5% @ 50/60Hz
Surge Power	6000VA	6000VA	10000VA
Efficiency (Peak)	93%	93%	93%
Waveform	Pure sine wave	Pure sine wave	Pure sine wave
Transfer Time	10 ms (For Personal Computers); 20 ms (For Home Appliances)		
<b>SOLAR CHARGER</b>			
Maximum PV Array Power	1500W	1600W	4500W
MPPT Range @ Operating Voltage	30VDC ~ 80VDC	60VDC ~ 115VDC	60VDC ~ 115VDC
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	102VDC	145VDC	145VDC
Maximum Solar Charge Current	50A	30A	80A
Maximum Efficiency	98%	98%	98%
<b>AC CHARGER</b>			
Charge Current	30A	15A	60A
AC Input Voltage	230 VAC	230 VAC	230 VAC
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) ; 90-280 VAC (For Home Appliances)		
Frequency Range	50Hz/60Hz (Auto sensing)	50Hz/60Hz (Auto sensing)	50Hz/60Hz (Auto sensing)
<b>PHYSICAL</b>			
Dimension (D/W/H) in mm	130/315/400	130/315/400	130/350/455
Net Weight (kg)	8.5	8.5	11.5
<b>OPERATING ENVIRONMENT</b>			
Humidity	5% to 95% Relative Humidity(Non-condensing)	5% to 95% Relative Humidity(Non-condensing)	5% to 95% Relative Humidity(Non-condensing)
Operating Temperature	0°C - 55°C	0°C - 55°C	0°C - 55°C
Storage Temperature	-15°C - 60°C	-15°C - 60°C	-15°C - 60°C

GROWATT NEW ENERGY TECHNOLOGY Co.,LTD A: No.28 Guangming Road, Longfeng Community, Shiyao, Baoan District, Shenzhen, P.R.China.  
T: + 86 755 2747 1900 F: + 86 755 2749 1460 E: Info@growatt.com

Fuente: (S.L.U, s.f.)

## ANEXO 8. COTIZACION



**RAYO SOLAR**

**COTIZACIÓN**

**DIRECCION:** Salamanca 408 Cerro Viejo, Cerro Colorado  
**TELÉFONOS:** 980578058  
**CORREO:** [rayosolaragp@gmail.com](mailto:rayosolaragp@gmail.com)  
**SITIO WEB:**  
**SP. VENTAS:** Bryan V.

N° DE COTIZACIÓN	1005
FECHA:	14/07/2022
VÁLIDO HASTA:	14/08/2022

### DATOS DE LA EMPRESA

CLIENTE: \_\_\_\_\_  
 EMPRESA: \_\_\_\_\_  
 DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 CORREO: \_\_\_\_\_  
 TELÉFONOS: \_\_\_\_\_

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	TOTAL
8	PANEL 450W MONOCRISTALINO	800.00	6,400.00
1	INVERSOR HIBRIDO GROWATT 5000W 48V	4,200.00	4,200.00
1	BATERIA DE LITIO 48V 200AH GROWATT	5,000.00	5,000.00
2	CABLE 10 MM2 PARA BATERIA ROJO Y NEGRO	25.00	50.00
8	CABLE 6 MM2 PARA PANEL SOLAR	6.50	52.00
8	CABLE 6 MM2 PARA PANEL SOLAR	6.50	52.00
1	MC4 HEMBRA Y MACHO	15.00	15.00
1	POZO A TIERRA	1,500.00	1,500.00
1	ESTRUCTURA METALICA PARA PANEL SOLAR	1,500.00	1,500.00
	INSTALCIÓN DE SISTEMA SOLAR	600.00	600.00
<b>TÉRMINOS Y CONDICIONES</b>		Subtotal	<b>15,882.58</b>
Esta cotización está sujeta a los términos y condiciones que se enuncian		Descuentos (0)	
1. Duración de la oferta 30 días		Impuestos IGV	3,486.42
2. Para iniciar la producción o servicio se realizará el anticipo del 50%		Otros	
3. Entregado el trabajo o ejecutado el servicio no existen devoluciones		<b>TOTAL Bs.</b>	<b>19,369.00</b>
La aceptación del cliente (firmar a continuación):			
x _____			
Nombre del cliente			

Gracias por la preferencia!

