



**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**“PEDRO RUIZ GALLO”**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**



**TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA  
AUTOCONSUMO CONECTADO A RED EN LA EMPRESA  
VIETTEL PERÚ S.A.C. UBICADO EN TRUJILLO -  
LA LIBERTAD”**

**Autor:**

**Bach. José Luis Edud López Barboza**

**Asesor:**

**Dr. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**Octubre-2019**



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**



**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

## **TESIS DE INGENIERÍA**

**Para Optar el Título Profesional de**

### **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA  
AUTOCONSUMO CONECTADO A RED EN LA EMPRESA  
VIETTEL PERÚ S.A.C. UBICADO EN TRUJILLO –  
LA LIBERTAD”**

**Autor:**

**Bach. José Luis Edud López Barboza**

**Aprobado por el Jurado Examinador**

**PRESIDENTE : MSc. CARLOS AUGUSTO CHAMBERGO LARREA**

**SECRETARIO : Ing. ROBINSON TAPIA ASENJO**

**VOCAL : MSc. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA**

**ASESOR : Dr. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**Octubre-2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

## TESIS DE INGENIERÍA

TITULO

“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO  
CONECTADO A RED EN LA EMPRESA VIETTEL PERÚ S.A.C. UBICADO EN  
TRUJILLO-LA LIBERTAD”

### CONTENIDOS

- CAPITULO I:** PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.  
**CAPITULO II:** MARCO TEÓRICO.  
**CAPITULO III:** MARCO METODOLÓGICO.  
**CAPITULO IV:** PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN  
**CAPITULO V:** ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.  
**CAPITULO VI:** CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

**Autor:** Bach. José Luis Edud López Barboza

-----  
PRESIDENTE

-----  
SECRETARIO

-----  
VOCAL

-----  
ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

Octubre-2019

## DEDICATORIA

*El presente proyecto de tesis lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados y por guiarme en el buen camino para obtener este logro.*

*A mis padres, Rossana Marizol Barboza Campos y Segundo Raúl López Ocampo por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Han sido un gran ejemplo a seguir siempre inspirándome a ser mejor profesional y mejor persona, son los mejores padres que la vida pudo entregarme para poder ser un gran hombre.*

*A mi hermano, Valentino del Piero López Barboza, por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindó a lo largo de esta etapa de mi vida y por ser mi más grande amigo en el que puedo confiar plenamente.*

*A todas las personas que me han apoyado y han hecho que la tesis se realice con éxito, a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos, a los que extendieron su mano para ayudarme, a los que con palabras impulsaron mi decisión, a los que estando lejos siempre me consideraron, a los que en cada etapa profesional mía me apoyaron y en especial a toda mi familia.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradecer a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad y por estar en todo momento difícil para mostrarme el camino correcto.*

*Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de mis sueños y proyectos, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado, porque siempre creyeron en mí.*

*Agradecer a los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial al Dr. Daniel Carranza Montenegro por ser mi asesor en el proyecto de tesis quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.*

*Agradecer mi familia y amigos, por su comprensión y apoyo constante brindado.*

## RESUMEN

El objetivo general de la presente tesis fue: Diseñar un sistema fotovoltaico para autoconsumo conectado a red en la empresa VIETTEL PERU SAC ubicado en Trujillo-La Libertad. Debido a la que en la empresa VIETTEL PERU SAC ubicado en Trujillo tiene una facturación elevada de consumo de energía eléctrica entonces lo que se propone es un sistema fotovoltaico para autoconsumo con la finalidad de reducir y además disminuir los efectos negativos producidos por las energías convencionales. En el desarrollo de la investigación se obtuvo, que las condiciones de consumo eléctrico de la empresa Viettel Peru sac se determinaron teniendo en cuenta el menor valor de energía consumida que es de 217 kWh y el máximo consumo que es de 2 200 kWh teniendo un costo de 179,4 y 1 643,4 soles respectivamente, en un periodo de 11 meses dando como promedio de consumo eléctrico 1 134,364 kWh.

Además la irradiación solar se encuentre 5,5 y 6 kWh/m<sup>2</sup>/día, según el Ministerio de Energía y Minas. El sistema fotovoltaico diseñado para una potencia de 13,8 kW y está equipado con 48 paneles de 365Wp, 1 vatímetro de 100A/230V y 3 inversores de 6 000W/48V para una demanda energética de 73 300 Wh de consumo diario. Los paneles estarán dispuestos en 3 filas de 16 paneles c/u, con una inclinación de 16 grados y orientados de acuerdo a la estructura soporte. En cuanto al estudio económico, utilizando una tasa de referencia del 10% se ha obtenido un valor para el VAN de S/. 12 874,08 y el valor de la TIR es de 12% por lo tanto se considera que la propuesta es viable técnica y económicamente.

**Palabras clave:** Sistema fotovoltaico, panel solar, energía renovable.

## ABSTRACT

The general objective of this thesis was: Design a photovoltaic system for self-consumption connected to the network in the VIETTEL PERU SAC company located in Trujillo-La Libertad. Due to the fact that the VIETTEL PERU SAC company located in Trujillo has a high turnover of electricity consumption so what is proposed is a photovoltaic system for self-consumption in order to reduce and also reduce the negative effects produced by conventional energies. In the development of the investigation it was obtained that the conditions of electricity consumption of the Viettel Peru sac company were determined taking into account the lower value of energy consumed that is 217 kWh and the maximum consumption that is 2,200 kWh having a cost of 179.4 and 1643.4 soles respectively, over a period of 11 months, with an average of 1 134,364 kWh of electricity consumption. In addition, solar irradiation is 5.5 and 6 kWh / m<sup>2</sup> / day, according to the Ministry of Energy and Mines. The photovoltaic system designed for a power of 13.8 kW and is equipped with 48 panels of 365Wp, 1 wattmeter of 100A / 230V and 3 inverters of 6,000W / 48V for an energy demand of 73 300 Wh of daily consumption. The panels will be arranged in 3 rows of 16 panels each, with an inclination of 16 degrees and oriented according to the support structure. Regarding the economic study, using a reference rate of 10%, a value for the NPV of S /. 12 874.08 and the value of the IRR is 12%, therefore the proposal is considered to be technically and economically viable.

**Keywords:** Photovoltaic system, solar panel, renewable energy.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT .....	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Realidad Problemática .....	2
1.2. Formulación del Problema .....	4
1.3. Delimitación de la Investigación .....	4
1.3.1. Delimitación espacial .....	4
1.4. Justificación e Importancia de la TESIS .....	5
1.5. Limitaciones de la TESIS .....	6
1.6. Objetivos de la TESIS .....	6
1.6.1. Objetivo General .....	6
1.6.2. Objetivo Específicos .....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Antecedentes de Estudios.....	7
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado .....	13
2.2.1. Matriz energética del Perú.....	13
2.2.2. Energías renovables no convencionales .....	17
2.2.3. Energía solar fotovoltaica.....	24
2.2.4. Marco regulatorio .....	32
2.2.5. Definición de términos .....	34
2.2.6. Marco Legal .....	38
A continuación, se enumeran todas las leyes, reglamentos y normas existentes:.....	38
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	39
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	39
3.2. Población y muestra.....	39

3.2.1. Población.....	39
3.2.2. Muestra .....	39
3.3. Hipótesis.....	39
3.4. Variables - Operacionalización .....	39
3.5. Métodos y Técnicas de investigación.....	41
3.6. Descripción de los instrumentos utilizados.....	41
3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos .....	42
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....	43
<b>4.1. Propuesta de la investigación.....</b>	<b>43</b>
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	45
5.1. Análisis de las condiciones de consumo eléctrico de la empresa Viettel Perú S.A.C.....	45
5.2. Obtención de radiación solar. ....	47
5.3. Dimensionamiento de sistema fotovoltaico conectado a red. ....	49
5.4. Determinación de factibilidad económica de sistema propuesto. ....	58
CAPITULO VI: CONCLUSIONES.....	67
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>68</b>
ANEXOS .....	73
Anexo 1. Recibos de servicio eléctrico .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	40
Tabla 2. Tecnicas e instrumentos.....	41
Tabla 3. Registros de consumo de la empresa Viettel S.A.C. ....	45
Tabla 4. Radiación solar en la ciudad de Trujillo (Ministerio de Energía y Minas). ....	48
Tabla 5. Características de paneles solares analizados.....	49
Tabla 6. Características del panel seleccionado.....	51
Tabla 7. Características del inversor seleccionado. ....	52
Tabla 8. Datos de salida del inversor.....	53
Tabla 9. Características de vatímetro seleccionado.....	54
Tabla 10. Características del conector vatímetro-inversor. ....	55
Tabla 11. Precios de los componentes seleccionados. ....	58
Tabla 12. Tiempo de vida útil de los componentes.....	59
Tabla 13. Costo de servicios. ....	60
Tabla 14. Inversión total de proyecto.....	60
Tabla 15. Flujo de caja de proyecto. ....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la empresa Viettel Peru sac (google maps). ....	13
Figura 2. Producción de energía eléctrica por tipo de fuente – año 2018 (Ministerio de Energía y Minas, 2019). ....	13
Figura 3. Producción de energía eléctrica en zonas Norte y Oriente (Ministerio de Energía y Minas, 2019). ....	15
Figura 4. Producción de energía eléctrica en zonas Centro y Sur (Ministerio de Energía y Minas, 2019). ....	15
Figura 5. Desarrollo de la potencia efectiva del Perú (OSINERGMIN, s.f.).....	17
Figura 6. Paneles solares fotovoltaicos.....	19
Figura 7. Componentes de un aerogenerador (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).20	
Figura 8. Planta de generación eléctrica mediante biomasa (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017). ....	21
Figura 9. Planta de generación de biogás (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).....	23
Figura 10. Componentes de la central minihidráulica Caña Brava (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017). ....	24
Figura 11. Esquema de un sistema fotovoltaico aislado o autónomo (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2013).....	25
Figura 12. Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a red (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017). ....	26
Figura 13. Panel solar 25 W (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2013). ....	26
Figura 14. Acumulador de energía (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2013). ....	27

Figura 15. Controlador Carga Victron Energy (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2013). .....	27
Figura 16. Inversor de señal (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2013). .....	28
Figura 17. Inversor Interconexión FRONIUS Galvo 2kW (AutoSolar Energía del Perú, 2019). .....	28
Figura 18. Evolución de consumo de últimos 11 meses. ....	46
Figura 19. Conector vatímetro-inversor. ....	54
Figura 20. Espacio disponible para instalación de sistema fotovoltaico. ....	57
Figura 21. Proyección de costo de energía. ....	61

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, en diversos puntos del mundo se vive una etapa de transición energética, dejando de lado la explotación de combustibles fósiles y dando paso al aprovechamiento de fuentes renovables no convencionales: solar, eólica, biomasa, entre otras. Esta transición se debe a diversos factores: fluctuaciones en los precios de los combustibles fósiles, falta de acceso a la energía eléctrica para cierta parte de la población, necesidad de mejorar la confiabilidad y seguridad energética, y la importancia de proteger al medio ambiente.

Es así que la empresa Viettel S.A.C. al tener el requerimiento de ampliar su infraestructura en la ciudad de Trujillo, ha visto la oportunidad de evaluar cuán factible es cubrir parte de su demanda energética mediante un sistema solar fotovoltaico conectado a red. Este tipo de sistema ya se encuentra muy difundido en el mundo, pero no tanto en el Perú, por lo que la presente tesis cobra importancia en cuanto se puede fomentar su implementación.

Las etapas del presente proyecto son las siguientes: análisis de las condiciones de consumo eléctrico de la empresa, obtención de datos de radiación solar de la ciudad de Trujillo, dimensionamiento del sistema fotovoltaico conectado a red, y finalmente, la determinación de la posible factibilidad económica de dicho sistema para una eventual instalación y operación.

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

#### **Contexto mundial**

La naturaleza del presente proyecto se enmarca en la necesidad de mejorar la seguridad y confiabilidad del servicio eléctrico en la población.

En ese sentido es que diversas instituciones y organizaciones constantemente actualizan sus indicadores sobre los requerimientos que se tienen. Por ejemplo, en el mundo hay más de 1 000 millones de personas que no tienen conexión a un sistema de suministro eléctrico, otros cientos de millones sí tienen electricidad, pero en una capacidad limitada, esto es, que no logran cubrir todas sus necesidades (Banco Mundial, 2018).

Por su parte, la Organización de la Naciones Unidas también destaca la importancia del recurso energético, y más aún, refuerza la necesidad que debe ser limpio y sostenible para reducir los índices de pobreza a nivel mundial. Esta entidad pone en alerta que el 20% de las personas todavía no tienen acceso a un flujo eléctrico seguro y confiable y que el 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero se debe al consumo de energía” (Organización de las Naciones Unidas, 2012).

#### **Contexto nacional**

La situación en el Perú es similar: actualmente existe una amplia desigualdad en cuanto al acceso al suministro de electricidad, especialmente en las zonas rurales más alejadas del Perú. Al año 2016,

casi 450 mil familias no tenían acceso al suministro eléctrico, estando el 85% de ellos en zonas geográficas rurales (INEI, 2018).

Por otra parte, las últimas evaluaciones estadísticas del ente que lidera el sector: el Ministerio de Energía y Minas (2019), indican que poco más del 4% de la energía generada se obtiene de fuentes renovables (solar, eólica y biomasa). Esta cifra no solo retrasa al país en sus compromisos internacionales para combatir los impactos ambientales sino que dista mucho de los niveles de generación renovable del resto de la comunidad mundial; y si no se impulsa este tipo de proyectos, no se llegará a la meta de generación del 15% para el año 2030 (Ísmodes, 2018).

### **Contexto local**

La región Lambayeque cuenta con un sistema eléctrico deficiente, el cual brinda un suministro de baja calidad; esto se aprecia, por ejemplo, en la alta tasa de conexiones clandestinas que existen en varias zonas, especialmente, en las más alejadas (La República, 2019). Asimismo, se evidencia el gran aumento de usuarios que se ha tenido en los últimos años, lo que genera la necesidad de ejecutar proyectos para mejorar y ampliar los sistemas eléctricos de distribución (Piscoya, 2018).

Otro dato importante a tener en cuenta, según (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015), es que el 7,6% de viviendas carecen de acceso a la energía eléctrica mediante red pública.

En la empresa VIETTEL PERU SAC ubicado en Trujillo se tiene una facturación elevada de consumo de energía eléctrica entonces lo que se propone es un sistema fotovoltaico para autoconsumo con la finalidad de

reducir y además disminuir los efectos negativos producidos por las energías convencionales.

## 1.2. Formulación del Problema

¿Se tendrá el potencial solar suficiente para diseñar un sistema fotovoltaico conectado a red en la empresa Viettel Perú SAC?

## 1.3. Delimitación de la Investigación

### 1.3.1. Delimitación espacial

Este trabajo de investigación se ha desarrollado en la empresa VIETTEL PERU SAC en Av. Mansiche 145-149, Urb. Mansiche ubicada en Trujillo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad



Figura 1. Ubicación de la empresa Viettel Peru sac en Trujillo-La Libertad

Fuente: Obtenida de [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)

## **1.4. Justificación e Importancia de la TESIS**

### **Justificación técnica.**

La tecnología fotovoltaica se ha extendido en gran medida en los últimos años en el Perú, debido a los resultados que ha venido mostrando. Un sistema fotovoltaico, hoy en día, puede adaptarse a casi todo tipo de edificio industrial o comercial, y con mayor eficacia en la zona costa norte del Perú que goza de gran potencial solar.

### **Justificación económica.**

Un sistema fotovoltaico ayuda a ahorrar costos relacionados al consumo de electricidad, debido a que la energía consumida proviene de un generador propio (autoconsumo) y no de la empresa concesionaria de distribución eléctrica (red pública). Asimismo, en los últimos años los precios de paneles solares, baterías y demás componentes, han disminuido considerablemente, y además la energía solar es gratis; dando como resultado que estos proyectos sean rentables.

### **Justificación ambiental.**

Los sistemas de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, como es el caso de la energía fotovoltaica, ayudan a evitar los impactos ambientales ocasionados por la generación térmica y su correspondiente quema de combustibles fósiles, que principalmente es la emisión de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>). Por este motivo, la energía solar fotovoltaica se considera como una energía limpia.

## **1.5. Limitaciones de la TESIS**

En el sistema fotovoltaico propuesto será con inyección cero de energía a la red.

Se a considerado los dato de irradiación solar del Ministerio de Energía y Minas.

## **1.6. Objetivos de la TESIS**

### **1.6.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema fotovoltaico para autoconsumo conectado a red en la empresa VIETTEL PERU S.A.C. ubicado en Trujillo-La Libertad.

### **1.6.2. Objetivo Específicos**

- a) Analizar las condiciones de consumo eléctrico de la empresa VIETTEL PERU S.A.C.
- b) Recolectar la data de radiación solar.
- c) Dimensionar los equipos del sistema fotovoltaico conectado a red.
- d) Determinar la factibilidad económica del sistema fotovoltaico propuesto.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de Estudios**

#### **Contexto Internacional**

Miranda (2016) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico conectado a red, en una vivienda, y analizó sus implicancias dentro de la Ley 20571 de la Generación Distribuida de Chile. Su trabajo concluyó que cuando existieron subvenciones estatales para la inversión inicial, el cambio en la rentabilidad fue muy alto, y afectó de manera transversal a todos los proyectos, sin importar el lugar donde se ejecutaron ni la cantidad de paneles que formaron parte de estos. Así se demostró con los resultados del análisis de sensibilidad, donde todos los escenarios alcanzaron periodos de retorno inferiores al horizonte de evaluación del proyecto, destacándose el caso de Antofagasta, que tuvo un periodo de recuperación de 4 años.

García (2016) se planteó como objetivo evaluar la factibilidad técnica y económica de implementar generación distribuida fotovoltaica que permita aumentar la cobertura y confiabilidad de energía en sectores rurales del operador de red. Analizó tres circunstancias de funcionamiento: generación fotovoltaica (FV) aislada, generación fotovoltaica conectada a la red de distribución individual, y generación fotovoltaica conectada a la red de distribución en nodo que alimenten o suplan energía eléctrica a un sector rural. Se estudiaron 9 variables: impacto social, impacto ambiental, calidad de potencia, protecciones,

factibilidad técnica, factibilidad económica, pérdidas, y regulación. Entre los resultados obtenidos se destacó que el tiempo de retorno de la inversión es entre 10 a 11 años para los tres escenarios estudiados. Asimismo, la tasa interna de retorno fue del 15% o 16%.

Duran et al. (2014) en su proyecto de investigación tuvieron como objetivo introducir en Argentina tecnologías asociadas con la interconexión a la red eléctrica, en áreas urbanas, de sistemas FV, contemplando para ello cuestiones técnicas, económicas y regulatorias. Se presentaron el grado de avance del proyecto, especialmente en cuanto a aspectos regulatorios y a las instalaciones piloto realizadas o en ejecución en diferentes partes del país. Como resultado principal, la instalación de mayor dimensionamiento realizada en el marco del proyecto se ubicó en la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. Se determinó una potencia instalada de aproximadamente 17 kWp, que incluye 4 inversores (3 de 4,6 kW y 1 de 2,8 kW), y que puede suministrar alrededor de 22.000 kWh/año, lo cual representa aproximadamente el 5% del consumo de la citada Facultad.

Cáceres et al. (2013) en su investigación tuvieron como objetivo estudiar la eficiencia global y la calidad de energía de un sistema fotovoltaico conectado a red, a partir de la variación de sus parámetros de operación: potencia, tensión, temperatura ambiente, radiación solar. Los autores realizaron un modelo matemático simple de la interacción entre el sistema fotovoltaico con la red eléctrica, una metodología para evaluar la calidad de energía y, además, se ejecutaron pruebas

experimentales durante 15 meses para comprobar la precisión del modelo. Según valores obtenidos mediante simulación del modelo, el SFCR perdió un 20% de su capacidad de generación por la interacción con la red de BT durante los períodos donde la temperatura ambiente fue elevada. Comparando el valor simulado de la energía producida por el SFCR y el valor experimental para el mismo período se determinó que el error relativo cometido no superó el 2%.

### **Contexto Nacional**

Contreras (2015) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar la eficiencia de un sistema fotovoltaico en el campus de la Universidad Alas Peruanas – filial Huancayo. Algunas de las consideraciones para su diseño fue la de una irradiación media anual de  $4,9 \text{ kWh/m}^2$  y un ángulo de inclinación de  $25,5^\circ$ . El principal problema de esta tecnología es que su eficiencia sigue siendo baja (paneles fotovoltaicos con menos de 20% de eficiencia), y los costos por unidad de energía no han sido competitivos en sus inicios, en comparación con otras fuentes de energía tradicionales (petróleo, geotermia, gas natural, carbón natural, etc.). Sin embargo, se debe tener en cuenta que este tipo de generación de electricidad es amigable con el medio ambiente, sus instalaciones no producen ruido, requieren un mantenimiento mínimo y sencillo y no producen polución ni emisiones de CO<sub>2</sub>.

Quispe (2015) en su tesis de titulación realizó un estudio para generar energía eléctrica empleando paneles fotovoltaicos y poder cubrir la demanda energética de un paradero de buses en la Universidad Alas

Peruanas – filial Huancayo. Para determinar la superficie de captación solar se determinó el área de  $2,22 \text{ m}^2$ , que generaron una potencia eléctrica de 290 W a una corriente de 16,9 A y una tensión de 43,6 V. Como parte de su metodología, desarrolló un modelo matemático que relaciona las temperaturas tanto de la placa como del panel. Con este modelo se calculó la eficiencia de la radiación absorbida por el panel, el cual es de 15,32%. También se evaluó experimentalmente el módulo del panel fotovoltaico sobre la generación de energía eléctrica para el suministro energético del paradero, obteniendo una eficiencia de 59.5 % con corriente alterna a 220 V. Finalmente, el sistema diseñado logra cubrir la demanda de iluminación constituido por 8 reflectores de 10 W con una duración de 11 horas continuas.

Serván (2014) en su trabajo de titulación tuvo como objetivo analizar técnica y económicamente un sistema de generación de baja potencia, que utilice fuentes energéticas renovables (solar y eólico) y que se encuentra interconectado a la red eléctrica pública. Aplicó las ecuaciones convencionales de cálculo analítico para el diseño de su sistema propuesto. Entre los resultados obtenidos se puede mencionar que el factor de planta para el sistema eólico fue de 14,07% y para el sistema solar fue de 18,91%. El análisis financiero ha permitido concluir que para la modalidad de reducción del monto facturado se necesitaría que el precio de la energía a nivel residencial sea como mínimo de 0,361 \$/kWh, para obtener tasa interna de rentabilidad del 3,58%, equivalente a la mejor alternativa de inversión bancaria. En caso se

fomente un incentivo de exoneración del pago de impuesto a la renta, el precio de la energía mínimo disminuiría a 0,323 \$/kWh.

