



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



## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA VI PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**Para Optar el Título Profesional de:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a red para autoconsumo domiciliario en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque”**

**Autor:**

**Bach. Luis Alberto Sanchez Sanchez**

**Asesor:**

**Ing. Carlos Javier Cotrina Saavedra**

**LAMBAYEQUE - PERÚ**

**2022**



# UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

## VI PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de:

### **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

“Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a red para autoconsumo domiciliario en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque”

**Autor:**

**Bach. Luis Alberto Sanchez Sanche**

**Aprobado por el Jurado Examinador**

**PRESIDENTE : Msc. JUAN ANTONIO TUMIALAN HINOSTROZA**  
**SECRETARIO : Ing. OSCAR MENDEZ CRUZ**  
**MIEMBRO : Ing. TEOBALDO EDGAR JULCA OROSCO**  
**ASESOR : Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA**

**LAMBAYEQUE - PERÚ**

**2022**



# UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



## TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

TÍTULO:

“Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a red para autoconsumo domiciliario en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque”

### CONTENIDOS

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

Bach. Luis Alberto Sánchez Sánchez

Msc. JUAN ANTONIO TUMIALAN HINOSTROZA  
PRESIDENTE

Ing. OSCAR MENDEZ CRUZ  
SECRETARIO

Ing. TEOBALDO EDGAR JULCA OROSCO  
VOCAL

Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA  
ASESOR

**LAMBAYEQUE - PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

*El siguiente trabajo de investigación tiene una dedicación especial a mi madre Paula, por el apoyo incondicional en su día a día; siendo su arduo sacrificio el que me ha llevado a culminar esta etapa tan importante de mi vida.*

*A una persona que ha sido como un padre, Enrique, que ahora no puede acompañarme físicamente; que, con su apoyo, cariño y aprecio me brinda fuerzas desde el cielo en estos días.*

*A toda mi familia y amigos que son los tesoros más preciados que Dios ha puesto en mi camino.*

*Luis Alberto Sánchez Sánchez*

## AGRADECIMIENTO

*Ante todo, agradecer a Dios por guiar mis pasos y ayudarme a realizar cada uno de los sueños me he propuesto en la vida.*

*Agradecer también al Ing. Carlos Cotrina Saavedra, quien, con su compromiso y dedicación, ha sido mi asesor en el presente trabajo de investigación.*

*Mencionar además a las siguientes personas que me han acompañado y guiado mi camino profesional y personal:*

*Gerardo Martel, Julio Pacheco, Juan Gómez, Jhosep Ochoa, Norma Incháustegui, Carla Salazar y Mónica LLaja.*

*Luis Alberto Sánchez Sánchez*


## CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, Ing. Carlos Javier Cotrina Saavedra, revisor del trabajo de investigación, del Bachiller **LUIS ALBERTO SANCHEZ SANCHEZ**, identificado con documento de identidad N° **72681036**.

Titulada: **“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED PARA AUTOCONSUMO DOMICILIARIO EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”**, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el documento cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 11 de abril del 2024.

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. Carlos Javier Cotrina Saavedra  
DNI: 16759264



**ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N°027-2022-FIME**



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 09:00 a.m. del día viernes 18 de abril de 2022. Se reunieron vía plataforma virtual [htt://:meet.google.com/tvb-xntn-rgp](https://meet.google.com/tvb-xntn-rgp), los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°089-2022-D-VIRTUAL-FIME, de fecha 17 de abril de 2022, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, conformado por los siguientes catedráticos:

M.Sc. Ing. JUAN ANTONIO TUMIALAN HINOSTROZA	<b>PRESIDENTE</b>
M.Sc. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ	<b>SECRETARIO</b>
ING. TEOBALDO JULCA OROZCO	<b>MIEMBRO</b>
M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA	<b>ASESOR</b>

Se recibió el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

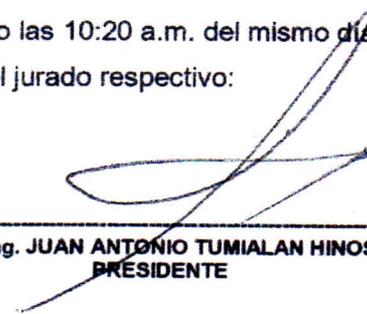
**“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED PARA AUTOCONSUMO DOMICILIARIO EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”**

Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **SANCHEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO.**

Finalizada la sustentación virtual del Trabajo de Suficiencia Profesional, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (15) en la escala vigesimal, mención **REGULAR.**

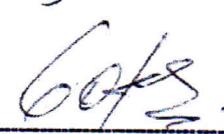
Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 10:20 a.m. del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:

  
M.Sc. Ing. JUAN ANTONIO TUMIALAN HINOSTROZA  
PRESIDENTE

  
M.Sc. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ  
SECRETARIO

  
ING. TEOBALDO EDGAR JULCA OROZCO  
MIEMBRO

  
M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA  
ASESOR

  
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ  
Decano

## RESUMEN

El objeto de la presente investigación fue: Diseñar un sistema fotovoltaico conectado a red para autoconsumo domiciliario en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque. Luego de procesar la información se obtuvo que: De los recibos por consumo de energía eléctrica facilitados por el usuario se ha obtenido que el consumo promedio diario para el año 2019 según los datos obtenidos fue de 16,11 kW.h, además se observó que el mayor consumo de energía eléctrica se produjo en el mes de enero. De los datos de ambas fuentes para el caso de la NASA se obtiene que la irradiación solar promedio es de 5,83 kW.h/m<sup>2</sup>/día y en el caso de los datos de NASTEC irradiación solar promedio es de 5,42 kW.h/m<sup>2</sup>/día. Para los cálculos se utilizó el valor de: 5,42 kW.h/m<sup>2</sup>/día. El generador fotovoltaico estará conformado por 10 paneles fotovoltaicos de la marca JA SOLAR con una potencia 455 Wp c/u, y la potencia del generador fotovoltaico es de 4,55 kWp. El inversor es de la marca HUAWEI, modelo SUN2000L-3,68KTL, además de conductores eléctricos y equipos de protección. Se realizó el cálculo del sistema conectado a red el cual asciende a un valor de: S/ 20 528,68. Con una tasa de descuento del 15 % se realizó la evaluación económica para un horizonte de 25 años, de donde se obtuvo que el VAN= S/ 27 738,09 y la TIR= 28 %; el periodo de recuperación del capital es de:4 años y 5 meses. Por lo que la propuesta es viable técnica y económicamente.

Palabras claves: irradiación solar, panel fotovoltaico, inversor.

## ABSTRACT

The purpose of this investigation was: to design a grid-connected photovoltaic system for home consumption in the Chiclayo province, Lambayeque region. After processing the information, it was obtained that: From the receipts for electricity consumption provided by the user the average daily consumption for the year 2019 was 16 kW·h, it is also observed that the highest consumption of electrical energy occurred in January. From the both sources of data, NASA informs that the average solar radiation is 5,83 kW·h /m<sup>2</sup>/day while NASTEC informs an average solar irradiation of 5,42 kW·h/m<sup>2</sup>/day. The value used for calculation was 5,42 kW·h/m<sup>2</sup>/day. The photovoltaic generator will count with 10 photovoltaic panels from the brand JA SOLAR with a power of 455 Wp each, the power of the generator is 4,55 kWp. The inverter was a HUAWEI model SUN2000L-3,68KTL, besides electrical conductors and protective equipment. The value for the grid connected system was calculated to be S/20 528,68. With a discount rate of 15%, the economic evaluation was carried out for a horizon of 25 years, the NPV obtained was S/ 27 738,09 and the IRR 28 %; The capital recovery period is: 4 years 5 months, the investment is recovered so the proposal is technically and economically viable.

Keywords: solar irradiation, photovoltaic panel, inverter.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
INTRODUCCIÓN .....	13
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. Realidad Problemática .....	14
1.1.1. A nivel internacional.....	14
1.1.2. A nivel nacional .....	14
1.1.3. A nivel local.....	15
1.2. Formulación del Problema.....	15
1.3. Delimitación de la Investigación .....	15
1.3.1. Delimitación espacial.....	15
1.3.2. Delimitación temporal .....	17
1.4. Justificación e Importancia del estudio.....	17
1.5. Limitaciones de la Investigación .....	18
1.6. Objetivos de estudio.....	18
1.6.1. Objetivo General.....	18
1.6.2. Objetivo Específicos .....	18
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. Antecedentes de Estudios .....	19
2.1.1. A nivel Internacional.....	19
2.1.2. A nivel Nacional .....	20
2.1.3. A nivel Local.....	22
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado .....	23
2.2.1. Efecto invernadero .....	23
2.2.2. Protocolo Kioto.....	24
2.2.3. cambio climático.....	24
2.2.4. Energía renovable .....	25

2.2.5. Energía solar .....	25
2.2.6. Instalaciones fotovoltaicas conectados a red .....	31
2.2.7. Generador fotovoltaico .....	33
2.2.7.1. Celda solar .....	33
2.2.7.2. Parámetros de funcionamiento de una celda solar .....	34
2.2.8. Montaje de paneles solares .....	42
2.2.9. Inversor Fotovoltaico .....	44
2.2.10. Cableado del Sistema Fotovoltaico.....	44
2.2.11. Elementos de protección .....	45
2.2.12. Puesta a tierra .....	45
2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.....	46
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	48
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	48
3.2. Población y muestra .....	48
3.3. Técnicas de muestreo .....	48
3.4. Hipótesis.....	48
3.5. Variables - Operacionalización .....	48
3.6. Métodos y Técnicas de investigación.....	50
3.7. Descripción de los instrumentos utilizados.....	52
3.8. Análisis Estadístico e interpretación de los datos .....	52
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....	53
4.1. Descripción del sistema propuesto .....	53
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	54
5.1. Cálculo de la energía eléctrica promedio anual consumida en el predio y la máxima demanda. ....	54
5.2. Calcular la irradiación solar promedio. ....	55
5.3. Calcular y seleccionar los equipos del sistema conectado a red. ....	59
5.3.1. Generador fotovoltaico .....	59
2.3.1. Inclinación de los paneles fotovoltaicos .....	63
2.3.2. Separación entre filas de paneles fotovoltaicos .....	63
5.3.2. Calculo y selección del inversor .....	66
5.3.3. Conductores eléctricos.....	72
5.4. Costo del sistema.....	76
5.5. Calcular el VAN, TIR y periodo de recuperación del capital (PR).....	77
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	83

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....85**  
**ANEXOS.....91**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables .....	49
Tabla 2 Data de energía eléctrica consumida-2019 .....	54
Tabla 3 Irradiación solar- NASA .....	55
Tabla 4 Irradiación solar- NASTEC .....	58
Tabla 5 Costo del generador fotovoltaico .....	60
Tabla 6 Características eléctricas del panel fotovoltaico JA SOLAR 455 Wp.....	62
Tabla 7 Variación de las temperaturas máximas y Mínimas Mensuales-2020.....	65
Tabla 8 Coeficientes de temperatura.....	67
Tabla 9 Parámetros electrico del generador fotovoltaico .....	69
Tabla 10 ficha técnica de inversores HUAWEI.....	70
Tabla 11 Características eléctricas de los conductores eléctricos NH 80 .....	73
Tabla 12 Sección del conductor de protección .....	74
Tabla 13 Costo del sistema conectado a red .....	76
Tabla 14 Energía eléctrica producida por el generar fotovoltaico .....	78
Tabla 15 Costo del kW.h años 2019 y 2020 .....	80
Tabla 16 costo de implementar un inversor .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1. Ubicación del predio .....	16
figura 2. Efecto Invernadero .....	24
Figura 3: Energía solar.....	26
Figura 4: Paneles solares.....	26
Figura 5: Componentes de la radiación solar.....	27
Figura 6: Horas Solares Pico.....	29
Figura 7: Proceso del efecto fotovoltaico .....	31
Figura 8: Balance neto .....	32
Figura 9: Una celda solar fotovoltaica estándar.....	33
Figura 10: Composición de una celda solar fotovoltaica.....	34
Figura 11: Estructura de una celda de Silicio monocristalina.....	34
Figura 12: Estructura de una celda de Silicio policristalina .....	35
Figura 13: Estructura de una celda de Silicio amorfa .....	36
Figura 14: Corte esquemático de un módulo fotovoltaico.....	37
Figura 15: Características Voltaje-Corriente de una celda solar en función de la Irradiación solar.....	39
Figura 16: Características Voltaje-Corriente de una celda solar en función de la temperatura .....	40
Figura 17: Conexión de módulos en serie.....	40
Figura 18: Conexión de módulos en paralelo .....	41
Figura 19: Conexión de paneles fotovoltaicos mixta.....	42
Figura 20: Módulos FV en poste con uno o dos ejes de seguimiento solar.....	42
Figura 21: Módulos fotovoltaicos instalados en el suelo.....	43
Figura 22: Módulos fotovoltaicos montados directamente en el techo o en.....	43
Figura 23: Módulos fotovoltaicos montados en estructura metálica con .....	44
figura 24. Descripción de la propuesta .....	53
figura 25. Consumo de energía eléctrica año 2019.....	55
figura 26. Irradiación solar-NASA .....	56
figura 27. Irradiación solar- NASTEC.....	57
figura 28. Irradiación solar- NASTEC.....	58
figura 29. panel fotovoltaico JA SOLAR .....	61
figura 30. Geometría del panel fotovoltaico JA SOLAR.....	63
Figura 31. Distancia entre filas de paneles fotovoltaicos .....	64
Figura 32. Estación meteorológica SEMANHI .....	65
figura 33. Variación de las temperaturas máximas y Mínimas Mensuales-2020 .....	66
figura 34. Conexionado de los 10 paneles fotovoltaicos en serie.....	71
Figura 35. Conexionado del generador fotovoltaico al inversor.....	72
Figura 36. Conductor electrico NH 80.....	73
figura 37. Interruptor termomagnético 2x16 A.....	75
Figura 38. Interruptor diferencial 2x25 A.....	76
figura 39. Perdida de eficiencia del panel fotovoltaico JA SOLAR.....	77
figura 40. Ingreso a la página web de OSINERMIN.....	79
figura 41. Grafico del VAN para diferentes tasas de descuento .....	82

## INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de que los usuarios del servicio eléctrico se vuelvan parcialmente dependiente de la energía eléctrica convencional y reducir el impacto ambiental así también como reducir los costos de facturación por consumo eléctrico es que el estado peruano impulsa la utilización de las energías renovables para generación eléctrica de autoconsumo.

La presente investigación se ha compuesto de seis capítulos.

En el capítulo I, se presenta la realidad problemática a diferentes niveles (nacional internacional, local) así como la formulación del problema, delimitación además del objetivo general y los objetivos específicos, justificación e importancia, limitaciones y delimitación.

En el capítulo II, se presenta los antecedentes de estudios a nivel internacional, nacional y local que son estudios realizados y que avalan la propuesta que dará solución a la problemática, además se presenta el fundamento teórico.

En el capítulo III, se presenta la metodología seguida para la recolección y procesamiento de la información aplicando métodos y técnicas. Se formula la hipótesis y se definen las variables de estudio, también se define la población de estudio.

En el capítulo IV, se presenta la propuesta, la alternativa de solución que dará solución a la realidad problemática.

En el capítulo V, se presenta los cálculos y selección de equipos del sistema conectado a red: generador fotovoltaico, inversor, equipos de protección conductores eléctricos, etc. Además del costo del sistema propuesto y estudio de viabilidad técnica y económica.

En el capítulo VI, se detallan las conclusiones que se obtuvieron en base a los resultados del capítulo V.

## CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

#### 1.1.1. A nivel internacional

Según Romero y Flores (2019) “En el Ecuador se ha creado políticas, estrategias y medidas para lograr incentivar a las personas el uso de energías limpias con microgeneración que promuevan el desarrollo de la sociedad y contribuyan al medio ambiente” (pág. 16).

“Compatibilizar el acceso mundial a la electricidad y, a la vez, que se genere con fuentes limpias. Es lo que el mundo fijó en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que fijan una serie de metas para 2030” (EL PAÍS, 2018).

#### 1.1.2. A nivel nacional

Según OSINERMIN (2019) “Nuestro país va en la misma línea pues al cierre de 2018, el 55% de nuestra energía eléctrica fue generada por hidroeléctricas, el 37% por centrales térmicas a base de gas natural, y las RER alcanzó casi un 8%” (pág. 12).

“Una matriz de generación eléctrica como la descrita lleva a muchas personas a pensar, erróneamente, que las energías renovables no convencionales no tienen cabida en países como el nuestro” (OSINERMIN, 2019, pág. 12).

Según la página web conexionesan (2019) “Es así que en el Perú en el año 2008 se ha considerado como prioridad utilizar fuentes renovables no convencionales para la generación de energía eléctrica”.

Juárez (2018) cita a MINEM (2014) Indicando que: “El objetivo para el Perú del año 2014 al 2025 es alcanzar el 5% de participación de las energías renovables no

convencionales y llegar al 100% de cobertura eléctrica nacional para el 2025 con el empleo de fuentes renovables” (pág. 20).

### **1.1.3. A nivel local**

En el predio ubicado en Lora y Cordero 1159 en la Provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque; los señores dueños tienen problemas para cubrir el monto facturado por consumo de energía eléctrica que es de aproximadamente S/ 350 en promedio, por lo que es necesario alternativas de solución con la finalidad de mejorar la situación actual.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Tendremos la irradiación solar suficiente para diseñar un sistema fotovoltaico conectado a red para autoconsumo domiciliario en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque?

## **1.3. Delimitación de la Investigación**

### **1.3.1. Delimitación espacial**

El predio donde se realizará la investigación está ubicado en Lora y Cordero 1159 en la Provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque. El predio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas. Latitud: -6.7671885 y longitud: -79.8378611

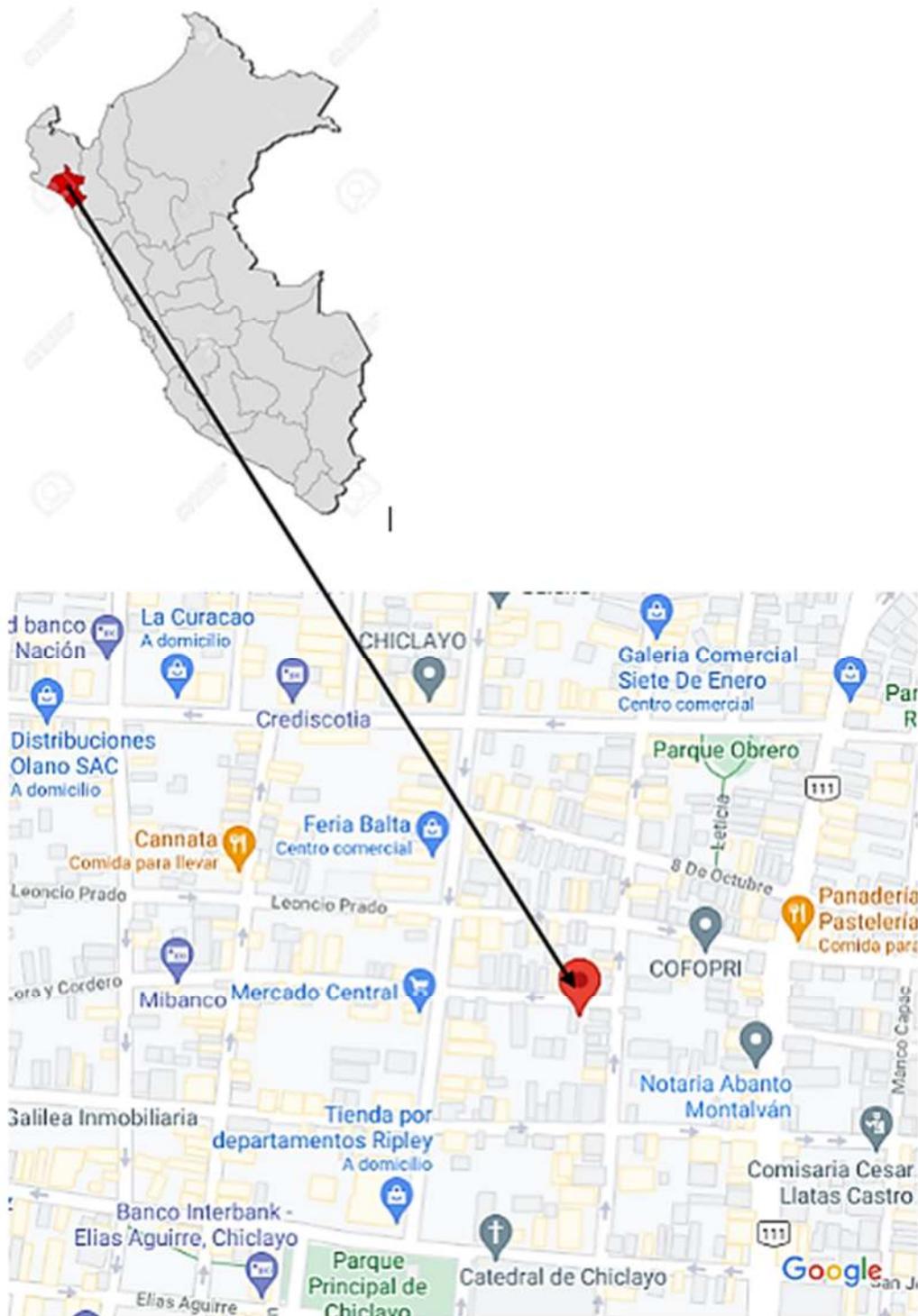


figura 1. Ubicación del predio

Fuente: Google maps

### **1.3.2. Delimitación temporal**

Este trabajo de tesis tuvo una duración de 06 meses.

### **1.4. Justificación e Importancia del estudio**

#### **Justificación Económica**

Con el diseño y posterior implementación del sistema conectado a red se logrará contribuir a mejorar la economía de los dueños del predio.

#### **Justificación Práctica**

El presente trabajo suficiencia tiene justificación práctica pues justifica las razones por la cual debe instalarse un sistema conectado red favoreciendo así a los dueños.

#### **Justificación Ambiental**

Con la implementación de este trabajo de suficiencia profesional se generará energía limpia debido a que la utilización de las energías renovables contribuirá a la reducción de CO<sub>2</sub> las cuales se producen al utilizar la energía convencional.

Juárez (2018) indica que “La contaminación ambiental es un punto de estudio importante en los últimos tiempos, debido a sus efectos, como la lluvia acida, cielos grises, aumento de temperatura ambiental, deshielo de glaciares, y enfermedades (respiratorias, cáncer, etc.)” (pág. 11).

#### **Justificación científica**

Promover el uso de la energía solar para generar energía eléctrica.

## **1.5. Limitaciones de la Investigación**

Las energías renovables a evaluar: solar y eólica. La data se ha obtenido de la página web de la NASA y NASTEC.

## **1.6. Objetivos de estudio**

### **1.6.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema fotovoltaico conectado a red para autoconsumo domiciliario en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque.

### **1.6.2. Objetivo Específicos**

- a) Calcular la energía eléctrica promedio anual consumida en el predio.
- a) Calcular la irradiación solar promedio.
- c) Calcular y seleccionar los equipos del sistema conectado a red.
- d) Calcular el costo del sistema propuesto.
- e) Calcular el VAN, TIR y periodo de recuperación del capital (PR).

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de Estudios

#### 2.1.1. A nivel Internacional

##### **México**

Según Rojas y Limón (2017) en la tesis titulada: “DISEÑO, SELECCIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL HOTEL MESON SAN SEBASTIAN CON CONEXIÓN A RED DE CFE”. Indican lo siguiente:

“Los costos de operación del Hotel Mesón de San Sebastián son elevados actualmente, por lo que es necesario la adquisición de un equipo fotovoltaico que genere electricidad y contribuya a la disminución de costos de operación en ese establecimiento” (Rojas & Limon, 2017, pág. 4).

Según Rojas y Limón (2017) “Otro problema que se ataca con este proyecto es mejoramiento del medio ambiente ya que al consumir electricidad de fuentes que consumen combustibles fósiles contribuyen a la contaminación ya que generan gases de efecto invernadero” (pág. 4).

##### **Colombia**

Según Gutiérrez y Olaya (2016) en la tesis titulada “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico sin baterías conectado a una red de distribución secundaria” Los autores indican que:

“Colombia debido a su ubicación geográfica es un país cuya matriz energética es favorable, ya que cuenta con gran recurso representado en combustibles fósiles como en recursos renovables” (Gutierrez, H. & Olaya, B., 2016, pág. 9).

Según Gutiérrez y Olaya (2016) indican que “el recurso solar en Colombia es bastante alto según fuentes de la Unidad de Planeación Minero Energética, motivo por lo cual se propone un sistema conectado a la red secundaria” (pág. 9).

### **2.1.2. A nivel Nacional**

#### **Piura**

Según Sánchez (2019) en la tesis titulado: “Sistema fotovoltaico conectado a la red para el centro de salud El Arenal en el centro poblado El Arenal, distrito El Arenal, Paita – Piura”

Según Sánchez (2019) “El presente proyecto de investigación nos brindará el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico conectado a la red de una potencia de 2 640 W en el centro poblado El Arenal específicamente en el centro de salud” (pág. 3).

Según Sánchez (2019) “el sistema es rentable recuperando la inversión inicial al séptimo año de funcionamiento. Y teniendo en cuenta que el VAN es de S/. 47 888,9 y la TIR DE 24,77 % a una tasa mínima de 12,3 % (BBVA)” (pág. 157).

#### **Cajamarca**

Según Aguirre (2019) en la tesis titulada: “Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica pública para la I.E. N° 16531, puerto Chinchipe – San Ignacio”

“El costo de inversión de S/15 714,34 se obtuvo: un periodo de retorno de 8,995 años, un VAN de S/ 142,34 y una TIR de 10 % para un horizonte de proyección de 25 años” (Aguirre, 2019, pág. 10).