## ANEXO 9. Tasa de interés de referencia



### NOTA INFORMATIVA

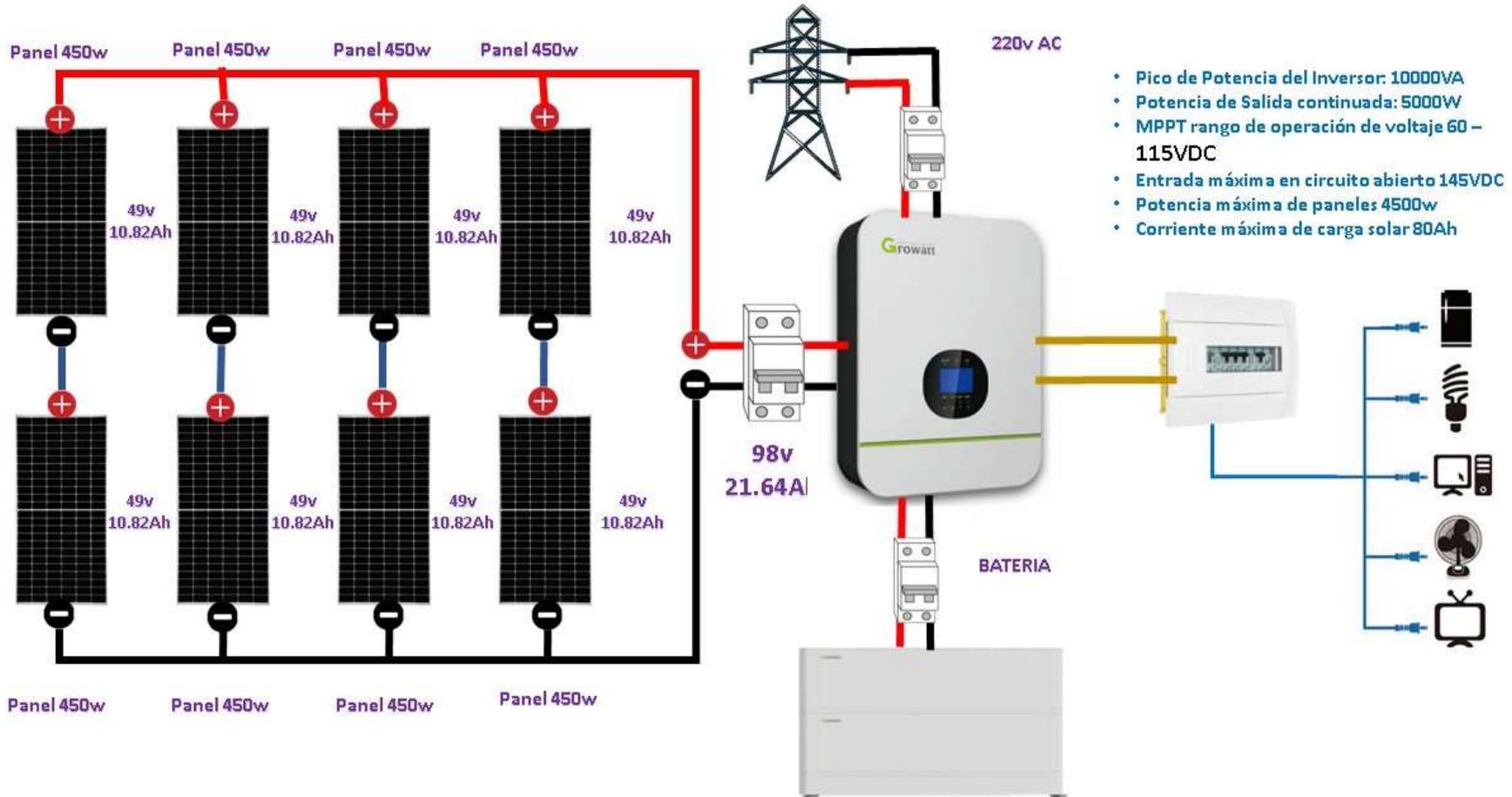
#### **PROGRAMA MONETARIO DE MAYO 2022 BCRP ELEVA LA TASA DE INTERÉS DE REFERENCIA A 5,0%**