Tinoco y Huamani (2013) en su trabajo de titulación presentaron como objetivo describir y analizar el uso de sistemas fotovoltaicos conectados a la red en viviendas de zonas urbanas, como alternativa para contribuir a disminuir los impactos ambientales relacionados a las emisiones de gases de efecto invernadero de las centrales termoeléctricas del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). El análisis económico realizado en el ámbito de EDELNOR determinó que solo es factible si la empresa invierte (sin recuperación) el 82% del costo total, considerando la implementación en viviendas urbanas de la ciudad de Lima; sin embargo, se obtienen beneficios ambientales con la disminución de emisiones en el orden de 426,2 toneladas de CO<sub>2</sub> anualmente.

Guevara (2018) en su investigación, hizo uso de la energía solar para generar electricidad a un caserío de 125 personas ubicado en la región Amazonas mediante un sistema fotovoltaico, con el objetivo de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Se propuso un sistema de 16 paneles fotovoltaicos de 320 Wp cada uno, 16 baterías, 2 controladores de carga y 2 inversores. La potencia instalada del sistema fue de 5,12 kWp. Asimismo, la cantidad de CO<sub>2</sub> que se dejaría de emitir a la atmósfera es de 65,518.39 kg. Finalmente, el presupuesto para esta inversión fue de S/. 143,845.15.

Cieza (2017) diseñó un sistema fotovoltaico para proporcionar energía al circuito de alumbrado del Hostal Lancelot, ubicado en la calle Alfonso

Ugarte N° 639 en el departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo, distrito de Chiclayo, con un consumo de energía promedio diario 17,39 kWh/día. El sistema propuesto se diseñó con una potencia de 6,48 kWp, y con una inversión de S/. 146,382.30.

Bravo y Gamarra (2016) en su trabajo de titulación plantearon como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda de energía de los laboratorios de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz. La determinación de la radiación solar la realizaron a través del software METEONORM 7.0. Asimismo, la carga conectada se estimó utilizando una pinza amperimétrica y las hojas de características técnicas de los equipos del laboratorio. El sistema fotovoltaico propuesto fue de 27 kW y el presupuesto total para la ejecución de dicho sistema ascendió a \$36,205.00.

Villalobos (2014) en su tesis para obtener su título de Ingeniero tuvo como objetivo desarrollar un plan maestro para la electrificación rural en Lambayeque, utilizando energía solar fotovoltaica. Con este plan es factible alimentar de servicio eléctrico sostenible, mediante módulos solares, reduciendo a largo plazo las emisiones de gases contaminantes y mejorando la calidad de vida de los habitantes de 127 localidades beneficiadas, comprendiendo un total de 2 006 conexiones, y que conlleva una inversión total de S/. 12,116,870.28.

## 2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado

### 2.2.1. Matriz energética del Perú

La energía eléctrica en el Perú proviene de distintas fuentes, pero principalmente depende de las caídas de agua y del gas natural. Según el Ministerio de Energía y Minas (2019) la producción total de electricidad durante el año 2018 fue de casi 55 TWh, de la cual el 56% perteneció a las centrales hidroeléctricas, el 36% a las centrales de gas natural y un poco menos de 5% a fuentes renovables no convencionales, es decir, solar, eólica y biomasa.

Por otro lado, haciendo una comparación con la producción del año anterior (2017), se observó un aumento de 4,1%.

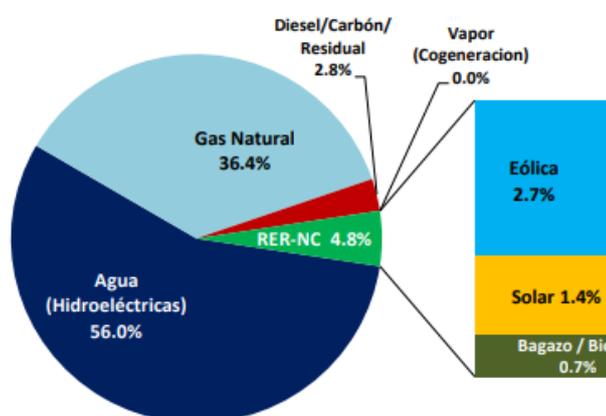


Figura 2. Producción de energía eléctrica por tipo de fuente – año 2018

Fuente: Obtenida de <http://www.minem.gob.pe>.

La generación mediante recurso hídrico marca su alta relevancia debido al período de gran ocurrencia de lluvias comprendido entre los meses noviembre y abril. Esto se da aun cuando las centrales de gas natural suman una mayor potencia instalada, debido a la diferencia entre sus costos variables dentro del mercado eléctrico mayorista. Esta diferencia

está dada porque la energía más barata es de las centrales hidroeléctricas, en tanto su fuente es casi gratuita; y la energía de las centrales térmicas necesariamente recoge costos de combustibles fósiles.

Ahora bien, la generación termoeléctrica ha tomado importancia en los últimos 10 años debido al proyecto de explotación de gas natural de Camisea iniciado desde el año 2004.

En cuanto a la generación renovable, su participación en la matriz energética nacional, aún con bajos indicadores, se debe a las cuatro subastas de energía desarrolladas por el Gobierno del Perú, a través de sus entidades Ministerio de Energía y Minas y OSINERGMIN, las cuales pretenden dinamizar el mercado con su ingreso, además de contribuir a mitigar los impactos ambientales generados por otras fuentes de energía.

En cuanto a la producción de electricidad por áreas geográficas, se ha evidenciado el bajo nivel de descentralización y distribución eléctrica, generándose únicamente en la zona Centro el 79,6% de la energía. En cuanto a ciudades, solo Lima produce el 37% (Ministerio de Energía y Minas, 2019).

Esta centralización de la generación eléctrica provoca en ocasiones altos precios de la energía, debido a los peajes por transmisión correspondientes a las largas líneas instaladas para llevar la energía a zonas lejanas.

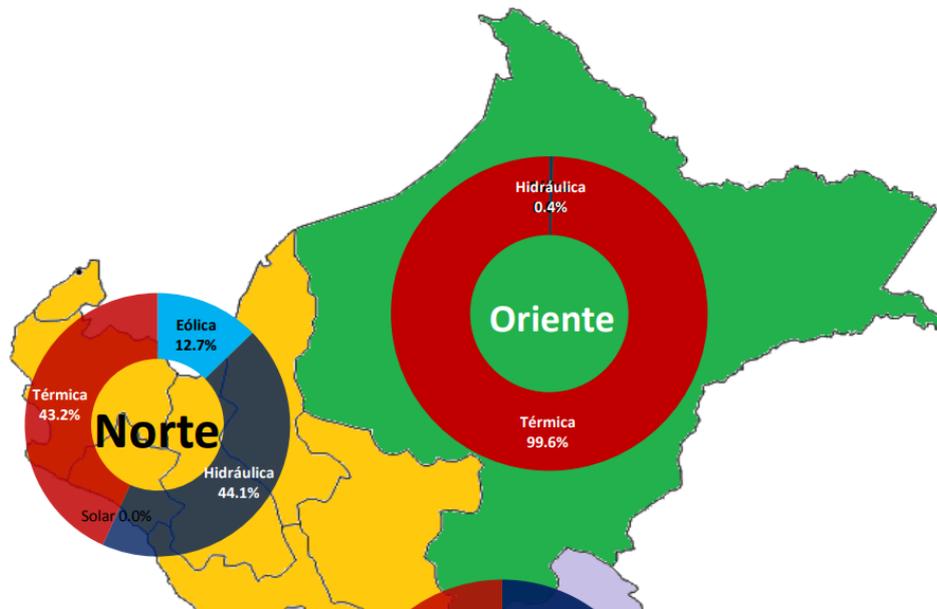


Figura 3. Producción de energía eléctrica en zonas Norte y Oriente.

Fuente: Obtenida de <http://www.minem.gob.pe>.

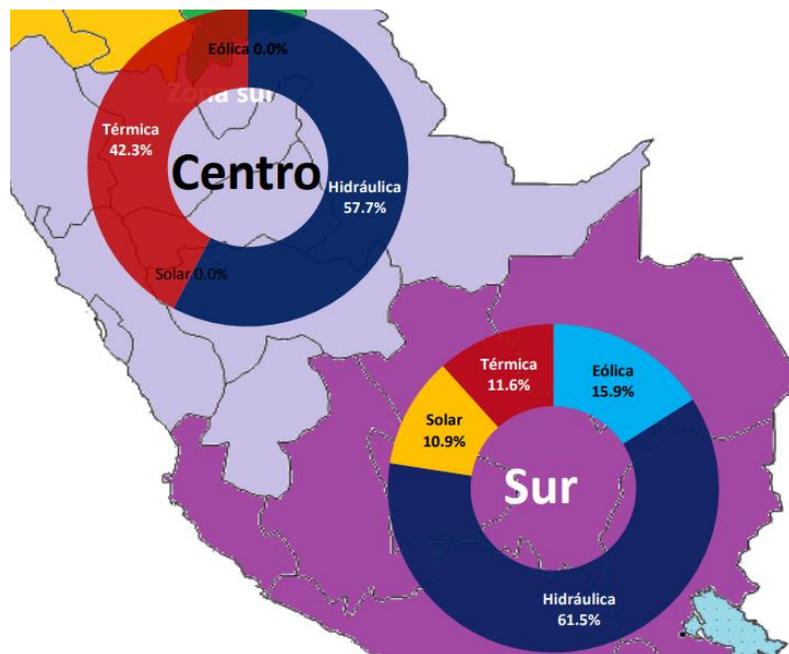


Figura 4. Producción de energía eléctrica en zonas Centro y Sur.

Fuente: Obtenida de <http://www.minem.gob.pe>.

De las figuras anteriores se observa que la energía eléctrica por fuente solar sólo se genera en la zona Sur, que en la Selva peruana se genera electricidad principalmente de fuente térmica (diésel, carbón), entre otros datos.

La potencia efectiva del año 2018, que vendría a ser la suma de las capacidades máximas que las centrales en operación pueden suministrar a la red eléctrica nacional, fue de 14 TW, que representa un aumento de 2,4% en relación al año anterior (OSINERGMIN, s.f.).

Las centrales térmicas abarcan un 58% de dicha potencia, siendo la más grande la central de Kallpa, que suministra 870 MW operando con ciclo combinado, que comprende tres turbinas de gas y una turbina de vapor. Por su parte, las centrales hidroeléctricas poseen una capacidad del 37% del total de potencia efectiva, siendo el Complejo Hidroeléctrico del Mantaro la fuente más importante, con una potencia de 1 008 MW. Por último, las centrales renovables solo tienen el 4,7% de la potencia efectiva, y como ejemplos más importantes se tiene a la central eólica Wayra, de 132 MW, y la central solar Rubí, de 144 MW.

De toda la potencia efectiva del Perú, solo se demanda poco más del 50%, quedando la otra parte como reserva ante emergencias dentro de la red y subidas repentinas de la demanda. Si bien puede parecer un dato positivo a corto plazo, se debe impulsar el desarrollo de nuevos proyectos de generación previendo el aumento de la demanda, la descentralización energética y las oportunidades de conexión con otros países.



Figura 5. Desarrollo de la potencia efectiva del Perú (OSINERGHMIN, s.f.).

Fuente: Obtenida de <http://observatorio.osinerghmin.gob.pe/potencia-efectiva>.

## 2.2.2. Energías renovables no convencionales

Cuando cualquier tipo de cuerpo en que se presenta la materia está dispuesto a producir y brindar un trabajo (movimiento, generación de calor, emisión de luz, obtención de electricidad, etc.), se dice que posee una cierta cantidad de energía. Esta energía puede encontrarse bajo diversas formas: cinética, gravitatoria, térmica, eléctrica, magnética, química, nuclear, radiante, etc., y además, puede convertirse de una forma a otra, obedeciendo al principio de conservación de la energía, el cual expresa que “la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma” (Schallenberg, y otros, 2008).

Habiendo definido el concepto de energía, ahora se determina a la energía renovable a aquella energía que puede explotarse de manera continua o constante debido a que no se acaba fácilmente, marcando una clara y gran diferencia con los combustibles fósiles, de los cuales puede decirse que tienen una fecha de agotamiento o caducidad, aun

cuando sea dentro de varios años, y con la característica adicional que la primera mencionada afecta en menor medida al medio ambiente. Este tipo de energía puede presentarse en la radiación solar, el movimiento del viento, residuos agrícolas, el calor del subsuelo, el movimiento del mar, etc. La mayoría de las energías renovables provienen, de alguna u otra manera, de la energía del Sol (Schallenberg, y otros, 2008).

#### **a. Energía solar**

Es la energía que se encuentra de manera inagotable en las ondas electromagnéticas emitidas por el Sol, es decir, en la radiación solar. Los mecanismos que sirven para aprovechar efectivamente esta energía son diversas: células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, que permiten su transformación en energía eléctrica directa para iluminación u operación de maquinaria, calor para agua sanitaria, calor para climatización de edificaciones, calor para generación de electricidad, entre otras aplicaciones (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).

En el Perú se ha evaluado un potencial de radiación media diaria anual de  $250 \text{ W/m}^2$ , aproximadamente; y específicamente, en las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna, donde se ejecutan las grandes plantas fotovoltaicas del país (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).



Figura 6. Paneles solares fotovoltaicos.

Fuente: Obtenida de <https://autosolar.pe/>.

## **b. Energía eólica**

Este tipo de energía inagotable se presenta como el movimiento del viento o corrientes de aire, y es transformada en otras formas útiles de energía para las distintas actividades humanas, principalmente en electricidad y mecánica (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).

La primera causa de esta energía es la ocurrencia de variaciones de presión dentro de la atmósfera, producidas por el calentamiento no uniforme provocado por la radiación solar; por eso se mencionó que la mayoría de energías renovables, en este caso la eólica, provienen del sol, ya sea de manera directa o indirecta. A este fenómeno de calentamiento de la superficie terrestre y atmósfera se le añade la acción de la gravedad, equilibrando así el movimiento del viento (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).

En el Perú se ha cuantificado un potencial eólico total de 77,000 MW, sin embargo, debido a diversos factores, como por ejemplo la presencia de



### c. Energía de biomasa

Esta fuente recibe también el nombre de bioenergía, y proviene también de la energía del sol, mediante el fenómeno natural de fotosíntesis vegetal, a partir del cual se obtiene un alto valor energético dentro de la materia orgánica, que puede ser transformado en calor o electricidad mediante procesos bioquímicos, termoquímicos o mecánicos como por ejemplo: la combustión, gasificación, pirólisis o la digestión anaerobia. La materia orgánica empleada es, en la gran mayoría de casos, desechos o residuos vegetales o animales: bagazo de caña de azúcar, cáscara de café, cáscara de arroz, heces de ganado vacuno, etc. (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).

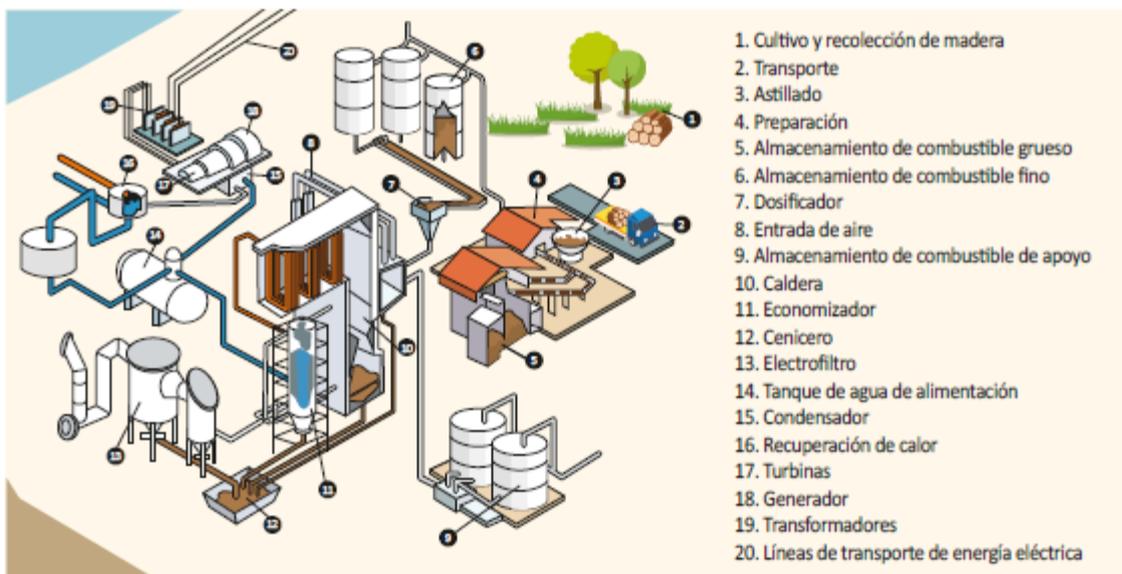


Figura 8. Planta de generación eléctrica mediante biomasa.

Fuente: Obtenida de La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático, Vásquez, Arturo; Tamayo, Jesús; Salvador, Julio, Osinergmin, Lima, 2017.

El potencial de bioenergía en el Perú, para generación eléctrica, es de 177 MW.

#### **d. Energía de biogás**

Este tipo de energía renovable se deriva de la energía de biomasa, pues su recurso (biogás o gas biocombustible) se produce por la descomposición o biodegradación de la materia orgánica animal o vegetal, dentro de un proceso llamado digestión anaeróbica, que ocurre dentro de un recinto herméticamente cerrado llamado biodigestor, en ausencia de oxígeno y por acción de diversos microorganismos. El biogás obtenido lo integra principalmente el metano ( $\text{CH}_4$ ), que varía entre 50% y 70% del volumen. Otros componentes de dicho combustible son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), hidrógeno ( $\text{H}_2$ ), nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Este gas combustible puede utilizarse para generar calor o electricidad, previo proceso de combustión y accionamiento de una turbina o motor (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).

Esta forma de aprovechamiento de energía tiene otra ventaja que es la obtención de un bioabono o biofertilizante, que puede usarse para brindar nutrientes a las tierras de cultivo (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).

En cuanto al potencial de generación eléctrica a partir de biogás, el Perú cuenta con una capacidad mayor a 5 000 MW (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).

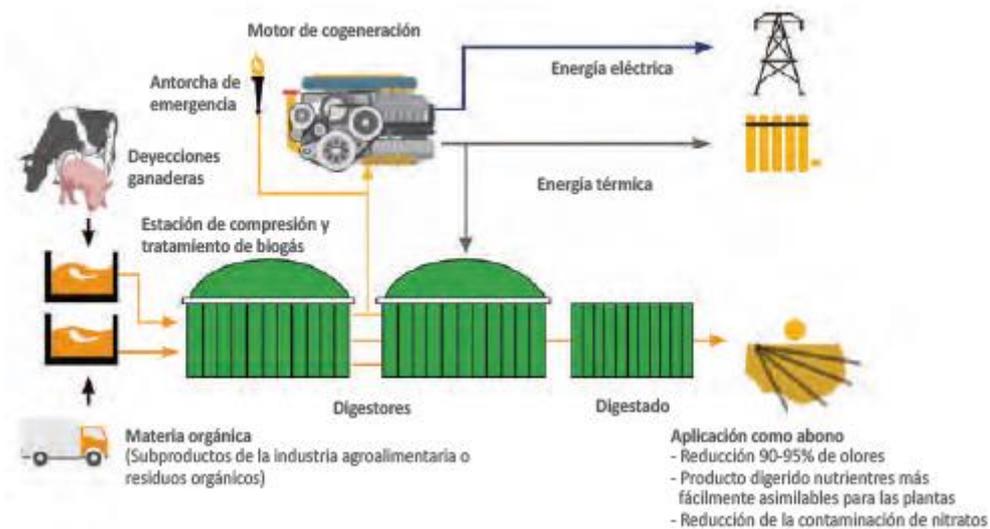


Figura 9. Planta de generación de biogás.

Fuente: Obtenida de La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático, Vásquez, Arturo; Tamayo, Jesús; Salvador, Julio, Osinergmin, Lima, 2017.

#### e. Energía mini hidráulica

Esta energía renovable derivada de las grandes centrales hidroeléctricas ingresan al grupo de las “no convencionales” al tener una potencia menor a los 20 MW, siendo más pequeñas que las centrales convencionales y pudiendo ser implementada en la mayor parte de ríos (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).

El aprovechamiento se da mediante una turbina hidráulica y un generador que convierte la energía mecánica de la caída de agua en energía eléctrica (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).

Aunque en esta clasificación no ingresan las plantas cuya potencia sea mayor a 20 MW, el potencial total estimado para la generación hidroeléctrica en el Perú es de casi 70 GW (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017).



Figura 10. Componentes de la central minihidráulica Caña Brava.

Fuente: Obtenida de La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático, Vásquez, Arturo; Tamayo, Jesús; Salvador, Julio, Osinergmin, Lima, 2017.

### 2.2.3. Energía solar fotovoltaica

Ya se ha visto que la energía solar es la que proporciona el Sol a través de las ondas electromagnéticas que emite, llamadas también radiación solar. Puede ser aprovechada convirtiéndose en energía térmica (calor), energía luminosa (luz), o energía fotovoltaica (electricidad).

La energía solar fotovoltaica se obtiene cuando incide la luz solar sobre la unión de dos materiales semiconductores diferentes, generándose una corriente eléctrica. Dicha unión de materiales semiconductores, siendo el silicio el más utilizado, recibe el nombre de celda o célula fotovoltaica, que tiene unas dimensiones aproximadas de  $10 \times 10 \text{cm}^2$ . Asimismo, la conexión de varias células fotovoltaicas conforman un panel fotovoltaico, el cual es el componente principal de un sistema solar fotovoltaico (FOCER, PNUD, GEF, 2002).

Los sistemas fotovoltaicos pueden ser de dos tipos:

- Sistema aislado o autónomo: Es el sistema que se instala en gran parte en los pueblos rurales alejados de las zonas urbanas, donde no llega el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional y, por lo tanto, donde se carece del suministro eléctrico. Se caracteriza porque emplea baterías para almacenar energía eléctrica durante el día, y aprovecharla en las noches o en días donde no hay un gran nivel de luz solar.

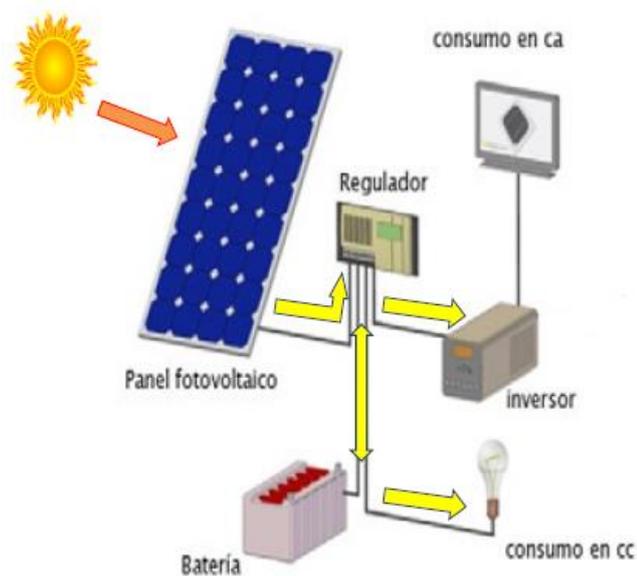


Figura 11. Esquema de un sistema fotovoltaico aislado o autónomo

Fuente: Obtenida del Proyecto Energía, Desarrollo y Vida - EnDev/GIZ, Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ, Lima, 2013.