#### **San Martin**

Según Lizana (2019) en la tesis “Dimensionamiento de un sistema con recursos energéticos renovables conectado a red en el Distrito de Tarapoto, San Martin”

Según Lizana (2019) “Se obtuvo los datos de irradiación solar usando el software METEONORM obteniendo que este varía entre 4,93 kWh/m<sup>2</sup> /día y 5,73 kW.h/m<sup>2</sup> /día, por lo que el recurso solar resulta aplicable para la generación de energía eléctrica” (pág. 6).

Según Lizana (2019) “Se calculó el costo total del sistema propuesto obteniéndose un valor de S/. 15 552,10” (pág. 6).

“Se realizó la evaluación económica con una tasa de 12 % obteniéndose para un horizonte de 25 años un VAN de S/.3 341,43 y la TIR de 14%” (Cristian, 2019, pág. 6).

### **Chimbote**

Según Barreto (2017) en la tesis titulada: “SUMINISTRO ALTERNATIVO DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE PANELES SOLARES, PARA AUTOCONSUMO DOMICILIARIO EN EL SECTOR URBANO DE CHIMBOTE”

“El periodo de recuperación para autoconsumo directo y autoconsumo con almacenamiento es igual a 11 años y 12 años, respectivamente” (Barreto, 2017, pág. 66).

“El VAN para autoconsumo directo y autoconsumo con almacenamiento es igual a S/ 20 460,18 (US\$ 6 256,94) y S/ 37 295,40 (US\$ 11 405,32), respectivamente” (Barreto, 2017, pág. 66).

Según Barreto (2017) “La Tasa Interna de Retorno (TIR) para autoconsumo directo y autoconsumo con almacenamiento es igual a 12,53% y 11,54%, respectivamente. Por lo que constituye una buena opción” (pág. 66).

### **2.1.3. A nivel Local**

#### **Ferreñafe-Lambayeque**

Según Aquino (2019) en su trabajo de suficiencia profesional “SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED PARA EL PUESTO DE SALUD DEL CASERIO TOTORAS PAMPAVERDE DISTRITO DE KAÑARIS, PROVINCIA DE FERREÑAFAE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE” el autor indica que:

Aquino (2019) “Se determinaron los niveles de radiación existentes en la zona del proyecto, para lo cual se utilizaron la data existente proveniente de la página Web de la Nasa e información proveniente del atlas Solar del Perú elaborado por el MEM” (pág. 129).

Aquino (2019) “Efectuando el análisis económico y financiero se obtuvo un VAN de S/ 30 854,14 y la TIR de 32,93% a una tasa mínima del 12,3% (BBVA), así; esto hace que la inversión sea rentable frente a cualquier tasa de interés bancario del mercado local y actual” (pág. 129).

“Por otra parte, el tiempo de recuperación de la inversión será de 3,03 años” (Aquino, 2019, pág. 129).

#### **Picsi -Lambayeque**

Según German (2019) en la tesis titulado: “Microgeneración distribuida con sistema fotovoltaico para autoconsumo en la Municipalidad de Picsi en el departamento de Lambayeque” el autor indica que:

“El sistema propuesto suministrará el 93 % de la energía eléctrica requerida por la municipalidad de Picsi, mientras que el restante 7% será suministrado por la red eléctrica de la concesionaria” (German, 2019, pág. 6).

German (2019) indica que: “Se realizó la evaluación técnica y económica los indicadores económicos evaluados para una tasa de descuento de 12 % y un periodo de 25 años fueron de: VAN de S/ 5 989,64 y la TIR de 14%” (pág. 6).

## **Lambayeque**

En la tesis “Propuesta de un sistema de generación híbrido eólico fotovoltaico conectado a red para suministrar con energía eléctrica a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque.”

El proyecto se concluye con un análisis de viabilidad: “como resultado de un flujo de caja proyectado para un horizonte de 20 años, el retorno de la inversión se dará en el año 19 dejando una VAN de 2 444,08 \$ y arrojando una TIR de 2,89” (Granados, 2019, pág. 3).

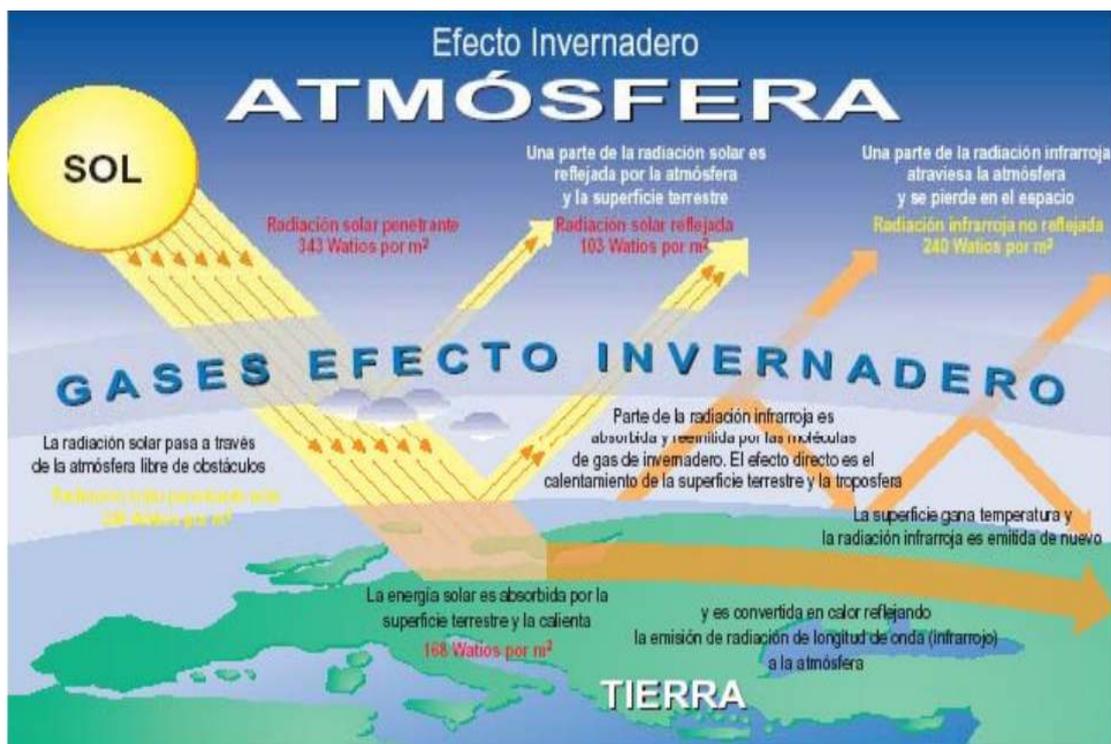
## **2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado**

### **2.2.1. Efecto invernadero**

Según Trespalacios, Blanquicett, y Carrillo (2018): “Las actividades humanas, el uso y producción de energía por medio de recursos fósiles, han provocado el aumento en la atmosfera de los gases con efecto invernadero, quienes son también llamados GEI” (pág. 1).

“Tienen la propiedad de absorber y reemitir la radiación, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de la temperatura del planeta, fenómeno denominado Efecto Invernadero” (Trespalacios, Blanquicett, & Carrillo, 2018, pág. 1).

“En el marco de las Naciones Unidas, el protocolo de Kioto (Naciones Unidas, 1998) establece límites para seis GEI” (Trespalacios, Blanquicett, & Carrillo, 2018, pág. 1).



*figura 2.* Efecto Invernadero

Fuente: (Sagarpa, 2009, pág. 1)

### 2.2.2. Protocolo Kioto

Según Alberich (2020): “Es un protocolo que emana de la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y a la vez, un acuerdo internacional” (pág. 28). “Fue adoptado en diciembre de 1997 en la ciudad de Kioto (Japón), pero no entró en vigor hasta febrero de 2005” (Alberich, 2020, pág. 28).

“En noviembre de 2009 eran 187 estados los que habían ratificado, es decir, 187 países manifestaban la voluntad de alcanzar estos objetivos mediante la promulgación de normativa o leyes” (Alberich, 2020, pág. 28).

### 2.2.3. Cambio Climático

Según Sagarpa (2009): “Es el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (pág. 1).

“La Tierra ha sufrido cambios en el clima, a partir de la revolución industrial y hasta finales del siglo XX, las estaciones meteorológicas del mundo han detectado un rápido incremento en la temperatura, en el siglo pasado y en este” (Sagarpa, 2009, pág. 1).

“Se calcula que la temperatura media del planeta ha subido entre 0.3° y 0.6° grados centígrados y que el aumento de temperatura en los últimos 100 años no es habitual ni natural” (Sagarpa, 2009, pág. 1).

#### **2.2.4. Energía renovable**

Según García (2006): “Es aquella que se obtiene de fuentes naturales que son consideradas inagotables, debido a la inmensa cantidad de energía que contienen, y porque son capaces de regenerarse por medios naturales” (pág. 1).

“Una de las fuentes comúnmente adoptadas como generadoras de energía renovable es la solar, sin embargo, existen otras fuentes que indirectamente aprovechan el calentamiento que genera esta energía, como la hidráulica y eólica” (García C. , 2006, pág. 1).

#### **2.2.5. Energía solar**

Según Núñez (2010): “La energía solar es la energía que llega del Sol en forma de luz visible y no visible” (pág. 12).

“La energía solar es una fuente de vida y origen de la mayoría de las demás formas de energía en la Tierra” (Núñez, 2010, pág. 13).



*Figura 3: Energía solar*

Fuente: (Núñez, 2010, pág. 13)

“La forma de estos colectores de energía solar se asemeja a las antenas parabólicas, que concentra en el foco los rayos que llegan paralelos al eje de la parábola (la Figura 3) concentrando la solar para obtener temperaturas elevadas” (Núñez, 2010, pág. 14).



*Figura 4: Paneles solares*

Fuente: (Núñez, 2010, pág. 14)

“Los paneles fotovoltaicos son placas rectangulares generalmente planos, con varios metros de anchura y de longitud formados por numerosas celdas, como muestra la Figura 4 y convierten directamente la energía luminosa proveniente del sol, en energía eléctrica” (Núñez, 2010, pág. 14).

### 2.2.5.1. Componentes de la radiación solar

Según García (2009): “Existen diferentes tipos de radiación solar que llega a la superficie terrestre, siendo los que podemos aprovechar para transformarlos en energía. Radiación directa y Radiación indirecta (Radiación difusa y Radiación reflejada o albedo)” (pág. 10).

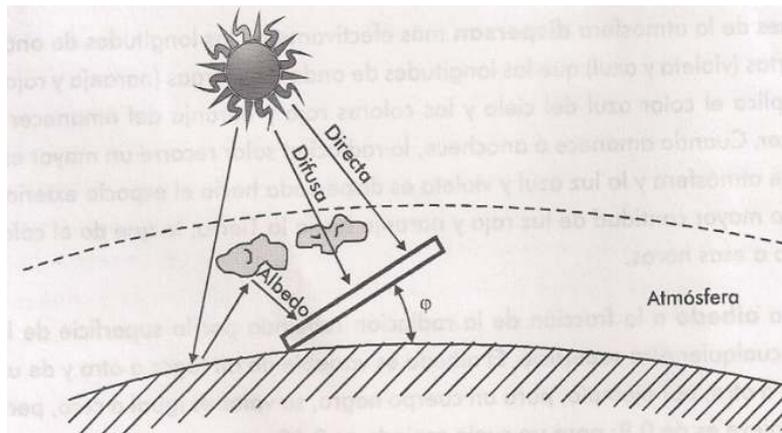


Figura 5: Componentes de la radiación solar

Fuente: (Chona & Robles, 2013, pág. 25)

#### Radiación Solar Directa

Según Calle y Pérez (2016): “La radiación solar directa es la radiación que recibimos directamente, sin ser modificada por los procesos atmosféricos de dispersión y reflexión, es decir, la recibida desde el ángulo sólido subtendido por el disco del Sol” (pág. 22).

#### Radiación Solar Difusa

Según García (2009): “La radiación difusa es la que, al atravesar la atmósfera, es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones de los elementos que hay en la atmósfera” (pág. 10).

#### Radiación Solar Reflejada (Albedo)

Según García (2009): “La radiación albedo es aquella reflejada por la superficie terrestre, o por los elementos que están en dicha superficie (montañas, lagos, edificios, etc.)” (pág. 11).

## **Radiación solar Global**

Según Gaibor (2014): “La radiación global es la radiación total. Esta constituye la suma de Radiación Solar Directa, Radiación Solar Difusa y Radiación Solar Reflejada (Albedo)” (pág. 17).

### **2.2.5.2. Irradiancia**

Según Lema (2015): “Para dar a conocer la potencia solar de cualquier radiación solar, se utiliza el término irradiancia, que representa la rapidez de incidencia de energía radiante sobre una superficie, por unidad de área, sus unidades  $W/m^2$ ” (pág. 6).

### **2.2.5.3. Irradiación**

Según Lema (2015): “Se considera a la Irradiación como la cantidad de energía, por unidad de área, que incide durante un período de tiempo dado. Las unidades empleadas son  $kW.h/m^2$  o  $MJ/m^2$ ” (pág. 7).

“Matemáticamente la irradiación es la integral de finida en un intervalo de tiempo de la irradiancia” (Lema, 2015, pág. 7).

$$I(t) = \int_{t_1}^{t_2} G(t) dt \dots\dots (Ec. 1)$$

### **2.2.5.4. Horas de sol pico (HSP)**

Según García (2020): “La hora solar pico se define como el tiempo en horas de una hipotética irradiancia solar constante de  $1\ 000\ W/m^2$ ” (pág. 46).

“Para obtener las Horas Solares Pico (HSP), se procede a igualar el área correspondiente a la energía solar diaria y el área que representa la función de las HSP donde la potencia es constante de  $1\ 000\ W/m^2$ ” (García L. , 2020, pág. 46).

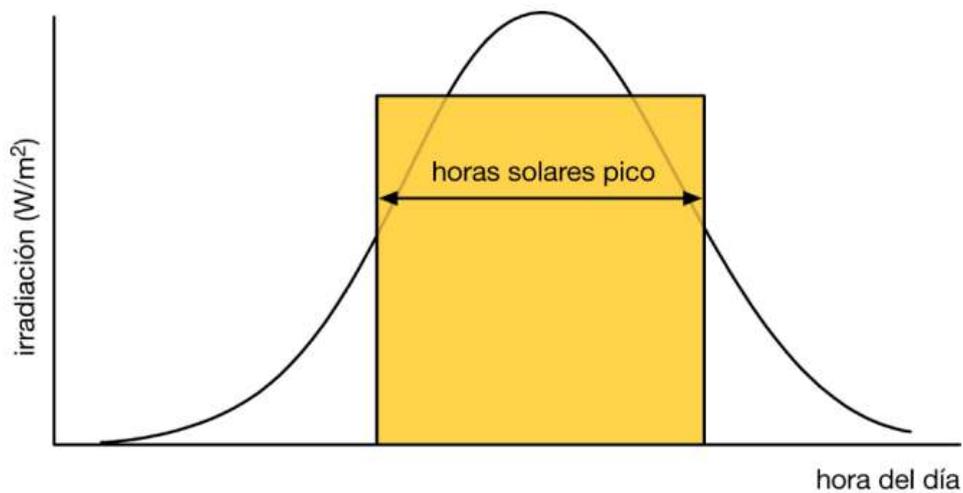


Figura 6: Horas Solares Pico

Fuente: (Argoti, 2021, pág. 18)

$$A_1 = \int_a^b p(t) d(t) = E_{solar\ diaria} (kW \cdot h/m^2) \dots \dots (Ec. 2)$$

$$A_2 = 1000 (W/m^2) * HSP (h) \dots \dots (Ec. 3)$$

$$A_1 = A_2 \dots \dots (Ec. 4)$$

$$\int_a^b p(t) d(t) = E_{solar\ diaria} (kW \cdot h/m^2) = 1000 (W/m^2) * HSP (h) \dots \dots (Ec. 5)$$

“Una vez igualadas las funciones, como se muestra en la Ecuación 6, se procede a despejar las HSP de la ecuación resultante” (García L. , 2020, pág. 47).

$$HSP(h) = \frac{E_{solar\ diaria}(kW \cdot h/m^2)}{1000 (W/m^2)} \dots \dots (Ec. 6)$$

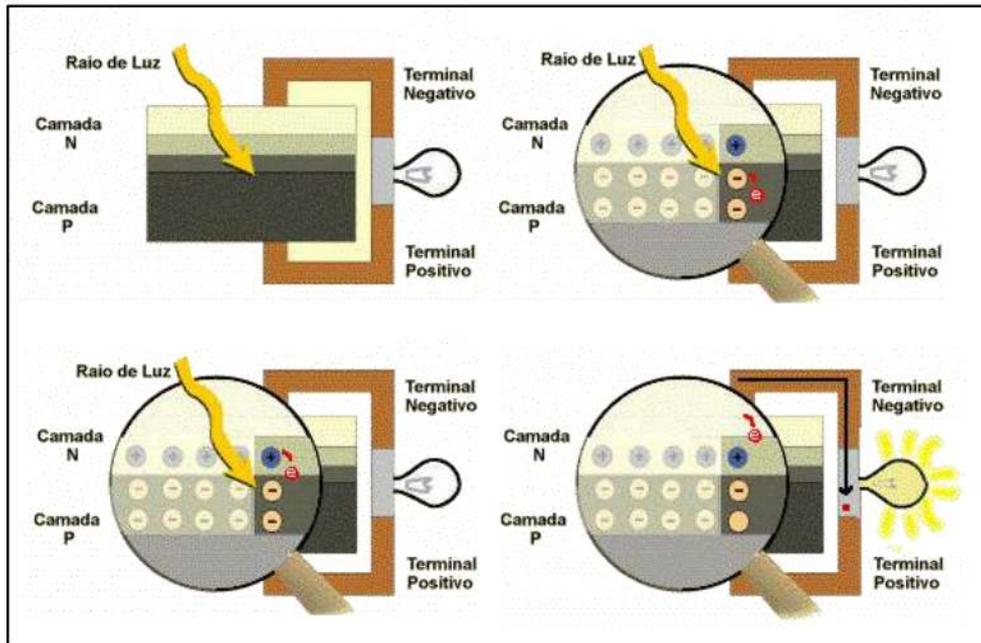
### **2.2.5.5. Efecto fotovoltaico**

Según Jordan y Gerardo (2017): “El efecto fotovoltaico consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas” (pág. 23).

“Para entender mejor hay que saber que la luz solar está compuesta de diferentes tipos de partículas llamadas fotones, los cuales están compuestos por diferentes tipos de energía, desde luz ultravioleta, luz visible, luz infrarroja, rayos gamma y rayos x” (Jordan & Gerardo, 2017, pág. 23).

“Al incidir la luz sobre la célula fotovoltaica, los fotones que la integran chocan con los electrones de la estructura del silicio dándoles energía y transformándolos en conductores” (Jordan & Gerardo, 2017, pág. 24).

“Se genera así un flujo de electrones (corriente eléctrica) en la conexión, el cual se mantendrá mientras la luz continúe incidiendo en la célula. La intensidad de la corriente generada variará proporcionalmente conforme a la intensidad de la luz incidente” (Jordan & Gerardo, 2017, pág. 24).



*Figura 7:* Proceso del efecto fotovoltaico

Fuente: (Jordan & Gerardo, 2017, pág. 24)

### 2.2.6. Instalaciones fotovoltaicas conectados a red

Según Ccama (2014): “Los sistemas fotovoltaicos conectados a red eléctrica constituyen una de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica que más atención están recibiendo en los últimos años, dado su elevado potencial de utilización en zonas urbanizadas próximas a la red eléctrica” (pág. 60).

“Estos sistemas están compuestos por un generador fotovoltaico que se encuentra conectado a la red eléctrica convencional a través de un inversor, produciéndose un intercambio energético entre ésta y el sistema fotovoltaico” (Ccama, 2014, pág. 60).

“La diferencia fundamental entre un sistema fotovoltaico autónomo y los conectados a red, consiste en la ausencia, en este último caso, del subsistema de acumulación, formado por la batería y la regulación de carga” (Ccama, 2014, pág. 60).

“Además, el inversor, en los sistemas conectados a red, deberá estar en fase con la con la tensión de la red” (Ccama, 2014, pág. 60).

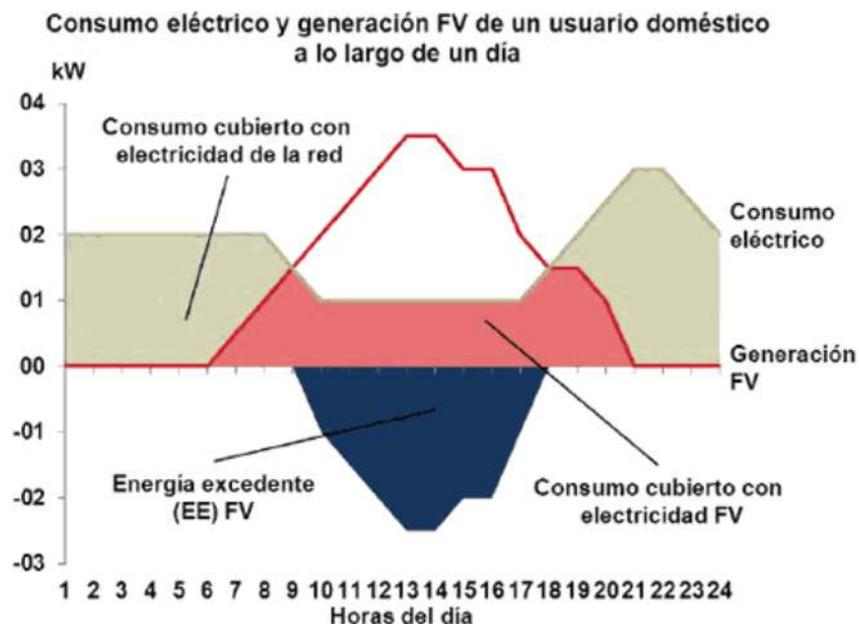
“La ventaja de esta tecnología fotovoltaica está en la posibilidad de crear una instalación a partir de un gran número de sistemas descentralizados, distribuidos en puntos de consumo, frente a la instalación en grandes superficies, eliminando las pérdidas por transporte” (Ccam, 2014, págs. 60, 61).

### 2.2.6.1. Autoconsumo instantáneo con inyección cero

Según Vilar (2018): “Son aquellas instalaciones en las que existe conexión con la red eléctrica pero no existe vertido de energía a la misma” (pág. 13)

### 2.2.6.2. Autoconsumo con balance neto

Según Menor (2017): “El balance neto o como son más conocido Net Metering, es un tipo de conexión para autoconsumo” (pág. 34).



*Figura 8:* Balance neto

Fuente: (Menor, 2017, pág. 35)

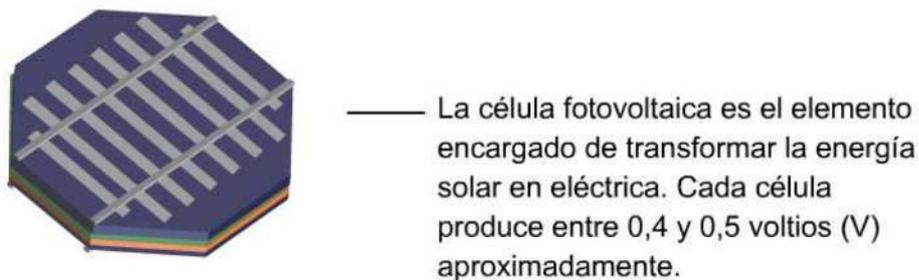
“La principal característica es que el productor de energía para autoconsumo está conectado a la red eléctrica general, por lo que existe un intercambio de energía, y no es necesario el almacenamiento en baterías (reduciendo el coste de la instalación)” (Menor, 2017, pág. 34).

## 2.2.7. Generador fotovoltaico

### 2.2.7.1. Celda solar

Según Ceriz (2010): “La célula fotovoltaica es un dispositivo electrónico que genera energía eléctrica de forma directa al recibir la luz solar” (pág. 32).

“La celda fotovoltaica está compuesta de un material semiconductor, generalmente silicio; cuando los fotones inciden (rayo de luz del sol) en una de las caras del panel solar genera una corriente eléctrica producida por el efecto fotovoltaico” (Ceriz, 2010, pág. 32).



*Figura 9: Una celda solar fotovoltaica estándar*

Fuente: (Ceriz, 2010, pág. 33)

“Aunque el material con el que están fabricadas (Figura 10) es muy abundante en la tierra, su procedimiento es laborioso y complicado” (Ceriz, 2010, pág. 33).