1. El Directorio del Banco Central de Reserva del Perú acordó elevar la tasa de interés de referencia en 50 pbs. a 5,0 por ciento, continuando con la normalización de la posición de política monetaria. Para esta decisión se consideró la siguiente información:
  - i. La tasa de inflación a doce meses aumentó de 6,82 por ciento en marzo a 7,96 por ciento en abril, ubicándose por encima del rango meta por el recrudecimiento de alzas significativas de los precios internacionales de insumos alimenticios y combustibles. La tasa de inflación sin alimentos y energía a doce meses también se elevó de 3,46 por ciento en marzo a 3,81 por ciento en abril, por encima del límite superior del rango meta de inflación.
  - ii. El aumento significativo de los precios internacionales de energía y alimentos desde la segunda mitad del año pasado, acentuados recientemente por conflictos internacionales, ha conllevado a un fuerte incremento de las tasas de inflación a nivel global en magnitudes no vistas en muchos años en las economías avanzadas y de la región. Con ello, se proyecta que la inflación retornaría al rango meta entre el segundo y tercer trimestre del próximo año.
  - iii. La trayectoria decreciente de la inflación interanual se iniciaría en julio del presente año, debido al inicio de la reversión del efecto de diversos factores sobre la tasa de inflación y sus expectativas (tipo de cambio, precios internacionales de combustibles y granos) y a que la actividad económica se ubicará aún por debajo de su nivel potencial.
  - iv. Las expectativas de inflación a doce meses se elevaron de 4,39 a 4,62 por ciento, entre marzo y abril, por encima del límite superior del rango meta de inflación.
  - v. Los indicadores de expectativas sobre la economía se deterioraron en abril.
  - vi. La actividad económica mundial se viene recuperando, aunque a menor ritmo por la persistencia de los cuellos de botella de la oferta global de bienes y servicios, la reversión de los estímulos monetarios en las economías avanzadas, las medidas de confinamiento en China y los conflictos internacionales.
2. El Directorio se encuentra especialmente atento a la nueva información referida a la inflación y sus determinantes, incluyendo la evolución de las expectativas de inflación y la actividad económica, para considerar modificaciones adicionales en la posición de la política monetaria que garanticen el retorno de la inflación al rango meta en el horizonte de proyección.
3. En la misma sesión el Directorio acordó las siguientes tasas de interés de las operaciones en moneda nacional del BCRP con el sistema financiero bajo la modalidad de ventanilla.
  - i. Depósitos overnight: 3,25 por ciento anual.
  - ii. Operaciones de reporte directas de títulos valores y de moneda, y Créditos de regulación monetaria: i) 5,50 por ciento anual para las primeras 10 operaciones en los últimos 3 meses que una entidad financiera haya realizado a partir del 11 de marzo de 2022; y ii) la tasa de interés que fije el Comité de Operaciones Monetarias y Cambiarias para las operaciones adicionales a estas 10 operaciones en los últimos 3 meses. Además, el Comité de Operaciones Monetarias y Cambiarias podrá establecer tasas superiores en función al monto de las operaciones.
4. La próxima sesión del Directorio en que se evaluará el Programa Monetario está programada para el 9 de junio de 2022.

Lima, 12 de mayo de 2022.

## ANEXO 10. Croquis de instalación

### CROQUIS DE INSTALACION DE PANELES SOLARES EN SERIE Y PARALELO SISTEMA 48V



# ANEXO 11. Excel de cálculos de inversión

FINAL COSTO INVERSION - Excel

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición

J22

Año	INGRESO	EGRESO	Flujo de Efectivo Neto	Valor Presente	Acumulados	Recuperación
0		-S/19,369.00	-S/19,369.00	-S/19,369.00		
1	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/3,497.84	-S/5,871.16	S/3,497.84
2	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/3,394.77	-S/12,476.40	S/6,892.60
3	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/3,172.64	-S/9,303.75	S/10,065.25
4	S/3,742.73	S/150.00	S/3,592.73	S/2,955.75	-S/6,348.01	S/13,020.99
5	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/2,677.68	-S/3,470.33	S/15,898.67
6	S/3,742.73	S/0.00	S/3,742.73	S/2,792.88	-S/677.44	S/18,631.56
7	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/2,610.14	S/1,932.70	S/21,301.70
8	S/3,742.73	S/0.00	S/3,742.73	S/2,533.23	S/4,465.93	S/23,834.93
9	S/3,742.73	S/5,220.00	-S/1,477.27	-S/952.26	S/3,513.66	S/22,882.66
10	S/3,742.73	S/0.00	S/3,742.73	S/2,297.71	S/5,811.38	S/25,180.38
11	S/3,742.73	S/70.00	S/3,672.73	S/2,147.37	S/7,958.74	S/27,327.74
12	S/3,742.73	S/0.00	S/3,742.73	S/2,084.03	S/10,042.84	S/29,411.84

Retorno de inversión

Regla de 3

Flujo año 7	2610.14	...	1 año
Acumulado año 6	677.44	...	x año

Fracción t =  $\frac{677.44 \times 1 \text{ año}}{2610.14}$

Fracción t = 0.2595425

Meses = Fracción t x 12 meses = 3.1145105

Días = (Meses - 3) x 30 días = 3.4353142

Respuesta: el retorno de inversión será de 6 años con 3 meses y 4 días

Fuente: elaboración propia

costo inversion gastos VPN, TIR, IR.

Accesibilidad: es necesario investigar

70%