- Sistema conectado a red: Este tipo de sistema sí se emplea en zonas donde hay presencia de la red pública, pues el objetivo va más allá de suministrar energía, sino que se pretende reducir el costo por tarifa eléctrica, pues aprovecha tanto el Sistema Interconectado como la radiación solar para su auto-abastecimiento de electricidad. La energía solar es utilizada durante las horas de sol, y la red pública se utiliza en las noches y cuando haga falta cubrir toda la demanda. Este tipo de

sistema conecta físicamente dos fuentes de energía, por lo que se le llama sistema híbrido.

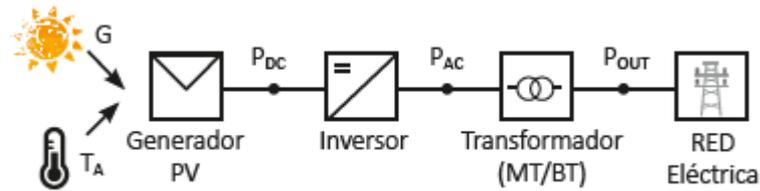


Figura 12. Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a red.

Fuente: Obtenida de La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático, Vásquez, Arturo; Tamayo, Jesús; Salvador, Julio, Osinergmin, Lima, 2017.

Los componentes de un sistema fotovoltaico son:

- Panel solar: Es la placa compuesta por varias celdas fotovoltaicas que transforman la radiación solar en energía eléctrica.



Figura 13. Panel solar 25 W .

Fuente: Obtenida del Proyecto Energía, Desarrollo y Vida - EnDev/GIZ, Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ, Lima, 2013.

- Batería: Es el dispositivo que almacena o acumula la energía producida por el sistema de paneles y que no es consumida en el instante, sino que se utiliza posteriormente.



Figura 14. Acumulador de energía.

Fuente: Obtenida del Proyecto Energía, Desarrollo y Vida - EnDev/GIZ, Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ, Lima, 2013.

- Regulador de carga: Es el dispositivo electrónico que controla el nivel de corriente inyectada a las baterías y a los puntos de consumo, debido a las fluctuaciones que puede haber en cuanto a la radiación solar durante el día. Este elemento corta el flujo de la corriente cuando las baterías se cargan en su totalidad. El controlador de carga es el “cerebro” del sistema fotovoltaico que sirve también como protección tanto para los paneles como para los demás componentes.



Figura 15. Controlador Carga Victron Energy

Fuente: Obtenida del Proyecto Energía, Desarrollo y Vida - EnDev/GIZ, Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ, Lima, 2013.

- Inversor: La corriente que genera el panel fotovoltaico es de naturaleza continua, por lo que necesita ser convertida en corriente alterna para que puede ser utilizada de manera eficiente en los puntos de consumo. Es aquí donde se emplea el inversor, que modifica dicha corriente eléctrica.



Figura 16. Inversor de señal.

Fuente: Obtenida del Proyecto Energía, Desarrollo y Vida - EnDev/GIZ, Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ, Lima, 2013.

Asimismo, para los sistemas híbridos se utiliza un inversor especial, que registra tanto la producción de energía con fuente solar, como la energía utilizada de la red pública. En caso haya en determinado momento del día un excedente de energía generada de los paneles fotovoltaicos, este inversor es capaz de cortar la inyección hacia la red pública.



Figura 17. Inversor Interconexión FRONIUS Galvo 2kW.

Fuente: Obtenida de <https://autosolar.pe/>.

Para dimensionar un sistema fotovoltaico aislado, se debe primero calcular la demanda energética (Aguilera y Hontoria):

$$E_{AC} = \sum P_{AC-i} \cdot t \quad \text{Ecuación 1}$$

$$E_{DC} = \sum P_{DC-i} \cdot t \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

$E_{AC}$ : Energía consumida en corriente alterna (kWh)

$E_{DC}$ : Energía consumida en corriente continua (kWh)

P: Potencia de la carga consumida (kW)

t: Tiempo de uso diario (h)

Una vez teniendo la energía consumida por tipo de corriente, se calcula la energía total consumida:

$$E_T = \frac{E_{DC}}{\eta_B} + \frac{E_{AC}}{\eta_B \cdot \eta_{inv}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

$E_T$ : Energía real total consumida (kWh)

$\eta_B$ : Eficiencia de la batería.

$\eta_{inv}$ : Eficiencia del inversor.

Con esta información se puede calcular el número de paneles solares requeridos:

$$N_T = \frac{E_T}{P_p \cdot G_\beta \cdot P_G} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

$N_T$ : Número de paneles solares

$P_p$ : Potencia pico del panel seleccionado (W /kW /m<sup>2</sup>)

$G_\beta$ : Radiación global sobre la superficie inclinada a un ángulo  $\beta$  (kWh/m<sup>2</sup>)

$P_G$ : Factor global de pérdidas

Teniendo en cuenta que el generador fotovoltaico se conecta como una matriz, con paneles tanto en serie como paralelo, se debe dimensionar el número de filas y columnas:

$$N_S = \frac{V_B}{V_m} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

$N_S$ : Número de paneles conectados en serie.

$V_B$ : Tensión nominal de la batería o banco de baterías (V).

$V_m$ : Tensión nominal del módulo (V).

Asimismo, la cantidad de ramas de módulos montadas en paralelo es:

$$N_P = \frac{N_T}{N_S} \quad \text{Ecuación 6}$$

Por último se calcula la capacidad de acumulación requerida:

$$C_n = \frac{E_T \cdot N}{P_d} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

$C_n$ : Capacidad nominal de la batería o banco de baterías (Wh)

$N$ : Número de días de autonomía.

$P_d$ : Máxima profundidad de descarga de la batería o banco de baterías.

También se puede calcular en las unidades *Ah*:

$$C_{n[Ah]} = \frac{C_{n[Wh]}}{V_B} \quad \text{Ecuación 8}$$

Teniendo en cuenta que en un arreglo de baterías en serie la capacidad es la misma y las tensiones se suman, mientras que, por el contrario, en un arreglo de baterías en paralelo las capacidades suman y la tensión es la misma, la cantidad de filas y columnas para un banco de baterías depende de la tensión a la que se quiere suministrar el sistema y la corriente que se quiere entregar.

Para dimensionar un sistema fotovoltaico conectado a red, el requerimiento de energía comprende sólo las cargas durante las horas de luz solar. No hace falta banco de baterías y el inversor se dimensiona en función de la suma de las potencias de las cargas. Como en toda instalación eléctrica, el calibre de cada conductor se determina por la caída de tensión y la máxima corriente a generar. Con esta corriente se selecciona las protecciones eléctricas.

La producción de energía de un generador fotovoltaico conectado a red se calcula así (Perpiñán, 2015):

$$E_{ac} = P_g \cdot \frac{G_{ef,a}}{G_{stc}} \cdot PR \cdot (1 - FS) \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

$E_{ac}$  : Energía producida anualmente (kWh)

$P_g$  : Potencia nominal del generador (kWp)

$G_{ef,a}$  : Irradiación efectiva anual incidente en el plano del generador (kWh/m<sup>2</sup>)

$G_{stc}$  : Irradiancia en condiciones estándar de medida (1 kW/m<sup>2</sup> a 25°C)

PR : Rendimiento del sistema

FS : Factor de sombras

#### **2.2.4. Marco regulatorio**

Desde hace varios años el Perú ha venido aplicando diversos mecanismos legales, reglamentos y normas para fortalecer las iniciativas de generación eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales, teniendo en cuenta de que se trata de una política nacional en materia energética y de alta relevancia. Dos de estos mecanismos son la de las subastas RER y la generación distribuida, aunque esta última aún no se termina de reglamentar. A continuación se describen sus procedimientos (Vásquez, Tamayo, & Salvador, 2017):

#### **a. Subastas RER**

Es un concurso público convocado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), realizado al menos cada dos años y que tiene como objetivo establecer una tarifa de adjudicación a cada proyecto de generación de RER. De igual forma, se determina que el MINEM tiene como función definir los requerimientos de energía (cantidad de energía a subastar por cada tipo de tecnología), plantear y aprobar las bases, así como, finalmente, firmar los contratos logrados de las subastas. Por su parte, OSINERGMIN tiene como función conducir las subastas, fijar los precios máximos y fiscalizar el fiel cumplimiento de los contratos. Las subastas pueden ir orientadas para generación con conexión a la red eléctrica nacional o sin conexión a esta. En líneas generales, el procedimiento de la subasta es la siguiente:

- Se abre el sobre con la oferta de cada postulante y se ordenan los proyectos desde el menor hasta el mayor precio. Se descartan aquellas ofertas cuyo precio se encuentran por encima del precio máximo fijado por la institución reguladora.
- El proyecto se adjudica si la energía ofertada es menor a la energía requerida.
- En caso de que la energía requerida no sea totalmente cubierta y si hubiera ofertas que superaran el precio máximo, entonces se revela dicho precio máximo.
- Si la energía ofertada está por encima de la energía requerida, se observa si existe adjudicación parcial solo si se cumple que el precio ofrecido no supera ni es igual al precio máximo.

## **b. Generación distribuida**

El concepto de generación distribuida (GD) comprende todas aquellas fuentes conectadas muy cerca de los centros de carga y que, por lo tanto, están integradas al mismo sistema de distribución, ya sea en baja o media tensión, en la que están los consumidores. Los beneficios que ofrece este tipo de sistema son:

- Se disminuyen de pérdidas técnicas debido a que la generación eléctrica se ejecuta en el mismo nivel de tensión donde se consume.
- Se verifican menores montos de inversión necesaria en red debido a la reducción de la potencia neta demandada.
- Se da una eventual mejora en los perfiles de tensión a causa de un menor par eléctrico.

### **2.2.5. Definición de términos**

**Central Fotovoltaica:** Conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos a gran escala.

**Amperio o ampere:** Es la unidad de intensidad de corriente eléctrica. Es la cantidad de electricidad que pasa por un conductor por un segundo. La corriente está relacionada con la potencia expresada en watts o vatios de la siguiente forma  $P \text{ (watts)} = I \text{ (amperes)} \times V \text{ (volts)}$ .

**Contador:** Un contador principal mide la energía producida (kWh) y enviada a la red, que pueda ser facturada a la compañía a los precios autorizados. Un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos (kWh) para descontarlos de la energía producida.

**Controlador de Carga:** Componente del sistema fotovoltaico que controla el estado de carga de la batería.

**Convertidor Continuo - Continua:** Elemento de la instalación encargado de adecuar la tensión que suministra el generador fotovoltaico a la tensión que requieran los equipos para su funcionamiento.

**Baterías:** Acumulan la energía que reciben de los paneles. Cuando hay consumo, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles.

**Caja de Conexiones:** Elemento donde las series de módulos fotovoltaicos son conectados eléctricamente, y donde puede colocarse el dispositivo de protección, si es necesario.

**Célula Fotovoltaica:** Unidad básica del sistema fotovoltaico donde se produce la transformación de la luz solar en energía eléctrica.

**Dimensionado:** Proceso por el cual se estima el tamaño de una instalación de energía solar fotovoltaica para atender unas necesidades determinadas con unas condiciones meteorológicas dadas.

**Efecto Fotovoltaico:** Conversión directa de la energía luminosa en energía eléctrica.

**Eficiencia:** En lo que respecta a células solares es el porcentaje de energía solar que es transformada en energía eléctrica por la célula. En función de la tecnología y la producción técnica, éste varía entre un 5% y un 30%.

**Fotón:** Cada una de las partículas que componen la luz.

**Fotovoltaico (FV):** Relativo a la generación de fuerza electromotriz por la acción de la luz.

**Generador:** Conjunto de todos los elementos que componen una instalación fotovoltaica, necesarios para suministrar energía a las distintas aplicaciones. Transforma la energía del Sol en energía eléctrica y carga las baterías.

**Inclinación:** Ángulo que forma el panel fotovoltaico con una superficie perfectamente horizontal o a nivel.

**Inversor:** Transforma la corriente continua que suministran las baterías o los paneles en corriente alterna para su uso en diferentes electrodomésticos o aplicaciones, tanto en sistemas aislados como en sistemas conectados a red.

**Kilovatio (kW):** Unidad de potencia equivalente a 1 000 vatios.

**Módulo o Panel Fotovoltaico:** Es el conjunto formado por las distintas células fotovoltaicas interconectadas, encapsuladas y protegidas por un vidrio en su cara anterior y por un marco por los laterales. El módulo está provisto de terminales para su conexión a la instalación.

**Orientación:** Ángulo de orientación respecto al Sur Solar de la superficie de un panel. El Sur geográfico (o real) no debe confundirse con el magnético, que es el que señala la brújula, aunque en el caso de España la diferencia no suponga grandes desviaciones.

**Punto de máxima potencia de un Panel:** Potencia que suministra un panel fotovoltaico cuando el producto de la tensión por la intensidad es máximo.

**Radiación Solar:** Cantidad de energía procedente del sol que se recibe en una superficie y tiempo determinados.

**Rendimiento:** Es la relación que existe entre la energía que realmente transforma en energía útil y la que requiere un determinado equipo para su funcionamiento.

**Silicio:** Elemento químico del que básicamente se componen las células de un panel solar. Es de naturaleza prácticamente metálica, gris oscuro y de excelentes propiedades semiconductoras.

**Sistema Aislado o Remoto:** Sistema fotovoltaico autónomo, no conectado a red. Estos sistemas requieren baterías u otras formas de acumulación. Suelen utilizarse en lugares remotos o de difícil acceso.

**Sistema Conectado a Red:** Sistema fotovoltaico en el que actúa como una central generadora de electricidad, suministrando energía a la red.

**Vatio (W):** Unidad de potencia eléctrica, que equivale a un julio por segundo.

**Vatio Pico:** Unidad de potencia que hace referencia al producto de la tensión por la intensidad (potencia pico) del panel fotovoltaico en unas condiciones estándares de medida.

**Voltaje:** Anglicismo del término Tensión.

**Voltio (V):** Unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz, equivalente a la diferencia de potencial que hay entre dos puntos de un conductor cuando al transportar entre ellos un coulomb, se realiza el trabajo de un julio.

### **2.2.6. Marco Legal**

A continuación, se enumeran todas las leyes, reglamentos y normas existentes:

1. N.T.E. EM. 080 instalaciones con energía solar (Norma técnica edificación EM 080 instalaciones con energía solar)

La presente norma de aplicación obligatoria a nivel nacional describe las Especificaciones técnicas y los procedimientos constructivos básicos que deben cumplir las viviendas que incluyan sistemas solares fotovoltaicos y fototérmicos (para el calentamiento del agua).

2. Resolución ministerial R.M. N° 037-2006-MEN/DM (Código nacional de electricidad – utilización: sección 350)

Nos hace referencia a los sistemas solares fotovoltaicos.

3. Norma Técnica Peruana NTP 399.403 2007: Sistemas fotovoltaicos hasta 2000Wp. Reglamento técnico

4. R.M. N° 139 – 2006 – EM / DGE (p. 17/Enero/2006) Código Nacional de Electricidad de Sistema de utilización TOMO V

5. Ley N°28611 – Ley General del medio ambiente en el Perú

## **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

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

Aplicada: El proyecto debido a que con la propuesta y posterior implementación se dará solución al problema que se presenta en la empresa Viettel S.A.C., aplicando los conocimientos de sistemas fotovoltaicos conectados a red.

No experimental: La investigación es no experimental, pues no se manipulará variable alguna.

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Población**

La empresa Viettel Peru S.A.C.

#### **3.2.2. Muestra**

La empresa Viettel Peru S.A.C. Trujillo – La Libertad

### **3.3. Hipótesis**

El potencial solar es suficiente para diseñar un sistema fotovoltaico conectado a red en la empresa Viettel Perú S.A.C.

### **3.4. Variables - Operacionalización**

Tabla 1. Operacionalización de variables

<b><i>Variables</i></b>	<b><i>Definición Conceptual</i></b>	<b><i>Definición Operacional</i></b>	<b><i>Indicadores</i></b>
Energía solar	La <b>energía solar</b> es una fuente de energía renovable que se obtiene del sol y con la que se pueden generar calor y electricidad. Existen varias maneras de recoger y aprovechar los rayos del sol para generar energía que dan lugar a los <b>distintos tipos de energía solar</b> : la fotovoltaica (que transforma los rayos en electricidad mediante el uso de paneles solares), la fototérmica (que aprovecha el calor a través de los colectores solares) y termoeléctrica (transforma el calor en energía eléctrica de forma indirecta).	Diseño del sistema fotovoltaico	Irradiación (kWh/m <sup>2</sup> /día)
Energía eléctrica	El sistema de suministro eléctrico comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección.	Energía eléctrica promedio diario. Máxima demanda.	Energía promedio diaria (kWh) Máxima demanda (kW)

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Métodos y Técnicas de investigación

Las técnicas que se aplicaron fueron:

a) Observación

La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. Gran parte del acervo de conocimientos que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la observación.

Entonces con esta técnica se recopilará información de la empresa Viettel Peru s.a.c.

b) Análisis Documental

Se recopilará información sobre sistemas de generación de energía eléctrica con energías no convencionales conectadas a red de tesis, revistas libros, etc.

### 3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

De acuerdo a la técnica utilizada tenemos los siguientes instrumentos

Tabla 2. Tecnicas e instrumentos

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Observación	Lápiz, Lapicero, cuaderno de apuntes.
Análisis documental	Tesis, Internet, libros, revistas.

Fuente: Elaboración propia

### **3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos**

Luego de recopilar datos del usuario (datos primarios) y datos de irradiación solar se calculará el sistema fotovoltaico en base al consumo máximo según los recibos por concepto de consumo de energía eléctrica para el periodo Septiembre 2018 – Julio 2019 y el menor valor de irradiación solar.

Los datos recopilados se han organizado en tablas y gráficas de barras y son procesados utilizando el MS Excel 2019.

## CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

### 4.1. Propuesta de la investigación

Con la finalidad de reducir la facturación por consumo de energía eléctrica y ser más independientes de la energía proveniente de la concesionaria se propone un sistema de autoconsumo basado en un sistema solar fotovoltaica conectado a red y con inyección cero, equipado con lo siguiente.

- a) **Generador Fotovoltaico:** Se considerará en paneles fotovoltaicos la reconocida marca ECO GREEN ENERGY de características monocristalina, la selección de la potencia se realiza en base al número de paneles y costo unitario.
- b) **El inversor:** La corriente eléctrica proveniente del generador fotovoltaico es en CD con la finalidad de transformar la corriente eléctrica en CD a AC y poder suministrarle a la carga los 220 V se utiliza el inversor Ingeteam el cual es una marca reconocida y de potencia comercial.
- c) **Vatímetro:**  
Se utilizara el Vatímetro de marca EM112DIN Carlo Gavazzi es un medidor de energía compatible con instalaciones que trabajan en corriente monofásica. Este dispositivo sirve para poder saber con precisión el consumo eléctrico que se le pide a la instalación.

**d) Tarje de comunicación:**

Es una tarjeta de comunicaciones que se incorpora a los inversores Ingeteam para dotarlos de la conectividad necesaria. Esta tarjeta de comunicaciones habilita un puerto de conexiones de tipo RS485 y también conectividad Ethernet y Wifi. Este componente es necesario cuando la instalación con un inversor Ingeteam se utiliza un vatímetro.

**e) Conductor para los paneles solares**

El cable PV ZZ-F PowerFlex de 6mm<sup>2</sup> es de la marca Top Cable; tiene un doble recubrimiento fabricado con goma libre de halógenos con una gran resistencia a agentes químicos, aceites, rayos ultravioleta y soporta la inmersión en agua.

**f) Llave termomagnética**

Se utilizara una llave termomagnética de 80 A para proteger al sistema de una sobrecarga.

**g) Estructura metálica**

Puesto que el Perú está ubicado por debajo de la línea ecuatorial y a la vez muy próximo a dicha línea, el panel necesitará una estructura metálica con orientación hacia el norte y los ángulos óptimos están entre 10° y 30°.

## CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1. Análisis de las condiciones de consumo eléctrico de la empresa Viettel Perú S.A.C.

Tabla 3. Registros de consumo de la empresa Viettel S.A.C.

Mes	Consumo del mes en kWh	Monto facturado (S/.)
Julio-19	1 200	960,3
Junio-19	364	293,4
Mayo-19	217	179,4
Abril-19	0	34,1
Marzo-19	1 371	1052,9
Febrero-19	257	203,3
Enero-19	1 929	1 441,1
Diciembre-18	2 200	1 643,4
Noviembre-18	1 571	1 207,3
Octubre-18	1 267	958,1
Setiembre-18	1 002	764
<b>Promedio</b>	<b>1 034,364</b>	<b>794,300</b>

Fuente: Elaboración propia

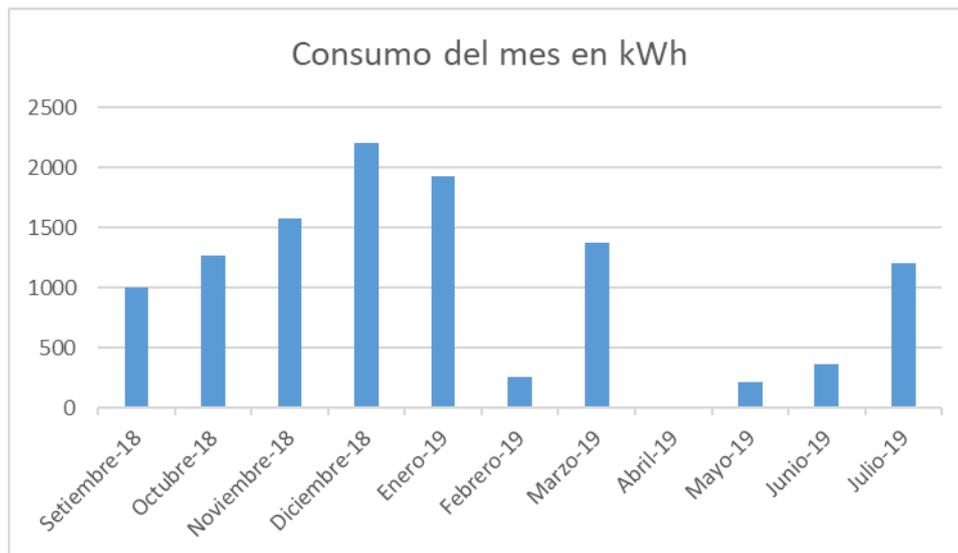


Figura 18. Evolución de consumo de últimos 11 meses.

Fuente: Elaboración propia

Desde el mes de agosto del 2017, comenzaron a realizarse trabajos de remodelación en el edificio de la empresa VIETTEL PERU SAC, ya que en anterioridad la empresa contaba con solamente un piso, ahora por el aumento de usuarios en telefonía se ha expandido la empresa a tres pisos más sótano, siendo el segundo piso una data center.