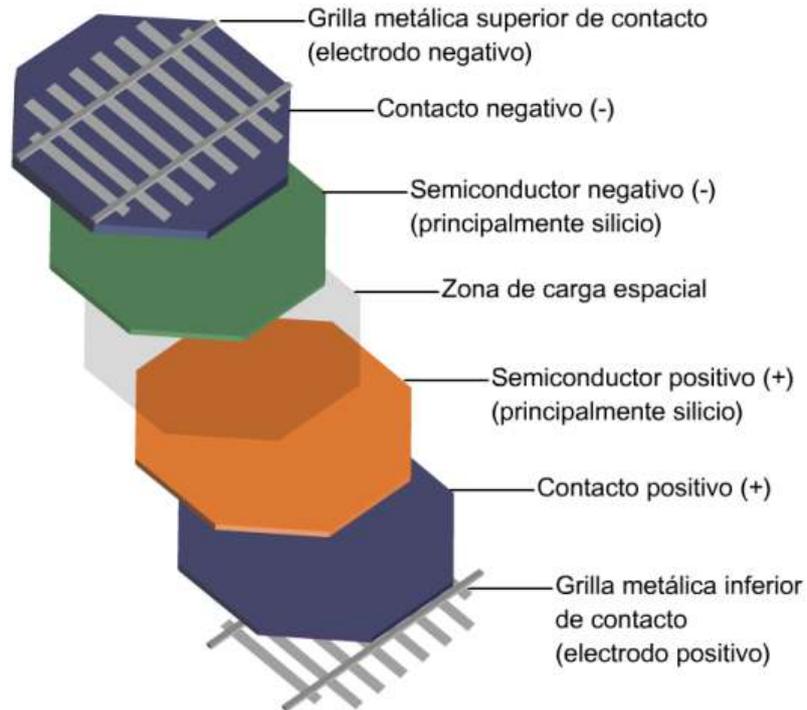


Figura 10: Composición de una celda solar fotovoltaica

Fuente: (Ceriz, 2010, pág. 34)

### 2.2.7.2. Tipos de celdas solares

#### Celdas de silicio monocristalino

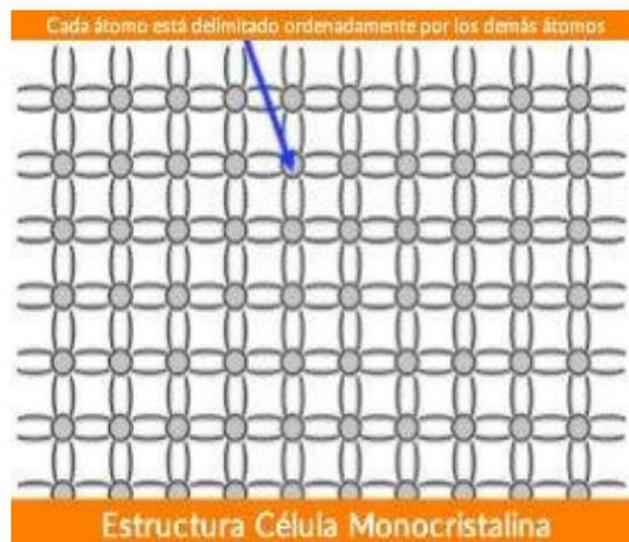


Figura 11: Estructura de una celda de Silicio monocristalina

Fuente: (Patiño & Vega, pág. 28)

Según Salazar (2014): “En este caso el silicio que compone las células de los módulos es un único cristal. El silicio puro, se refunde en un crisol junto con una pequeña proporción de boro” (pág. 35).

### **Celdas de silicio policristalino**

Según Salazar (2014): “El proceso de cristalización no es tan cuidadoso y la red cristalina no es la misma en todo el material” (pág. 35).

“El rendimiento de las celdas policristalinas varía entre 12 y 15 %. Debido a que tienen un proceso de fabricación teóricamente de mayor facilidad” (Salazar, 2014, pág. 35).

“Su coste es más reducido que las celdas de silicio monocristalino, tienen una duración menor, pero ha sido recomendada por diversos especialistas para trabajar en zonas con altas temperaturas ambientales” (Salazar, 2014, pág. 35).



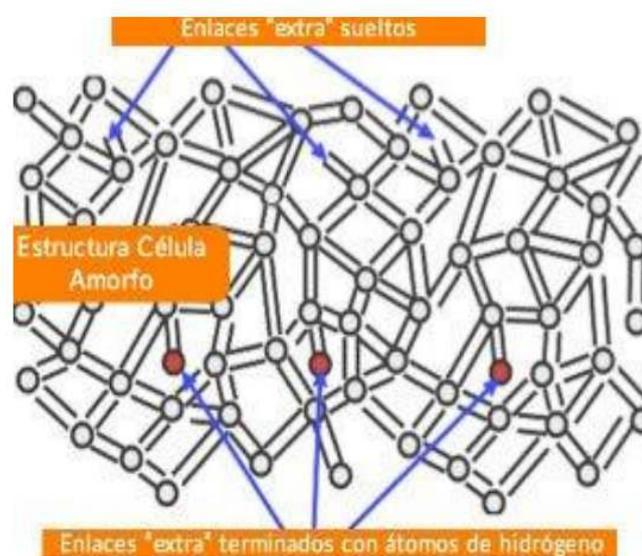
*Figura 12:* Estructura de una celda de Silicio policristalina

Fuente: (Patiño & Vega, pág. 28)

## Celdas de silicio amorfo

Según Salazar (2014): “En el silicio amorfo no hay red cristalina y se obtiene un rendimiento inferior a los de composición cristalina” (pág. 35).

“El rendimiento de esta celda es inferior al 10 %. Suelen ser utilizadas en pequeños aparatos electrónicos y ahora están empezando a utilizarse en grandes instalaciones donde la superficie no es un factor importante en la instalación” (Salazar, 2014, pág. 35).



*Figura 13:* Estructura de una celda de Silicio amorfo

Fuente: (Patiño & Vega, pág. 28)

### 2.2.7.1. Panel fotovoltaico

Según Blas y Miguel citados por Aragón (2015): “Un panel fotovoltaico es un conjunto de células solares, conectadas eléctricamente, envueltas para protegerlas y con un marco metálico para su montaje. Siendo las bases para la generación de electricidad a partir de la energía solar” (pág. 35).

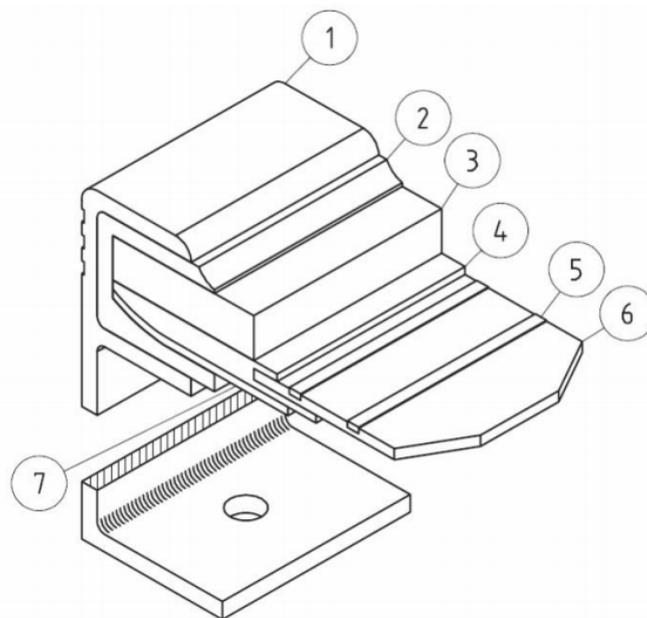
### 2.2.7.2. Partes de un panel fotovoltaico

Según Huallpa (2015): “En la Figura 14 está representado el corte esquemático de un módulo fotovoltaico con la indicación de sus componentes. En la parte frontal del módulo se coloca vidrio temperado y anti-reflexivo (3), fabricado con bajo contenido de hierro” (pág. 22).

“Luego, atrás del vidrio es colocada una placa de Etileno Acetato de Vinilo, un polímero transparente, aislante y termoplástico, llamado encapsulante (4) y que es necesario para proteger los contactos metálicos (5) y las células (6)” (Huallpa, 2015, pág. 22).

“En la región posterior se coloca una placa PVC (2). El conjunto es montado en un molde de aluminio (1) que sirve para la sustentación mecánica de las células montadas, protección contra intemperies, transporte y para disipar calor” (Huallpa, 2015, pág. 22).

“Otra finalidad del molde de aluminio es facilitar la fijación de los módulos en las estructuras de soporte que forman los paneles fotovoltaicos. La tecnología permite un tiempo de vida útil para los módulos en un rango de veinte años” (Huallpa, 2015, pág. 22).



*Figura 14:* Corte esquemático de un módulo fotovoltaico

Fuente: (Huallpa, 2015, pág. 22)

### 2.2.7.3. Efectos de la temperatura y la irradiación

Según Gutiérrez (2015): “Las condiciones de funcionamiento de radiación y temperatura en una celda solar son variables. Los valores de radiación oscilan entre 0-1000W/m<sup>2</sup> y temperaturas de trabajo que pueden alcanzar los 70° C por encima de la temperatura ambiente” (pág. 5).

“Es importante conocer cómo afectan estas condiciones de trabajo al comportamiento de la celda solar. La figura 19 muestra el efecto de irradiación en la curva característica de voltaje-corriente de una celda solar” (Gutierrez, 2015, pág. 5).

“La corriente de corto circuito  $I_{sc}$ , varía de forma lineal y proporcional a la irradiación  $G$ . La ecuación 14 muestra relación matemática entre la corriente  $I_{sc}$  y la irradiación solar  $G$ ” (Gutierrez, 2015, pág. 5).

$$I_{sc(G)} = G \frac{I_{sc(CEM)}}{1000} \dots\dots (Ec. 7)$$

“CEM: Condiciones de Medidas Estándar,  $V_{mpp}$ : Voltaje, STC: Standard Test Conditions (Pruebas en condiciones estándar),  $I_{sc(G)}$ : Corriente cortocircuito para una irradiación  $G(A)$ ,  $I_{sc(CEM)}$ : Corriente cortocircuito en condiciones CEM(A),  $G$ : Irradiancia (W/m<sup>2</sup>)” (Gutierrez, 2015, pág. 5).

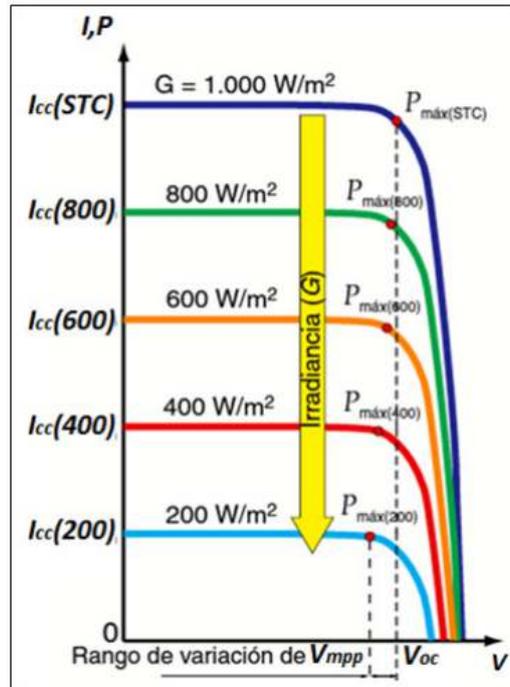


Figura 15: Características Voltaje-Corriente de una celda solar en función de la Irradiación solar

Fuente: Fuente: (Gutierrez, 2015, pág. 6)

“En la Figura 15 se muestra el efecto de la temperatura de la celda solar sobre la curva voltaje-corriente. Se puede observar que el voltaje en circuito abierto disminuye cuando aumenta la temperatura” (Gutierrez, 2015, pág. 6).

“La corriente cortocircuito aumenta cuando se incrementa la temperatura, aunque la variación es muy pequeña y a efectos prácticos se considera constante” (Gutierrez, 2015, pág. 6).

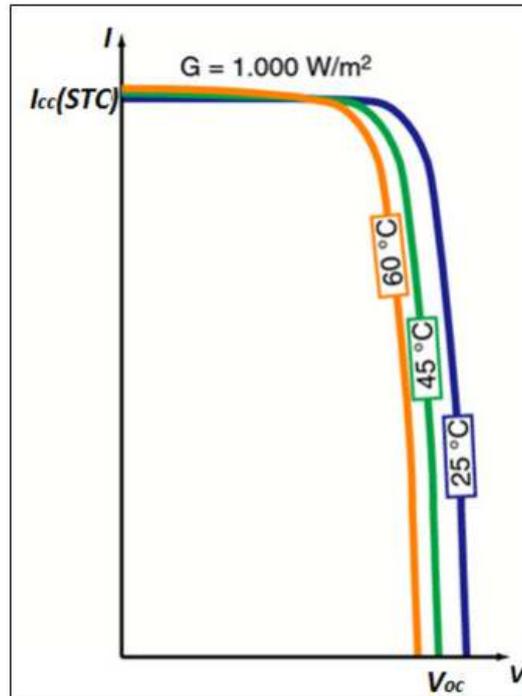


Figura 16: Características Voltaje-Corriente de una celda solar en función de la temperatura

Fuente: (Gutierrez, 2015, pág. 7)

#### 2.2.7.4. Conexiones de módulos fotovoltaicos

##### Conexión de módulos fotovoltaicos en Serie

“En ese tipo de conexión la corriente que fluye a través del circuito es igual en todos los puntos, mientras que la tensión es aditiva, es decir, la tensión final se obtiene sumando la tensión de cada célula del módulo” (Gutierrez, 2015, pág. 23).

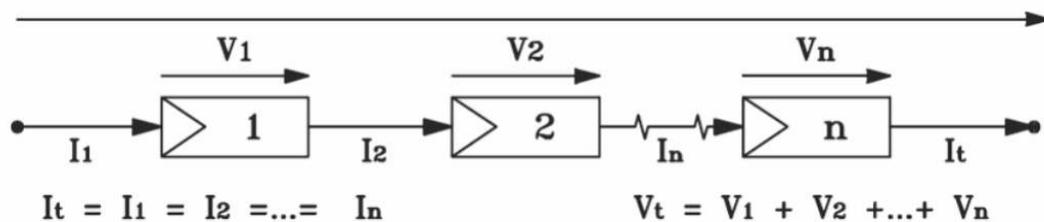


Figura 17: Conexión de módulos en serie

Fuente: (Gutierrez, 2015, pág. 23).

### Conexión de placas solares en Paralelo

“En estas conexiones el valor de la tensión del módulo es exactamente igual a la tensión de la célula en cuanto que la corriente pasa a ser aditiva” (Gutierrez, 2015, pág. 23).

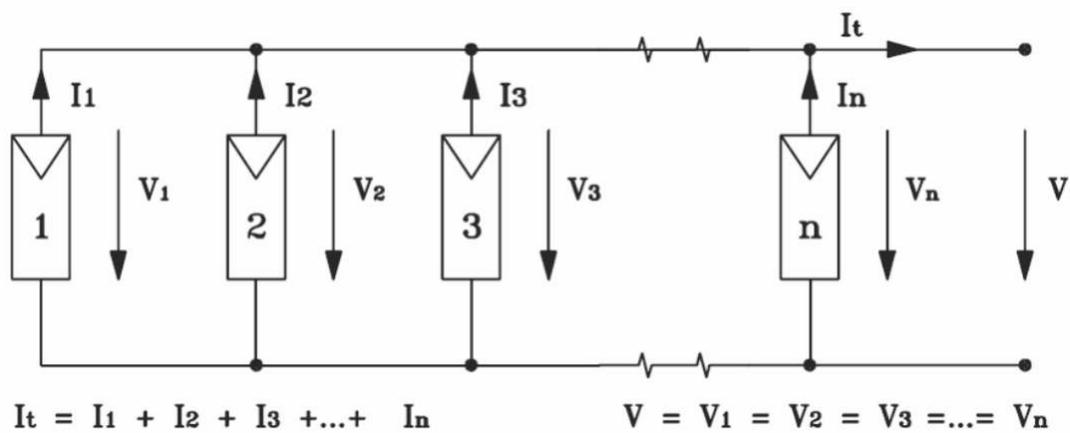


Figura 18: Conexión de módulos en paralelo

Fuente: (Gutierrez, 2015, pág. 23).

### Conexión mixta de placas solares

Según Damacela y Guamangate (2018): “Este tipo de conexión es común cuando se necesita diferentes tensiones y potencias, pueden combinarse en serie-paralelo como se muestra en la figura 19”

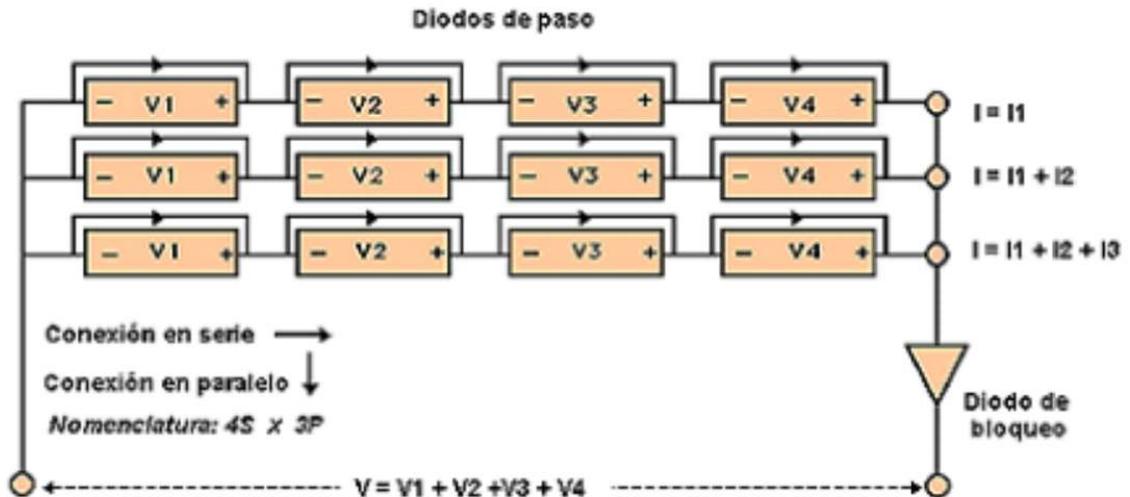


Figura 19: Conexión de paneles fotovoltaicos mixta

Fuente: (Damacela & Guamangate, 2018, pág. 20)

## 2.2.8. Montaje de paneles solares

### a) Montaje en Postes

Según Mineros (2017): “En este tipo de montaje los módulos son montados en un sistema de soportes que son sujetos a un poste vertical el cuál es permanentemente asegurado al suelo perforándolo e introduciendo el poste y sellándolo con concreto” (pág. 42).

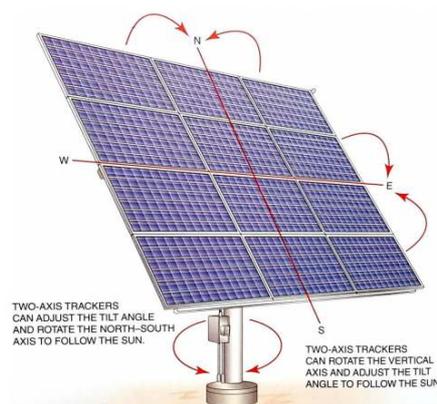


Figura 20: Módulos FV en poste con uno o dos ejes de seguimiento solar

Fuente: (Mineros, 2017, pág. 43)

**b) Montaje en suelo:**

Según Mineros (2017): “En este tipo de sistema la estructura de soporte de los módulos es ligado directamente al suelo a unas zapatas preparadas para este fin (figura 21)” (pág. 42).



*Figura 21:* Módulos fotovoltaicos instalados en el suelo

Fuente: (Mineros, 2017, pág. 44)

**c) Montaje en Techo**

“El techo debe ser lo suficientemente fuerte para soportar el peso extra de los paneles, y lo más importante, el peso extra del viento. Las penetraciones para cables deben ser impermeables” (García J. , 2013, págs. 40, 41).



*Figura 22:* Módulos fotovoltaicos montados directamente en el techo o en alguna estructura cercana a la superficie del techo.

Fuente: (Mineros, 2017, pág. 40)

“los paneles pueden colocarse en un techo plano sobre un marco que lo soporte. El marco está hecho de metal y fijado al techo (con pernos grandes) o se hacen lo suficientemente pesados utilizando concreto” (García J. , 2013, pág. 41).



*Figura 23:* Módulos fotovoltaicos montados en estructura metálica con una inclinación determinada en techo plano

Fuente: (Mineros, 2017, pág. 41)

### **2.2.9. Inversor Fotovoltaico**

Según Pérez (2016): “Un inversor fotovoltaico es un equipo electrónico que convierte la corriente eléctrica continua del panel solar en corriente alterna para luego ser suministrada a la red comercial con características establecidas por la red” (pág. 27).

### **2.2.10. Cableado del Sistema Fotovoltaico**

Según Bastidas (2019): “Los sistemas de cableado de CD son diferentes a los sistemas de CA. Los sistemas CD usan bajo voltaje y fluyen en una sola dirección. Los tipos de cables se diferencian en el material conductor y el aislante” (pág. 24).

“Los materiales conductores más comunes son el cobre y el aluminio. El cobre tiene mayor conductividad y por lo tanto puede llevar más corriente que el de aluminio. El conductor puede ser sólido o retorcido” (Bastidas, 2019, pág. 24).

### 2.2.11. Elementos de protección

Según Lasluisa y Tobar (2019): “Las instalaciones y la demanda de sistemas fotovoltaicos aumentan la necesidad de una protección eléctrica eficaz. Los sistemas fotovoltaicos, deben tener una protección adecuada frente a los picos de corriente y la sobretensión.” (pág. 32).

**Fusible:** “Se define que el fusible o elemento de protección contra sobre corriente debe ser dimensionado a un valor no menor al 125% de la corriente del conductor una vez aplicados factores de corrección” (Lasluisa & Tobar, 2019, pág. 32).

**El seccionador:** “El seccionador o desconectador es un medio que permite abrir el circuito para sacar de operación los módulos en caso de alguna supervisión o mantenimiento (Lasluisa & Tobar, 2019, pág. 33)”.

“Este tipo de seccionador se exige sea de aplicación fotovoltaica para que extinga el arco eléctrico en cada apertura del circuito” (Lasluisa & Tobar, 2019, pág. 33).

**La barra de tierras:** “La barra de tierras es un elemento el cual va a concentrar los conductores de puesta a tierra dependiendo de la cantidad de arreglos” (Lasluisa & Tobar, 2019, pág. 33).

### 2.2.12. Puesta a tierra

Según Pantoja (2017): “Los módulos solares fotovoltaicos disponen en el marco de un orificio (taladro) específico para su puesta a tierra (generalmente señalado mediante el símbolo de puesta a tierra)” (pág. 81).

“El conductor de protección a tierra de los módulos solares es recomendable que se conecte también a un punto de la estructura” (pág. 82)”.

“El conductor de puesta a tierra del sistema fotovoltaico debe ser desnudo, o ir protegido bajo tubo” (pág. 82)”.

### 2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.

#### **Corriente de cortocircuito, $I_{sc}$**

Según Espinoza y Poma (2019): “Es la máxima corriente que se puede obtener de la célula fotovoltaica se obtiene midiendo la corriente de la célula cuando la tensión en sus bornes es de cero voltios” (pág. 41).

#### **Tensión de circuito abierto, $V_{oc}$**

Según Espinoza y Poma (2019): “Es la máxima tensión que se puede extraer de una célula solar, si la corriente que se extrae de la célula es nula” (pág. 41).

“En las células de Si de tipo medio es del orden de 0,6 V mientras que en las de GaAs es de 1V” (Espinoza & Poma, 2019, pág. 41).

#### **Potencia máxima, $P_{max}$**

Según Espinoza y Poma (2019): “La potencia, es el producto de la corriente por la tensión; tanto en cortocircuito como en circuito abierto la potencia es 0, por lo que habrá un valor entre 0 y para el que la potencia será máxima y vale” (pág. 41).

$$P_{max} = V_{max} * I_{max} \dots\dots (Ec. 8)$$

#### **Factor de forma, FF**

Según Espinoza y Poma (2019): “Que se relaciona con la potencia máxima, la tensión en circuito abierto y la corriente de cortocircuito por la Ecuación 11” (pág. 41).

“Obsérvese que el máximo valor que puede tomar es FF= 1; así, cuanto más próximo sea este número a la unidad, mejor será la célula” (Espinoza & Poma, 2019, pág. 41).

$$P_{max} = I_{sc} * V_{oc} * F_F \dots\dots (Ec. 9)$$

### **Eficiencia, $\eta$**

Según Carta, Calero, Colmenar, Castro y Collado citados por Espinoza y Poma (2019):

“La Eficiencia,  $\eta$ , expresado en %, es el parámetro por excelencia que define el funcionamiento de la célula solar” (pág. 42).

Según Carta, Calero, Colmenar, Castro y Collado citados por Espinoza y Poma (2019):

“Representa la relación entre la potencia que obtenemos de la célula y la potencia de la luz que incide sobre ella” (pág. 42)

$$\eta = \frac{I_{sc} * V_{oc} * F_F}{A * P_{sol}} \dots\dots (Ec. 10)$$

Según Carta, Calero, Colmenar, Castro y Collado citados por Espinoza y Poma (2019):

“ $P_{sol}$  es la potencia luminosa por unidad de área que se recibe del sol en forma de fotones (en condiciones estándar, 100 mW/cm<sup>2</sup>) y A es el área de la célula. Tipos de celdas solares” (pág. 42).

## **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

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

El tipo de investigación es aplicada por qué se va a dar solución a un problema de la vida real

El diseño de investigación es no experimental puesto que no se manipularán las variables

### **3.2. Población y muestra**

La población es el domicilio ubicado en Lora y Cordero 1159 en la Provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque.

La muestra es el domicilio ubicado en Lora y Cordero 1159 en la Provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque.

### **3.3. Técnicas de muestreo**

La población es igual a la muestra, por lo que, no se utilizará técnica de muestreo.

### **3.4. Hipótesis**

Se tiene la suficiente irradiación solar para el diseño viable de un sistema fotovoltaico conectado a red para autoconsumo domiciliario en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque.

### **3.5. Variables - Operacionalización**

Las variables para el presente proyecto son los siguientes

X: Variable independiente: Irradiación solar

Y: Variable dependiente: Sistema conectado a red.

Tabla 1  
Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
Irradiación solar	Según Atarama (2019) “también conocida como insolación se refiere a la cantidad de energía solar recibida durante un determinado periodo de tiempo. Sus unidades de medida son: $W.h/m^2$ ” (pág. 37).	Cálculo de la irradiación solar promedio anual	Irradiación solar ( $kW.h/m^2/día$ )
Sistema conectado a red	Según Ujaen (2016) “Un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR) consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un inversor que opera en paralelo con la red eléctrica convencional”.	Diseñar un sistema conector a red para autoconsumo domiciliario.	Energía promedio diaria (kW.h) Máxima demanda (W) Cálculo y selección de los paneles fotovoltaicos (kWp). Cálculo y selección del inversor (kW).