Dichos trabajos terminaron en el mes de abril del 2018, por lo que en las boletas figura en el transcurso de esos meses sin consumo, lo que es lógico, por la misma remodelación.

Ahora en el mes de abril del 2019 figura en las boletas consumo 0 kWh de energía, esto se debe que le empresa tuvo problemas con la municipalidad de Trujillo e INDECI por no sacar la documentación necesaria para realizar actividades laborales dentro del edificio, por lo que llevo a clausurar el edificio en un plazo de un mes aproximadamente.

En los meses posteriores fueron integrándose más al edificio los trabajadores hasta laborales completamente normales nuevamente, ahora ya sin ninguna restricción de la municipalidad de Trujillo.

El edificio cuenta con una potencia contratada de 1 000 kW y una tensión de operación de 220 V.

Los recibos del servicio eléctrico de los meses analizados se muestran en el Anexo 1.

## **5.2. Obtención de radiación solar.**

A continuación, se muestra una recopilación de datos de radiación solar medidos por el Ministerio de Energía y Minas en diversos puntos a lo largo del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad, y durante el año 2014:

Tabla 4. Radiación solar en la ciudad de Trujillo (Ministerio de Energía y Minas).

N°	UBIGEO	ID_MEM	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	LONGITUD WGS84	LATITUD WGS84	VIVIENDAS	RANGO RADIACION SOLAR
25408	1301010002	113872D	LA LIBERTAD	TRUJILLO	TRUJILLO	EL CONDE	-78.99	-8.13	25	5,5 - 6.0 kW h/m <sup>2</sup>
25409	1301010003	113873D	LA LIBERTAD	TRUJILLO	TRUJILLO	EL PALMO	-79.01	-8.13	1	5,5 - 6.0 kW h/m <sup>2</sup>
25410	1301010005	072589D	LA LIBERTAD	TRUJILLO	TRUJILLO	EX FUNDO LARREA	-79.01	-8.14	19	5,5 - 6.0 kW h/m <sup>2</sup>
25411	1301010006	113874D	LA LIBERTAD	TRUJILLO	TRUJILLO	LA ENCALADA (LA ENCALADA VIEJA)	-79.03	-8.15	1	5,5 - 6.0 kW h/m <sup>2</sup>
25412	1301010004	113875D	LA LIBERTAD	TRUJILLO	TRUJILLO	NUEVA VICTORIA	-79.00	-8.13	1	5,5 - 6.0 kW h/m <sup>2</sup>
25413	1301010007	113876D	LA LIBERTAD	TRUJILLO	TRUJILLO	SANTA ROSA	-79.01	-8.14	1	5,5 - 6.0 kW h/m <sup>2</sup>
25414	1301010001	072590D	LA LIBERTAD	TRUJILLO	TRUJILLO	TRUJILLO	-79.03	-8.11	69320	5,5 - 6.0 kW h/m <sup>2</sup>

Fuente: Obtenida de <http://www.minem.gob.pe>

De la tabla anterior se puede determinar que la irradiación solar en la zona de proyecto es entre 5,5 y 6 kWh/m<sup>2</sup>.

### 5.3. Dimensionamiento de sistema fotovoltaico conectado a red.

#### - Selección de los paneles fotovoltaicos

Este cálculo se realizará en función de 3 potencia de paneles 250 W, 300 W y 365 W para realizar el estudio económico y técnico más a fondo y verificar cual panel es el adecuado para instalar.

A continuación, se muestra la tabla con las principales especificaciones de los paneles:

Tabla 5. Características de paneles solares analizados.

Potencia del panel(W)	Maxima capacida de voltaje $V_{mp}$ (V)	Maxima capacidad de corriente $I_{mp}$ (A)	Area de los paneles(m2)	Numero de paneles	Costo (S./)
250	36,6	8,75	1,6	1	773,94
300	43,2	8,48	1,9	1	953,23
365	39,46	9,25	1,9	1	938,00

Fuente: Elaboración propia

Las fichas técnicas con las características de operación de los paneles y los demás componentes del sistema fotovoltaico se muestran en el Anexo 2.

Ahora los paneles se ubicarán en el tercer piso en un espacio de 230 m<sup>2</sup>, para distribuir adecuadamente los espacios de los paneles utilizaremos la siguiente formula:

$$n_{\text{paneles}} = \frac{s_{\text{disp}}}{s_{\text{panel}}} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

$s_{\text{disp}}$ : metros cuadrados disponible para instalación

$s_{\text{panel}}$ : área cubierta por cada panel

Entonces para los paneles de potencia 250 W sería una cantidad de 143 paneles fotovoltaicos, para los paneles de 300W y 365 W, se obtiene una

cantidad de 121 paneles. Para el caso del presente proyecto se optará por el panel de 365 W.

Como ya se tiene la cantidad de paneles de acuerdo al espacio que ocupan, ahora se calcula según el consumo de la empresa teniendo en cuenta el máximo valor mensual en un periodo de 11 meses con la siguiente formula:

$$N_{\text{paneles}} = \frac{E_{\text{diaria}} * 1.2}{P_{\text{panel}} * H_{\text{sp}} * \eta_{\text{inv}}} \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

$E_{\text{diaria}}$ : Energía diaria consumida por la empresa.

$P_{\text{panel}}$  : Potencia de panel.

$H_{\text{sp}}$  : Hora solar pico.

$\eta_{\text{inv}}$  : Eficiencia del inversor.

El 1.2 es un factor de seguridad que significa sobredimensionar en un 20% más para asegurar la cantidad de paneles y la eficiencia del inversor está en un rango del 0,9 y 0,8 en este caso se tomara el valor de 0.9.

La energía diaria consumida por la empresa, según su boleta de pago más elevada seria calculada mediante:

$$E_{\text{diaria}} = E_{\text{mensual}} / 30 \quad \text{Ecuación 12}$$

Dicho valor es de 7,3 kWh/día.

Las horas solar pico se verifica en la página web de la página de SENAMHI y Ministerio de Energía y Minas en la cual se puede ver que la irradiación solar acumulada diaria es de 5,5 kWh/m<sup>2</sup>.

Entonces el número de paneles quedará con 48.

Entonces la potencia entregada por todos los paneles será de 17,52 kW

Para cubrir la potencia se necesitarán 48 paneles; organizados en 3 filas de 16 paneles conectados en serie obteniendo un mayor voltaje, pero la misma corriente.

- **Selección del inversor y arreglo en serie y paralelo de los paneles fotovoltaicos**

Siguiendo las características del panel elegido se selecciona un inversor adecuado para que soporte corriente y voltaje:

Tabla 6. Características del panel seleccionado.

MODULO FOTOVOLTAICO EGE-335/365M72-PERC					
POTENCIA MAXIMA (Pmax)	MAXIMA CAPACIDAD DE VOLTAJE (Vmp)	MAXIMA CAPACIDAD DE CORRIENTE (Imp)	VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO(Voc)	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO(Isc)	Costo (S./)
365 W	39,46 V	9,25 A	47,30 V	9,62A	938,00

Fuente: Elaboración propia

Para este diseño se opta por instalar el Inversor de Conexión a Red INGECON Sun 1PLAY 4,6TL M el cual cuenta con las siguientes características:

Tabla 7. Características del inversor seleccionado.

INVERSOR INGECON Sun 1PLAY 4,6TL M- DATOS DE ENTRADA					
Rango de potencia FV	Rango de tensión	Tensión mínima para potencia nominal	Tensión máxima	Corriente máxima	Costo (S./)
5,2-6 kWp	125-750 V	172 V	850 V	11A	5245,38

Fuente: Elaboración propia

Los datos del inversor seleccionado también se muestran en el Anexo 2.

Ahora se calcula la potencia de entrada para el inversor con el número de 16 paneles, para eso se utiliza la siguiente fórmula:

$$Potencia\ de\ entrada = V_{mp} \times I_{mp} \times N_{panel} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

$V_{mp}$  : Máxima capacidad de voltaje del panel

$I_{mp}$  : Máxima capacidad de corriente del panel

$N_{panel}$  : Numero de paneles a instalar

Como resultado se obtiene una potencia de entrada de 5 840.01 W.

Este resultado también es la potencia entregada por los paneles, el cual al ser instalado en 3 filas la potencia resultante de todos los paneles será de 17 520,24 W.

Luego se calcula el voltaje de entrada para el inversor teniendo en cuenta que estos paneles se instalarán en serie por lo que su corriente se mantiene igual pero su voltaje aumenta de acuerdo al número de paneles. La tensión obtenida es de 631,36 V y está dentro del rango de tensión del inversor.

En el caso de la corriente sería la misma proporcionada por el panel que será de 9,25 A la cual está dentro del parámetro del inversor el cual admite hasta 11 A.

Los datos de salida del inversor, según su ficha técnica, son:

Tabla 8. Datos de salida del inversor.

INVERSOR INGECON Sun 1PLAY 4,6TL M- DATOS DE SALIDA					
Potencia nominal	Corriente máxima	Tension nominal	Rango de tension	Frecuencia nominal	Maxima temperatura
4,6kW	26,2 A	230 V	122-265 V	50/60 Hz	58°C

Fuente: Elaboración propia

Se instalarán 16 paneles en serie teniendo como resultado mediante el inversor 4,6kW por lo que será suficiente de abastecer consumo diario de la empresa (teniendo como referencia el mes de máximo consumo), por lo que se instalarán 3 filas de 16 paneles conectados en serio para lo cual; se requerirán 3 inversores conectados en paralelo y así aumentar la corriente, con lo cual la potencia nominal final será de 13,8 kW.

- **Selección de vatímetro**

Con los datos ya obtenidos en la tabla de salida del inversor se tiene voltaje y potencia de los 3 inversores que serán conectados en paralelo. Asimismo, la potencia será de 13,8 kW.

Con estos datos ya se puede elegir el vatímetro que se adecue más al diseño el cual, revisando fichas técnicas (Anexo 2), sería:

Tabla 9. Características de vatímetro seleccionado.

VATIMETRO EM 112DIN GAVAZZI				
Voltaje nominal (Vn)	Corriente base	Maxima corriente	Minima corriente	Costo (S/.)
230 V	5A	100A	0.04A	489.928

Fuente: Elaboración propia

Es un dispositivo que permite, si así se desea, no verter a la red el excedente de producción solar que no se está utilizando. También sirve para poder medir el requerimiento de energía que se tiene y, gracias a que el inversor “sabe” la capacidad de producción, se tiene una comparación entre la energía producida y la energía requerida.

Este vatímetro sirve para una medición directa de hasta 100.

Al utilizar un vatímetro también se necesitará utilizar un accesorio para adaptar la conexión de los inversores al vatímetro. Este sería un EMS BOARD INGETEAM de la misma marca que los inversores



Figura 19. Conector vatímetro-inversor.

Fuente: Obtenida de <https://autosolar.pe/accesoriosdeinversores>.

Tabla 10. Características del conector vatímetro-inversor.

EMS BOARD INGETEAM			
Tension de entrada	Frecuencia nominal	Consumo de potencia	Costo (S/,)
100-240 Vac	50-60 Hz	5-8 W	1211.32

Fuente: elaboración propia

Solo se necesitará una para nuestra instalación ya que solo se está utilizando un vatímetro.

#### - **Conductor a utilizar entre paneles solares**

Se determinan 50 metros de Cable Rojo PV ZZ-F de 6mm<sup>2</sup> y 50 metros de Cable Negro PV ZZ-F de 6mm<sup>2</sup>.

El cable de 6mm<sup>2</sup> se utiliza en las instalaciones solares entre los paneles.

Es muy importante no superar las limitaciones de energía que puede soportar el cable, dado que una sección inferior a lo que necesita el sistema podría tener un sobrecalentamiento debido a las intensidades de corriente que se manejan. Este cable soporta elevadas tensiones de funcionamiento por lo que es adecuado para conectar las series en sistemas de conexión a red o con inversores híbridos. El cable Powerflex PV ZZ-F es un cable flexible de clase 5 preparado para baja tensión hasta 1 000V. Su conductor es de cobre electrolítico estañado, y gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado en todo tipo de condiciones ambientales: zonas húmedas y secas, instalación al aire libre, enterrado, e incluso sumergido en agua (AD8), sin que perjudique la vida útil del cable.

Ya que en el diseño se tiene una fila de 16 paneles conectados en serie con una tensión de 631,36 V y una corriente de 9,25 A, por lo que el cable PVZZ-F de 6 mm<sup>2</sup> cumple los requisitos para ser instalado para un grupo

de 16 paneles; lo que quiere decir que se debe multiplicar por 3 el metrado para cada color obteniendo 150 metros de cable rojo PV ZZ-F y 150 metros de cable negro PV ZZ-F teniendo en cuenta que este cable solo llegará hasta el inversor y luego se utilizaría un cable diferente.

El precio de este cable esta S/. 7,62 cada metro con lo cual si se requiere 300 m de cable se tendrá un costo total a cubrir de S/. 2 286.

Para la corriente de salida ya ubicados en paralelo los inversores se utiliza otro tipo de cable; como los inversores están en paralelos la corriente de salida se suman y el voltaje se mantiene igual para lo que resulta que la corriente de salida de un inversor que es de 26,2 A se multiplica por 3 dando como resultado 78,6 A y con un voltaje de 230 V, en este caso viendo tablas de cables eléctricos, se decide por un cable de 6mm<sup>2</sup> N2XOH ya que resiste hasta 85 A, el precio por metro de este cable es de S/. 11,40 y se utilizan en 250 m por lo que dará un costo de S/. 2 850

También se hará uso de conectores para los cuales se utilizan el tipo MC4 ya que son los más comerciales se utiliza una cantidad de 40 conectores por grupo de 16 paneles.

- **Llave termo magnética a instalar**

Según la corriente de salida de los inversores en paralelo que es de 78,6 A, se instala como medio de protección un interruptor termomagnético de 80 A que está a un precio de S/.240,00.

- **Estructura metálica**

La estructura metálica se instalará para 16 paneles en serie teniendo un costo de S/. 1 927,24 pero como se instalarán 3 grupos entonces este

precio se multiplica por 3 dando como resultado final el costo real de S/5 781,72.

La inclinación de los rayos del sol y en consecuencia la radiación incidente respecto a la superficie horizontal es variable a lo largo del año, esto quiere decir que en estaciones veraniegas serán máximas y en invierno serán mínimas, debido a esto una forma de optimizar las instalaciones de los paneles es fijándolo en un ángulo que optimizará la colección de energía sobre una base anual.

#### - **Ubicación de los paneles solares en la empresa**

Puesto que la empresa en su tercer piso cuenta con un área libre de 230 m<sup>2</sup>; es en ese lugar donde se instalarán los paneles ya que es un área libre y no cuenta con presencia de sombras que puedan afectar el rendimiento de los paneles.



Figura 20. Espacio disponible para instalación de sistema fotovoltaico.

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4. Determinación de factibilidad económica de sistema propuesto. Inversión

Se determinan los siguientes precios para los componentes fotovoltaicos que resultaron del diseño del sistema previamente realizado. La tasa de cambio de moneda seleccionada es de 3,40 soles por dólar al 02 de septiembre del 2019 según la SBS. El IGV está incluido en el precio.

Tabla 11. Precios de los componentes seleccionados.

<b>PRECIOS DE LOS COMPONENTES SELECCIONADOS</b>			
<b>Materiales/ Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (S./)</b>	<b>Precio Total (S./)</b>
Paneles EGE 335-365M72 PERC de 365 W	48	938,00	45 024,00
INVERSOR INGECON Sun 1PLAY 6TL M	3	5 245,38	15 736,14
VATIMETRO EM 112DIN GAVAZZI	1	489,928	489,928
EMS BOARD INGETEAM	1	1 211,32	1 211,32
Cable PVZZ-F de 6 mm2	300	7,62	2 286,00
Cable N2XOH de 6mm2	250	11,4	2 850,00
Juego de conectores MC4	60	22,713	1 362,78
Interruptor Termomagnetico 2X80 AMP 10 kA 220 – 240 V	1	240,00	240,00
Estructura metálica para paneles	3	1 927,24	5 781,72
<b>TOTAL</b>			<b>74 981,89</b>

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo de la inversión inicial total del sistema fotovoltaico se requiere tener un costo aproximado de los componentes eléctricos (cables, cajas de paso, elementos de seguridad, etc.), además de la estructura de soporte del generador fotovoltaico y los costos asociados a la instalación del sistema para que entre en funcionamiento, ya que no han sido considerados dentro del diseño del sistema. Los componentes fotovoltaicos representan el aproximadamente el 83,3% de la inversión inicial, mientras que los componentes eléctricos, estructurales y costo de instalación representan el 16,7%. A partir de esta ponderación se ha estimado el costo total de inversión inicial. Se ha considerado un tiempo de vida útil de 25 años para el sistema. El tiempo de vida está basado en el rendimiento de los paneles, los cuales, al llegar a los 25 años de uso, aseguran un 80% de rendimiento respecto del inicial, es decir se va perdiendo cada año 0,8% de rendimiento aproximadamente. No se tiene información respecto al rendimiento de los paneles después de este periodo de tiempo.

La siguiente tabla muestra el tiempo de vida útil de los componentes, además del número de sustituciones necesarias para 25 años de funcionamiento.

Tabla 12. Tiempo de vida útil de los componentes.

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo de vida útil (en años)</b>	<b>Numero de sustituciones</b>	<b>Costo total (\$/.)</b>
Paneles EGE 335-365M72 PERC de 365 W	48	25	Ninguna	Ninguno
INVERSOR INGECON Sun 1PLAY 6TL M	3	10	2	31 472,28
VATIMETRO EM 112DIN GAVAZZI	1	10	2	979,856
EMS BOARD INGETEAM	1	20	1	1 211,32
<b>Total</b>				<b>33 663,456</b>

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de vida útil estimado se ha obtenido de las fichas técnica y de cada página de las marcas seleccionadas. Se asume que el precio de los componentes al momento de sustituirlos será igual al precio inicial.

También se calcula el costo de mano de obra por la instalación y el mantenimiento de los equipos que se realiza en un periodo de 6 meses es decir 2 veces por año.

Tabla 13. Costo de servicios.

<b>Servicios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Costo (S/.)</b>
Mano de Obra(instalacion)	2	1 500,00	3 000,00
Mantenimiento por año durante 25 años	50	1 200,00	60 000,00
<b>Total</b>			<b>63 000,00</b>

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se mostraría la inversión total que se tendría en los 25 años de funcionamiento del sistema.

Tabla 14. Inversión total de proyecto.

<b>Concepto</b>	<b>Costo (S/.)</b>
Materiales	74 981,888
Equipos de Sustitucion	33 663,456
Servicios	63 000,00
<b>Total</b>	<b>171 645,344</b>

Fuente: Elaboración propia

## Costo del kWh

Para determinar el incremento del kWh que Hidrandina podría cobrar a futuro se realiza la siguiente proyección.

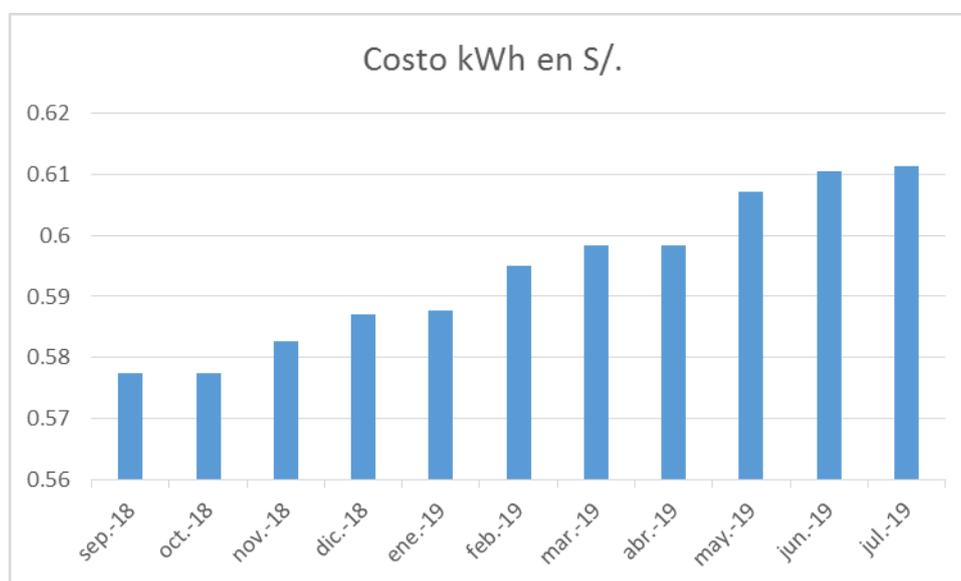


Figura 21. Proyección de costo de energía.

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta el primer valor que es el del mes de septiembre del 2018 con el último valor que es el del mes de julio del 2019 se puede sacar una tasa de crecimiento de 0,0339 soles anual, este valor lo tendremos que considerar para nuestro flujo de caja.

$$Tasa\ de\ crecimiento = \frac{ultimo\ mes\ del\ ciclo - primer\ mes\ del\ ciclo}{n}$$

Ecuación 14

Con lo cual la tasa de crecimiento es de 0,0339 soles.

Ya que los paneles trabajaran en un periodo de 6 h útiles al día se ha considerado de lunes a viernes de 9 am a 3 pm (ya que es el máximo de radiación en esas horas), se podría decir que la empresa pagara un consumo reducido diariamente esto se hará teniendo en cuenta un solo escenario donde el consumo de la empresa sea el máximo que valor de sus boletas en el periodo de un año, entonces:

$$\text{Consumo de Energia} = M_{cde} - P_{SI} * N_I * H_t * F_c \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

$M_{cde}$ : Maximo consumo de energía en kWh/día

$P_{SI}$  : Potencia de salida del inversor

$N_I$  : Numero de inversores

$F_c$  : Factor de carga

$H_t$  : Hora de trabajo

Ya que los paneles tendrán 6 horas de trabajo útil, se utiliza un factor de carga del 50% ya que la empresa trabaja de 8am a 6 pm, con lo cual se tiene un consumo de energía diaria de 31,9 kWh/día .

Este sería el consumo que la empresa consumiría del concesionario a diario con lo cual ahorraríamos 41,4kWh/día y al mes seria 1 242 kWh/mes para lo cual en un año calendario seria el consumo de 14 904 kWh.

## **Flujo de caja**

Teniendo en cuenta el escenario donde cada mes tiene como factor el máximo consumo de la empresa y también considerando la máxima tasa de crecimiento para cada mes del costo de kWh en soles de la concesionaria que es de 0,0339.

Tabla 15. Flujo de caja de proyecto.