Fuente: Elaboración propia

### **3.6. Métodos y Técnicas de investigación**

#### **Observación**

Según UDLA (1999) “Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis”.

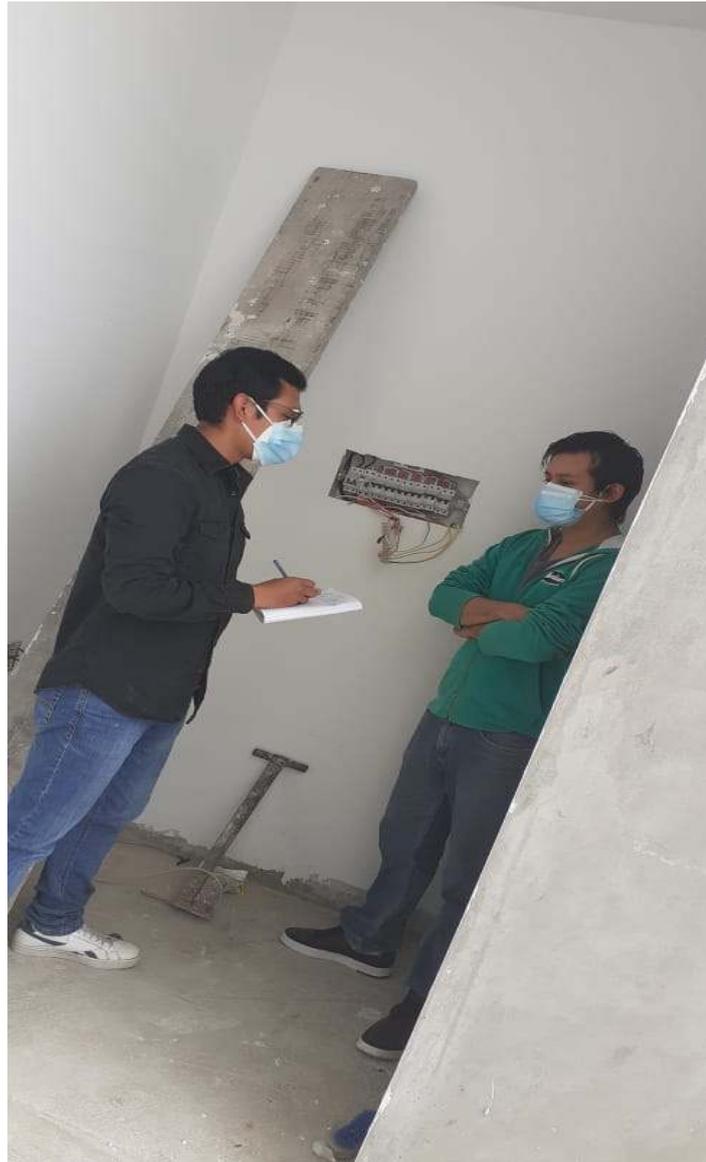
“Proceso de contemplar en forma cuidadosa y sistemática como se desarrolla una conducta en un contexto determinado, sin intervenir sobre ella o manipularla” (UDLA, 1999).

Se realizaron visitas al predio con la finalidad de obtener información sobre la infraestructura, posible ubicación de equipos del sistema conectado a red.

#### **Entrevista**

Idrobo (2017) afirma: “La técnica de la entrevista, es una conversación que una persona mantiene con otra la cual se encuentra estructurada con una variedad de preguntas o afirmaciones que traza el entrevistador obteniendo su respuesta o su opinión” (pág. 38)

La entrevista se realizó a los dueños del predio con la finalidad de obtener mayor información.



### **Análisis Documental**

Según Castillo (2005) “La finalidad última del análisis documental es la transformación de los documentos originales en otros secundarios, instrumentos de trabajo, identificativos de los primeros y gracias a los cuales se hace posible tanto la recuperación de éstos como su difusión” (pág. 2). Se obtuvo información de tesis, libros, revistas científicas y del internet.

### **3.7. Descripción de los instrumentos utilizados**

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

Con la data de irradiación solar se calculó del valor promedio anual, luego en base a la energía promedio diaria consumida en el predio al cálculo y selección los equipos; luego se realizó la evaluación económica con la finalidad de saber si la alternativa de solución propuesta es viable.

Se utilizó la estadística descriptiva.

## CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

### 4.1. Descripción del sistema propuesto

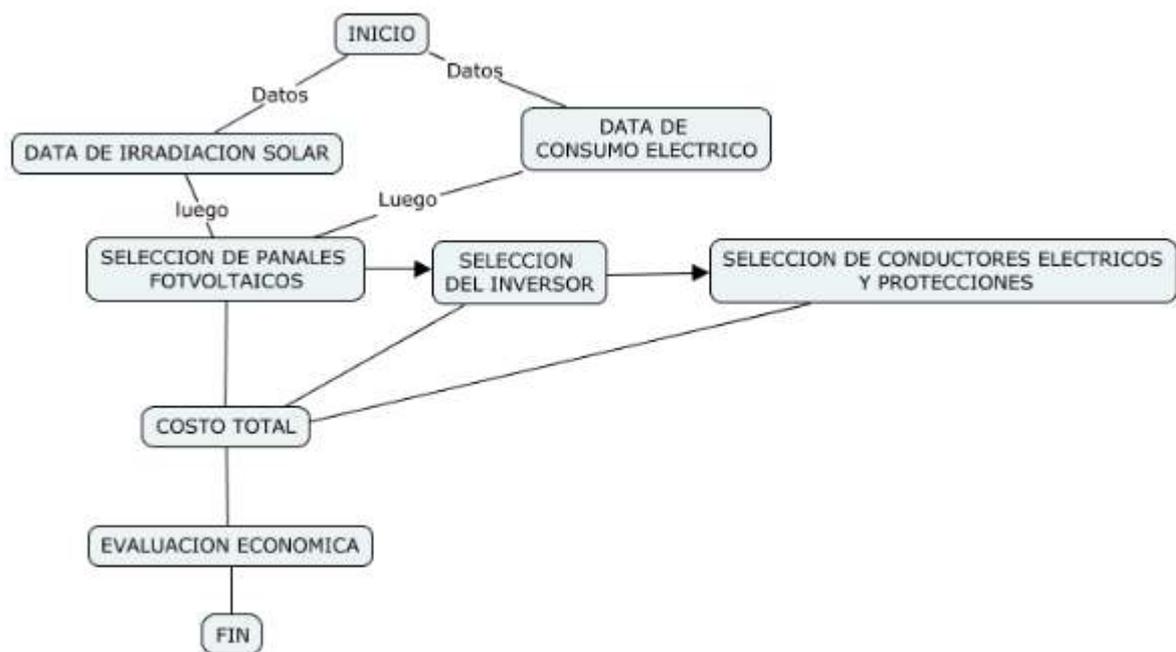


figura 24. Descripción de la propuesta

Fuente: propia

Como alternativa de solución al problema un sistema conectado, con el cual se podrá reducir la facturación por consumo eléctrico.

Para realizar el diseño se requiere de la data de irradiación solar y consumo eléctrico del predio y con ello se calcula la energía promedio diaria y se seleccionan los paneles fotovoltaicos, luego con la data de temperatura y las características eléctricas de los paneles servirán para poder seleccionar el inversor. Teniendo los equipos seleccionados se procede a calcular los conductores eléctricos y las protecciones y como siguiente paso se calcula el costo del sistema propuesto. Con los datos anteriores se procede a realizar la evaluación económica (figura 24).

## CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1. Cálculo de la energía eléctrica promedio anual consumida en el predio.

De la información obtenida de los recibos se realizó la siguiente tabla

Tabla 2  
*Data de energía eléctrica consumida-2019*

<b>Mes</b>	<b>Energía (kW.h)</b>	<b>Núm. días</b>
Enero	504	31
febrero	488	28
Marzo	505	31
Abril	499	30
Junio	442	30
Julio	503	31
Setiembre	489	30
Octubre	487	31
Noviembre	464	30
<b>Total</b>	<b>4381</b>	<b>272</b>

Nota: Elaboración propia

De la tabla 2 se tiene que el consumo promedio diario para el año 2019 según los datos obtenidos fue de 16,11 kWh, además se observa que el mayor consumo de energía eléctrica se produjo en el mes de enero.

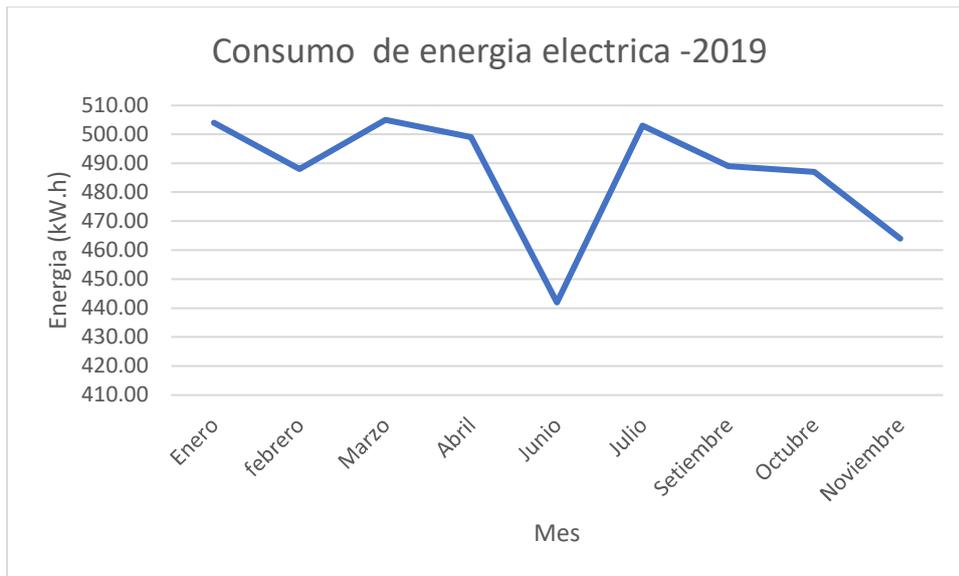


figura 25. Consumo de energía eléctrica año 2019

Fuente: propia

## 5.2. Calcular la irradiación solar promedio.

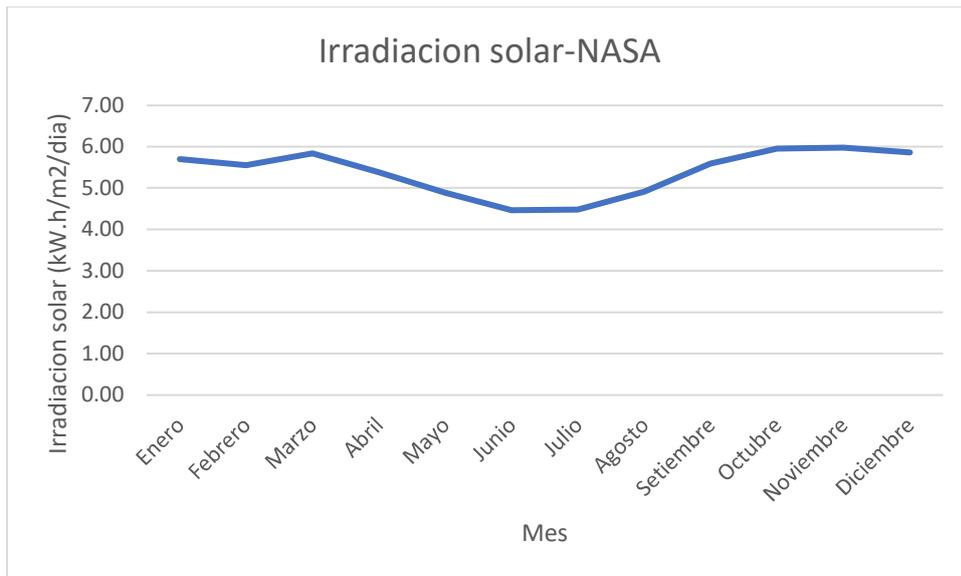
Tabla 3

*Irradiación solar- NASA*

Mes	Irradiación Solar (kW.h/m <sup>2</sup> /día)	Mes	Irradiación Solar (kW.h/m <sup>2</sup> /día)	Mes	Irradiación Solar (kW.h/m <sup>2</sup> /día)
Enero	5,70	Mayo	4,89	Setiembre	5,59
Febrero	5,55	Junio	4,47	Octubre	5,95
Marzo	5,84	Julio	4,48	Noviembre	5,98
Abril	5,38	Agosto	4,91	Diciembre	5,86

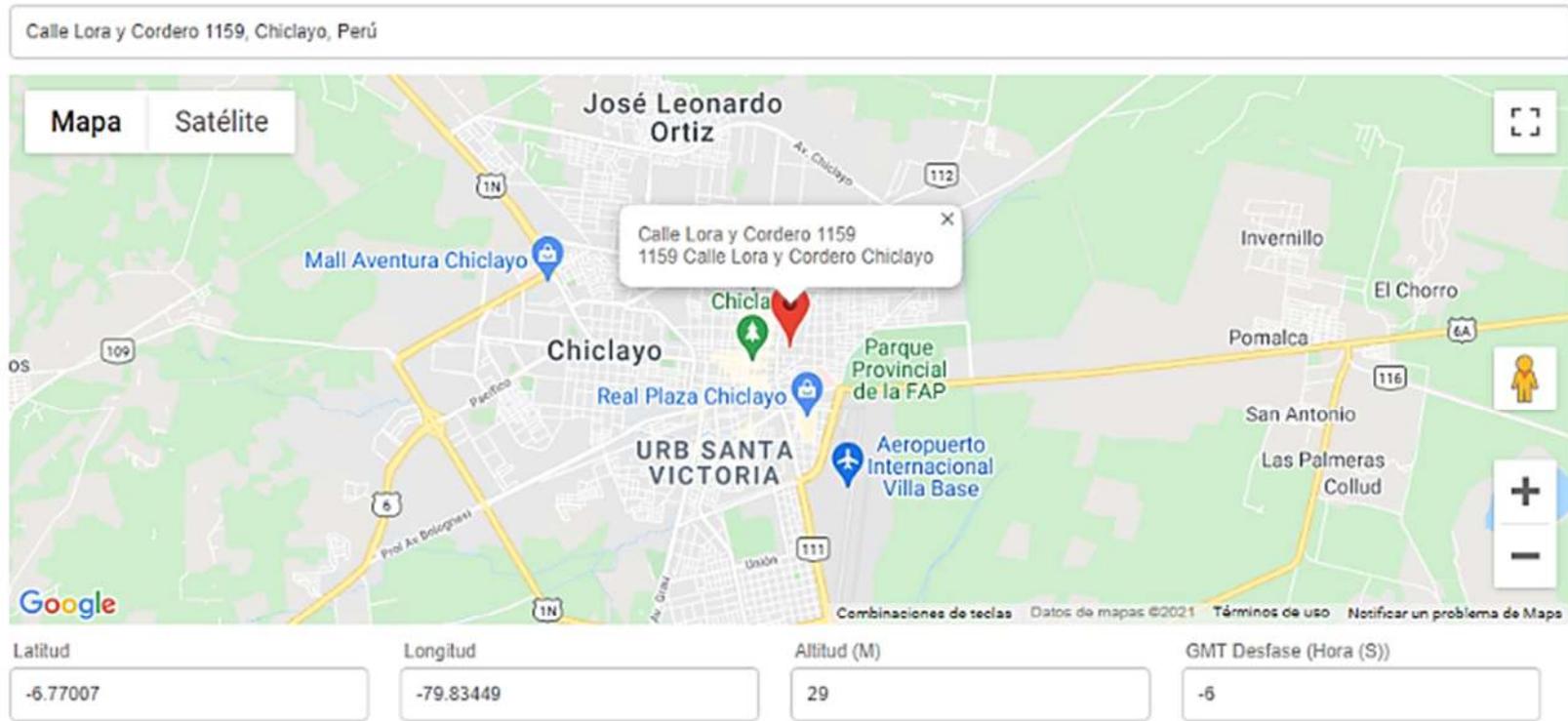
Nota: Datos obtenidos de la página web de la NASA

La irradiación solar promedio es de 5,83 kW.h/m<sup>2</sup>/día.



*figura 26* .Irradiación solar-NASA

Fuente: propia



Por favor, seleccione meses para la operación

Seleccionar todo



Promedio diario de la radiación solar [kWh/m<sup>2</sup>/day] Para paneles inclinada mismo que la latitud



figura 27. Irradiación solar- NASTEC

Fuente: NASTEC

Tabla 4  
Irradiación solar- NASTEC

Mes	Irradiación Solar (kW.h/m <sup>2</sup> /día)	Mes	Irradiación Solar (kW.h/m <sup>2</sup> /día)	Mes	Irradiación Solar (kW.h/m <sup>2</sup> /día)
Enero	5,7	Mayo	5,05	Setiembre	5,57
Febrero	5,5	Junio	4,65	Octubre	5,88
Marzo	5,77	Julio	4,65	Noviembre	5,97
Abril	5,44	Agosto	5,01	Diciembre	5,89

Fuente: propia

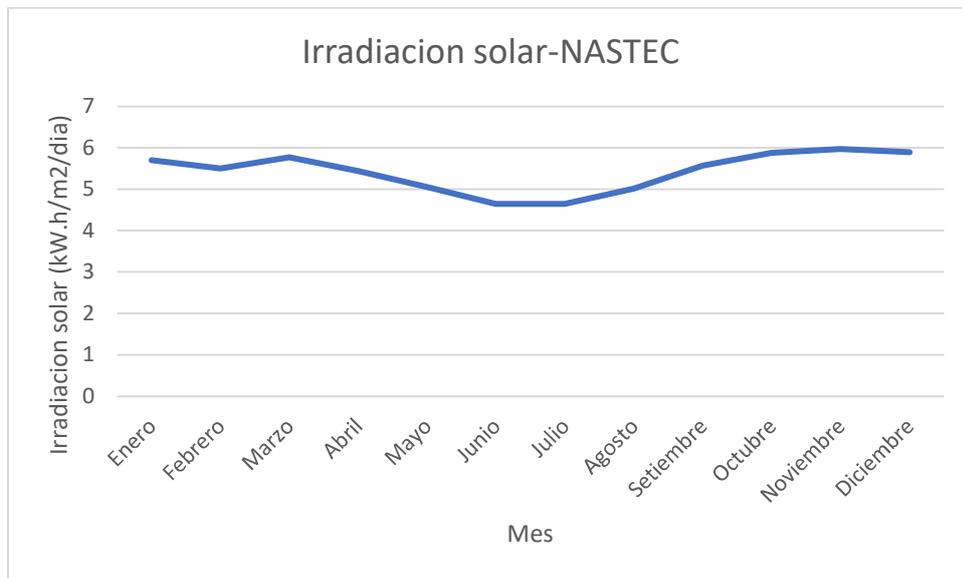


figura 28. Irradiación solar- NASTEC

Fuente: propia

De los datos de ambas fuentes para el caso de la NASA se obtiene que la irradiación solar promedio es de 5,83 kW.h/m<sup>2</sup>/día y en el caso de los datos de NASTEC irradiación solar promedio es de 5,42 kW.h/m<sup>2</sup>/día. Para los cálculos posteriores se utiliza el valor de: 5,42 kW.h/m<sup>2</sup>/día.

### 5.3. Calcular y seleccionar los equipos del sistema conectado a red.

#### 5.3.1. Generador fotovoltaico

Agustin y Santamaria (2011) La potencia del generador fotovoltaico se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_{\text{Generador}_{\text{fotovoltaico}}(\text{kWp})} = \frac{E_{\text{promedio diario}} (\text{kW.h})}{(\text{HSP}) \times \text{PR}} \dots (\text{Ec. 11})$$

Con el valor de la energía el promedio diario de: 16,11 kW.h se procede a realizar los cálculos para la selección de equipos

$$P_{\text{Generador}_{\text{fotovoltaico}}(\text{kWp})} = \frac{16,11 \text{ kW.h}}{5,42 \times 0,7} = 4,25 \text{ kWp}$$

Con la potencia requerida del generador fotovoltaico se procede a seleccionar la potencia y el número de paneles fotovoltaicos, para ello se propone diferentes marcas y potencias de paneles y se procede a calcular el número de paneles necesarios

A continuación, se procede a calcular el número de paneles fotovoltaicos tal como se muestra a continuación:

1.- Numero de paneles para ERA SOLAR de 340 Wp

$$N_{\text{paneles}_{\text{fotov}}} = \frac{16,11 \text{ kW.h}}{5,42 \times 0,7 \times 0,34} \approx 13$$

2.- Numero de paneles para ERA SOLAR de 400 Wp

$$N_{\text{paneles}_{\text{fotov}}} = \frac{16,11 \text{ kW.h}}{5,42 \times 0,7 \times 0,40} \approx 11$$

3.- Numero de paneles para EGOGREEN de 350 Wp

$$N_{\text{paneles}_{\text{fotov}}} = \frac{16,11 \text{ kW.h}}{5,42 \times 0,7 \times 0,35} \approx 13$$

4.- Numero de paneles para JA SOLAR de 455 Wp

$$N_{\text{paneles\_fotov}} = \frac{16,11 \text{ kW.h}}{5,42 \times 0,7 \times 0,455} \approx \mathbf{10}$$

5.- Numero de paneles para ERA SOLAR de 200 Wp

$$N_{\text{paneles\_fotov}} = \frac{16,11 \text{ kW.h}}{5,42 \times 0,7 \times 0,20} \approx \mathbf{22}$$

Los resultados se resumen en la tabla 5

Tabla 5  
*Costo del generador fotovoltaico*

Fabricante	potencia (Wp)	N° paneles fotovoltaicos	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)	Potencia (kWp)	Costo (S/) /kWp
ERA SOLAR	340	13	530	6 890,00	4,42	1 558,82
ERA SOLAR	400	11	632	6 952,00	4,40	1 580,00
ECOGREEN	350	13	580	7 540,00	4,55	1 657,14
JA SOLAR	455	10	690	6 900,00	4,55	1 516,48
ERA SOLAR	200	22	347,06	7 635,32	4,40	1 735,30

Nota: Elaborado en base a la cotización (ANEXO 07)



E

*figura 29.* Panel fotovoltaico JA SOLAR

Fuente: obtenido de AUTOSOLAR (ANEXO 02)

Tabla 6  
Características eléctricas del panel fotovoltaico JA SOLAR 455 Wp

<b>ELECTRICAL PARAMETERS AT STC</b>						
TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	440	445	450	455	460	465
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.40	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	40.90	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.28	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.76	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96
Module Efficiency [%]	19.7	20.0	20.2	20.4	20.6	20.8
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc( $\alpha_{Isc}$ )	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc( $\beta_{Voc}$ )	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax( $\gamma_{Pmp}$ )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.						

Nota: obtenido de AUTOSOLAR (ANEXO 02)

Ahora es necesario obtener datos de temperatura para ello se consulta la página web de las estaciones meteorológicas del SENAMHI

### 2.3.1. Inclinación de los paneles fotovoltaicos

Aplicando la ecuación (Ec.12) y con la latitud de -6.7671885:

$$\beta = 3,7 + (0,69 \times |\text{Latitud}|) \dots (\text{Ec. 12})$$

$$\beta = 3,7 + (0,69 \times |-6,767|)$$

$$\beta = 8,40^\circ$$

Entonces se ha considerado que el generador fotovoltaico debe tener una inclinación de 15°.

### 2.3.2. Separación entre filas de paneles fotovoltaicos

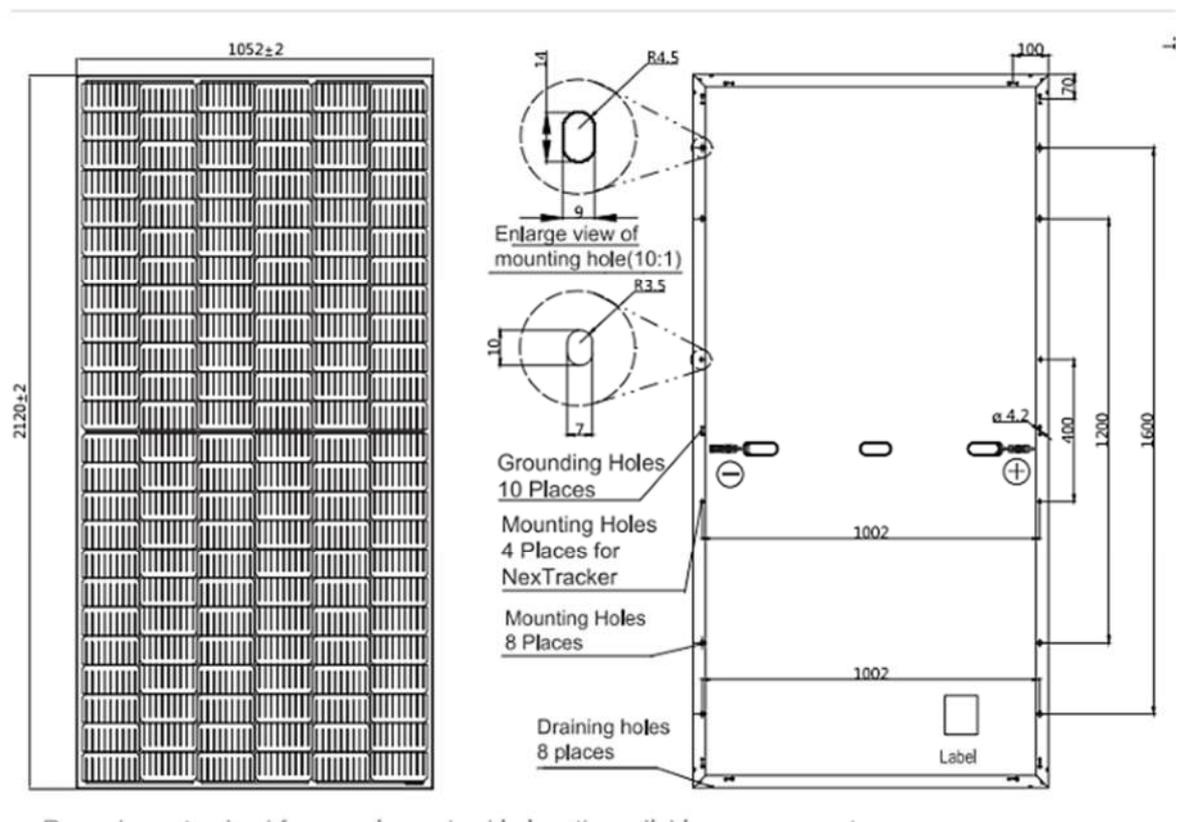


figura 30. Geometría del panel fotovoltaico JA SOLAR

Nota: obtenido de AUTOSOLAR (ANEXO 02)

para ello utilizaremos la ecuación (Ec.13)

$$D_{min} = Longitud\_panelx[\cos \beta + (\sin \beta)/(tg(61 - \theta))]. \dots (Ec. 13)$$

Reemplazando datos tenemos

$$D_{min} = 2\,120x\left(\cos(15^\circ) + \frac{\sin(15^\circ)}{tg(61^\circ - 6,767^\circ)}\right) = 2\,443 \text{ mm}$$

Entonces 2 443 mm sería la distancia mínima entre filas de paneles fotovoltaicos, ahora teniendo en consideración la recomendación de MONSOLAR le agregamos un 25 % adicional de donde finalmente la separación será de: 3 054 mm.

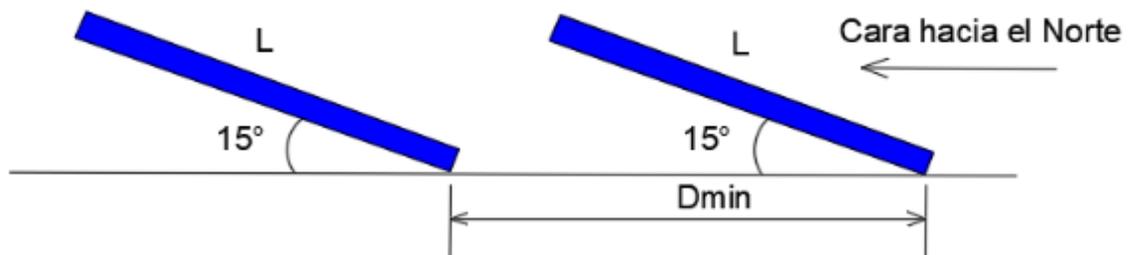


Figura 31. Distancia entre filas de paneles fotovoltaicos

Fuente: propia

Ahora buscamos datos de temperatura de la estación meteorológica del SENAMHI (figura 31)

## Datos Hidrometeorológicos en Lambayeque

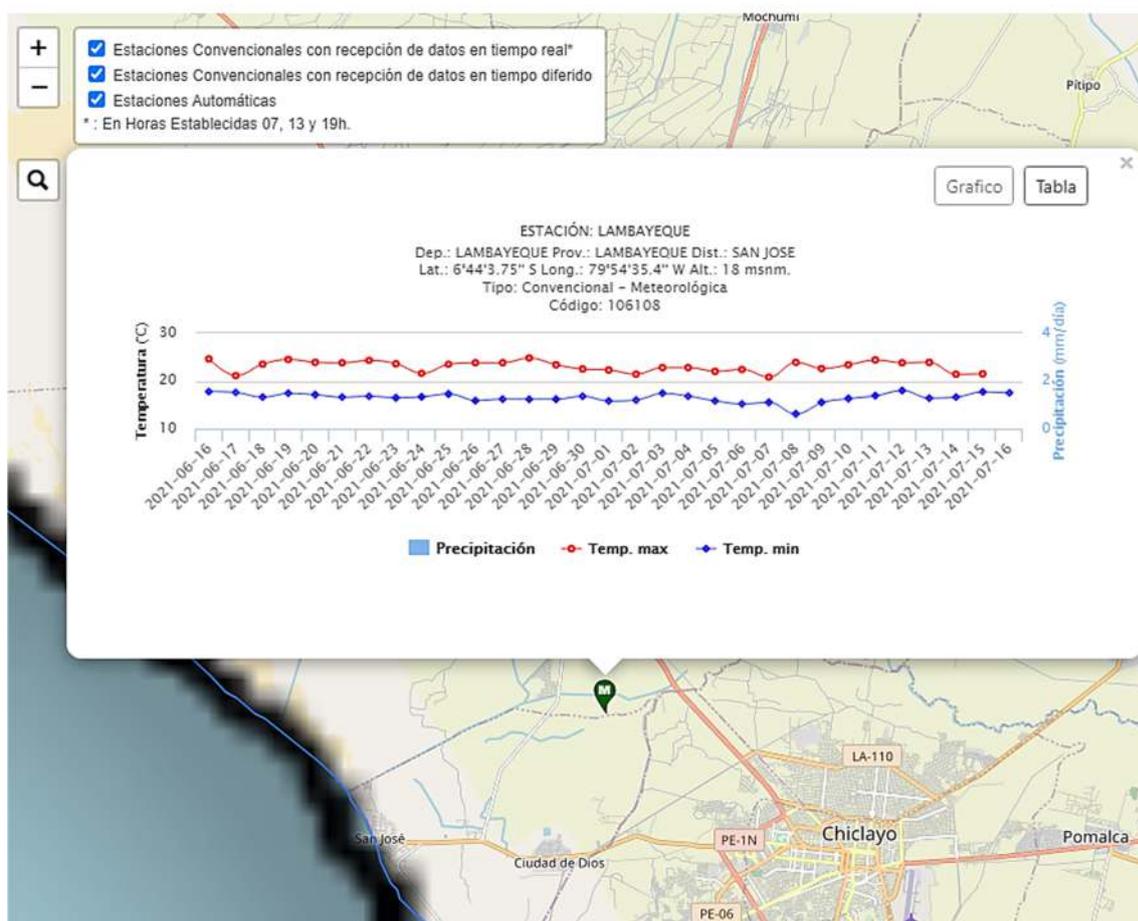


Figura 32. Estación meteorológica SEMANHI

Fuente: propia

Con los datos de la estación meteorológica SENAMHI se procesó la información para obtener los valores máximos y mínimos mensuales (ver tabla 7) y graficados en la figura 33

Tabla 7

Variación de las temperaturas máximas y Mínimas ensuales-2020

Mes	Temp Max (°C)	Temp. Mín.( °C)
Enero	32,20	19,20
Febrero	31,40	20,20
Marzo	32,40	21,00
Abril	29,20	18,50
Mayo	29,80	17,20
Junio	27,50	15,10
Julio	23,30	13,80
Agosto	23,00	12,40
Setiembre	23,40	13,30

Octubre	24,10	15,00
Noviembre	26,30	13,50
Diciembre	28,00	17,00
	32,40	12,40

Nota: elaborado en base a los datos de la estación meteorológica SENAMHI-2020.

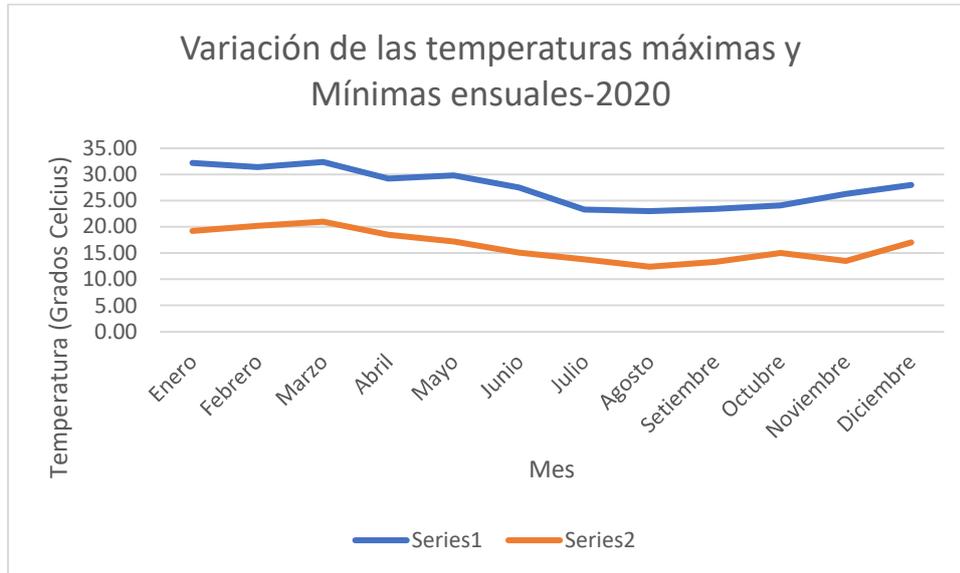


figura 33. Variación de las temperaturas máximas y Mínimas mensuales-2020

Fuente: propia

De la tabla 7 la temperatura máxima es de 32,40 °C y la temperatura mínima es de: 12,40 °C

### 5.3.2. Calculo y selección del inversor

Se procede a calcular el valor de los parámetros para las diferentes variables tal como se observa en la tabla 8. Para el caso por ejemplo del coeficiente de temperatura a circuito abierto se tiene:

$$\Delta V_{OC(T)} = -0,272 \times \left(\frac{1}{100}\right) \times (49,85) \frac{V}{^{\circ}C} = -0,135592 \frac{V}{^{\circ}C}$$

Tabla 8  
Coeficientes de temperatura

Variable	Coeficiente de temperatura (%/°C)	Parámetro del panel fotovoltaico	Coeficiente de temperatura (1/°C)
Isc	0,044	11,41	0,005020
Voc	-0,272	49,85	-0,135592
Vmp	-0,272	41,82	-0,113750
Pmax	-0,35	455	-1,592500

Nota: Elaboración propia. Datos obtenidos del ANEXO 02

Luego toca calcular la variación de las variables como consecuencia de la variación de la temperatura, tal como se muestra a continuación.

**Para la temperatura de 32,40 °C:**

Aplicando la ecuación (Ec.14):

$$T_{temperatura\_celula} = T_{ambiente} + \frac{(T_{OCN} - 20)}{800} \times 1000 \dots (Ec. 14)$$

$$T_{temperatura\_celula} = 32,40 + \frac{(45 - 20)}{800} \times 1000 = 63,65 \text{ °C}$$

Conocida la temperatura en la célula fotovoltaica calculamos el valor del parámetro del panel fotovoltaico para esta temperatura utilizando la siguiente ecuación

Tensión a circuito abierto

$$V_{OC(X \text{ °C})} = V_{OC(25 \text{ °C})} + \Delta_T \times \Delta V_{OC(T)} \dots (Ec. 15)$$

Aplicando la ecuación (Ec.15)

$$V_{OC(63,65 \text{ °C})} = 49,85 - 0,135592 \times (63,65 - 25) = 44,61 \text{ V}$$

Para los 10 paneles fotovoltaicos

$$V_{OC(64,65\text{ }^{\circ}\text{C})} = 10 \times 44,61\text{ V} = 446,1\text{ V}$$

### Corriente de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se utiliza la ecuación (Ec.16)

$$I_{SC(X\text{ }^{\circ}\text{C})} = I_{SC(25\text{ }^{\circ}\text{C})} + \Delta_T \times \Delta I_{SC(T)} \dots (\text{Ec. 16})$$

$$I_{SC(63,65\text{ }^{\circ}\text{C})} = 11,41 + 0,005020 \times (63,65 - 25) = 11,60\text{ A}$$

### Tensión a máxima potencia

Se aplica la siguiente ecuación

$$V_{MPT(X\text{ }^{\circ}\text{C})} = V_{MPPT(25\text{ }^{\circ}\text{C})} + \Delta_T \times \Delta V_{MPPT(T)} \dots (\text{Ec. 17})$$

$$\Delta V_{mpt(63,65)} = 41,82 - 0,113750 \times (63,65 - 25) = 37,42\text{ V}$$

Para los 10 paneles fotovoltaicos

$$\Delta V_{mpt(64,65)} = 10 \times 37,42\text{ V} = 374,2\text{ V}$$

**Para la temperatura de 12,40 °C:**

$$T_{temperatura\_celula} = 12,40 + \frac{(45 - 20)}{800} \times 100 = 15,53\text{ }^{\circ}\text{C}$$

### Tensión a circuito abierto

Se aplica la ecuación (Ec.15)

$$V_{OC(15,53\text{ }^{\circ}\text{C})} = 49,85 - 0,135592 \times (15,53 - 25) = 51,13\text{ V}$$

Para los 10 paneles fotovoltaicos

$$V_{OC(15,53\text{ }^{\circ}\text{C})} = 10 \times 51,13\text{ V} = 511,3\text{ V}$$

### Corriente de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito utilizaremos la ecuación (Ec.16)

$$I_{SC(15,53\text{ }^{\circ}\text{C})} = 11,41 + 0,005020x(15,53 - 25) = 11,36\text{ A}$$

### Tensión a máxima potencia

Se aplica la siguiente ecuación

$$\Delta V_{mpt(15,53\text{ }^{\circ}\text{C})} = 41,82 - 0,113750x(15,53 - 25) = 42,90\text{ V}$$

Para los 10 paneles fotovoltaicos

$$\Delta V_{mpt(15,53)} = 10x42,90\text{ V} = 429,0\text{ V}$$

Se resume los resultados anteriores en la siguiente tabla

Tabla 9  
*Parámetros eléctricos del generador fotovoltaico*

<b>Tamb(°C)</b>	<b>Tcell (°C)</b>	<b>Voc (V)</b>	<b>Vmpp (V)</b>	<b>Isc(A)</b>
12,40	15,53	511,30	429,00	11,36
32,40	63,65	446,09	374,24	11,60

Nota: Elaboracion propia

Con los resultados obtenidos se procede a seleccionar el inversor y para ello se propone el inversor que se encuentra en stock (agosto 2021) de la marca HUAWEI

Tabla 10  
ficha técnica de inversores HUAWEI

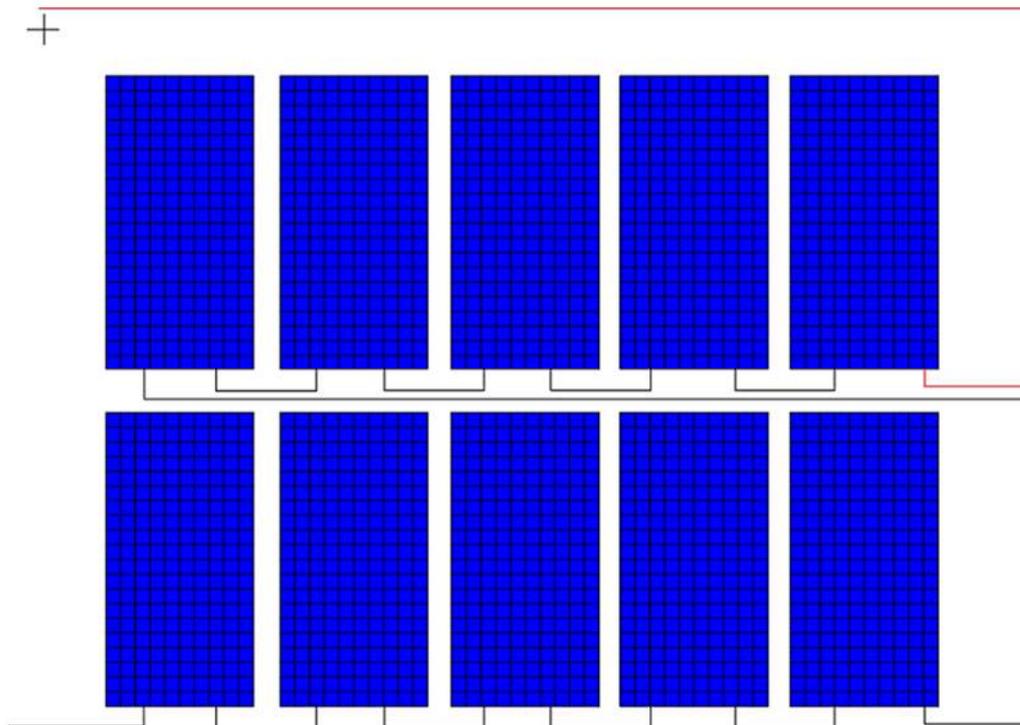


# SUN2000L-2/3/3.68/4/4.6/5KTL

Technical Specification	SUN2000L-2KTL	SUN2000L-3KTL	SUN2000L-3.68KTL	SUN2000L-4KTL	SUN2000L-4.6KTL	SUN2000L-5KTL
<b>Efficiency</b>						
Max. efficiency	98.4 %	98.5 %	98.5 %	98.6 %	98.6 %	98.6 %
European weighted efficiency	97.0 %	97.6 %	97.8 %	97.9 %	98.0 %	98.0 %
<b>Input</b>						
Recommended max. PV power	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp
Max. input voltage	600 V / 495 V <sup>1</sup>					
Operating voltage range <sup>1</sup>	90 V ~ 600 V / 90 V ~ 495 V <sup>1</sup>					
Start-up voltage	120 V					
Full power MPPT voltage range	120 V ~ 480 V	160 V ~ 480 V	190 V ~ 480 V	210 V ~ 480 V	260 V ~ 480 V	260 V ~ 480 V
Rated input voltage	380 V					
Max. input current per MPPT	11 A					
Max. short-circuit current	15 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. number of inputs per MPPT	1					

Nota: en la tabla se presenta inversores HUAWEI de diferentes potencias. Fuente: (HUAWEI, 2019, pág. 2)

Teniendo en cuenta que la potencia del generador fotovoltaico es de 4,55 kWp y observando la tabla 10, entonces queda descartado el inversor SUN2000L-2KTL, SUN2000L-3KTL pues la potencia recomendada de paneles a conectar es de 3,0 kWp y 4,50 kWp. Ahora de la tabla 9 se tiene que la tensión  $V_{mpt}$  cambia debido a los efectos de temperatura en un intervalo de [374,24 429,00] V y  $V_{oc}$  [446,09 511,30] V. Entonces se selecciona el inversor SUN2000L-3,68KTL, que es el inversor de menor potencia que cumple los requisitos, además se puede observar de la tabla 10 que la máxima corriente de cortocircuito es de 15 A y de la tabla 9 la corriente de cortocircuito cambia en un intervalo de [11,36 11,60] A. por lo que aun con las variaciones de temperatura la corriente de cortocircuito es menor a la corriente eléctrica según la ficha técnica (15 A).



*figura 34.* Conexión de los 10 paneles fotovoltaicos en serie

Fuente: propia

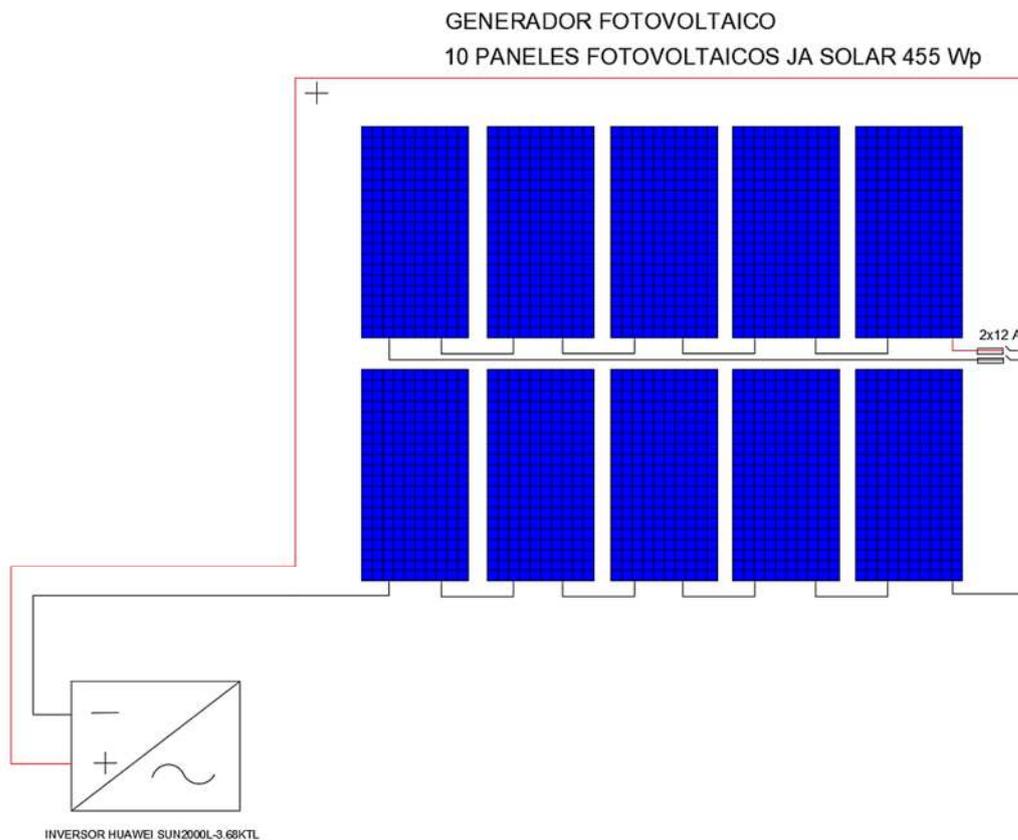


Figura 35. Conexión del generador fotovoltaico al inversor

Fuente: propia

### 5.3.3. Conductores eléctricos

#### 5.3.3.1. Tramo generador fotovoltaico al inversor

##### Conductor eléctrico

Para el tramo desde el generador fotovoltaico hasta el inversor la corriente eléctrica que circula es directa por lo tanto usaremos la siguiente ecuación:

$$S(mm^2) = \frac{2 \times Longitud (m) \times I_{CC}}{56 \times \Delta V \text{ de tensión}} \dots \text{(Ec. 17)}$$

y se considera una caída de tensión de 1,5 % (Sánchez, 2019, pág. 107)

$$S(mm^2) = \frac{2 \times 40 \times 11,41}{56 \times 1,5 \times (10 \times 41,82)} = 2,26 \text{ mm}^2$$

De la tabla 11, se selecciona el conductor NH-80 de 2,5 mm<sup>2</sup>

Tabla 11

Características eléctricas de los conductores eléctricos NH 80

**TABLA DE DATOS TECNICOS NH - 80**

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31

Fuente: (INDECO, 2010, pág. 2)



Figura 36. Conductor eléctrico NH 80

Fuente: (INDECO, 2010, pág. 1)

### Protecciones con fusibles

Para la protección de este tramo se utilizarán dos fusibles los cuales deben cumplir con la siguiente relación:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \dots \text{(Ec. 18)}$$

Cornejo (2013) indica que: “ $I_B$  es la corriente de empleo o de utilización;  $I_N$  es la corriente nominal del dispositivo de protección;  $I_Z$  es la corriente máxima admisible por el elemento a proteger” (pág. 70).

$I_B$ : Corriente eléctrica  $I_{mp}$  del módulo fotovoltaico es de 10,88 A (ver ANEXO 02)

$I_z$ : El conductor a utilizarse es conductor NH-80 de 2,5 mm<sup>2</sup> que tiene una capacidad de 24 A en ducto.

$$10,88 A \leq I_n \leq 24 A$$

Se selecciona un fusible de 12 A

### **Conductor de protección**

De la tabla 12 y teniendo en cuenta que la sección del conductor seleccionado es de: 2,5 mm<sup>2</sup>, entonces el conductor de protección debe tener la misma sección.

Tabla 12

*Sección del conductor de protección*

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Fuente: (ITC-BT-18)

### **5.3.3.2. Tramo del inversor al tablero general**

#### **Conductor eléctrico**

El usuario tiene suministro monofásico, por lo que se utilizará la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \times \text{Longitud}(m) \times \text{Potencia\_inversor}(W)}{56 \times \Delta V} \dots \text{(Ec. 19)}$$

y se considera una caída de tensión de 2,0 % (2,5 % (Sánchez, 2019, pág. 108) )

$$S = \frac{2 \times 20 \times 3\,000}{56 \times 200 \times 2,0 \times 220 / 100} = 2,21 \text{ mm}^2$$

De la tabla 11 se selecciona el conductor NH-80 de 2,5 mm<sup>2</sup>; teniendo el conductor de protección la misma sección (ver tabla 12).

#### **Protecciones**

En este tramo al tratarse de corriente alterna se utilizará un interruptor termomagnético y un interruptor diferencial.

De la tabla Para utilizar la relación 18 es necesario obtener la corriente  $I_B$

Del ANEXO 04 del inversor indica que la corriente máxima de salida del inversor es de 16 A

Luego:

$$16 \text{ A} \leq I_N \leq 24 \text{ A}$$

El interruptor termomagnético tendrá una intensidad nominal de 16 A (ver ANEXO 07).