Año	Ingresos			Egresos		Flujo de caja económico en S/.	Flujo de caja acumulado en S/.
	Costo del kWh	Ahorro de la empresa en kWh	Costo de la Energía ahorrada en S/.	Inversión en S/.	Gastos en mtto. En S/.		
0	0,6113	0	S/. 0,00	S/. 77 981,888	S/. 0,00	-S/. 77 981,89	-S/. 77 981,89
1	0,6452	14 904	S/. 9 616,06	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 7 216,06	-S/. 70 765,83
2	0,6791	14 904	S/. 10 121,31	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 7 721,31	-S/. 63 044,52
3	0,713	14 904	S/. 10 626,55	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 8 226,55	-S/. 54 817,97
4	0,7469	14 904	S/. 11 131,80	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 8 731,80	-S/. 46 086,17
5	0,7808	14 904	S/. 11 637,04	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 9 237,04	-S/. 36 849,13
6	0,8147	14 904	S/. 12 142,29	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 9 742,29	-S/. 27 106,84
7	0,8486	14 904	S/. 12 647,53	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 10 247,53	-S/. 16 859,30
8	0,8825	14 904	S/. 13 152,78	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 10 752,78	-S/. 6 106,52
9	0,9164	14 904	S/. 13 658,03	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 11 258,03	S/. 5 151,50
10	0,9503	14 904	S/. 14 163,27	S/. 16 226,068	S/. 2 400,00	-S/. 4 462,80	S/. 688,70
11	0,9842	14 904	S/. 14 668,52	S/. 0,00	S/. 2 400,00	S/. 12 268,52	S/. 12 957,22

12	1,0181	14 904	S/. 15 173,76	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 12 773,76	S/. 25 730,98
13	1,052	14 904	S/. 15 679,01	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 13 279,01	S/. 39 009,99
14	1,0859	14 904	S/. 16 184,25	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 13 784,25	S/. 52 794,24
15	1,1198	14 904	S/. 16 689,50	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 14 289,50	S/. 67 083,74
16	1,1537	14 904	S/. 17 194,74	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 14 794,74	S/. 81 878,49
17	1,1876	14 904	S/. 17 699,99	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 15 299,99	S/. 97 178,48
18	1,2215	14 904	S/. 18 205,24	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 15 805,24	S/. 112 983,72
19	1,2554	14 904	S/. 18 710,48	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 16 310,48	S/. 129 294,20
20	1,2893	14 904	S/. 19 215,73	S/. 17 437,388	S/.2 400,00	-S/. 621,66	S/. 128 672,54
21	1,3232	14 904	S/. 19 720,97	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 17 320,97	S/. 145 993,51
22	1,3571	14 904	S/. 20 226,22	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 17 826,22	S/. 163 819,73
23	1,391	14 904	S/. 20 731,46	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 18 331,46	S/. 182 151,19
24	1,4249	14 904	S/. 21 236,71	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 18 836,71	S/. 200 987,90
25	1,4588	14 904	S/. 21 741,96	S/. 0,00	S/.2 400,00	S/. 19 341,96	S/. 220 329,86

Fuente: Elaboración propia

## Evaluación económica

### a) Cálculo del VAN y TIR

Para el cálculo del VAN y el TIR se aplican las siguientes ecuaciones:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - I \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde:

Ft: Beneficio neto de flujo anual

I: Inversión inicial

r: Tasa de descuento

t: Tiempo o periodo

n: Número de años

Un proyecto se considera rentable si el TIR es mayor que el 12%. Lo mencionado viene expresado en la siguiente fórmula estadística:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+TIR)^t} - I = 0 \quad \text{Ecuación 17}$$

Para el presente proyecto se considera una tasa de interés del 10% dando como resultado un VAN con el monto de S/. 12 874,08. Asimismo, la TIR es del 12%.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES

- a) Las condiciones de consumo eléctrico de la empresa Viettel Peru sac se obtuvo mediante los recibos de energía teniendo en cuenta el menor valor de energía consumida que es de 217 kWh y el máximo consumo que es de 2 200 kWh teniendo un costo de 179,4 y 1643,4 soles respectivamente, en un periodo de 11 meses dando como promedio de consumo eléctrico 1 134,364 kWh.
- b) Se recolectó en la ciudad de Trujillo un potencial solar aceptable, con valores de irradiación entre 5,5 y 6 kWh/m<sup>2</sup>/día, el cual se encuentra en la fuente bibliográfica técnica del Ministerio de Energía y Minas.  
Entonces según las características y condiciones del lugar destinado a la implementación del sistema fotovoltaico permiten el aprovechamiento de aproximadamente 6 horas diarias de radiación solar libre de sombras y requiere de una estructura adicional para optimizar la inclinación de los paneles fotovoltaicos.
- c) El sistema fotovoltaico está dimensionado para una potencia de 13,8 kW y equipado con 48 paneles de 365Wp, 1 vatímetro de 100A/230V y 3 inversores de 6 000W/48V para una demanda energética de 73 300 Wh de consumo diario. Los paneles estarán dispuestos en 3 filas de 16 paneles c/u, con una inclinación de 16 grados y orientados de acuerdo a la estructura soporte.
- d) En cuanto al estudio económico, se determinó utilizando una tasa de referencia del 10% se ha obtenido un valor para el VAN de S/. 12 874,08 y el valor de la TIR es de 12% por lo tanto se considera que la propuesta es viable técnica y económicamente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo Garces, F. (2016). *Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios*. Bogota.
2. Adanaque Sanchez, J. L. (2016). *Estudio de factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado de Shungun región Amazonas, 2016*. Cajamarca.
3. Aguilera, J., & Hontoria, L. (s.f.). Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos. *Curso de energía solar fotovoltaica*. Jaén, España: Universidad de Jaén.
4. Agustin Castejon, G. S. (s.f.). *instalaciones solares fotovoltaicas*. España.
5. Alva Silva, J. Z. (2016). *Estudio de factibilidad de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en el caserío de Vigaspampa, Celendín, Cajamarca, 2016*. Cajamarca.
6. AutoSolar Energía del Perú. (16 de Marzo de 2019). *Batería AGM 12V 86Ah Ultracell UC-86-12*. Obtenido de <https://autosolar.pe/baterias-agm-12v/bateria-agm-12v-86ah-ultracell-uc-86-12>
7. AutoSolar Energía del Perú. (16 de Marzo de 2019). *Controlador Carga Steca 10A LCD PR1010*. Obtenido de <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-pwm/controlador-carga-steca-10a-lcd-pr1010>
8. AutoSolar Energía del Perú. (16 de Marzo de 2019). *Inversor Cargador 600W 12V 20A Must Solar*. Obtenido de <https://autosolar.pe/inversores-12v/inversor-cargador-600w-12v-20a-must-solar>
9. AutoSolar Energía del Perú. (16 de Marzo de 2019). *Inversor Interconexión FRONIUS Galvo 2kW*. Obtenido de <https://autosolar.pe/inversores-inteconexion/inversor-interconexion-fronius-galvo-2kw>
10. AutoSolar Energía del Perú. (16 de Marzo de 2019). *Panel solar TAI Energy 24V 300W*. Obtenido de <https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-tai-energy-24v-300w>
11. Avalos Vallejos, H. R. (2016). *Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica del servicio habitacional gran hotel, San Ignacio 2016*. Jaen.

12. Banco Mundial. (03 de Octubre de 2018). *Energía*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview#1>
13. Bravo, V., & Gamarra, D. (2016). *Diseño de un sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda de energía de los laboratorios de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
14. Cáceres, M., Busso, A., Vera, L., Firman, A., Leiva, G., & Luque, L. (2013). Sistemas fotovoltaicos conectados a red: estabilidad en los parámetros de la red y sus efectos en la capacidad de generación. *Revista Brasileira de Energía Solar*, 4(1), 47-54.
15. Castejon, A. (1998). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. España.
16. Cieza, J. C. (2017). *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para las instalaciones eléctricas de alumbrado en el hostel Lancelot ubicado en Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
17. Cooperación Alemana al Desarrollo. (Marzo de 2013). Manual de instalación de un sistema fotovoltaico domiciliario. *Proyecto Energía, Desarrollo y Vida - EnDev/GIZ*. Lima, Lima, Perú: Cooperación Alemana al Desarrollo - GIZ.
18. Cornejo Lalupu, H. A. (2013). *Sistema fotovoltaico de conexión a red en el centro materno infantil de la Universidad de Piura*. Piura.
19. Diaz Corcobado, T. (2008). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Mexico.
20. Duran, J., Alvarez, M., Eyra, R., & Parisi, F. (2014). Generación Fotovoltaica Distribuida Conectada a Red en Áreas Urbanas. *CIDEL Argentina*, 1-6.
21. FOCER, PNUD, GEF. (2002). *Manuales sobre energía renovable: solar fotovoltaica*. San José: BUN-CA.
22. García, L. (2016). *Evaluación de factibilidad de implementar generación distribuida fotovoltaica que permita aumentar la cobertura y confiabilidad de energía en sectores rurales del operador de red*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
23. Guevara, B. (2018). *Aprovechamiento de la energía solar para la generación de energía eléctrica y reducción de emisiones de CO2 en el caserío Nuevo Edén - Yambrasbamba - Amazonas*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

24. Gutierrez hernandez, M. C. (2014). *Iluminación led. ahorro, eficiencia e innovación- proyecto de mejora de la iluminacion de un Hotel*. San Cristobal de la Laguna.
25. INEI. (19 de Abril de 2018). *Agenda pendiente de electrificación rural en el Perú*. Obtenido de Diario Gestión: <https://gestion.pe/blog/evidencia-para-la-gestion/2018/04/agenda-pendiente-de-electricacion-rural-en-el-peru.html>
26. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Perú: viviendas con acceso al servicio de energía eléctrica*. Lima, Perú: INEI.
27. Ísmodes, F. (30 de Octubre de 2018). *Perú: 15% de matriz energética provendrá de energía renovable al 2030*. Obtenido de América Economía: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/peru-15-de-matriz-energetica-provendra-de-energia-renovable-al-2030>
28. Ixtebe Portabelle, C. (2010). *Proceso de creacion de una planta solar fotovoltaica conectada a red*. Barcelona.
29. Joachin Barrios, C. D. (2008). *Diseño de un sistema solar fotovoltaico aislado para el suministro de energia electrica ala comunidad Buena Vista, San Marcos*. Guatemala.
30. La República. (02 de Abril de 2019). *Lambayeque: más de 50 familias y colegio con conexiones eléctricas irregulares*. (Diario La República) Recuperado el 11 de Abril de 2019, de <https://larepublica.pe/sociedad/1442268-lambayeque-50-familias-colegio-conexiones-electricas-irregulares>
31. Ministerio de Energía y Minas. (2019). *Principales indicadores de sector eléctrico a nivel nacional - Enero 2019*. Lima: Ministerio de Energía y Minas.
32. Miranda, M. (2016). *Diseño de sistema de generación fotovoltaica para viviendas conectadas a la red de distribución, en el contexto de la Ley N°20.571*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
33. Muñoz Anticona, D. F. (2005). *Aplicacion de la energia solar para electrificacion rural en zonas marginales del pais*. Lima.
34. Organización de las Naciones Unidas. (2012). *Acceso universal a la energía*. Obtenido de Fondo de Inclusión Social Energético: <http://www.fise.gob.pe/acceso-a-la-energia2.html>
35. OSINERGMIN. (s.f.). *Evolución de la potencia efectiva nacional*. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de Observatorio OSINERGMIN: <http://observatorio.osinergmin.gob.pe/potencia-efectiva>

36. Perez Garrido, D. O. (2009). *Análisis de un sistema de iluminación utilizando ampollitas de bajo consumo y alimentado por paneles fotovoltaicos*. Chile.
37. Perpiñán, O. (2015). *Energía solar fotovoltaica*. Madrid: Creative Commons.
38. Piscocoya, L. (30 de Octubre de 2018). *Invertirán S/ 57 millones en redes eléctricas en Cajamarca y Lambayeque*. (Agencia Peruana de Noticias ANDINA) Recuperado el 11 de Abril de 2019, de <https://andina.pe/agencia/noticia-invertiran-s-57-millones-redes-electricas-cajamarca-y-lambayeque-731194.aspx>
39. Quispe, M. (2015). *Diseño de un sistema fotovoltaico para determinar la eficiencia energética suministrada a un paradero ubicado en el campus universitario UAP - filial Huancayo*. Huancayo: Universidad Alas Peruanas.
40. Sanchez Quiroga, D. (2012). *Sistema de energía solar fotovoltaica aislada para vivienda unifamiliar aislada*. Leganes.
41. Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., . . . Subiela, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias S.A.
42. Serván, J. (2014). *Análisis técnico-económico de un sistema híbrido de baja potencia eólico solar conectado a la red*. Piura: Universidad de Piura.
43. solar, G. d. (2016). *Guía de la energía solar*. 2006.
44. Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A., & Vilches, C. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. Lima: Osinergmin.
45. Tinoco, H., & Huamani, N. (2013). *Microgeneración distribuida con sistemas fotovoltaicos en viviendas urbanas para mitigar impactos ambientales*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
46. Valdiviezo Salas, P. D. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP*. Lima.
47. Vásquez, A., Tamayo, J., & Salvador, J. (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático*. Lima: Osinergmin.

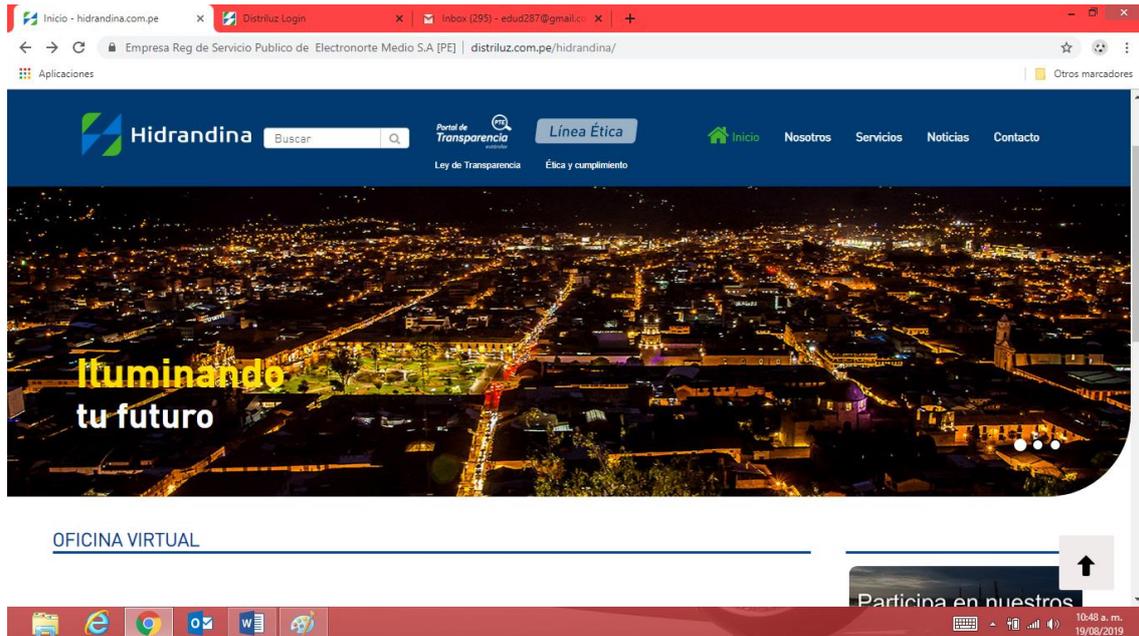
48. Velasquez Céspedes, R. A. (2012). *Proyecto de instalación solar fotovoltaica en el departamento de ingeniería eléctrica de la universidad de Santiago de Chile*. Santiago de Chile.
49. Velazquez Céspedes, R. A. (2012). *Proyecto de instalación solar fotovoltaica en el departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Santiago de Chile*. tesis, Universidad de Santiago de Chile, Santiago-Chile.
50. Villalobos, J. (2014). *Plan maestro de electrificación rural con energía fotovoltaica en la región Lambayeque*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

## ANEXOS

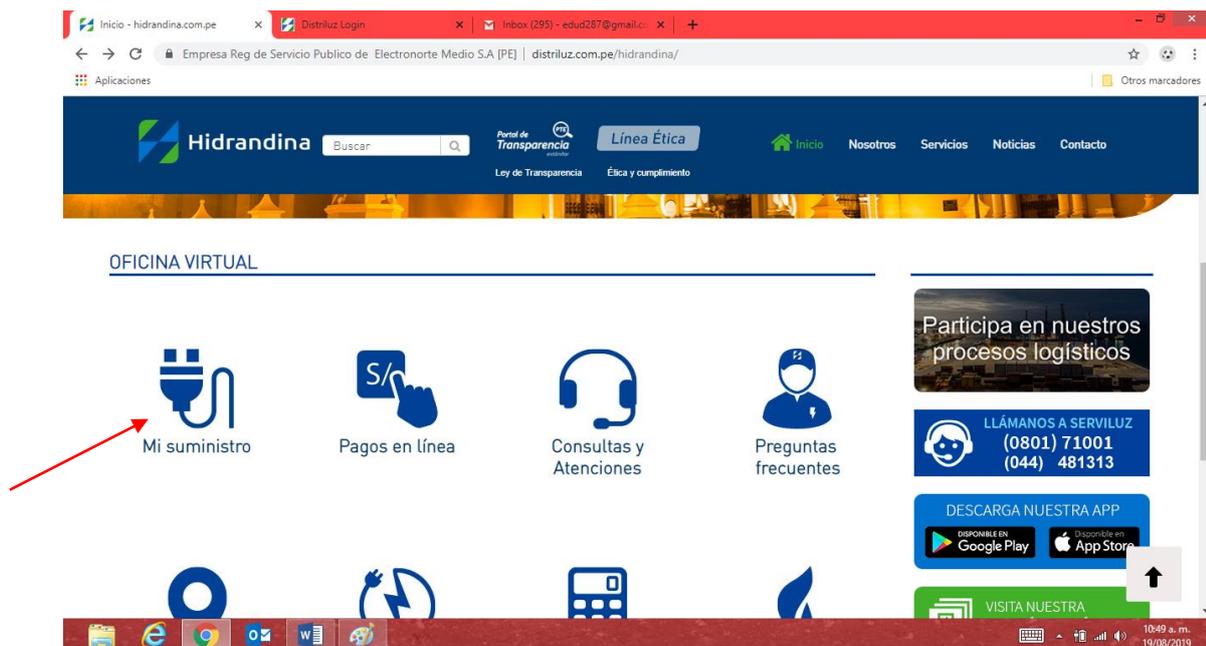
### Anexo 1. Recibos de servicio eléctrico Pasos para descargar los recibos

Pasos para descargar las boletas de pago del consumo de energía de Hidrandina:

1.- Entrar a la pagina <https://www.distriluz.com.pe/hidrandina/>



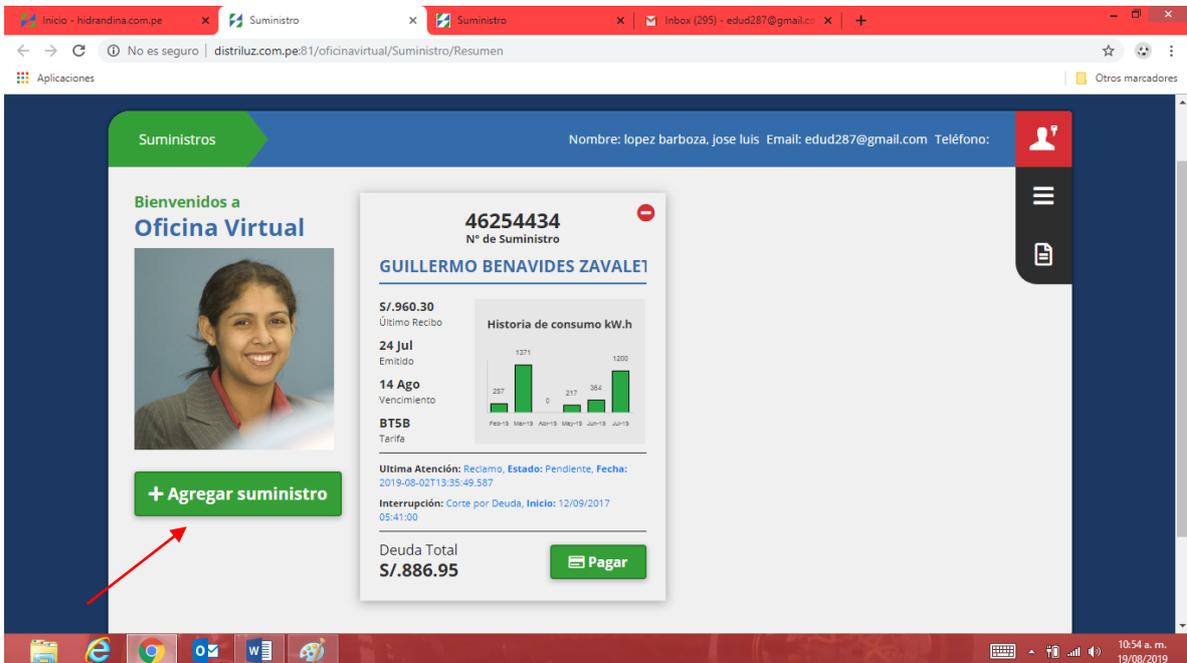
2.- Hacer click en “ Mi Suministro”



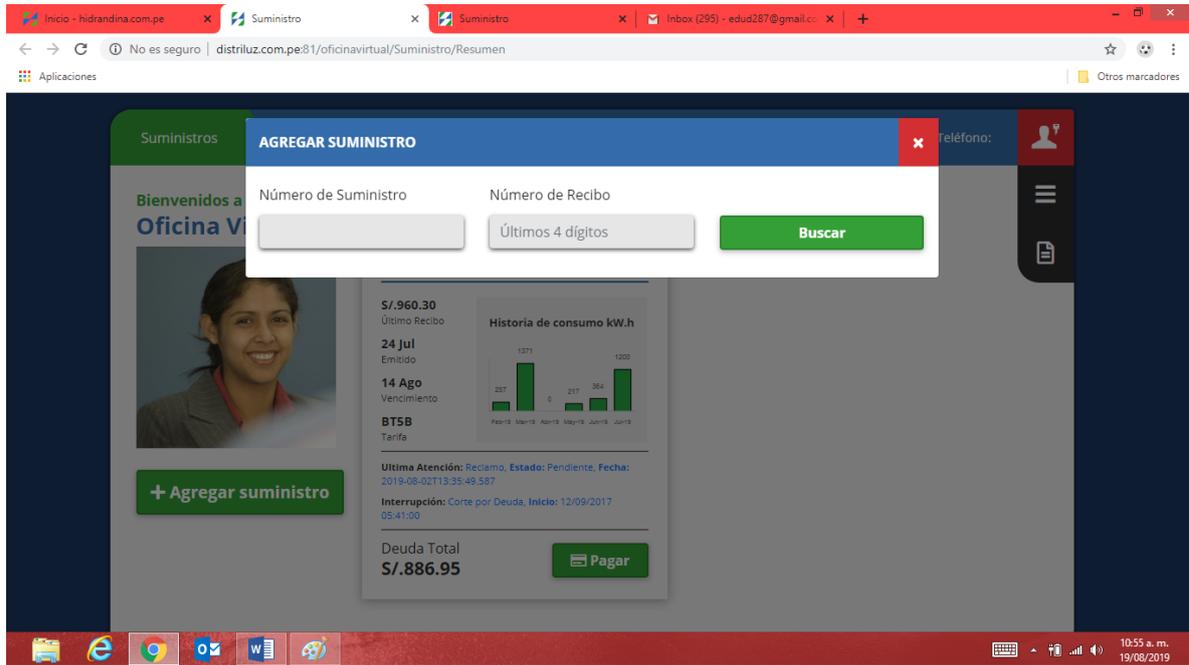
3.- Luego ingresas con tu usuario y clave, de no tener registrarte con tu número de DNI