*figura 37.* Interruptor termomagnético 2x16 A

Fuente: Schneider Electric



Figura 38. Interruptor diferencial 2x25 A

Fuente: Schneider Electric

#### 5.4. Costo del sistema

Tabla 13

Costo del sistema conectado a red

DEFINICION	Costo/unitario (S/)	Costo (S/)
10 módulos fotovoltaicos JA SOLAR de 455 Wp	690,00	6 900,00
01 inversor SUN2000L-3,68KTL de HUAWEI de 3,0 kW	5 255,61	5 255,61
02 estructuras para 5 paneles fotovoltaicos (CVE915- 15°)	677,97	1 355,93
Puesta a tierra	600,00	600,00
Vatímetro	784,20	784,20
Accesorios	500,00	500,00
Costo del suministro		16 517,61
Montaje		1 651,76
Transporte		495,53
<b>Costo sin IGV</b>		<b>18 664,90</b>
IGV (18 %)		3 359,68
<b>Costo total incluido IGV</b>		<b>20 528,68</b>

Fuente: propia

### 5.5. Calcular el VAN, TIR y periodo de recuperación del capital (PR).

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



figura 39. Pérdida de eficiencia del panel fotovoltaico JA SOLAR

Fuente: obtenido de AUTOSOLAR (ANEXO 02)

De la figura 39 se observa que el panel fotovoltaico pierde eficiencia hasta llegar al año 25 a entregar solo el 80% de la energía de entregaba en el año 1, eso implica una pérdida de eficiencia anual de:

$$r_1 = \frac{\text{Pérdida de potencia}}{t_{\text{tiempo}}} = \frac{20\%}{25 \text{ años}} = 0,8\%/\text{año}$$

Ahora se procede a calcular la energía eléctrica producida anual por el sistema conectado a red

$$E_{\text{Generador fotovoltaico}(kW.h/año)_n} = E_0 \times (1 - r_1 \times (n - 1)) \dots \dots (Ec. 19)$$

$$E_0 = \frac{365 \times N_{\text{paneles_fotov}} \times \text{Potencia}_{\text{paneles_fotov}}}{(HSP) \times PR} \dots \dots (Ec. 20)$$

Tabla 14  
*Energía eléctrica producida por el generador fotovoltaico*

Año	energía del sistema conectado a red (kW.h/año)
1	6 300,89
2	6 250,48
3	6 200,07
4	6 149,66
5	6 099,26
6	6 048,85
7	5 998,44
8	5 948,04
9	5 897,63
10	5 847,22
11	5 796,81
12	5 746,41
13	5 696,00
14	5 645,59
15	5 595,19
16	5 544,78
17	5 494,37
18	5 443,97
19	5 393,56
20	5 343,15
21	5 292,74
22	5 242,34
23	5 191,93
24	5 141,52
25	5 091,12
26	5 040,71

Fuente: propia

En la tabla 14 se ha calculado la energía producida por el generador fotovoltaico solamente con la finalidad de comprobar que la pérdida de producción de energía con respecto del año 1 sea del 80 %, veamos:

$$= \frac{5\,040,71 \text{ kW.h/año}}{6\,300,89 \text{ kW.h/año}} \times 100 \% = 80 \% \dots (\text{OK})$$

Teniendo la producción de energía es necesario conocer una tasa de crecimiento anual del costo del kW.h y para ello consultamos la página web de OSINERMIN.

<https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>

**Regulación Tarifaria**

- Procesos Regulatorios
  - Marco Regulatorio
  - Resoluciones
  - Electricidad
  - Gas Natural
- Actividades Relacionadas
  - Aprobación de las Altas y Bajas 2015
  - Aprobación de las Altas y Bajas 2016
  - Aprobación de las Altas y Bajas 2017
  - Aprobación de las Altas y Bajas 2019
  - Procedimiento de valorización de la red de abastecimiento de EGPSAC
  - Publicación de la Resolución de Fijación del VNR Adaptado 2018
  - Publicación del Proyecto de Resolución de Fijación del VNR Adaptado 2018
- Pliegos Tarifarios
  - Electricidad
  - Gas Natural

**PLIEGOS TARIFARIOS APLICABLES AL CLIENTE FINAL**

En esta sección puede consultar los Precios Máximos que las Empresas Concesionarias de Distribución pueden cobrar a los usuarios del Servicio Público de Electricidad. Seleccione en el mapa el departamento para el cual desea consultar los pliegos tarifarios.

figura 40. Ingreso a la página web de OSINERMIN

Fuente: obtenido de la página web de OSINERMIN

Luego se selecciona el departamento y ahora podemos obtener los costos del kW.h

Tabla 15  
Costo del kW.h años 2019 y 2020

2019	ctm. S/./kW.h	2020	ctm. S/./kW.h
enero	57,05	enero	61,29
febrero	58,22	febrero	60,63
marzo	58,03	marzo	60,63
abril	58,03	abril	60,63
mayo	59,21	mayo	60,63
junio	59,21	junio	60,97
julio	59,36	julio	62,01
agosto	58,15	agosto	62,62
setiembre	58,21	setiembre	62,62
octubre	59,7	octubre	62,87
noviembre	61,27	noviembre	64,71
diciembre	61,27	diciembre	64,71
Promedio	58,98	Promedio	64,71

Nota: tabla elaborada en base a los datos de OSINERMINING

De los datos de la tabla 15 se procede a calcular la tasa de crecimiento anual del costo del kW.h

$$r_2 = \frac{64,71 - 58,98}{58,98} \times 100 \% = 9,72 \%$$

### Egresos:

La inversión inicial es de: S/ 20 528,68

Costo del mantenimiento que se ha considerado S/ 600 anuales

La vida útil del inversor es de 10 años entonces en el año 10 y en año 20 se tendrá que comprar un inversor y para ello se ha calculado el costo total de S/ 7 007,83 (ver tabla 16)

Tabla 16  
costo de implementar un inversor

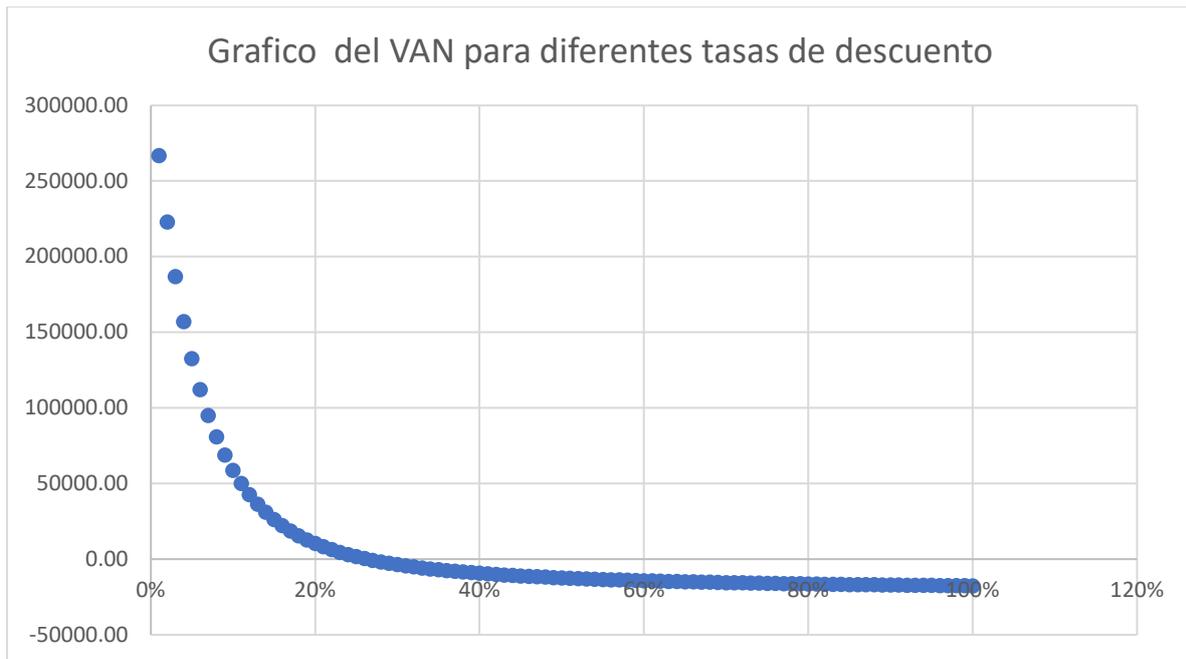
Inversor	Costo S/
suministro	5 255,61
transporte	157,6683
montaje	525,56
	5 938,84
IGV	1 068,99
total	7 007,83

Fuente: propia

**Ingresos:** Está dado por el costo de la energía eléctrica que se deja de consumir de la concesionaria. Para la evaluación económica se considera un horizonte de 25 años, una tasa de descuento del 15 %.

Año	Año	Producción de energía del sistema conectado a red (kW.h)/año	Costo S./Kw.h	Ingresos (S/.)	Mantenimiento y otros	Flujo
					20,528.68	-
1	Año 1	6300.89	0.710	4473.62	-600	3873.62
2	Año 2	6250.48	0.779	4869.18	-600	4269.18
3	Año 3	6200.07	0.855	5299.39	-600	4699.39
4	Año 4	6149.66	0.938	5767.21	-600	5167.21
5	Año 5	6099.26	1.029	6275.92	-600	5675.92
6	Año 6	6048.85	1.129	6829.03	-600	6229.03
7	Año 7	5998.44	1.239	7430.37	-600	6830.37
8	Año 8	5948.04	1.359	8084.09	-600	7484.09
9	Año 9	5897.63	1.491	8794.70	-600	8194.70
10	Año 10	5847.22	1.636	9567.07	-7607.83	1959.24
11	Año 11	5796.81	1.795	10406.50	-600	9806.50
12	Año 12	5746.41	1.970	11318.72	-600	10718.72
13	Año 13	5696.00	2.161	12309.96	-600	11709.96
14	Año 14	5645.59	2.371	13386.97	-600	12786.97
15	Año 15	5595.19	2.602	14557.04	-600	13957.04
16	Año 16	5544.78	2.855	15828.09	-600	15228.09
17	Año 17	5494.37	3.132	17208.70	-600	16608.70
18	Año 18	5443.97	3.436	18708.16	-600	18108.16
19	Año 19	5393.56	3.771	20336.53	-600	19736.53
20	Año 20	5343.15	4.137	22104.71	-7607.83	14496.88
21	Año 21	5292.74	4.539	24024.48	-600	24624.48
22	Año 22	5242.34	4.980	26108.62	-600	26708.62
23	Año 23	5191.93	5.464	28370.93	-600	28970.93
24	Año 24	5141.52	5.996	30826.37	-600	31426.37
25	Año 25	5091.12	6.578	33491.09	-600	34091.09

Nota: En la tabla se nuestro el flujo de caja efectivos. Fuente: propia



*figura 41.* Grafico del VAN para diferentes tasas de descuento

Fuente: propia

De la figura 41 y con una tabla en Excel se obtiene que la TIR=28%.

El valor del VAN es de S/ 27 738,09.

El periodo de recuperación del capital es en 4 años y 5 meses.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- a) Se diseñó el sistema fotovoltaico conectado a red para autoconsumo domiciliario en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque.
- b) De los recibos por consumo de energía eléctrica facilitados por el usuario se ha obtenido que el consumo promedio diario para el año 2019 según los datos obtenidos fue de 16,11 kW.h, además se observa que el mayor consumo de energía eléctrica se produjo en el mes de enero.
- c) De los datos de ambas fuentes para el caso de la NASA se obtiene que la irradiación solar promedio es de 5,83 kW.h/m<sup>2</sup>/día y en el caso de los datos de NASTEC irradiación solar promedio es de 5,42 kW.h/m<sup>2</sup>/día. Para los cálculos se utilizó el valor de: 5,42 kW.h/m<sup>2</sup>/día.
- d) El generador fotovoltaico estará conformado por 10 paneles fotovoltaicos de la marca JA SOLAR con una potencia 455 Wp c/u, y la potencia del generador fotovoltaico es de 4,55 kWp. El inversor era de la marca HUAWEI, modelo SUN2000L-3,68KTL, además de conductores eléctricos y equipos de protección.
- d) Se realizó el cálculo del sistema conectado a red el cual asciende a un valor de:  
S/ 20 528,68.
- e) Con una tasa de descuento del 15 % se realizó la evaluación económica para un horizonte de 25 años, de donde se obtuvo que el VAN= S/ 27 738,09 y la TIR= 28 %; el periodo de recuperación del capital es de: 4 años y 5 meses. Por lo que la propuesta es viable técnica y económicamente.

## 6.1 Recomendaciones

En función al estudio seguido en el presente trabajo se determinaron las siguientes recomendaciones:

- a) Considerar datos de irradiación solar al menos de dos fuentes confiables.
- b) Realizarse una limpieza por diversas acumulaciones de polvo en la superficie de los paneles, como mínimo dos veces por semana.
- c) Realizar las cotizaciones nuevamente y el recalcular del costo total (debido a variaciones de precios de los equipos) si es que se considera la instalación a futuro del sistema conectado a red.
- d) Los paneles fotovoltaicos deben estar orientados hacia el norte con un ángulo de inclinación de  $15^\circ$ .
- e) Tener en cuenta las normas actuales para sistemas conectados a red.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Aguirre, N. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica pública para la I.E. N° 16531, puerto Chinchipe – San Ignacio. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/185/Aguirre\\_PNE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/185/Aguirre_PNE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 2) Agustin, O., & Santamaria, G. (2011). *instalaciones solares fotovoltaicas*. Obtenido de [https://www.academia.edu/32308301/Instalaciones\\_Solares\\_Fotovoltaicas\\_Castej%C3%B3n\\_and\\_Santamar%C3%ADa](https://www.academia.edu/32308301/Instalaciones_Solares_Fotovoltaicas_Castej%C3%B3n_and_Santamar%C3%ADa)
- 3) Alberich, L. (2020). "*PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LA COMUNITAT VALENCIANA Y SU RELACIÓN CON LOS ODS*". Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/149267/Alberich%20-%20Propuesta%20de%20Estrategia%20de%20Econom%C3%ADa%20Circular%20en%20la%20Comunidad%20Valenciana%20y%20su%20relaci%C3%B3n%20....pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- 4) Aquino, L. (2019). "SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED PARA EL PUESTO DE SALUD DEL CASERIO TOTORAS PAMPAVERDE DISTRITO DE KAÑARIS, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE". (*Trabajo de suficiencia profesional*). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5536/BC-TEST-%204122%20AQUINO%20NU%c3%91EZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 5) Argoti, N. (2021). "DISEÑO DE UNA MICRO RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON GENERACIÓN HÍBRIDA FOTOVOLTAICA TÉRMICA PARA ATENDER A LA COMUNIDAD AISLADA ZANCUDOCOCHA". (*Tesis de Pregrado*). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21577/1/CD%2011078.pdf>
- 6) Barreto, A. (2017). SUMINISTRO ALTERNATIVO DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE PANELES SOLARES, PARA AUTOCONSUMO DOMICILIARIO EN EL SECTOR URBANO DE CHIMBOTE. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5677/Tesis\\_57078.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5677/Tesis_57078.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 7) Bastidas, M. (2019). "Evaluación de la implementación de energías renovables con electrificación fotovoltaica para mejorar la calidad de vida del poblador del Distrito de San Rafael, Provincia de Ambo, Región Huánuco - 2018". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN, Cerro de Pasco, Perú. Obtenido de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/989/1/T026\\_71380851\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/989/1/T026_71380851_T.pdf)

- 8) Calle, A., & Pérez, A. (2016). "Transferencia radiativa atmosférica". (*Tesis de Pregrado*). Universidad de Valladolid, Valladolid, España. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/211102533.pdf>
- 9) Castillo, L. (2005). *Análisis documental*. Obtenido de <https://www.uv.es/macass/T5.pdf>
- 10) Ccama, C. (2014). "RELACIÓN DE POTENCIA DE ENTRADA Y SALIDA DE UN INVERSOR COMO MEDIDA DE LA EFICIENCIA DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y SU ADAPTACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN". (*Tesis de Grado*). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Puno, Perú. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6773/Carlos\\_Alberto\\_Ccama\\_Polanco.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6773/Carlos_Alberto_Ccama_Polanco.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 11) Ceriz, A. (2010). "ESTUDIO DE LA CONFIABILIDAD DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN EL ECUADOR Y CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR SOLAR A ESCALA DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 200 W". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8579/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-102.pdf>
- 12) Chona, R., & Robles, J. (2013). "DISEÑO EXPERIMENTAL DE UN SISTEMA TRADICIONAL DE PANEL SOLAR DE PEQUEÑA ESCALA UBICADO EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA". (*Tesis de Pregardo*). UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE, Barranquilla, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/123456789/800/TMEC%201133.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 13) conexionesan. (2019). *El consumo energético: ¿cuál es su impacto ambiental a nivel mundial?* Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2019/02/el-consumo-energetico-cual-es-su-impacto-ambiental-a-nivel-mundial/>
- 14) Cristian, L. (2019). "Dimensionamiento de un sistema con recursos energéticos renovables conectado a red en el Distrito de Tarapoto, San Martín". (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/8169/BC-4535%20LIZANA%20RIVERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 15) EL PAÍS. (2018). *El 13% de la población mundial aún no tiene acceso a la electricidad*. Obtenido de [https://elpais.com/economia/2018/05/02/actualidad/1525257286\\_099135.html#:~:text=Mil%20millones%20de%20personas%20no,es%20de%20origen%20renovable...](https://elpais.com/economia/2018/05/02/actualidad/1525257286_099135.html#:~:text=Mil%20millones%20de%20personas%20no,es%20de%20origen%20renovable...)
- 16) Espinoza, D., & Poma, P. (2019). "EVALUACIÓN DE TRES MODELOS MATEMÁTICOS EMPÍRICOS DE LA TEMPERATURA DE UN PANEL FOTOVOLTAICO A LAS CONDICIONES DEL VALLE DEL MANTARO". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, Huancayo, Perú. Obtenido de

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4810/Espinoza%20Ramos%20-%20Poma%20Leon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

17) Gaibor, M. (2014). "ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO TIPO AISLADO, PARA ALIMENTAR UN SISTEMA DE BOMBEO DIRECTO EN LA HACIENDA LOS CEIBOS". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1716/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-9.pdf>

18) García, C. (2006). "*energías RENOVABLES*". Obtenido de [https://www.unicach.mx/\\_ambiental/descargar/Gaceta5/Energias%20Renovables.pdf](https://www.unicach.mx/_ambiental/descargar/Gaceta5/Energias%20Renovables.pdf)

19) García, I. (2009). "SISTEMA GENERADOR CONECTADO A RED DE 100KW MEDIANTE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA APLICADO A UNA NAVE INDUSTRIAL". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, Leganes, España. Obtenido de [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/9078/PFC\\_Ignacio%20Garcia\\_Lopez.pdf](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/9078/PFC_Ignacio%20Garcia_Lopez.pdf)

20) García, J. (2013). "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED PARA EL INVI. D.F.". (*Tesis de Pregrado*). INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL., D.F, México. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/15109/1/I.C.E.%2018-13.pdf>

21) García, L. (2020). "Estudio de prefactibilidad para la aplicación de un sistema fotovoltaico para el edificio administrativo de la Central Termoeléctrica El Descanso, de acuerdo con la Regulación Nro. ARCONEL- 003/18". (*Tesis de Pregrado*). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34519/1/Trabajo-de-Titulacion.pdf>

22) German, F. (2019). Microgeneración distribuida con sistema fotovoltaico para autoconsumo en la Municipalidad de Picsi en el departamento de Lambayeque. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8018>

23) Gorginho, S. (2019). "Sistema fotovoltaico conectado a la red para el centro de salud El Arenal en el centro poblado El Arenal, distrito El Arenal, Paita – Piura". (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/8040/BC-4442%20SANCHEZ%20MIRANDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

24) Granados, M. (2019). Propuesta de un sistema de generación híbrido eólico fotovoltaico conectado a red para suministrar con energía eléctrica a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/8006/BC-4388%20GRANADOS%20MORENO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

25) Guierrez, H., & Olaya, B. (2016). Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico sin baterías conectado a una red de distribución secundaria. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1091&context=ing\\_electrica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1091&context=ing_electrica)

- 26) HUAWEI. (2019). *Smart Energy Center*. Obtenido de <https://autosolar.pe/pdf/Huawei-SUN2000-Ficha.pdf>
- 27) Idrobo, D. (2017). Diseño de un Producto Turístico Sostenible para la potencialización del Turismo en la parroquia de Gualea ubicada al Noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1492/1/UISRAEL-EC-ADMH-378.242-2017-012.pdf>
- 28) INDECO. (2010). *FREETOX NH-80*. Obtenido de <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000418.pdf>
- 29) ITC-BT-18. (s.f.). *ITC-BT-18*. Obtenido de INSTALACIONES DE PUESTA DE TIERRA.: [http://roble.pntic.mec.es/jcat0021/NUEVO\\_REBT/ARCHIVOS/INDICE%20DE%20LAS%20INSTRUCCIONES%20TECNICAS%20COMPLEMENTARIAS\\_archivos/ITC-BT-18.htm](http://roble.pntic.mec.es/jcat0021/NUEVO_REBT/ARCHIVOS/INDICE%20DE%20LAS%20INSTRUCCIONES%20TECNICAS%20COMPLEMENTARIAS_archivos/ITC-BT-18.htm)
- 30) Jordan, J., & Gerardo, S. (2017). "PROYECTO DE FACTIBILIDAD EN EL USO DE PANELES SOLARES COMO GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD EN AMBIENTES ENAMM". (*Tesis de Pregrado*). ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE ALMIRANTE MIGUEL GRAU, Callao, Perú. Obtenido de <http://repositorio.enamm.edu.pe/bitstream/ENAMM/73/1/TESIS%2064%20-%20JERI%20-%20SACHA.pdf>
- 31) Juarez, R. (2018). DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA DISTRIBUIDA PARA MÓDULOS DE 3 KW ALIMENTADO CON ENERGÍA SOLAR APLICADO EN LA ZONA DE SOCABAYA-AREQUIPA. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8404/MCjurirm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 32) Lasluisa , D., & Tobar, C. (2019). "SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA AISLADA". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, Latacunga, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5588/1/PI-001110.pdf>
- 33) Lema, M. (2015). "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE PURIFICACIÓN DE AGUA POR MEDIO DE ENERGÍA, REFLEXIÓN SOLAR, Y LUZ ULTRAVIOLETA". (*Tesis de Pregrado*). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10492/1/CD-6212.pdf>
- 34) Menor, D. (2017). "VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONVENCIONAL PARA AUTOCONSUMO UTILIZANDO TECNOLOGÍA". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD DE JAÉN, Jaén, España. Obtenido de <http://cer.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2017/10/5-1.pdf>

- 35) MINEM. (2014). *Plan Energético Nacional 2014-2025*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/publicaciones/InformePlanEnerg%C3%ADa2025-%20281114.pdf>
- 36) Mineros, J. (2017). "PROPUESTA PARA NORMAR PROYECTOS DE AUTOCONSUMO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA GENERACIÓN DISTRIBUIDA". (*Tesis de Grado*). UNIVERSIDAD DON BOSCO, La Libertad, El Salvador. Obtenido de [http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/1386/1/63430\\_tesis.pdf](http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/1386/1/63430_tesis.pdf)
- 37) Núñez, A. (2010). "SISTEMA DE ENERGÍA ALTERNATIVA PARA LA ILUMINACIÓN EN EL HOSPITAL INDÍGENA ATOCHA". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato, Ecuador. Obtenido de [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/431/1/Tesis\\_t638ec.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/431/1/Tesis_t638ec.pdf)
- 38) OSINERMIN. (2019). *ENERGÍAS RENOVABLES EXPERIENCIA Y PERSPECTIVAS EN LA RUTA DEL PERÚ HACIA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA*. Obtenido de [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Osinergmin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf)
- 39) Pantoja, J. (2017). "DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTONOMO DE 6 KW PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL DE LAS GRANJAS GANADERAS SANTA ELENA - CAÑETE". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, Callao, Perú. Obtenido de [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/2960/Pantoja%20Velasquez\\_TITULO%20EMERGIA\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/2960/Pantoja%20Velasquez_TITULO%20EMERGIA_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 40) Patiño, S., & Vega, A. (s.f.). "PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACOPLADO A UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DENTRO DE UNA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS CERÁMICOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO". (*Tesis de Pregrado*). INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, Ciudad de México, México. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/28145/seminario%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 41) Pérez, G. (2016). "ANÁLISIS Y ELABORACIÓN DE UN CONTROL COMPUTARIZADO DE LOS PARÁMETROS DE UN INVERSOR PARA MAXIMIZAR LA TRANSFERENCIA DE POTENCIA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS AL INVERSOR EN UNA CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL ECUADOR". (*Tesis de Pregrado*). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/13066/1/CD-6695.pdf>
- 42) Rojas, H., & Limon, M. (2017). *DISEÑO, SELECCIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL HOTEL MESON SAN SEBASTIAN CON CONEXIÓN A RED DE CFE*. Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1932/1/TESIS.pdf>

- 43) Romero, C., & Flores, F. (2019). Estudio e implementación de un sistema de micro generación solar fotovoltaico para autoconsumo (caso de estudio considerando la regulación Nro. ARCONEL003/18). (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33564/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>
- 44) Sagarpa. (2009). "*¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO O CALENTAMIENTO GLOBAL?*". Obtenido de [http://centro.paot.org.mx/documentos/sagarpa/Que\\_es\\_cambio\\_climatico.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/sagarpa/Que_es_cambio_climatico.pdf)
- 45) Salazar, P. (2014). "SISTEMA REMOTO DE MONITOREO Y MEDICION DE COMBUSTIBLE EN VEHICULOS SEMIPESADOS, MEDIANTE ENERGÍA SOLAR". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3145/IESagapc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 46) Sánchez, G. (2019). Sistema fotovoltaico conectado a la red para el centro de salud "El Arenal" en el centro poblado El Arenal, distrito El Arenal, Paita – Piura. (*Tesis de pregrado*). doi:<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8040/BC-4442%20SANCHEZ%20MIRANDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 47) (2013). SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE CONEXIÓN A RED EN EL CENTRO MATERNO INFANTIL DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA. (*Tesis de pregrado*). Universidad de Piura. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME\\_172.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME_172.pdf)
- 48) Trespalacios, J., Blanquicett, C., & Carrillo, P. (2018). "*Gases y efecto invernadero*". Obtenido de <https://www.local2030.org/library/585/Gases-y-efecto-invernadero.pdf>
- 49) UDLA. (1999). *Portafolio Desarrollo de Habilidades Científicas*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/javieraandreaseguragarcia/clases/la-observacion-cientifica>
- 50) Ujaen. (2016). *Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red*. Obtenido de [http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home\\_main\\_frame/08\\_lecciones/02\\_leccion/www/Sist\\_fotovol\\_conectados\\_red.htm#:~:text= Sistemas%20Fotovoltaicos%20Conectados%20a%20la,Fotovoltaicos%20Conectados%20a%20la%20Red.&text=Este%20dispositivo%20transf](http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/08_lecciones/02_leccion/www/Sist_fotovol_conectados_red.htm#:~:text= Sistemas%20Fotovoltaicos%20Conectados%20a%20la,Fotovoltaicos%20Conectados%20a%20la%20Red.&text=Este%20dispositivo%20transf)
- 51) Vilar, J. (2018). "Implantación de un sistema de autoconsumo eléctrico en un polígono comercial". (*Tesis de Grado*). Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España. Obtenido de <http://nportal0.urv.cat:18080/fourrepo/rest/audit/digitalobjects/DS?objectId=TFM%3A497&datastreamId=Mem%C3%B2ria&label=TFM%3A497&mime=application/pdf&lang=en>

**ANEXOS**

**ANEXO 01: RECIBOS POR CONSUMO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA**



Enero-2019



Para Consultas, su código es: **25028736**  
**ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
CENTR CHICLAYO 01 Ca LORA Y CORDERO 1159 0000  
**LORA Y CORDERO N° 1159**

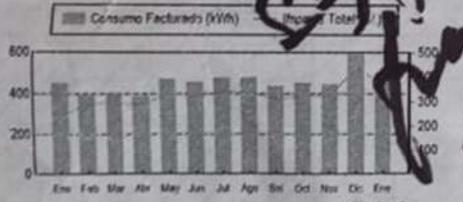
**EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NOROCCIDENTE S.A.**  
San Martín N° 25 Chiclayo  
R.U.C. 20103117560

**DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO**

Tensión y SED 220 V - BT / D-200317  
Sist. Eléctrico S201 Chiclayo (ST2)  
Tipo de Conexión Monofásica-Aérea(C1.1)  
Tarifaria BT5B - Residencial  
Código de Cliente N° 00000000005269 - Elect.Mec.  
2  
Lectura Anterior 64,275.00 (04/01/2019)  
Lectura Actual 64,779.00 (03/02/2019)  
Diferencia de Lectura 504.00  
Factor 1.0000  
Consumo 504.00 kWh  
Cons. Prom.(6) 480.00 kWh  
Potencia Contratada 1.00 kW  
Inicio Contrato 01/05/2001  
Término Contrato 30/04/2019  
Fecha Emisión 05/02/2019

**IMPORTES FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 01/01/2019 al 03/02/2019  
Cargo Fijo 3.23  
Cargo por Reparación y Mantenimiento 1.32  
Ene.Activa(S/ 0.00 x 504.000 kWh) 287.53  
Alumbrado Público (Tarifaria : S/ 0.3923) 27.46  
Ajuste Tarifario -10.73  
SUB TOTAL 308.81  
Imp. Gravit. las Ventas 55.59  
S/ 100 por endebleto -0.65  
Imp. Ley varo. 28745 4.23  
TOTAL RECIBO (ENERO-2019) 368.60  
Aporte FOS (Ley N° 27510) S/ 10.65



Importe 2 Últimos Meses Facturados

Nov - 2018 S/ 323.40	Dic - 2018 S/ 439.40
----------------------	----------------------

FECHA DE VENCIMIENTO: **26/02/2019**

**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*368.60**

RECIBO N° 251-37579425 **Enero-2019**  
Suministro: 25028736 **ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
**Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/**  
1295 - 10009 - 5070 / 05/02/2019 / 26/02/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*368.60**



*Handwritten notes in black ink:*  
"Enfoque en las ventas"  
"Instituciones financieras"

RECIBO N° 251-37771062

Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/

Febrero-2019



Para Consultas, su código es:

**25028736**

**ARRIOLA CASTILLO PEDRO**

CENTR CHICLAYO 01 Ca LORA Y CORDERO 1159 0000  
LORA Y CORDERO N° 1159

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.

San Martín N° 250 - Chiclayo  
R.U.C. 20103117560

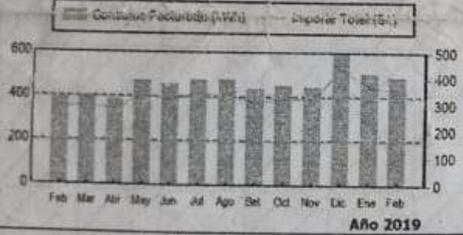
**DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO**

Tensión y SED 220 V - BT / D-200317  
Sist. Eléctrico S201 Chiclayo (ST2)  
Tipo de Conexión Monofásica-Aérea(C1.1)  
Opción Tarifaria BT5B - Residencial  
Medida N° 00000000005269 - Elect.Mec.  
Módulo 2  
Lectura Anterior 64,779.00 (03/02/2019)  
Lectura Actual 65,267.00 (03/03/2019)  
Diferencia de Lectura 488.00  
Factor 1.0000  
Consumo 488.00 kWh  
Cons. Prom.(6) 484.83 kWh  
  
Potencia Contratada 1.00 kW.  
Inicio Contrato 01/05/2001  
Término Contrato 30/04/2019  
Fecha Emisión 05/03/2019

**IMPORTE FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 04/02/2019 al 03/03/2019  
Cargo Fijo 3.23  
Cargo por Reposición y Mantenimiento 1.32  
Ene.Activa(S/ 0.5822 x 488.0000 kWh) 284.11  
AlumbradoPublico (Alicuota : S/ 0.3583) 12.54  
SUB TOTAL 301.20  
Imp. Gral. a las Ventas 54.22  
Diferencia de redondeo -0.02  
Aporte Ley Nro. 28749 0.0084 4.10  
  
TOTAL RECIBO DE FEBRERO-2019 359.50  
Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 10.51

GRUPO PALERMO S.R.L. - RUC: 2013490017



Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Dic - 2018 S/ 439.40	Ene - 2019 S/ 368.60



FECHA DE VENCIMIENTO **26/03/2019**

**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*359.50**

RECIBO N° 251-37771062 **Febrero-2019**  
Suministro: 25028736 **ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
**Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/**  
1295 - 10009 - 6070 / 05/03/2019 / 26/03/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*359.50**



Marzo-2019



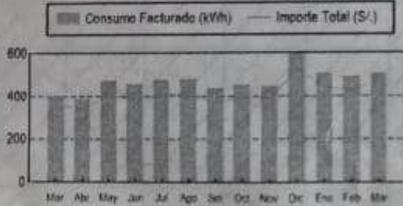
Código es: 25028736

ARRIOLA CASTILLO PEDRO  
CALLE CHICLAYO 01 Ca LORA Y CORDERO 1159 0000  
LORA Y CORDERO N° 1159

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.  
San Martín N° 250 - Chiclayo  
R.U.C. 20103117560

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO

Tensión y SED 220 V - BT / D-200317  
 Tipo de Servicio eléctrico S201 Chiclayo (ST2)  
 Tipo de Conexión Monofásica-Aérea(C1.1)  
 Opción Tarifaria BT5B - Residencial  
 Medidor N° 00000000005269 - Elect.Mec.  
 Hilos 2  
 Lectura Anterior 65,267.00 (03/03/2019)  
 Lectura Actual 65,772.00 (02/04/2019)  
 Diferencia de Lectura 505.00  
 Factor 1.0000  
 Consumo 505.00 kWh  
 Cons. Prom. 486.67 kWh  
 Potencia Contratada -1.00 kW.  
 Inicio Contrato 01/05/2001  
 Término Contrato 30/04/2019  
 Fecha Emisión 03/04/2019



Ene - 2019 S/ 368.69	Feb - 2019 S/ 359.50
----------------------	----------------------

IMPORTE FACTURADOS

Recibo por Consumo del 04/03/2019 al 02/04/2019	
Cargo Fijo	3.22
Cargo por Reposición y Mantenimiento	1.31
Ene.Activa(S/ 0.5803 x 505.0000 kWh)	293.05
Alumbrado Público (Alicuota: S/ 0.39C8)	27.36
SUB TOTAL	324.94
Imp. Gral. a las Ventas	58.49
Saldo por redondeo	0.02
Diferencia de redondeo	0.01
Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	4.24
<b>TOTAL RECIBO DE MARZO-2019</b>	<b>387.70</b>
Aporte FOSE(Ley N°27511) S/ 0.0083	

*Handwritten signature: Arriola Castillo Pedro*

*Handwritten text: Este recibo es para solicitar el pago de la factura*

**ATENCIÓN**  
Se comunica a todos nuestros clientes **NO** realizar sus pagos en KASNET a Nivel Nacional Agentes por término de Contrato.

FECHA DE VENCIMIENTO 25/04/2019

TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*387.70

RECIBO N° 251-37942467 **Marzo-2019**  
 Suministro: 25028736 ARRIOLA CASTILLO PEDRO  
 Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/  
 1295 - 10009 - 6070 / 03/04/2019 / 25/04/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*387.70**



RECIBO N° 251-38115799

Abril-2019

Chidayo, Chidayo - Lambayeque



Ensa

Para Consultas, su código es: **25028736**

**ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
CENTR CHICLAYO 01 Ca LORA Y CORDERO 1159 0000  
**LORA Y CORDERO N° 1159**

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.  
San Martín N° 250 - Chiclayo  
R.U.C. 20103117560

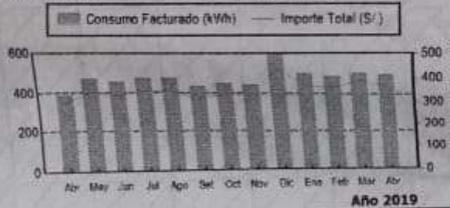
**DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO**

Tensión y SED 220 V - BT / D-200317  
Tipo de Servicio Eléctrico S201 Chiclayo (ST2)  
Tipo de Conexión Monofásica-Aérea(C1.1)  
Opción Tarifaria BT5B - Residencial  
Medidor N° 00000000005269 - Elect.Mec.  
Hilos 2  
Lectura Anterior 65,772.00 (02/04/2019)  
Lectura Actual 66,271.00 (03/05/2019)  
Diferencia de Lectura 499.00  
Factor 1.0000  
Consumo 499.00 kWh  
Cons. Prom.(6) 498.50 kWh  
  
Potencia Contratada 1.00 kW.  
Inicio Contrato 01/05/2001  
Término Contrato 30/04/2020  
Fecha Emisión 06/05/2019

**IMPORTE FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 03/04/2019 al 03/05/2019  
Cargo Fijo 3.22  
Cargo por Reposición y Mantenimiento 1.31  
Ene.Activa(S/ 0.5803 x 499.0000 kWh) 289.57  
AlumbradoPublico (Alicuota : S/ 0.3961) 13.86  
SUB TOTAL 307.96  
Imp.Gral. a las Ventas 55.43  
Saldo por redondeo -0.01  
Diferencia de redondeo 0.03  
Aporte Ley Nro. 28749 0.0084 4.19  
  
TOTAL RECIBO DE ABRIL-2019 367.60  
Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 10.70

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314008717



Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Feb - 2019 S/ 359.50	Mar - 2019 S/ 367.70



*Este recibo no sirve para hacer nuevos créditos financieros*

FECHA DE VENCIMIENTO **24/05/2019**

**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*367.60**

RECIBO N° 251-38115799 **Abril-2019**  
Suministro: 25028736 **ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
**Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/**  
1295 - 10009 - 6070 / 06/05/2019 / 24/05/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*367.60**



Junio-2019

Para Consultas, su código es: **25028736**

**ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
CENTR CHICLAYO 01 Ca LORA Y CORDERO 1159 0000  
**LORA Y CORDERO N° 1159**



**Ensa**

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.  
San Martín N° 250 - Chiclayo  
R.U.C. 20103117560

**DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO**

Tensión y SED	220 V - BT / D-200317
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial
Módulo N°	00000000005269 - Elect.Mec.
	2
Lectura Anterior	66,768.00 (02/06/2019)
Lectura Actual	67,210.00 (02/07/2019)
Diferencia de Lectura	442.00
Factor	1.0000
Consumo	442.00 kWh
Cons. Prom.(6)	515.00 kWh
Potencia Contratada	1.00 kW.
Inicio Contrato	01/05/2001
Término Contrato	30/04/2020
Fecha Emisión	03/07/2019

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Abr - 2019 S/ 367.60	May - 2019 S/ 374.00

**IMPORTES FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 03/06/2019 al 02/07/2019	
Cargo Fijo	3.22
Cargo por Reparación y Mantenimiento	1.31
Ene.Activa(S/ 0.5922 x 442.0000 kWh)	261.75
Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.4000)	14.24
<b>SUO TOTAL</b>	<b>280.52</b>
Imp. Gral. a las Ventas	50.49
Imp. por redondeo	-0.05
Diferencia de redondeo	0.03
Importe Ley Nro. 28749 0.0084	3.71
<b>TOTAL RECIBO DE JUNIO-2019</b>	<b>334.70</b>
Importe FOSE(Ley N°27510) S/ 9.7	

**LA GERENCIA REGIONAL DE SALUD**

**RECUERDA...**

Lávate bien las manos con agua y jabón or ten y después de comer.  
Lava bien las frutas y verduras con abundante agua y consume las  
carne bien cocinadas. **¡ASÍ CONSERVARAS TU SALUD!**

*En frasco no puede ser un fuz de paracas por un fuz de paracas*

**FECHA DE VENCIMIENTO** 26/07/2019

**TOTAL A PAGAR** S/ \*\*\*\*\*334.70

RECIBO N° 251-38456960 **Junio-2019**  
 Suministro: 25028736 **ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
 Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque / 02/07/2019 / 26/07/2019  
 1205 - 10005 - 6070 / 02/07/2019 / 26/07/2019  
**TOTAL A PAGAR** S/ \*\*\*\*\*334.70



RECIBO Nº 251-38626451  
Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/

Julio-2019



Para Consultas, su código es: **25028736**

**ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
CENTR CHICLAYO 01 Ca LORA Y CORDERO 1159 0000  
**LORA Y CORDERO N° 1159**

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.  
San Martín N° 250 - Chiclayo  
R.U.C. 20103117560

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-200317	Recibo por Consumo del 03/07/2019 al 02/08/2019	
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Cargo Fijo	3.22
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento	1.31
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	En. Activa(S/ 0.5936 x 503.0000 kWh)	298.58
Nº	0000C0000005269 - Elect.Mec.	Alímbrado Público (Alícuota : S/ 0.4021)	28.15
	2	Ajuste Tarifario	-0.09
Lectura Anterior	67,210.00 (02/07/2019)	STIB TOTAL	331.17
Lectura Actual	67,713.00 (02/08/2019)	Inp. Cral. a las Ventas	59.61
Diferencia de Lectura	503.00	S/ido por redondeo	-0.01
Factor	1.0000	Diferencia de redondeo	0.02
Consumo	503.00 kWh	Aporte Ley Nro. 28749 0.0081	4.23
Cons. Prom.(6	489.17 kWh	TOTAL RECIBO DE JULIO-2019	395.00
Potencia Contratada	1.00 kW.	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 11.04	
Inicio Contrato	01/05/2001		
Terminación Contrato	30/04/2020		
Fecha Emisión	03/08/2019		

Mes	Consumo Facturado (kWh)	Importe Total (S/)
Jul	503.00	395.00
Jun	489.17	334.70
May	374.00	374.00

Mes	Importe (S/)
May - 2019	S/ 374.00
Jun - 2019	S/ 334.70

*Recibo no puede ser usado para pagar créditos de ninguna clase*

FECHA DE VENCIMIENTO **28/08/2019**

TOTAL A PAGAR **S/ \*\*\*\*\*395.00**

RECIBO Nº 251-38626451 **Julio-2019**  
Suministro: 25028736 **ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/  
1295 - 10009 - 6070 / 03/08/2019 / 28/08/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*395.00**



RECIBO Nº 251-38966254  
Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/

Setiembre-2019

1295 - 10009 - 6070

Para Consultas, su código es:

**25028736**

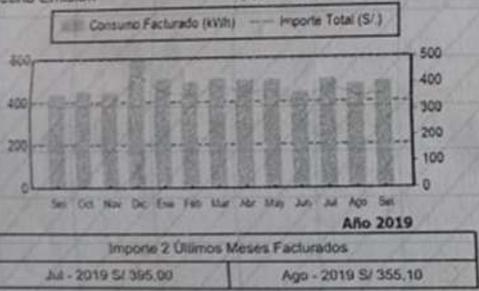
**ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
CENTR CHICLAYO 01 Ca LORA Y CORDERO 1159 0000  
LORA Y CORDERO Nº 1159



EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.

San Martín Nº 250 - Chiclayo  
R.U.C. 20103117560

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTE FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - B1 / D-200317	Recibo por Consumo del 03/09/2019 al 02/10/2019	324
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Cargo Fijo	1.33
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento	284.65
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Ene.Activa(S/ 0.5821 x 489.0000 kWh)	13.44
Medidor Nº	00000000005269 - Elect.Mec.	AlumbradoPublico (Alicuota : S/ 0.3840)	0.71
Hilos	2	Interés Compensatorio	303.37
Lectura Anterior	68,190.00 (02/09/2019)	SUB TOTAL	54.51
Lectura Actual	68,679.00 (02/10/2019)	Imp. Gral. a las Ventas	0.07
Diferencia de Lectura	489.00	Interés Moratorio	0.02
Factor	1.0000	Saldo por redondeo	0.02
Consumo	489.00 kWh	Diferencia de redondeo	4.11
Cons. Prom.16	487.17 kWh	Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	
Potencia Contratada	1.00 kW.	TOTAL RECIBO DE SETIEMBRE-2019	362.20
Inicio Contrato	01/05/2001	Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 10.54	
Término Contrato	30/04/2020		
Fecha Emisión	03/10/2019		



Paga tu recibo sin pagos de comisiones:  
Banco de Crédito en Agentes y Web - Banco Continental por Web  
Electronorte no se responsabiliza por pagos en otros medios no autorizados

FECHA DE VENCIMIENTO **25/10/2019** TOTAL A PAGAR **S/ \*\*\*\*\*362.20**

RECIBO Nº 251-38966254 **Setiembre-2019**  
Suministro: 25028736 **ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/  
1295 - 10009 - 6070 / 03/10/2019 / 25/10/2019  
TOTAL A PAGAR **S/ \*\*\*\*\*362.20**



1295 - 10009 - 6070

consultas, su código es: **25028736**

# Ensa

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.  
San Martín N° 250 - Chiclayo  
R.U.C. 20103117560

**ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
CENTR CHICLAYO 01 Ca LORA Y CORDERO 1159 0000  
LORA Y CORDERO N° 1159

**IMPORTE FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 03/10/2019 al 02/11/2019

Cargo Fijo	3.24
Cargo por Reposición y Mantenimiento	1.33
Ene.Activa(S/ 0.5965 x 487.000 kWh)	290.50
AlumbradoPublico (Alicuota : S/ 0.3484)	12.19
Interés Compensatorio	0.80
<b>SUB TOTAL</b>	<b>308.06</b>
Imp. Gral. a las Ventas	55.45
Interés Moratorio	0.01
Saldo por redondeo	-0.02
Diferencia de redondeo	0.01
Aporte Ley Nro. 28749	4.09
	0.0084
<b>TOTAL RECIBO DE OCTUBRE-2019</b>	<b>367.60</b>
Deuda Anterior ( 1 Mes .)	362.20
Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 10.78	

**DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO**

Tensión y SED	220 V - BT / D-200317
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial
Medidor N°	00000000005269 - Elect.Mec.
Hilos	2
Lectura Anterior	68,679.00 (02/10/2019)
Lectura Actual	69,166.00 (02/11/2019)
Diferencia de Lectura	487.00
Factor	1.0000
Consumo	487.00 kWh
Cons. Prom.(6)	484.50 kWh

Potencia Contratada	1.00 kW.
Inicio Contrato	01/05/2001
Término Contrato	30/04/2020
Fecha Emisión:	04/11/2019

Consumo Facturado (kWh) — Importe Total (S/)

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Ago - 2019 S/ 355.10	Sel - 2019 S/ 362.20

**Fecha Corte: 27/11/2019**

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

**FECHA DE VENCIMIENTO** 26/11/2019

**TOTAL A PAGAR** S/ \*\*\*\*\*779 80

RECIBO N° 251-39124141 **Octubre-2019**  
 Suministro: 25028736 ARRIOLA CASTILLO PEDRO  
 Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/  
 1295 - 10009 - 6070 / 04/11/2019 / 26/11/2019  
**TOTAL A PAGAR** S/ \*\*\*\*\*729.80

R.U.C. 20103117560

Noviembre-2019

1295 - 10009 - 6070

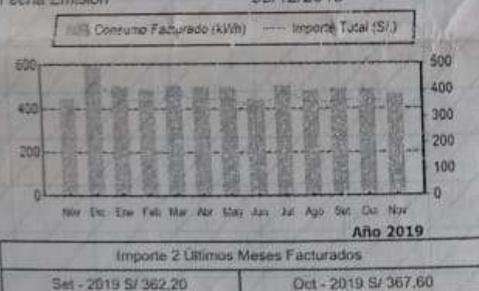


...suffas, su código es: **25028736**

**ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
CENTR CHICLAYO 01 Ca LORA Y CORDERO 1159 0600  
**LORA Y CORDERO N° 1159**

**EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.**  
San Martín N° 250 - Chiclayo  
R.U.C. 20103137560

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-200317	Recibo por Consumo del 03/11/2019 al 02/12/2019	3.53
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Cargo Fijo	1.33
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento	282.20
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Ene.Activa(S/ 0.0082 x 464.0000 kWh)	10.54
Medidor N°	000000000005269 - Elect.Mec.	Al. ViradoPublico (Alcuota : S/ 0.3012)	1.66
Hilos	2	Interés Compensatorio	-0.08
Lectura Anterior	69,166.00 (02/11/2019)	Ajuste Tarifario	299.18
Lectura Actual	69,630.00 (02/12/2019)	<b>SUB TOTAL</b>	<b>53.85</b>
Diferencia de Lectura	464.00	Imp. Gral. a las Ventas	0.25
Factor	1.0000	Interés Moratorio	-0.01
Consumo	464.00 kWh	Saldo por redondeo	0.03
Cons. Prom.(6)	482.50 kWh	Diferencia de redondeo	0.03
Potencia Contratada	1.00 kW.	Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	3.90
Inicio Contrato	01/05/2001	<b>TOTAL RECIBO DE NOVIEMBRE-2019</b>	<b>357.20</b>
Término Contrato	30/04/2020	Aport. FOSE(Ley N°27510) S/ 10.48	
Fecha Emisión	03/12/2019		



FECHA DE VENCIMIENTO **26/12/2019**

TOTAL A PAGAR **S/ \*\*\*\*\*357.20**

RECIBO N° 251-39308701 **Noviembre-2019**  
Suministro: 25028736 **ARRIOLA CASTILLO PEDRO**  
**Chiclayo, Chiclayo - Lambayeque/**  
1295 - 10009 - 6070 / 03/12/2019 / 26/12/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*357.20**



**ANEXO 02: PANEL**

**FOTOVOLTAICO**

Preliminary

## Harvest the Sunshine



**Mono**

### 465W MBB Half-Cell Module

JAM72S20 440-465/MR Series

**Introduction**

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



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss



Better mechanical loading tolerance

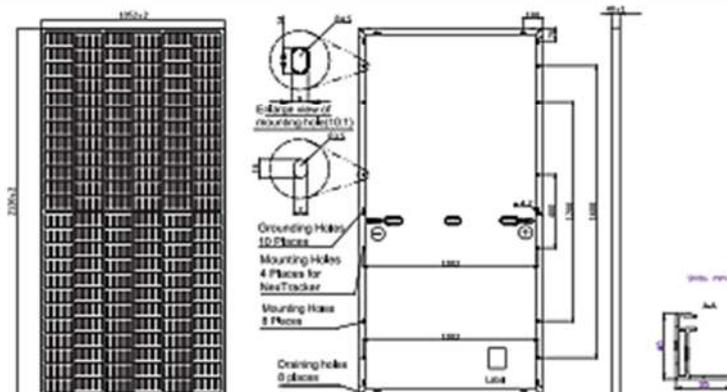
#### Superior Warranty

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

#### Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001:2015 Quality management systems

## MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

## SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	25.0kg±3%
Dimensions	2120±2mm×1052±2mm×40±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	27 pcs/pallet 594 pcs/40ft Container

## ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

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

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

## ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

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

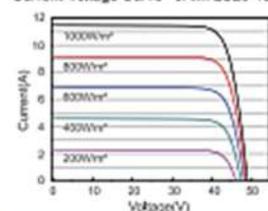
\*For NextTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.