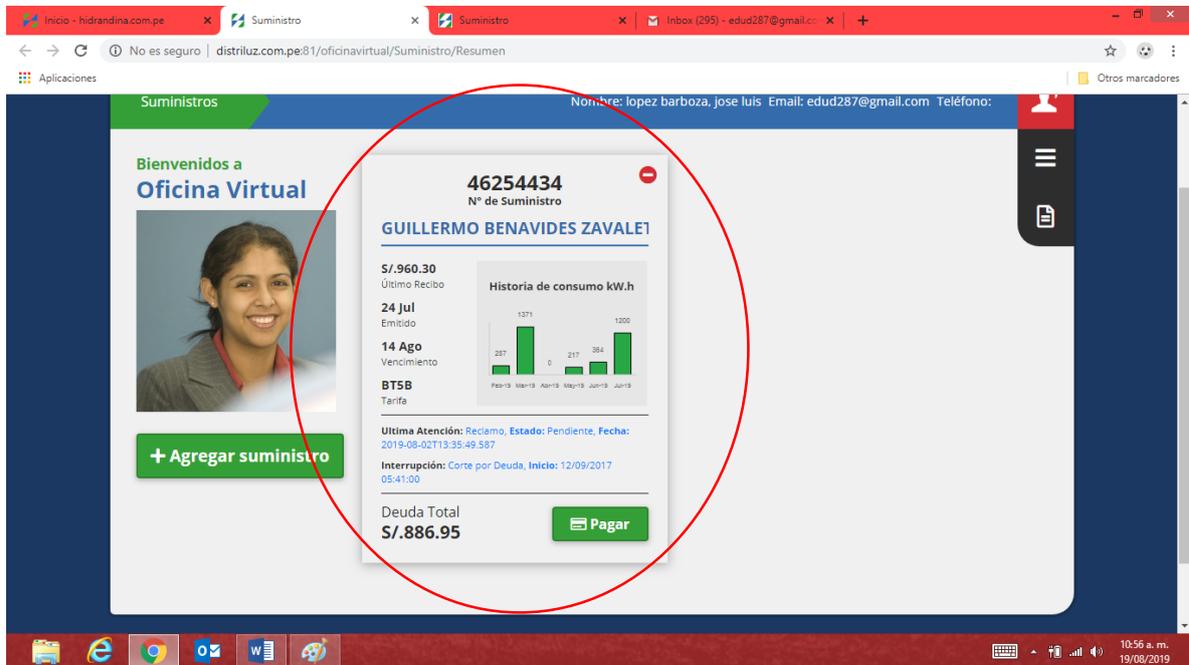
4.- Luego ingresas y hacer click en “agregar suministro”



5.- Luego con el número de suministro y el número de alguna de tus boletas de pago puedes agregar tu suministro



6.- Te aparecerá el suministro en la página inicial



## 7.- Luego hacer click en “historia de consumo kW.h”

Suministros Nombre: lopez barboza, jose luis Email: edud287@gmail.com Teléfono:

Bienvenidos a **Oficina Virtual**

**46254434**  
N° de Suministro

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA**

**S/960.30**  
Último Recibo

**24 Jul**  
Emisión

**14 Ago**  
Vencimiento

**BTSB**  
Tarifa

Última Atención: Reclamo, Estado: Pendiente, Fecha: 2019-08-02T13:35:49.587

Interrupción: Corte por Deuda, Inicio: 12/09/2017 05:41:00

Deuda Total **S/886.95** Pagar

Historia de consumo kW.h

Fecha	Consumo (kW.h)
Feb-19	287
Mar-19	1371
Abr-19	0
May-19	217
Jun-19	384
Jul-19	1200

## 8.- Entraras a la siguiente página, donde encontraras todos los datos del suministro, nombre de la empresa o representante legal, además de todas las boletas de pago en archivo pdf

Suministros Nombre: lopez barboza, jose luis Email: edud287@gmail.com Teléfono:

Número de Suministro	Número de Recibo	Periodo	Importe	Fecha Emisión	Fecha Vencimiento	Consumo	Deuda
46254434	005-0149520130	2019-Jul	S/960.30	24 Jul 2019	14 Ago 2019	1,200.00 KWh	S/886.95

### Datos Generales

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA**  
Nombre Completo

**949324683**  
Teléfono

(No hay dato)  
E-Mail

**Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez**  
Dirección

Historial de consumo (kW/h) Historial de facturación (S/)

RECIBO N° 501-46937729  
Trujillo, Trujillo - La Libertad/

Setiembre-2018



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **46254434**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA**  
Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 23/08/2018 al 21/09/2018	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.22
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.67
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Energía Activa(S/ 0.5774 x 1002.0000 Kwh)	578.55
Medidor N°	00000005333794 - Elect.Mec	Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.4753)	57.04
Hilos	3	SUB TOTAL	640.48
Lectura Anterior	90.112.00 (22/08/2018)	Imp. Gral. a las Ventas	115.29
Lectura Actual	91.114.00 (21/09/2018)	Saldo por redondeo	-0.05
Diferencia de	1.002.00	Redondeo	-0.04
Factor	1.0000	Aporte Ley Nro. 28749 0.0083	8.32
Consumo	1.002.00 kWh	TOTAL RECIBO DE SETIEMBRE-2018	764.00
Cons. Prom.(6)	145.67 kWh	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 26.60	
Potencia	1.00 kW.		
Inicio Contrato	01/01/1997		
Término Contrato	31/12/2019		
Fecha Emisión	22/09/2018		

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Jul - 2018 S/ 183.20	Ago - 2018 S/ 355.20

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717

FECHA DE VENCIMIENTO **12/10/2018**

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\***764.00**

RECIBO N° 501-46937729 **Setiembre-2018**  
Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA  
Trujillo, Trujillo - La Libertad/  
7-62-13950 / 22/09/2018 / 12/10/2018  
TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\***764.00**



**Hidrandina** R.U.C. 20132023540



RECIBO N° 501-47191706

Octubre-2018



Trujillo, Trujillo - La Libertad/

Para Consultas, su código es: **46254434**

**Hidrandina**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA**

Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 22/09/2018 al 22/10/2018	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.22
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.67
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Energía Activa(S/ 0.5774 x 1267.0000 Kwh)	731.57
Medidor N°	000000005333794 - Elect.Mec	Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.5374)	64.49
Hilos	3	Interés Compensatorio	2.01
Lectura Anterior	91.114.00 (21/09/2018)	SUB TOTAL	802.96
Lectura Actual	92.381.00 (22/10/2018)	Imp. Gral. a las Ventas	144.53
Diferencia de	1.267.00	Interés Moratorio	0.08
Factor	1.0000	Saldo por redondeo	0.04
Consumo	1.267.00 kWh	Redondeo	-0.03
Cons. Prom.(6	312.50 kWh	Aporte Ley Nro. 28749 0.0083	10.52
Potencia	1.00 kW.	TOTAL RECIBO DE OCTUBRE-2018	958.10
Inicio Contrato	01/01/1997	Deuda Anterior (1 Mes.)	764.00
Término Contrato	31/12/2019	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 33.60	
Fecha Emisión	24/10/2018		

GRUPO PALERMO S.R.L. - RUC: 20314908717

**Año 2018**

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Ago - 2018 S/ 355.20	Set - 2018 S/ 764.00

**Fecha Corte:10/11/2018**  
Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

FECHA DE VENCIMIENTO **09/11/2018**

TOTAL A PAGAR **S/ \*\*\*\*1,722.10**

RECIBO N° 501-47191706 **Octubre-2018**  
 Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA  
**Trujillo, Trujillo - La Libertad/**  
 7-62-13950 / 24/10/2018 / 09/11/2018  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*1,722.10**



**Hidrandina** R.U.C. 20132023540



RECIBO N° 501-47446413  
Trujillo, Trujillo - La Libertad/

Noviembre-2018



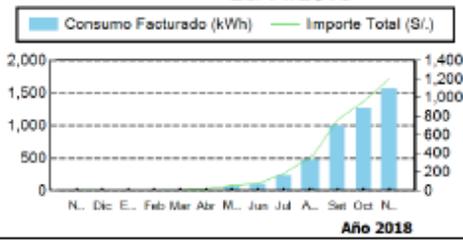
Hidrandina

Para Consultas, su código es: **46254434**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA**  
Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 23/10/2018 al 21/11/2018	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.22
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.66
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Energía Activa(S/ 0.5826 x 1571.0000 Kwh)	915.26
Medidor N°	000000005333794 - Elect.Mec	Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.4867)	68.14
Hilos	3	Interés Compensatorio	3.84
Lectura Anterior	92.381.00 (22/10/2018)	Corte de servicio	9.05
Lectura Actual	93.952.00 (21/11/2018)	Reconexión del servicio	10.46
Diferencia de	1.571.00	<b>SUB TOTAL</b>	<b>1011.63</b>
Factor	1.0000	Imp. Gral. a las Ventas	182.09
Consumo	1.571.00 kWh	Interés Moratorio	0.48
Cons. Prom.(6)	523.17 kWh	Saldo por redondeo	0.03
Potencia	1.00 kW.	Redondeo	0.03
Inicio Contrato	01/01/1997	Aporte Ley Nro. 28749 0.0083	13.04
Término Contrato	31/12/2019	<b>TOTAL RECIBO DE NOVIEMBRE-2018</b>	<b>1207.30</b>
Fecha Emisión	23/11/2018	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 36.10	

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717



FECHA DE VENCIMIENTO **10/12/2018**

**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*1,207.30**

RECIBO N° 501-47446413 **Noviembre-2018**  
 Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA  
 Trujillo, Trujillo - La Libertad/  
 7-62-13950 / 23/11/2018 / 10/12/2018  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*1,207.30**



RECIBO Nº 501-47698280  
Trujillo, Trujillo - La Libertad/

Diciembre-2018



**Hidrandina**

Para Consultas, su código es: **46254434**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA**  
Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 22/11/2018 al 23/12/2018	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.23
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.66
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Energía Activa(S/ 0.5870 x 2200.0000 Kwh)	1291.40
Medidor Nº	000000005333794 - Elect.Mec	Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.5786)	81.00
Hilos	3	SUB TOTAL	1377.29
Lectura Anterior	93,952.00 (21/11/2018)	Imp. Gral. a las Ventas	247.91
Lectura Actual	96,152.00 (23/12/2018)	Saldo por redondeo	-0.03
Diferencia de	2,200.00	Redondeo	-0.03
Factor	1.0000	Aporte Ley Nro. 28749 0.0083	18.26
Consumo	2,200.00 kWh	TOTAL RECIBO DE DICIEMBRE-2018	1643.40
Cons. Prom.(6	773.67 kWh	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 47.42	
Potencia	1.00 kW.		
Inicio Contrato	01/01/1997		
Término Contrato	31/12/2019		
Fecha Emisión	26/12/2018		

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717

**Año 2018**

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Oct - 2018 S/ 958.10	Nov - 2018 S/ 1207.30

FECHA DE VENCIMIENTO **11/01/2019**

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\***1,643.40**

RECIBO Nº 501-47698280 **Diciembre-2018**  
 Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA  
 Trujillo, Trujillo - La Libertad/  
 7-62-13950 / 26/12/2018 / 11/01/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*1,643.40**



RECIBO N° 501-47975185  
Trujillo, Trujillo - La Libertad/

Enero-2019



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **46254434**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA**  
Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 24/12/2018 al 23/01/2019	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.23
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.66
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Energía Activa(S/ 0.5876 x 1929.0000 Kwh)	1133.48
Medidor N°	000000005333794 - Elect.Mec	Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.4810)	67.34
Hilos	3	Interés Compensatorio	1.83
Lectura Anterior	96.152.00 (23/12/2018)	SUB TOTAL	1207.54
Lectura Actual	98.081.00 (23/01/2019)	Imp. Gral. a las Ventas	217.36
Diferencia de	1.929.00	Saldo por redondeo	0.03
Factor	1.0000	Redondeo	-0.03
Consumo	1.929.00 kWh	Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	16.20
Cons. Prom.(6)	1.124.50 kWh	TOTAL RECIBO DE ENERO-2019	1441.10
Potencia	1.00 kW.	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 41.59	
Inicio Contrato	01/01/1997		
Término Contrato	31/12/2019		
Fecha Emisión	25/01/2019		

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717

**Año 2019**

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Nov - 2018 S/ 1207.30	Dic - 2018 S/ 1643.40

**Hidrandina Premia tu Puntualidad**  
100% Eléctrica **Sorteo: 14/02/2019**

FECHA DE VENCIMIENTO **12/02/2019**

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*1,441.10

RECIBO N° 501-47975185 **Enero-2019**  
Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVA  
Trujillo, Trujillo - La Libertad/  
7-62-13950 / 25/01/2019 / 12/02/2019  
TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*1,441.10



Hidrandina R.U.C. 20132023540



1

RECIBO N° 501-48230872

Febrero-2019

Trujillo, Trujillo - La Libertad/



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **46254434**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA**

Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

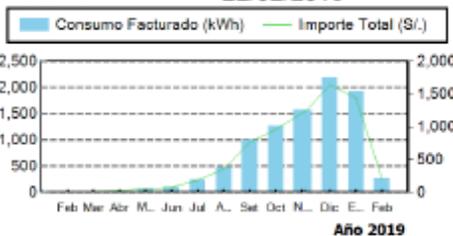
**DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO**

Tensión y SED	220 V - BT / D-301797
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial
Medidor N°	000000005333794 - Elect.Mec
Hilos	3
Lectura Anterior	98,081.00 (23/01/2019)
Lectura Actual	98,338.00 (20/02/2019)
Diferencia de	257.00
Factor	1.0000
Consumo	257.00 kWh
Cons. Prom.(6)	1,407.17 kWh
Potencia	1.00 kW.
Inicio Contrato	01/01/1997
Término Contrato	31/12/2019
Fecha Emisión	22/02/2019

**IMPORTE FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 24/01/2019 al 20/02/2019	
Cargo Fijo	3.23
Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.66
Energía Activa(S/ 0.5951 x 257.0000 Kwh)	152.94
Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.4783)	11.96
Interés Compensatorio	0.64
<b>SUB TOTAL</b>	<b>170.43</b>
Imp. Gral. a las Ventas	30.68
Saldo por redondeo	0.03
Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	2.16
<b>TOTAL RECIBO DE FEBRERO-2019</b>	<b>203.30</b>
Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 5.72	

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717



Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Dic - 2018 S/ 1643.40	Ene - 2019 S/ 1441.10

**"En caso de emergencia o urgencia llamar al 106 del SAMU"**



FECHA DE VENCIMIENTO **13/03/2019**

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\***203.30**

RECIBO N° 501-48230872 **Febrero-2019**  
 Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA  
 Trujillo, Trujillo - La Libertad/  
 7-62-13950 / 22/02/2019 / 13/03/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*203.30**



**Hidrandina** R.U.C. 20132023540



RECIBO N° 501-48486827

Marzo-2019



Trujillo, Trujillo - La Libertad/

Para Consultas, su código es: **46254434**

**Hidrandina**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA**

Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 21/02/2019 al 23/03/2019	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.22
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.65
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Energía Activa(S/ 0.5984 x 1371.0000 Kwh)	820.41
Medidor N°	000000005333794 - Elect.Mec	Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.4719)	56.63
Hilos	3	Interés Compensatorio	0.56
Lectura Anterior	98,338.00 (20/02/2019)	SUB TOTAL	882.47
Lectura Actual	0.00 (23/03/2019)	Imp. Gral. a las Ventas	158.84
Diferencia de	0.00	Interés Moratorio	0.02
Factor	1.0000	Redondeo	0.05
Consumo	1,371.00 kWh	Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	11.52
Cons. Prom.(6	1,371.00 kWh		
	Est.Cons.Sist.		
Potencia	1.00 kW.	TOTAL RECIBO DE MARZO-2019	1052.90
Inicio Contrato	01/01/1997	Deuda Anterior (1 Mes.)	203.30
Término Contrato	31/12/2019	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 30.14	
Fecha Emisión	25/03/2019		

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717

Mes	Importe (S/.)
Ene - 2019	S/ 1441.10
Feb - 2019	S/ 203.30

**Fecha Corte: 12/04/2019**

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

FECHA DE VENCIMIENTO **11/04/2019**

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*1,256.20

RECIBO N° 501-48486827 **Marzo-2019**  
 Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA  
 Trujillo, Trujillo - La Libertad/  
 7-62-13950 / 25/03/2019 / 11/04/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*1,256.20**



RECIBO Nº 501-48708377

Abril-2019

Trujillo, Trujillo - La Libertad/



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **46254434**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA**  
Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTE FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 24/03/2019 al 22/04/2019	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.22
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.65
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.5202)	0.52
Medidor Nº	00000005333794 - Elect.Mec	Interés Compensatorio	3.91
Hilos	3	Corte de servicio	9.01
Lectura Anterior	0.00 (23/03/2019)	Reconexión del servicio	10.41
Lectura Actual	98,937.00 (22/04/2019)	SUB TOTAL	28.72
Diferencia de	0.00	Imp. Gral. a las Ventas	5.17
Factor	1.0000	Interés Moratorio	0.26
Consumo	0.00 kWh	Saldo por redondeo	-0.05
Cons. Prom.(6	1,432.50 kWh	TOTAL RECIBO DE ABRIL-2019	34.10
	Est.Cons.Man.	Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 0.12	
Potencia	1.00 kW.		
Inicio Contrato	01/01/1997		
Término Contrato	31/12/2019		
Fecha Emisión	23/04/2019		

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Feb - 2019 S/ 203.30	Mar - 2019 S/ 1052.90

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717

FECHA DE VENCIMIENTO **13/05/2019**

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\***34.10**

RECIBO Nº 501-48708377 **Abril-2019**  
 Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA  
 Trujillo, Trujillo - La Libertad/  
 7-62-13950 / 23/04/2019 / 13/05/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*34.10**

Hidrandina R.U.C. 20132023540



RECIBO N° 501-49002220

Mayo-2019

Trujillo, Trujillo - La Libertad/



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **46254434**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA**

Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 23/04/2019 al 23/05/2019	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.22
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.65
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Energía Activa(S/ 0.6071 x 217.0000 Kwh)	131.74
Medidor N°	000000005333794 - Elect.Mec	Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.5562)	13.91
Hilos	3	SUB TOTAL	150.52
Lectura Anterior	98,937.00 (22/04/2019)	Imp. Gral. a las Ventas	27.09
Lectura Actual	99,154.00 (23/05/2019)	Redondeo	-0.03
Diferencia de	217.00	Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	1.82
Factor	1.0000	TOTAL RECIBO DE MAYO-2019	179.40
Consumo	217.00 kWh	Aplicación de Documentos a Favor	179.40
Cons. Prom.(6	1,221.33 kWh	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 4.94	
Potencia	1.00 kW.		
Inicio Contrato	01/01/1997		
Término Contrato	31/12/2019		
Fecha Emisión	24/05/2019		

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717

**Año 2019**

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Mar - 2019 S/ 1052.90	Abr - 2019 S/ 34.10

FECHA DE VENCIMIENTO **12/06/2019**

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\***0.00**

RECIBO N° 501-49002220 **Mayo-2019**  
 Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA  
 Trujillo, Trujillo - La Libertad/  
 7-62-13950 / 24/05/2019 / 12/06/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*0.00**



**Hidrandina** R.U.C. 20132023540



RECIBO N° 501-49260928  
Trujillo, Trujillo - La Libertad/

Junio-2019



**Hidrandina**

Para Consultas, su código es: **46254434**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALETA**  
Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

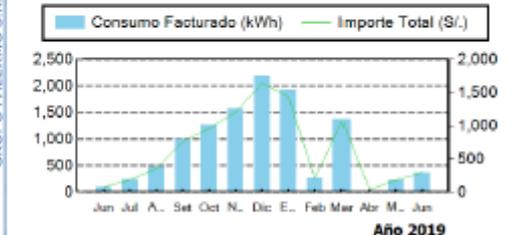
DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 24/05/2019 al 22/06/2019	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.22
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.65
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Energía Activa(S/ 0.6104 x 364.0000 Kwh)	222.19
Medidor N°	000000005333794 - Elect.Mec	Alumbrado Público ( Alicuota : S/ 0.5424)	18.98
Hilos	3	SUB TOTAL	246.04
Lectura Anterior	99,154.00 (23/05/2019)	Imp. Gral. a las Ventas	44.29
Lectura Actual	99,518.00 (22/06/2019)	Saldo por redondeo	0.03
Diferencia de	364.00	Redondeo	-0.02
Factor	1.0000	Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	3.06
Consumo	364.00 kWh	TOTAL RECIBO DE JUNIO-2019	293.40
Cons. Prom.(6)	995.67 kWh	Aplicación de Documentos a Favor	293.40
Potencia	1.00 kW.	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 8.24	
Inicio Contrato	01/01/1997		
Término Contrato	31/12/2019		
Fecha Emisión	23/06/2019		

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Abr - 2019 S/ 34.10	May - 2019 S/ 179.40

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717



FECHA DE VENCIMIENTO **12/07/2019**

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\***0.00**

RECIBO N° 501-49260928 **Junio-2019**  
 Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVA  
**Trujillo, Trujillo - La Libertad/**  
 7-62-13950 / 23/06/2019 / 12/07/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*0.00**



**Hidrandina** R.U.C. 20132023540



RECIBO N° 501-49520130

Julio-2019

Trujillo, Trujillo - La Libertad/



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **46254434**

**GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA**

Av. Mansiche 0145 Sec. Jorge Chávez

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTE FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-301797	Recibo por Consumo del 23/06/2019 al 23/07/2019	
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Cargo Fijo	3.22
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la	1.65
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Energía Activa(S/ 0.6113 x 1200.0000 Kwh)	733.56
Medidor N°	00000005333794 - Elect.Mec	Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.5573)	66.88
Hilos	3	Ajuste Tarifario	-0.04
Lectura Anterior	99,518.00 (22/06/2019)	SUB TOTAL	805.27
Lectura Actual	719.00 (23/07/2019)	Imp. Gral. a las Ventas	144.95
Diferencia de	1,201.00	Saldo por redondeo	0.02
Factor	1.0000	Redondeo	-0.02
Consumo	1,200.00 kWh	Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	10.08
Cons. Prom.(6)	689.67 kWh	TOTAL RECIBO DE JULIO-2019	960.30
Potencia	1.00 kW.	Aplicación de Documentos a Favor	73.35
Inicio Contrato	01/01/1997	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 26.88	
Término Contrato	31/12/2019		
Fecha Emisión	24/07/2019		

Mes	Consumo Facturado (kWh)	Importe Total (S/.)
Jul	1200	960.30
A.	1000	800.00
Ser	1100	880.00
Oct	1200	960.00
N.	1300	1040.00
Dic	1400	1120.00
E.	1500	1200.00
Feb	1000	800.00
Mar	1100	880.00
Abr	1200	960.00
M.	1300	1040.00
Jun	1400	1120.00
Jul	1200	960.30

Mes	Importe (S/.)
May - 2019	S/ 179.40
Jun - 2019	S/ 293.40

GRUPO PALERMO S.R.L. - RUC: 20314908717

FECHA DE VENCIMIENTO **14/08/2019**

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*886.95

RECIBO N° 501-49520130 **Julio-2019**  
 Suministro: 46254434 GUILLERMO BENAVIDES ZAVALA  
 Trujillo, Trujillo - La Libertad/  
 7-62-13950 / 24/07/2019 / 14/08/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*886.95**



## Anexo 2. Fichas técnicas de componentes

### CABLE N2XOH



Contacto  
Local Ventas support  
ventas@nexans.com

## FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolares

Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados y lugares de alta afluencia de público.

### Descripción

#### Aplicación:

En redes eléctricas de distribución de baja tensión. Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados, aplicación directa en lugares de alta afluencia de público. Se puede instalar en ductos o directamente enterrado en lugares secos y húmedos.

#### Construcción:

1. Conductor: Cobre, clase 2.
2. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.
3. Cubierta externa: Compuesto termoplástico libre de halógenos.

#### Principales características:

El cable tiene excelentes propiedades eléctricas. El aislamiento de polietileno reticulado permite mayor capacidad de corriente en cualquier condición de operación, mínimas pérdidas dieléctricas, alta resistencia de aislamiento. La cubierta exterior tiene las siguientes características: No propaga el incendio, baja emisión de humos tóxicos y libre de halógenos.

#### Calibre:

Desde 2.5 mm<sup>2</sup> hasta 500 mm<sup>2</sup>.

#### Marcación:

FREETOX N2XOH 0.6/1 kV Sección.

#### Embalaje:

En carretes de madera no retornables.

#### Color:

Aislamiento: Natural.

Cubierta externa: Negro.

#### Normas nacionales

**NTP-IEC 60228:** Conductores para cables aislados.

**NTP-IEC 60502-1:** Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 1 kV y 3 kV.

#### Normas internacionales aplicables

**IEC 60228:** Conductores para cables aislados.

**IEC 60332-1:** Ensayo de propagación de llama vertical para un alambre o cable



#### Norma

**Internacional IEC 60228:**  
IEC 60332-1; IEC 60332-3-24 Cat.C;  
IEC 60502-1; IEC 60684-2;  
IEC 60754-2; IEC 60811-1-1;  
IEC 60811-1-2; IEC 60811-1-3;  
IEC 60811-1-4; IEC 60811-2-1;  
IEC 60811-3-1; IEC 61034

**Nacional NTP-IEC 60228; NTP-IEC 60502-1**

					
Libre de halógenos IEC 60754-2	Tensión nominal de servicio Uo/U 0.6/1 kV	Temperatura máxima del conductor 90 °C	Densidad de los humos IEC 61034	No propagador del incendio IEC 60332-3 Cat.C	No propagación de la llama IEC 60332-1

## FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolares

simple.

**IEC 60332-3-24:** Ensayo para llama vertical extendida de alambres agrupados o cables montados verticalmente - Categoría C.

**IEC 60502-1:** Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 1 kV y 3 kV.

**IEC 60684-2:** Tubos aislantes flexibles - Métodos de ensayo.

**IEC 60754-2:** Determinación del grado de acidez de los gases producidos durante la combustión de los materiales de los cables por la medición del pH y la conductividad.

**IEC 60811-1-1:** Medición de espesores y dimensiones exteriores - Ensayos para la determinación de las propiedades mecánicas.

**IEC 60811-1-2:** Métodos de envejecimiento térmico.

**IEC 60811-1-3:** Ensayos de absorción de agua - Ensayo de contracción.

**IEC 60811-1-4:** Ensayo a baja temperatura.

**IEC 60811-2-1:** Ensayo de resistencia al ozono, ensayo de alargamiento en caliente y resistencia al aceite mineral.

**IEC 60811-3-1:** Ensayo de depresión a alta temperatura - Ensayo de resistencia al agrietamiento.

**IEC 61034-2:** Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas.

### Características

Características de construcción	
Material del conductor	Cobre
Material de aislamiento	XLPE
Cubierta exterior	Compuesto Termoplástico Libre de Halógenos
Color de cubierta	Negro
Libre de halógenos	IEC 60754-2
Características eléctricas	
Tensión nominal de servicio U <sub>0</sub> /U	0.6/1 kV
Características de uso	
Temperatura máxima del conductor	90 °C
Densidad de los humos	IEC 61034
No propagador del incendio	IEC 60332-3 Cat.C
No propagación de la llama	IEC 60332-1

					
Libre de halógenos IEC 60754-2	Tensión nominal de servicio U <sub>0</sub> /U 0.6/1 kV	Temperatura máxima del conductor 90 °C	Densidad de los humos IEC 61034	No propagador del incendio IEC 60332-3 Cat.C	No propagación de la llama IEC 60332-1

## FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolares

### Datos Dimensionales

Sección [mm²]	Nº total alambres	Diam. Conductor [mm]	Mín. espes. Aislam. [mm]	Mín. espes. Cubierta [mm]	Diam. Nom. Exterior [mm]	Peso aprox. [kg/km]
2,5	7	1,92	0,7	0,9	5,3	47
4	7	2,44	0,7	0,9	5,8	64
6	7	2,98	0,7	0,9	6,3	86
10	7	3,99	0,7	0,9	7,1	128
16	7	4,67	0,7	0,9	8,0	189
25	7	5,88	0,9	0,9	9,7	287
35	7	6,92	0,9	0,9	10,7	384
50	19	8,15	1,0	0,9	12,1	507
70	19	9,78	1,1	0,9	14,0	713
95	19	11,55	1,1	1,0	15,9	975
120	37	13,0	1,2	1,0	17,6	1216
150	37	14,41	1,4	1,1	19,6	1497
185	37	16,16	1,6	1,2	22,0	1879
240	37	18,51	1,7	1,2	24,6	2436
300	37	20,73	1,8	1,3	27,2	3040
400	61	23,51	2,0	1,4	30,6	3877
500	61	26,57	2,2	1,5	34,2	4931

### Datos Eléctricos

Sección [mm²]	Amperaje enterrado 20°C [A]	Amperaje aire 30°C [A]	Amperaje ducto a 20°C [A]
2,5	50	40	38
4	65	55	55
6	85	65	68
10	115	90	95
16	155	125	125
25	200	160	160
35	240	200	195
50	280	240	230
70	345	305	275
95	415	375	330
120	470	435	380
150	520	510	410
185	590	575	450
240	690	690	525
300	775	790	600



Libre de halógenos  
IEC 60754-2



Tensión nominal de servicio U<sub>o</sub>/U  
0,6/1 kV



Temperatura máxima del conductor  
90 °C



Densidad de los humos  
IEC 61034



No propagador del incendio  
IEC 60332-3 Cat.C



No propagación de la llama  
IEC 60332-1

## FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolares

Sección [mm <sup>2</sup> ]	Amperaje enterrado 20°C [A]	Amperaje aire 30°C [A]	Amperaje ducto a 20°C [A]
400	895	955	680
500	1010	1100	700

### Condiciones de Cálculo de Corriente N2XOH

#### CONDICIONES DE CALCULO DE CORRIENTE

Temperatura máxima del conductor : 90°C

Temperatura ambiente : 30°C

Temperatura del terreno : 20°C

Profundidad de tendido : 0.7 m

Resistividad térmica del terreno : 1.0 K.m/W

					
Libre de halógenos IEC 60754-2	Tensión nominal de servicio U <sub>0</sub> /U 0,6/1 kV	Temperatura máxima del conductor 90 °C	Densidad de los humos IEC 61034	No propagador del incendio IEC 60332-3 Cat.C	No propagación de la llama IEC 60332-1

## Ficha técnica del producto

### Características

A9N18361

Interruptor termomagnético C120N 2P 80A 10kA



### Principal

Gama	Dardo Plus
Gama	Acti 9
Nombre del producto	C120
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	C120N
Aplicación de dispositivo	Distribución
Descripción de los polos	2P
Número de polos protegidos	2
Posición de neutro	Izquierda
Corriente nominal (In)	80 A a 30 °C
Tipo de red	AC
Trip unit technology ((*))	Térmico-magnético
Código de curva	C
Poder de corte	10000 A Icn a 230...400 V AC 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60898-1 6 kA Icu a 440 V AC 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu a <= 250 V CC conforme a EN/IEC 60947-2 20 kA Icu a 220...240 V AC 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu a 380...415 V AC 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2
Apto para seccionamiento	Sí conforme a IEC 60947-2

### Complementos

Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] tensión de funcionamiento nominal	380...415 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz <= 250 V CC 230...400 V AC 50/60 Hz
Límite de disparo magnético	5...10 x In
[Ics] poder de corte en servicio	7500 A 75 % conforme a EN/IEC 60898-1 - 230...400 V AC 50/60 Hz 4,5 kA 75 % conforme a EN/IEC 60947-2 - 440 V AC 50/60 Hz 7,5 kA 75 % conforme a EN/IEC 60947-2 - 380...415 V AC 50/60 Hz 15 kA 75 % conforme a EN/IEC 60947-2 - 220...240 V AC 50/60 Hz 10 kA 100 % conforme a EN/IEC 60947-2 - <= 250 V CC
Clase de limitación	3 conforme a EN/IEC 60947-2
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	AC 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2

24-08-2019

[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV conforme a EN/IEC 60947-2
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicación encendido/apagado
Modo de montaje	Enganchable
Soporte de montaje	Carril DIN simétrico de 35 mm
Compatibilidad de bloque de distribución de embarrado tipo peine	sí
Pasos de 9 mm	6
Alto	81 mm
Ancho	54 mm
Profundidad	73 mm
Peso del producto	0,41 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 Ciclos
Durabilidad eléctrica	5000 Ciclos conforme a IEC 60947-2
Conexiones - terminales	Terminales tipo borne 1...50 mm <sup>2</sup> rígido Terminales tipo borne 1,5...35 mm <sup>2</sup> Flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	15 mm
Par de apriete	3,5 N.m
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente

### Ambiente

Normas	EN/IEC 60947-2 EN/IEC 60898-1
Certificaciones de producto	EAC
Grado de protección IP	IP20 conforme a IEC 60529
Grado de contaminación	3 conforme a IEC 60947-2
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 conforme a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % a 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de trabajo	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

### Oferta sustentable

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	<a href="#">Declaración de REACH</a>
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) <a href="#">Declaración RoHS UE</a>
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	<a href="#">SÍ</a>
Normativa de RoHS China	<a href="#">Declaración RoHS China</a> Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
Perfil de circularidad	No se necesitan operaciones de reciclaje específicas
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

**Garantía contractual**

---

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

---



# TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618/ TÜV 2Pfg 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.

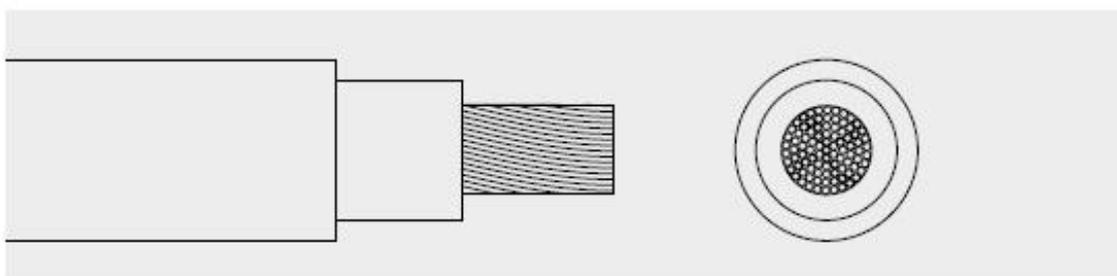
## APLICACIONES

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.



### 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.





**MÓDULO FOTOVOLTAICO  
EGE-335/365M-72-PERC  
MÓDULO MONOCRISTALINO**  
335-365 W / 72 Celdas / 5 Bus bars

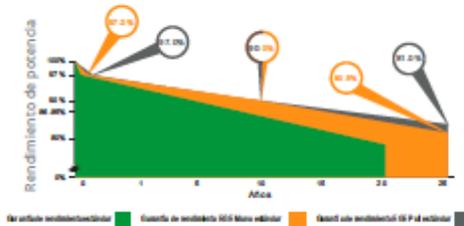


**CERTIFICADOS**

IEC 61215 / IEC 61730 / CE  
ISO 9001:2015

**GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL**

10 años de garantía del producto - 25 años de garantía de potencia lineal



Los módulos fotovoltaicos de Eco Green Energy son fabricados solo con celdas grado A, con una alta eficiencia y garantía de 25 años de potencia.

**KEY FEATURES**

- Celdas de 5 bus bars con una eficiencia hasta 19 %
- Caja de control IP65 o IP67 con resistencia al agua para una larga durabilidad
- Marco de aluminio de alta calidad, puede resistir carga hasta 5400 Pa y presión del viento hasta 2400 Pa
- Vidrio templado de bajo hierro brindando alta transmisividad
- Alto rendimiento en ambientes de poca luz
- Doble prueba EL antes y después de laminación

**25 AÑOS** GARANTÍA DE POTENCIA LINEAL

**10 AÑOS** GARANTÍA DEL PRODUCTO



## INFORMACIÓN ELÉCTRICA EN STC\*

Potencia máxima (Pmax)	335 W	340 W	345 W	350 W	355 W	360 W	365 W
Tolerancia de potencia	0+5 W						
Eficiencia del módulo	17,27 %	17,52 %	17,27 %	18,04 %	18,30 %	18,55 %	18,81 %
Máxima capacidad de voltaje (Vmp)	37,93 V	38,15 V	38,41 V	38,71 V	39,12 V	39,15 V	39,46 V
Máxima capacidad de corriente (Imp)	8,83 A	8,91 A	8,98 A	9,04 A	9,07 A	9,15 A	9,25 A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	46,25 V	46,41 V	46,64 V	46,88 V	47,02 V	47,22 V	47,30 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9,20 A	9,25 A	9,32 A	9,38 A	9,45 A	9,51 A	9,62 A

\*Condiciones Estándar de Medida: Radiación: 1000 W/m<sup>2</sup> · Temperatura de las celdas: 25°C · AM: 1,5

## INFORMACIÓN ELÉCTRICA EN NOCT\*

Potencia máxima de salida (Pmax)	249,79 W	253,51 W	257,24 W	260,97 W	264,70 W	268,43 W	272,15 W
Capacidad máxima de voltaje (Vmp)	35,56 V	36,77 V	36,01 V	36,29 V	36,68 V	36,89 V	36,99 V
Capacidad máxima de corriente (Imp)	7,01 A	7,08 A	7,13 A	7,18 A	7,21 A	7,27 A	7,35 A
Voltaje de Circuito Abierto (Voc)	42,89 V	43,04 V	43,25 V	43,48 V	43,61 V	43,79 V	43,87 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	7,48 A	7,52 A	7,58 A <td 7,63 A	7,68 A	7,73 A	7,82 A	

\*Temperatura Nominal de Operación de la Celda: Irradiación: 800W/m<sup>2</sup> · Temperatura ambiente: 20°C · AM: 1,5 · Velocidad del viento: 1 m/s

## CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA

NOCT	45 °C ±2 °C
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0,41%/°C
Coefficiente de temperatura de Voc	-0,31%/°C
Coefficiente de temperatura de Isc	+0,06%/°C

## RANGO MÁXIMO

Rango de temperatura de operación	-45 °C --+85 °C
Máximo voltaje del sistema	1500 V
Rango máximo de capacidad del fusible	15 A
Máxima carga frontal (ejem. nieve)	5 400 Pa
Máxima carga posterior (ejem. viento)	2 400 Pa

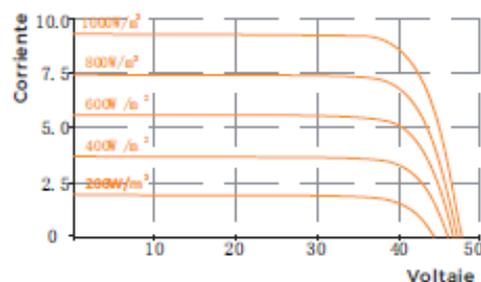
## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Tipo de celdas	Monocristalino (156x156 mm)
Número de celdas	72
Dimensiones	1956x992x40 mm
Peso	22,8 kg
Vidrio	3,2 mm vidrio templado
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Caja de control	IP65 o IP67
Cable	0,9 m
Conector	MC4 o MC4 compatible

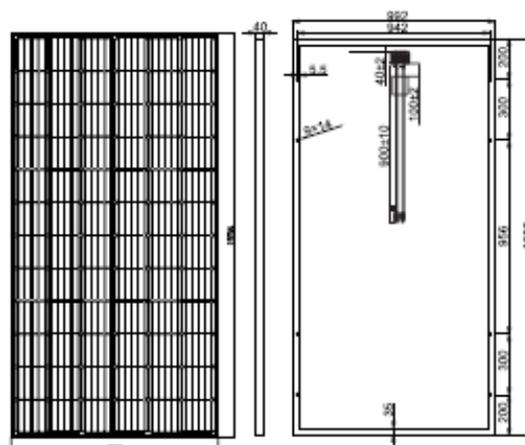
## EMBALAJE

Tipo	Pzas	Peso
Paleta	26 pzas	620 kg
Contenedor 20GP	300 pzas	7,6 t
Contenedor 40GP	640 pzas	15,4 t
Contenedor 40HQ	696 pzas	16,2 t

## I-V CURVES



## DISEÑO DE INGENIERÍA



Eco Green Energy Group Ltd. 2018. All rights reserved.  
Add: 299 Xing Cheng Road, Chong Chuan District, Nantong,  
Jiangsu, China.  
Tel: +86 513 66690088 / E-mail: info@eco-greenenergy.com

Specifications included in this datasheet are subject to  
change without prior notice. Refer to our website for further  
information or contact one of our sales staff.  
www.eco-greenenergy.com

# SUNFER ENERGY STRUCTURES



## Instalación integrada para cubiertas metálicas

### Integrada 1 columna

Artículo nº KH915

Soporte diseñado con capacidad para 1 columna de MFV en horizontal con la misma inclinación que la cubierta existente.. (También se puede instalar en 1 fila de MFV en vertical).

Artículo	Capacidad	Tamaño de módulo	Materiales
KH915 [1x4]	4 Módulos Fotovoltaicos Disponibles de 1 a 20 módulos.	1650x1000x[35,40,45,50] 2000x1000[35,40,45,50]	Aluminio EN AW 6005A T6 Tornillería Acero Inoxidable



Ángulo fijación a cubiertas metálicas



Guía módulos



Detalle ángulo fijación

#### Montaje:

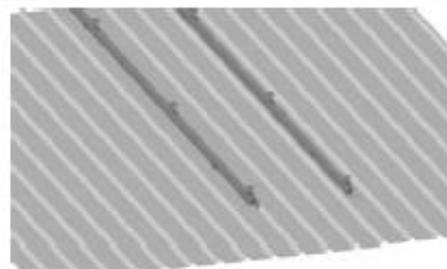
Estructura atornillada, regulable..



Sistema con perfil de unión de guías



Detalle presor lateral e intermedio



Este soporte está disponible en dos versiones:

KH915 Estándar. Altura libre del módulo 80 mm.

KH915 Elevado. Altura libre del módulos 130 mm.

#### Condiciones de diseño:

UNE-EN 1991-1-3:2004 Cargas de nieve. 200 N/m<sup>2</sup>

UNE-EN 1991-1-4:2007 Cargas de viento. V<sub>b</sub>: 29 m/s

Consultar la normativa vigente en el punto de instalación.

#### Nota:

Previamente, se tiene que comprobar que la fijación de la chapa a la subestructura y que la capacidad de soporte máxima de la chapa son suficientes. Especialmente, en el caso de elementos sandwich, debido a su escasa capacidad de soporte, por norma general, no se puede realizar la fijación directa a la chapa de cubierta. El grosor mínimo de la chapa trapezoidal de acero es, por norma general, de 0,6 mm.

Se recomienda atornillar el soporte a la subestructura del tejado.

**INGECON**

**SUN**

EMS Board

**LA GESTIÓN ENERGÉTICA MÁS EFICIENTE PARA EL AUTOCONSUMO**

Los gestores energéticos INGECON® SUN EMS de Ingeteam (EMS: Energy Management System) están destinados a optimizar el consumo de energía en instalaciones de ámbito doméstico, comercial e industrial. Su objetivo es aumentar en todo momento la tasa de generación de energía desde fuentes renovables, en función de las necesidades de consumo de la instalación.

**Gestor energético Inteligente**

La tarjeta de control INGECON® SUN EMS Board gestiona los flujos de energía de la instalación a partir de la lectura de un vatímetro colocado en el punto de conexión, enviando consignas de funcionamiento a los diferentes inversores. Este dispositivo de control y comunicación se coloca en el interior del Inversor, simplificando y abaratando el conjunto de la instalación.

**Conectividad avanzada**

El INGECON® SUN EMS Board se conecta a los equipos de la instalación mediante su interfaz Ethernet o Wi-Fi (Integrados de serie) y puede ser monitorizado con el software INGECON® SUN EMS Tools. Dicho software se utiliza también para configurar la estrategia de control del gestor EMS Board. Adicionalmente, este dispositivo cuenta con un puerto RS-485 para la comunicación con el vatímetro externo.

**Máximo control de la energía consumida**

El gestor energético de la instalación lleva un control exhaustivo de la cantidad de energía intercambiada con la red pública. Esta información es transferida en tiempo real desde el vatímetro al INGECON SUN® EMS Board, y estaría disponible para su visualización a través del software INGECON SUN® EMS Tools. Además, en el caso de una caída de red, la instalación puede operar en modo aislado si hay un sistema de almacenamiento acoplado a la instalación.



**Múltiples instalaciones**

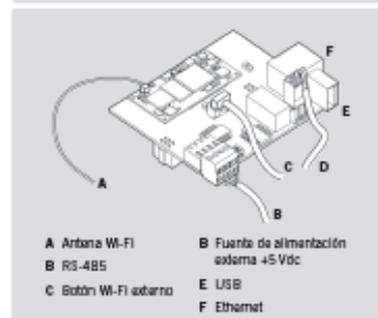
Hay diversos tipos de sistemas que pueden ser controlados por un INGECON® SUN EMS Board:

- Autoconsumo con generación fotovoltaica.
- Autoconsumo con almacenamiento.
- Hibridación diésel-generación fotovoltaica.
- Hibridación red pública-diésel-generación fotovoltaica.
- Monitorización.

**Garantía estándar de 3 años**

	EMS Board
<b>Suministro de potencia</b>	
Tensión de entrada	100 - 240 Vdc
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Consumo de potencia	5 - 8 W
Possibilidad de alimentación AC externa	+5 V (mín. 2 W)
<b>Conectividad</b>	
Wi-Fi	✓
Ethernet	1
RS-485	1
USB para actualización de firmware	✓
Estrategias EMS avanzadas	✓
Compatible con IS Manager	✓
Compatible con IS EMS Tools	✓
<b>Interfaz de comunicación con otros equipos</b>	
Inversores Ingeteam	RS-485, Ethernet, Wi-Fi
Sistemas de monitorización	Ethernet, Wi-Fi, 3G <sup>1)</sup>
Vatímetro	RS-485

<sup>1)</sup> Se puede conectar un módem 3G externo usando la conexión Ethernet o Wi-Fi del dispositivo IS EMS Board.



www.ingeteam.com  
 solar.energy@ingeteam.com

**Ingeteam**



**Ingeteam Power Technology, S.A.**  
Avenida Ciudad de la Innovación, 13  
31621 SARRIGUIJEN (Navarra) - Spain  
Tel.: +34 948 288 000 / Fax: +34 948 288 001  
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

**Ingeteam S.r.l.**  
Via Emilia Ponente, 232  
48014 CASTEL BOLOGNESE (RA) - Italy  
Tel.: +39 0546 661 490 / Fax: +39 054 665 5391  
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

**Ingeteam SAS**  
La Naurouze B - 140 rue Carmin  
31670 Labège - France  
Tel: +33 (0)5 61 25 00 00 / Fax: +33 (0)5 61 25 00 11  
e-mail: france@ingeteam.com

**Ingeteam INC.**  
3550 W. Canal St.  
MILWAUKEE, WI 53208 - USA  
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190 / Fax: +1 (414) 342 0736  
e-mail: solar.us@ingeteam.com

**Ingeteam, a.s.**  
Technologická 371/1  
70800 OSTRAVA - PUSTKOVEC  
Czech Republic  
Tel.: +420 59 732 6800 / Fax: +420 59 732 6899  
e-mail: czech@ingeteam.com

**Ingeteam, S.A. de C.V.**  
Ave. Revolución, nº 643, Local 9  
Colonia Jardín Español - MONTERREY  
64820 - NUEVO LEÓN - Mexico  
Tel.: +52 81 8311 4858 / Fax: +52 81 8311 4859  
e-mail: northamerica@ingeteam.com

**Ingeteam Ltda.**  
Rua Estácio de Sá, 560  
Jd. Santa Genebra  
13080-010 Campinas/SP - Brazil  
Tel.: +55 19 3037 3773  
e-mail: brazil@ingeteam.com

**Ingeteam Pty Ltd.**  
Unit 2 Alphen Square South  
16th Road, Randjespark  
Midrand 1682 - South Africa  
Tel.: +2711 314 3190 / Fax: +2711 314 2420  
e-mail: southafrica@ingeteam.com

**Ingeteam SpA**  
Los militares 5890, Torre A, oficina 401  
7560742 - Las Condes  
Santiago de Chile - Chile  
Tel.: +56 2 29674531  
e-mail: chile@ingeteam.com

**Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.**  
2nd Floor, 431  
Udyog Vihar, Phase III  
122016 Gurgaon (Haryana) - India  
Tel.: +91 124 420 6491-5 / Fax: +91 124 420 6493  
e-mail: india@ingeteam.com

**Ingeteam Sp. z o.o.**  
Ul. Koszykowa 60/62 m 39  
00-673 Warszawa - Poland  
Tel.: +48 22 821 9930 / Fax: +48 22 821 9931  
e-mail: polska@ingeteam.com

**Ingeteam Australia Pty Ltd.**  
Accelerate Centre, Building 239  
Innovation Campus, Squires Way  
North Wollongong, NSW 2500 - Australia  
Tel.: +61 499 988 022  
e-mail: australia@ingeteam.com

**Ingeteam Panama S.A.**  
Calle Manuel Espinosa Batista, Ed. Torre Internacional  
Business Center, Apto. Local 407 Urb. C45 Bella Vista  
Bella Vista - Panama  
Tel.: +50 761 329 467

**Ingeteam Service S.R.L.**  
Bucuresti, Sector 2, Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7  
Cladirea Hermes Business Campus 1, Birou 236, Etaj 2  
Romania  
Tel.: +40 728 993 202

**Ingeteam Philippines Inc.**  
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.  
Amorsolo corner Rufin St.  
1230 Makati  
Gran Manila - Philippines  
Tel.: +63 0917 677 6039

# Ingeteam

**Ingeteam Power Technology, S.A.**

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

Catalogue No: **EM112DINAV01XS1X****EM112 DIRECT 100A 2 DIN + RS485**

Energy Management and Building Automation > Energy Management and Metering > Power and Multifunction Meters > Carlo Gavazzi Power and Multifunction Meters > Carlo Gavazzi Energy Meters > EM100 Series

**NHP**

Representative Photo Only  
(actual product may vary based on configuration selections)

**EM112 DIRECT 100A 2 DIN + RS485**

- Quick and easy to install
- Compact modern design
- High accuracy monitoring and measurement to IEC 62053-21
- Easy to read and configure
- Options for remote communication

**SPECIFICATIONS**

Component Type Metering	Digital Energy / Power Meter
Meter Type(s)	Energy
Display Technology	LCD, 8-digit display
Refresh Time	1 s
Number of Tariff Management Inputs	1 input qty
Input Frequency, Nom	50 / 60 Hz
Starting Current	0.04 A
In, Rated Current	5 A
Ie, Rated Operational Current, max	100 A,max
Input current (A)	5 A
Un, Nominal Voltage	230 V
Communication Protocol(s)	Modbus RTU (Serial)
Pulse Duration	100 ms
Details, Output(s)	RS485 Modbus Port
Accuracy Class, kWh, IEC 62053-21	1 IEC 62053-21
Unom, Supply Voltage, AC, Nom	230 V AC
Sampling Frequency	4096 Hz
Power Consumption, Max	1 W
Voltage, Overload, 0.5s (rms)	0.46 kV
Voltage, Overload, Continuous	0.276 kV
Current, Overload Capacity, Continuous	0.045 kA
Current, Overload Capacity, 10s (max)	3 kA
Dielectric Strength	4000 VAC RMS for 1 minute
Ui, Rated Insulation Voltage	4000 V (rms)
Mounting	DIN Rail Monobloc
Material, Body / Housing	Noryl material
Operating Temperature, Min	-25 °C min
Operating Temperature, Max	65 °C max



## Catalogue No: **EM112DINAV01XS1X**

### EM112 DIRECT 100A 2 DIN + RS485

Energy Management and Building Automation > Energy Management and Metering > Power and Multifunction Meters > Carlo Gavazzi Power and Multifunction Meters > Carlo Gavazzi Energy Meters > EM100 Series



Storage Temperature, Min	-30 °C min
Storage Temperature, Max	80 °C max
Installation Category	III
Relative humidity, min	0 %RH
Tightening Torque, Min	0.5 Nm
Tightening Torque, Max	2.8 Nm
Connection Mode	Direct Connect mode
Terminal Type	Screw Terminal(s)
IP Rating, Front	IP51
IP Rating, Terminals	IP20
Width	35 mm
Height	90 mm
Depth	63 mm
Weight	0.16 kg
Standards Compliance	EN 62053-21 EN 62052-11 EN 50470-3
Certifications	CE

#### REFERENCES

IECEX Certificate	-
Supplier Declaration of Conformity:	-
Installation Guide:	-
User Manual:	-
Manufacturer Datasheet:	<a href="#">EM112 Manufacturer Datasheet</a>
Manufacturer Catalogue & Product Selection:	-



INGECON

SUN

1Play  
TL M

**INVERSOR  
MONOFÁSICO SIN  
TRANSFORMADOR  
CON DOBLE  
SISTEMA MPPT**

2,5TL M / 2,7TL M / 3TL M / 3,3TL M / 3,68TL M /  
4,6TL M / 5TL M / 5,5TL M / 6TL M

Los Inversores INGECON® SUN 1Play TL M han sido diseñados para proporcionar los máximos niveles de rendimiento energético y facilitar al usuario el acceso a su instalación fotovoltaica. Esta familia de inversores es válida tanto para instalaciones domésticas de pocos kilovatios como para sistemas comerciales e industriales descentralizados de varios cientos de kilovatios. En instalaciones domésticas, estos inversores presentan la gran ventaja de ser compatibles con diferenciales de 30 mA, los más usados para proteger a las personas contra descargas eléctricas.

**High efficiency system**

Ingeteam ha desarrollado su propia tecnología para maximizar los niveles de eficiencia del Inversor INGECON® SUN 1Play TL M.

Gracias a este *High efficiency system* y al uso de novedosas topologías de conversión electrónica, se pueden alcanzar niveles de eficiencia máxima de hasta el 98%.

Además, un avanzado algoritmo de MPPT doble posibilita la extracción de la máxima cantidad de energía desde el campo FV en todo momento, incluso en situaciones difíciles, como con el paso de nubes o sombreados parciales.

**Fácil de Instalar**

Los Inversores INGECON® SUN 1Play TL M disponen de conectores rápidos en el lado DC (tipo 4) y en el lado AC para facilitar y agilizar la conexión al sistema. Todos los idiomas y configuraciones específicas del país pueden ser seleccionados desde la pantalla del equipo. Además, los Inversores INGECON® SUN 1Play TL M son compatibles con todas las tecnologías de módulos FV del mercado.

**Manejo y mantenimiento sencillos**

Ingeteam está a la vanguardia en desarrollo de firmware. Gracias a ello, los Inversores INGECON® SUN 1Play TL M son muy fáciles de utilizar. El menú que se muestra en la pantalla LCD de su display ha sido diseñado para asegurar un manejo sencillo y cómodo.

Estos Inversores presentan un datalogger interno, accesible desde un PC, para almacenar datos de varios meses. Cada Inversor permite el acceso a la información interna desde un PC remoto o *in situ* desde el teclado táctil de la pantalla LCD.

Además, el display dispone de varios LEDs que indican el estado de funcionamiento del Inversor y avisan de cualquier incidencia mediante una indicación luminosa, lo cual simplifica y facilita las tareas de mantenimiento del equipo.



www.ingeteam.com  
solar.energy@ingeteam.com

**Ingeteam**

2,5TL M / 2,7TL M / 3TL M / 3,3TL M / 3,68TL M / 4,6TL M / 5TL M / 5,5TL M / 6TL M

#### Actualización de firmware (FW)

Los equipos INGECON®SUN 1Play TL M permiten al usuario descargar desde la web [www.ingeteam.com](http://www.ingeteam.com) la última versión de firmware del inversor y actualizarlo utilizando una simple tarjeta de memoria SD.

#### Monitorización y comunicación

Permite monitorizar las variables internas de funcionamiento así como el datalogger interno a través de diversos medios, como comunicación USB, integrada de serie. Además, comunicación RS-485, Ethernet, Wi-Fi, GSM / GPRS o Bluetooth están disponibles de forma opcional.

Incluye sin coste las aplicaciones INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor y su versión para smartphone ISun Monitor -disponible en App Store- para la monitorización y registro de datos del Inversor a través de Internet.

#### Resistencia a condiciones extremas

La familia de Inversores 1Play TL M presenta una envolvente apta para su uso en Intemperie (grado de protección IP65). Asimismo, su innovador sistema de ventilación permite su uso en condiciones atmosféricas extremas con rangos de temperatura desde -25 °C hasta +65 °C.

#### Tecnología SIC

Este Inversor solar presenta componentes de carburo de silicio (SIC). La tecnología SIC permite aumentar los niveles de eficiencia y obtener equipos más fiables, ligeros y compactos.

#### Vida útil de más de 20 años

Ingeteam cuida la selección y el dimensionado de los componentes electrónicos utilizados en sus Inversores. El diseño de los Inversores 1Play, junto a las pruebas de estrés a las que son sometidos, permite garantizar una vida útil de más de 20 años.

#### Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años

#### ACCESORIOS OPCIONALES

- Comunicación entre Inversores mediante RS-485, Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth o comunicación remota GSM / GPRS.
- Seccionador DC.
- INGECON® SUN WeatherBox para el registro y medida de variables meteorológicas.
- Entradas digitales.
- Kit autoconsumo.

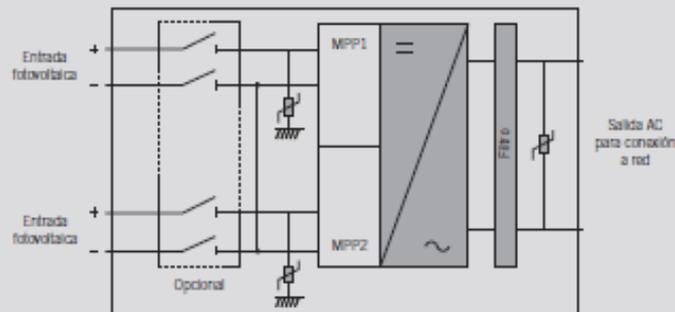
#### PROTECCIONES

- Polarización Inversa.
- Sobretensiones en la entrada y la salida mediante descargadores tipo 3.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-Isia con desconexión automática.
- Fallo de aislamiento.

#### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Compatible con 30 mA RCDs.
- Doble sistema MPPT.
- Potencia desde 2,5 hasta 6 kW.
- Eficiencia máxima 98%.
- Tecnología SIC incluida.
- Actualización de firmware a través de una tarjeta de memoria SD.
- Comunicaciones USB de serie.
- Software INGECON® SUN Manager para la visualización de parámetros y el registro de datos de la planta.
- Visualización de datos de la planta mediante el software INGECON® SUN Monitor.
- Pantalla LCD.
- Fácil mantenimiento.
- Apto para instalaciones de Interior y de exterior (IP65).
- Contacto libre de potencial configurable desde el display para indicar fallo de aislamiento o conexión a red.
- Diseño compacto.
- Idioma, Código de país y tensión nominal configurables por display.

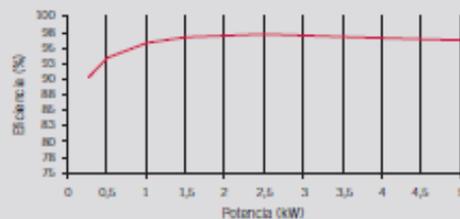
#### 1Play TL M



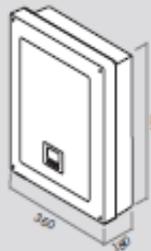
	2,5TL M	2,7TL M	3TL M	3,3TL M	3,68TL M	4,6TL M	5TL M	5,5TL M	6TL M
<b>Valores de Entrada (DC)</b>									
Rango pot. campo PV recomendado <sup>1)</sup>	2,8 - 3,3 kWp	3 - 3,6 kWp	3,2 - 4 kWp	3,8 - 4,4 kWp	3,9 - 4,8 kWp	5,2 - 6 kWp	5,7 - 6,5 kWp	6 - 6,8 kWp	6,3 - 7 kWp
Rango de tensión MPP1 <sup>2)</sup>	125 - 750 V	125 - 750 V	125 - 750 V	125 - 750 V	125 - 750 V	125 - 750 V	125 - 750 V	125 - 750 V	125 - 750 V
Rango de tensión MPP2 <sup>3)</sup>	90 - 750 V	90 - 750 V	90 - 750 V	90 - 750 V	90 - 750 V	90 - 750 V	90 - 750 V	90 - 750 V	90 - 750 V
Tensión mínima para Phom con entradas en paralelo	125 V	127 V	141 V	155 V	172 V	216 V	234 V	258 V	281 V
Tensión máxima <sup>4)</sup>	850 V	850 V	850 V	850 V	850 V	850 V	850 V	850 V	850 V
Corriente máxima (Entrada 1 / Entrada 2) <sup>5)</sup>	11 / 11 A	11 / 11 A	11 / 11 A	11 / 11 A	11 / 11 A	11 / 11 A	11 / 11 A	11 / 11 A	11 / 11 A
Nº entradas (Entrada 1 / Entrada 2) <sup>6)</sup>	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1
MPPT	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Valores de Salida (AC)</b>									
Potencia nominal	2,5 kW	2,7 kW	3 kW	3,3 kW	3,68 kW	4,6 kW	5 kW	5,5 kW	6 kW
Max. temperatura para potencia nominal <sup>7)</sup>	60 °C	57 °C	55 °C	52 °C	50 °C	58 °C	55 °C	50 °C	45 °C
Corriente máxima	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	26,2 A	26,2 A	26,2 A	26,2 A
Tensión nominal	230 V	230 V	230 V	230 V	230 V	230 V	230 V	230 V	230 V
Rango de tensión	122 - 265 V	122 - 265 V	122 - 265 V	122 - 265 V	122 - 265 V	122 - 265 V	122 - 265 V	122 - 265 V	122 - 265 V
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Coseno Phi	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Coseno Phi ajustable	SI Smáx=2,5 kVA	SI Smáx=2,7 kVA	SI Smáx=3 kVA	SI Smáx=3,3 kVA	SI Smáx=3,68 kVA	SI Smáx=4,6 kVA	SI Smáx=5 kVA	SI Smáx=5,5 kVA	SI Smáx=6 kVA
THD	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
<b>Rendimiento</b>									
Eficiencia máxima	97,6%	97,6%	97,7%	97,7%	97,8%	97,9%	98%	98%	98%
Euroeficiencia	97,3%	97,3%	97,4%	97,4%	97,5%	97,5%	97,5%	97,5%	97,6%
<b>Datos Generales</b>									
Sistema de refrigeración	Convección natural								
Consumo en stand-by <sup>8)</sup>	<10 W	<10 W	<10 W	<10 W	<10 W	<10 W	<10 W	<10 W	<10 W
Consumo nocturno	0 W	0 W	0 W	0 W	0 W	0 W	0 W	0 W	0 W
Temperatura de funcionamiento	-25 °C a +65 °C	-25 °C a +65 °C	-25 °C a +65 °C	-25 °C a +65 °C	-25 °C a +65 °C	-25 °C a +65 °C	-25 °C a +65 °C	-25 °C a +65 °C	-25 °C a +65 °C
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%	0 - 100%
Grado de protección	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65
Marcado	CE								
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC 62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100								
Normativa de conexión a red	RD1699/2011, DIN V VDE V 0126-1-1, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N 4105:2011-08, G59/2, G83/2 <sup>9)</sup> , PO.12.3, AS4777.2, AS4777.3, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, South African Grid code, Chilean Grid Code, Romanian Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, IEEE 929, Thailand MEA & PEA requirements, DEWA (Dubai) Grid Code, Jordan Grid Code								

**Notas:** <sup>1)</sup> Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica <sup>2)</sup> La potencia de salida quedará condicionada por la configuración de tensión y corriente elegida en cada entrada <sup>3)</sup> Para bajar a 90 V la otra entrada tiene que estar al menos a 125 V <sup>4)</sup> No superar en ningún caso. Considerar el aumento de tensión de los paneles "Voc" a bajas temperaturas <sup>5)</sup> Opcionalmente, el número de entradas puede duplicarse <sup>6)</sup> Por cada °C de incremento, la potencia de salida se reducirá un 1,8% <sup>7)</sup> Consumo desde el campo fotovoltaico <sup>8)</sup> Sólo para inversores hasta 16 A de salida.

**Rendimiento INGECON® SUN 5TL M** Vdc = 680 V



**Dimensiones y peso (mm)**



2,5TL M / 2,7TL M / 3TL M / 3,3TL M / 3,68TL M  
20 kg  
4,6TL M / 5TL M / 5,5TL M / 6TL M  
21 kg



# Ingeteam

**Ingeteam Power Technology, S.A.**  
Avda. Ciudad de la Innovación, 13  
31621 SARRIGUIJUREN (Navarra) - Spain  
Tel.: +34 948 288 000 / Fax: +34 948 288 001  
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

**Ingeteam S.r.l.**  
Via Emilia Ponente, 232  
48014 CASTEL BOLOGNESE (RA) - Italy  
Tel.: +39 0546 661 490 / Fax: +39 054 665 5391  
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

**Ingeteam GmbH**  
Herzog-Heinrich-Str. 10  
80336 MUNICH - Germany  
Tel.: +49 89 99 65 38 0 / Fax: +49 89 99 65 38 99  
e-mail: solar.de@ingeteam.com

**Ingeteam SAS**  
La Naurouze B - 140 rue Carmin  
31670 Labège - France  
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00 / Fax: +33 (0)5 61 25 00 11  
e-mail: france@ingeteam.com

**Ingeteam INC.**  
5201 Great American Parkway, Suite 320  
SANTA CLARA, CA 95054 - USA  
Tel.: +1 (415) 450 1869 / +1 (408) 524 2929 / Fax: +1 (408) 824 1327  
e-mail: solar.us@ingeteam.com

**Ingeteam INC.**  
3550 W. Canal St.  
MILWAUKEE, WI 53208 - USA  
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190 / Fax: +1 (414) 342 0736  
e-mail: solar.us@ingeteam.com

**Ingeteam, a.s.**  
Technologická 371/1  
70800 OSTRAVA - PUSTKOVEC  
Czech Republic  
Tel.: +420 59 732 6800 / Fax: +420 59 732 6899  
e-mail: czech@ingeteam.com

**Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.**  
Shanghai Trade Square, 1105  
188 Si Ping Road  
200086 SHANGHAI - P.R. China  
Tel.: +86 21 65 07 75 36 / Fax: +86 21 65 07 75 38  
e-mail: shanghai@ingeteam.com

**Ingeteam, S.A. de C.V.**  
Ave. Revolución, nº 643, Local 5  
Colonia Jardín Español - MONTERREY  
64820 - NUEVO LEÓN - México  
Tel.: +52 81 8311 4858 / Fax: +52 81 8311 4859  
e-mail: northamerica@ingeteam.com

**Ingeteam Ltda.**  
Estrada Delfino Beltrami, 6975  
Chácara São Bento  
13278-078 VALINHOS SP - Brazil  
Tel.: +55 19 3037 3773 / Fax: +55 19 3037 3774  
e-mail: brazil@ingeteam.com

**Ingeteam Pty Ltd.**  
Unit 2 Alphen Square South  
16th Road, Randjespark, Midrand 1682 - South Africa  
Tel.: +2711 314 3190 / Fax: +2711 314 2420  
e-mail: southafrica@ingeteam.com

**Ingeteam SpA**  
Cerro El Plomo 5630, Piso 9, Oficina 901  
7560742 Las Condes - Santiago de Chile - Chile  
Tel.: +56 2 26664370  
e-mail: chile@ingeteam.com

**Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.**  
2nd Floor, 431  
Udyog Vihar, Phase III  
122016 Gurgaon (Haryana) - India  
Tel.: +91 124 420 6493.5 / Fax: +91 124 420 6493  
e-mail: india@ingeteam.com

**Ingeteam Sp. z o.o.**  
Ul. Koszykowa 60/62 m 39  
00-673 Warszawa - Poland  
Tel.: +48 22 821 9930 / Fax: +48 22 821 9931  
e-mail: polska@ingeteam.com

**Ingeteam Australia Pty Ltd.**  
Suite 112, Level 1, Mike Codd Building 232  
Innovation Campus, Squires Way  
North Wollongong, NSW 2500 - Australia  
Tel.: +61 499 988 022  
e-mail: australia@ingeteam.com