## OPERATING CONDITIONS

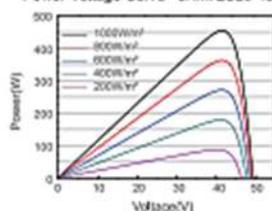
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C → +85°C
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa
Maximum Static Load, Back*	2400Pa
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

## CHARACTERISTICS

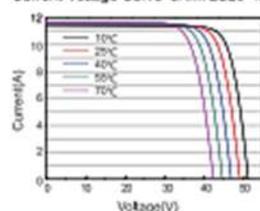
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



**ANEXO 03: DATA DE TEMPERATURA DE LA ESTACIÓN  
METEOROLÓGICA SENAMHI**

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/01/2020	27,9	20,7	79,8	0
2/01/2020	29,6	20,9	72,6	0
3/01/2020	27,6	21	89,1	0
4/01/2020	27,8	20,6	77,7	0
5/01/2020	28,5	20,8	80,8	0
6/01/2020	27,1	20,9	82,6	0
7/01/2020	27,6	20,6	76,3	0
8/01/2020	28,2	20,4	78,6	0
9/01/2020	27,8	20,6	82,4	0
10/01/2020	26,8	20,4	83,9	0
11/01/2020	28	20,3	77,3	0
12/01/2020	27,4	19,7	S/D	0
13/01/2020	27,6	19,2	78,2	0
14/01/2020	27,8	19,3	80,9	0
15/01/2020	29,5	20,3	72,4	0
16/01/2020	27,9	20	80,7	0
17/01/2020	28,2	19,9	80,3	0
18/01/2020	28,8	19,6	78,8	0
19/01/2020	27,9	20,5	77,9	0
20/01/2020	29,2	20	78,7	0
21/01/2020	28,9	19,8	83	0
22/01/2020	31,9	23,2	80,2	0
23/01/2020	29,7	23,5	79	0
24/01/2020	32,2	23,2	71,8	0
25/01/2020	28,9	22,3	84,6	0
26/01/2020	26,1	23	89,5	0
27/01/2020	28,6	21,9	79,6	0
28/01/2020	28,8	21,1	81	0
29/01/2020	30,3	21,3	82,3	0
30/01/2020	27,6	21,4	85,4	0
31/01/2020	28,2	21,5	82,7	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad,

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario,

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos,

\* T = Trazas (Precipitación < 0,1 mm/día),

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3,75"

Longitud : 79°54'35,4"

Altitud : 18 msnm,

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/02/2020	28,2	21,6	80	0
2/02/2020	28,1	21,4	85,3	0
3/02/2020	28,2	22,2	83,6	0
4/02/2020	28,5	21,6	79,1	0
5/02/2020	27,9	20,7	82,5	0
6/02/2020	27,8	21,1	79,3	0
7/02/2020	27,5	20,5	84,5	0,2
8/02/2020	28,6	21,4	87,4	0
9/02/2020	28,1	21,5	79	0
10/02/2020	28,2	20,7	88,4	0
11/02/2020	27,6	20,2	83,4	0
12/02/2020	29,1	20,9	81,9	0
13/02/2020	27,8	20,6	83,5	0
14/02/2020	28,7	21,3	80,1	0
15/02/2020	28,5	21,3	79,6	0
16/02/2020	28,8	21,4	79,2	0
17/02/2020	28,7	21,2	85,1	0
18/02/2020	28,9	20,9	79,9	0
19/02/2020	29,6	20,3	82,1	0
20/02/2020	28,4	21,2	81,5	0
21/02/2020	31,4	23,1	77,5	0
22/02/2020	30	22,1	81	0
23/02/2020	30,8	22,5	83,8	0
24/02/2020	31,1	23,3	79,7	0
25/02/2020	29,8	22,6	81,5	0
26/02/2020	29,1	22,4	80,9	0
27/02/2020	28,9	21,5	83,2	0
28/02/2020	28,9	21,6	83,9	0
29/02/2020	29	22,1	83	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/03/2020	29,9	22,5	78,3	0
2/03/2020	29	21	77,7	0
3/03/2020	30	21,7	73,3	0
4/03/2020	29,9	22,3	77,1	0
5/03/2020	29	23	77,1	0
6/03/2020	29,8	23	73,6	0
7/03/2020	31,3	22	79	0
8/03/2020	31,6	22,7	77,3	0
9/03/2020	32,4	23	67,9	0
10/03/2020	30,4	22,3	74,3	0
11/03/2020	30,5	21,6	75,4	0
12/03/2020	29,7	22,3	78,1	0
13/03/2020	31,5	23	75,5	0
14/03/2020	30,6	22	74,4	0
15/03/2020	31,7	21,8	79,5	0
16/03/2020	30,8	22	76,7	0
28/03/2020	S/D	S/D	S/D	0
29/03/2020	S/D	S/D	S/D	0
30/03/2020	S/D	S/D	S/D	S/D
31/03/2020	S/D	S/D	S/D	S/D

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/04/2019	26,6	19,6	85.3	0.0
2/04/2019	27,8	19,6	82.8	1.4
3/04/2019	26,4	20,3	89.0	0.0
4/04/2019	27,6	19,2	83.5	0.0
5/04/2019	28,6	19,1	81.0	0.0
6/04/2019	28	20	80.8	0.0
7/04/2019	27,8	18,5	87.4	0.0
8/04/2019	27,3	19,1	88.7	0.0
9/04/2019	27	20,2	88.1	0.0
10/04/2019	26,6	20,4	81.0	0.0
11/04/2019	26,3	18,9	87.3	0.0
12/04/2019	26,5	19,1	91.6	0.0
13/04/2019	27,1	19,8	90.1	0.0
14/04/2019	25,8	18,9	90.6	0.0
15/04/2019	27,2	19,7	91.1	0.0
16/04/2019	26,5	19,2	89.0	0.0
17/04/2019	27	19,6	86.0	0.0
18/04/2019	27,9	19,6	86.8	0.0
19/04/2019	27,7	20,3	87.0	0.0
20/04/2019	28	19,5	86.9	0.2
21/04/2019	27	20,4	89.3	0.0
22/04/2019	29,2	20,6	88.0	0.0
23/04/2019	27,9	20,7	85.3	0.0
24/04/2019	27,3	20,9	88.6	0.0
25/04/2019	26	20,3	91.3	0.0
26/04/2019	25,4	20,3	88.6	0.0
27/04/2019	25,7	20,5	S/D	0.0
28/04/2019	26,9	20,1	84.8	0.0
29/04/2019	28,4	20,3	84.8	0.0
30/04/2019	27,5	19,5	84.7	0.0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/05/2019	25,5	20	86.8	0.0
2/05/2019	26,2	19,1	85.9	0.0
3/05/2019	27,2	19,1	83.4	0.0
4/05/2019	28,8	19,6	79.6	0.0
5/05/2019	27,4	20,4	85.2	0.0
6/05/2019	27,4	20,7	87.1	0.0
7/05/2019	26,4	20,4	86.0	0.0
8/05/2019	27,1	18,9	85.1	0.0
9/05/2019	26,4	19,9	87.0	0.0
10/05/2019	27,2	19,8	77.9	0.0
11/05/2019	26,6	19,4	77.5	0.0
12/05/2019	29,1	19,5	78.1	0.0
13/05/2019	26,7	20	83.1	0.0
14/05/2019	27,4	20,5	83.5	0.0
15/05/2019	26,4	20	83.7	0.0
16/05/2019	26	19,6	81.0	0.0
17/05/2019	26,7	18,6	80.4	0.0
18/05/2019	27,2	17,8	78.5	0.0
19/05/2019	27	18,3	78.0	0.0
20/05/2019	25,2	19,1	78.4	0.0
21/05/2019	25,9	18,6	81.4	0.1
22/05/2019	26,4	19,1	81.7	0.0
23/05/2019	25,7	18	79.3	0.0
24/05/2019	27,3	18,6	79.4	0.0
25/05/2019	27,4	19,2	76.5	0.0
26/05/2019	26,5	18,3	S/D	0.0
27/05/2019	26,1	18,1	77.9	0.0
28/05/2019	26,6	18,6	74.1	0.0
29/05/2019	27	18	79.6	0.0
30/05/2019	27,6	17,2	79.2	0.0
31/05/2019	29,8	18,6	76.2	0.0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/06/2019	24,8	18	84.5	0.0
2/06/2019	25,1	18,2	78.3	0.0
3/06/2019	24,8	17,7	82.2	0.0
4/06/2019	25,8	17,1	79.2	0.0
5/06/2019	25,6	17,1	77.4	0.0
6/06/2019	26,6	16,2	80.8	0.0
7/06/2019	27,5	16,4	76.6	0.0
8/06/2019	25,4	17	80.5	0.0
9/06/2019	24,6	18	83.0	0.0
10/06/2019	24,8	17,3	83.7	0.0
11/06/2019	25,5	18,4	82.8	0.0
12/06/2019	24,3	17,9	80.2	0.0
13/06/2019	24,7	17,5	76.4	0.0
14/06/2019	24,4	17,4	76.9	0.0
15/06/2019	25,8	17,9	77.0	0.0
16/06/2019	24,4	18,1	80.4	0.0
17/06/2019	24,1	17,5	80.9	0.0
18/06/2019	23,2	17,6	81.5	0.0
19/06/2019	24,6	17	80.1	0.0
20/06/2019	22,8	15,5	84.6	0.0
21/06/2019	21,9	16,6	85.2	0.0
22/06/2019	24,1	15,1	80.4	0.0
23/06/2019	23,5	15,8	82.1	0.0
24/06/2019	24,5	15,9	78.6	0.0
25/06/2019	24,8	16,7	79.2	0.0
26/06/2019	24	16,7	80.2	0.0
27/06/2019	24	16,5	79.6	0.0
28/06/2019	23,8	16,6	80.6	0.0
29/06/2019	22,4	17,5	85.6	0.0
30/06/2019	24,3	16,8	80.6	0.0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad,

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario,

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos,

\* T = Trazas (Precipitación < 0,1 mm/día),

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3,75"

Longitud : 79°54'35,4"

Altitud : 18 msnm,

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/07/2020	21,6	15	79,1	0
2/07/2020	21,9	15	79,5	0
3/07/2020	22	15,4	80,2	0
4/07/2020	23,3	15,2	79,3	0
5/07/2020	22,6	16	83,5	0
6/07/2020	21,5	16,2	84,3	0
7/07/2020	21	16,5	80,7	0
8/07/2020	21,8	15	79	0
9/07/2020	21,4	15,4	81,6	1,6
10/07/2020	S/D	15,4	S/D	S/D
11/07/2020	21,7	15,2	81,5	0
12/07/2020	21,2	14,9	87,5	0
13/07/2020	21,3	15	86,5	0
14/07/2020	21,2	14,9	87,6	0
15/07/2020	21,4	14,9	91,6	0
16/07/2020	22,5	15	84,1	0
17/07/2020	21,1	14,5	84,1	0
18/07/2020	22,2	15,5	82,9	0
19/07/2020	21,9	16,2	79,7	0
20/07/2020	21,8	14,5	84	0
21/07/2020	22,8	14,7	81,8	0
22/07/2020	23	15,2	83,8	0
23/07/2020	22,1	15,3	83,5	0
24/07/2020	20,5	15,5	88,5	0
25/07/2020	20,7	14,8	85,1	0
26/07/2020	22,2	15	82,6	0
27/07/2020	21,2	14,6	83,2	0
28/07/2020	20,8	13,8	83,3	0
29/07/2020	21,4	13,9	S/D	S/D
30/07/2020	21,8	14,8	81,6	0
31/07/2020	22,6	14,9	83,2	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/08/2020	22,8	14,7	83,1	0
2/08/2020	19,8	15,6	89,5	0
3/08/2020	19,2	15,5	85,7	0
4/08/2020	21,5	13,4	77,8	0
5/08/2020	21,5	13,1	85	0
6/08/2020	21,5	13,7	83,7	0
7/08/2020	21,8	12,4	82,9	0
8/08/2020	22	13,4	86,1	0
9/08/2020	20,4	13,7	89,2	0
10/08/2020	22	14,7	83,8	0
11/08/2020	22,2	14,8	86,3	0
12/08/2020	22,2	14,1	85,8	0
13/08/2020	22,3	14,1	86,3	0
14/08/2020	21,7	15,6	86,9	0
15/08/2020	23	15,3	85,5	-999
16/08/2020	S/D	S/D	S/D	S/D
17/08/2020	S/D	S/D	S/D	S/D
18/08/2020	S/D	S/D	S/D	S/D

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
7/09/2020	20,4	14,5	92	S/D
8/09/2020	22,8	15,1	91,3	0
9/09/2020	22	15	90,1	0
10/09/2020	21,5	14	S/D	0
11/09/2020	21,3	14,4	80,4	0
12/09/2020	21,9	13,3	82,9	0
13/09/2020	22,3	14,2	83,5	0
14/09/2020	21,6	15,1	85,5	0
15/09/2020	21,8	15,2	83,3	0
16/09/2020	22	15,1	83	0
17/09/2020	21,8	14,6	82,8	0
18/09/2020	22,6	15,3	80	0
19/09/2020	22,8	15,2	83,1	0
20/09/2020	21,4	14,8	84,6	0
21/09/2020	22,1	15	83,8	0
22/09/2020	22,9	15,3	82,1	0
23/09/2020	22,3	15,3	83,2	0
24/09/2020	22,8	15,5	82,6	0,3
25/09/2020	21,9	15,4	82,1	0
26/09/2020	22,7	15,1	93,1	0
27/09/2020	22	15,3	82,1	0
28/09/2020	22,4	15	83,4	0
29/09/2020	23,1	14,9	81,9	0
30/09/2020	23,4	16,1	81,3	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/10/2020	23	16,1	82,3	0
2/10/2020	24,1	16,5	83,8	0
3/10/2020	22,8	15,7	84,6	0,3
4/10/2020	23,1	15,7	85,6	0
5/10/2020	22,8	15,5	82,3	0
6/10/2020	24,1	16,3	78,3	0
7/10/2020	23,3	15,4	80,7	0
8/10/2020	23,7	16,2	81	0
9/10/2020	23	16,4	80,9	0
10/10/2020	23,7	16,2	S/D	0
11/10/2020	23,6	15,3	85,4	0
12/10/2020	23,1	15,5	S/D	S/D
13/10/2020	S/D	15,2	S/D	S/D
14/10/2020	S/D	S/D	S/D	S/D
15/10/2020	S/D	S/D	S/D	S/D
16/10/2020	S/D	S/D	S/D	S/D
17/10/2020	S/D	S/D	S/D	S/D
18/10/2020	24	15,5	76,2	0
19/10/2020	23,2	15,6	81	0
20/10/2020	23,1	15,8	81,5	0,8
21/10/2020	22,9	16	83,2	0
22/10/2020	23,4	15,7	82	0
23/10/2020	22,3	15,7	83	0,3
24/10/2020	23,7	15,9	83	0
25/10/2020	S/D	16,1	S/D	0
26/10/2020	23,8	16	83,1	0
27/10/2020	22,9	15,8	83,1	0
28/10/2020	22,5	16	83,4	0
29/10/2020	22,4	15,5	83	0
30/10/2020	20,7	15,5	85,8	0
31/10/2020	22,3	15	84,2	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/11/2020	22,5	15,4	83,2	0
2/11/2020	23,6	13,9	83,1	0
3/11/2020	22,7	13,5	81,4	0
4/11/2020	22,2	14,3	S/D	0
5/11/2020	22,4	13,7	82,3	0
6/11/2020	23,3	14,1	80,6	0
7/11/2020	23,6	13,9	S/D	0
8/11/2020	23,8	14,7	76,5	0
9/11/2020	24,2	14,2	77,8	0
10/11/2020	23,8	14,1	79,1	0
11/11/2020	23,7	15	79,8	0
12/11/2020	24,9	16,6	79,6	0
13/11/2020	23,7	16,9	76,3	0
14/11/2020	24,4	16,7	75,5	0
15/11/2020	24,6	16,5	77,4	0
16/11/2020	23,7	16,4	83,5	0
17/11/2020	23,8	16,8	76,9	0
18/11/2020	24,1	16,1	78,1	0
19/11/2020	24,2	17,2	77,4	0
20/11/2020	22,3	17,3	86,7	0
21/11/2020	24,1	15,5	78,6	0
22/11/2020	24,1	15,5	73,9	0
23/11/2020	23,9	16,3	77,1	0
24/11/2020	23,8	16,1	77,1	0
25/11/2020	24,2	16,8	75,2	0
26/11/2020	24,6	16,6	75,3	0
27/11/2020	24,5	17,4	81,5	0,4
28/11/2020	24,4	17,3	79,8	0
29/11/2020	25,4	17,6	80,9	0
30/11/2020	26,3	17,3	83,2	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : SAN JOSE

Latitud : 6°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/12/2020	26,3	17,8	84,8	0
2/12/2020	24,7	17,6	84,6	0
3/12/2020	25,2	17,8	80,7	0,3
4/12/2020	24,7	17,9	81,6	0
5/12/2020	24,6	17,6	84,1	0
6/12/2020	25,2	17,3	85,7	0
7/12/2020	25,3	17,8	82,4	0,6
8/12/2020	26,2	17,3	84,4	0
9/12/2020	25,8	17	80,7	0
10/12/2020	26,8	17,5	79,2	0
11/12/2020	26	18,5	S/D	0
12/12/2020	26	18,7	79,3	0
13/12/2020	26,1	18,3	79,7	0
14/12/2020	26,3	18,1	79,5	3,6
15/12/2020	25,8	17,9	83,8	0
16/12/2020	26,3	18,7	81,2	0
17/12/2020	26,8	18,4	82	0
18/12/2020	26,6	19	79,2	0,8
19/12/2020	26,1	17,8	83,3	0
20/12/2020	26	18,9	81,4	0
21/12/2020	26,2	18	80,3	0
22/12/2020	27	18,1	88,4	0
23/12/2020	26	18,3	82,4	0
24/12/2020	26,5	17,1	80,3	0
25/12/2020	26,9	17,9	76	0
26/12/2020	26	18,1	77,4	0
27/12/2020	27,6	18,4	77,2	0
28/12/2020	28	18,5	78,9	0
29/12/2020	27,1	18,9	78,1	0
30/12/2020	25,5	S/D	S/D	S/D
31/12/2020	S/D	19,5	S/D	S/D

**ANEXO 04: INVERSOR**

# Smart Energy Center



reddot award 2016  
winner

## Higher Revenue

- High efficiency inverter topology
- Max. efficiency 98.6%
- European weighted efficiency 98.0%

## Simple & Easy

- 10.6kg, allows one person simple installation
- Optimized AC connector for quick wiring
- Supports one-click inverter configuration

## Battery Ready

- Integrated Plug & Play energy storage interface

## Safe & Reliable

- IP65, natural convection
- Integrated lightning protection for both DC and AC
- Zero export function with smart power sensor

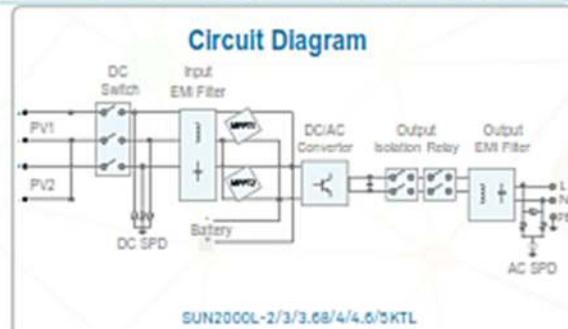
[solar.huawei.com/eu/](http://solar.huawei.com/eu/)



# SUN2000L-2/3/3.68/4/4.6/5KTL

Technical Specification	SUN2000L-2KTL	SUN2000L-3KTL	SUN2000L-3.68KTL	SUN2000L-4KTL	SUN2000L-4.6KTL	SUN2000L-5KTL
<b>Efficiency</b>						
Max. efficiency	96.4 %	96.5 %	96.5 %	96.6 %	96.6 %	96.6 %
European weighted efficiency	97.0 %	97.6 %	97.6 %	97.9 %	98.0 %	98.0 %
<b>Input</b>						
Recommended max. PV power	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp
Max. input voltage	600 V / 495 V <sup>1</sup>					
Operating voltage range <sup>1</sup>	90 V - 600 V / 90 V - 495 V <sup>1</sup>					
Start-up voltage	120 V					
Full power MPPT voltage range	120 V - 450 V	160 V - 480 V	190 V - 450 V	210 V - 450 V	260 V - 450 V	260 V - 450 V
Rated input voltage	300 V					
Max. input current per MPPT	11 A					
Max. short-circuit current	15 A					
Number of MPPT trackers	2					
Max. number of inputs per MPPT	1					
<b>Output</b>						
Grid connection	Single phase					
Rated output power	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W <sup>2</sup>
Max. apparent power	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA <sup>3</sup>	5,500 VA <sup>4</sup>
Rated output voltage	220 V / 230 V / 240 V					
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A <sup>5</sup>	25 A <sup>5</sup>
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %					
<b>Protection</b>						
Anti-islanding protection	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
Insulation monitoring	Yes					
DC lightning protection	Yes					
AC lightning protection	Yes					
Residual current monitoring	Yes					
AC overcurrent protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
AC overvoltage protection	Yes					
Over-heat protection	Yes					
<b>General Data</b>						
Operating temperature range	-30 ~ +50 °C (Derating above 45 °C @ Rated output power)					
Relative operating humidity	0 %RH ~ 100 %RH					
Operating altitude	0 - 4,000 m (Derating above 2,000 m)					
Cooling	Natural convection					
Display	LED indicators					
Communication	RS485, WLAN					
Weight (incl. mounting bracket)	10.6 kg (23.4 lb)					
Dimension (incl. mounting bracket)	375 * 375 * 161.5 mm (14.8 * 14.8 * 6.4 inch)					
Degree of protection	IP65					
<b>Battery Compatibility</b>						
Battery	LG Chem RESU 7H_R / 10H_R					
Voltage range	350 - 450 Vdc					
Max. current	10 A					
Communication	RS485					
<b>Standard Compliance (more available upon request)</b>						
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2					
Grid connection standards	G032, G59/3, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, UTE C 15-712-1, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, NRS 097-2-1, DEWA 2016					

The test and figures reflect the current technical state of the device at the time of printing. Subject to technical changes. Errors and omissions excepted. Huawei assumes no liability for mistakes or print errors. For more information, please visit solar.huawei.com. Version No. 01-20161001



\*1. Only applicable for PV string. The maximum input voltage and operating voltage upper limit will be reduced to 495 V when inverter connects and works with LG battery.  
 \*2. AS4777:4990W. \*3. VDE-AR-N 4105:4000VA / AS4777:4990VA. \*4. AS4777:4990VA. \*5. AS4777:21.7A.

**ANEXO 05- CABLE NH-80**

## FREETOX NH-80

### Usos

Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados en los cuales ante un incendio, las emisiones de gases tóxicos, corrosivos y la emisión de humos oscuros, pone en peligro la vida y destruye equipos eléctricos y electrónicos, como, por ejemplo, edificios residenciales, oficinas, plantas industriales, cines, discotecas, teatros, hospitales, aeropuertos, estaciones subterráneas, etc.

En caso de incendio aumenta la posibilidad de sobrevivencia de las posibles víctimas al no respirar gases tóxicos y tener una buena visibilidad para el salvamento y escape del lugar. Generalmente se instalan en tubos conduit.

### Descripción

Conductor de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado. Aislamiento de compuesto termoplástico no halogenado HFFR.

### Características

Es retardante a la llama, baja emisión de humos tóxicos y libre de halógenos.

### Marca

INDECO S.A. FREETOX NH-80 450/750 V <Sección> <Año> <Medrado Secuencial>

### Calibres

1.5 mm<sup>2</sup> - 300 mm<sup>2</sup>

### Embalaje

De 1.5 a 10 mm<sup>2</sup>, en rollos estándar de 100 metros.

De 16 a 300 mm<sup>2</sup>, en carretes de madera.

### Colores

De 1.5 a 10 mm<sup>2</sup>: blanco, negro, rojo, azul, amarillo, verde y verde / amarillo.

Mayores de 10 mm<sup>2</sup> sólo en color negro (1).



**Norma(s) de Fabricación**  
 NTP 370.252  
**Tensión de servicio**  
 450/750 V  
**Temperatura de operación**  
 80°C

(1) A solicitud del cliente se puede cambiar de color.

**TABLA DE DATOS TECNICOS NH - 80**

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPEJOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

(\*) TEMPERATURA AMBIENTE 30°C.

NO MAS DE TRES CONDUCTORES POR DUCTO.

**ANEXO 06-COTIZACIONES**



## Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-8, Lurin  
 Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU  
 Teléfono: 017154357  
 autosolar@autosolar.pe  
 R.U.C.: 20002492118

Luis Alberto Sanchez Sanchez

Luis Alberto Sanchez Sanchez

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 010428	1	19/07/2021

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	TIPO DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
18317	72081030-R	4 Ivan.mamani@autosolar.pe - Cel 963812578	Contado	1 Mes, salvo cambio de tarifa

**GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
	***REQUERIMIENTOS***					
1002119	Panel Solar ERA 400W 24V Mono PERC Clase A	11	632,82	6.961,02		6.961,02
1002120	Panel Solar ERA 340W 24V ESPMC-340 Poly Clase A	13	330,00	6.890,00		6.890,00
1002050	Panel Solar ECO GREEN 350W 24V Poly Clase A	12	580,00	6.960,00		6.960,00
1002321	Panel Solar JA SOLAR 455W 24V Mono PERC Half-Cell	9	690,00	6.210,00		6.210,00
1002222	Panel Solar ERA 200W 12V ESPMC200 Poly Clase A	21	347,06	7.288,26		7.288,26
	***Equipos en Stock					
	***Envíos por Shalom o Marvisur					

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00 10,00 4,00	34.309,28					34.309,28	6.173,67	

TOTAL: 40.484,95 S/.

COMPRAS A PARTIR DEL MEDIODIA SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE  
 GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

NO DEPOSITAR EN EFECTIVO PARA EVITAR SOBRECOSTES

TIPO DE MONEDA: SOLES  
 PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO 3,85

Firmado Autosolar



## DATOS BANCARIOS EN SOLES

INTERBANK: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563  
 BCP: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298  
 BBVA: 001103970100013290 / CCI: 011397000100013290-70



## Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-8, Lurin  
 Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro allura Puente VIDU  
 Teléfono: 017154337  
 autosolar@autosolar.pe  
 0602492118

Luis Alberto Sanchez Sanchez

Luis Alberto Sanchez Sanchez

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 011000	1	30/07/2021

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	TIPO DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
18317	72681030-R	4 Ivan.mamani@autosolar.pe - Cel 963812378	Contado	1 Mes, salvo cambio de tarifa

**GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO U.D.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
3200300	***REQUERIMIENTOS*** Inversor Solar Huawei SUN2000L-3kW KTL Monofásico  ***Equipo en Stock	1	4,309.61	4,309.61		4,309.61

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00 10,00 4,00						4,309.61	946.00	

TOTAL: 5,255.61 S/.

COMPRAS A PARTIR DEL MEDIODIA SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE

GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TIPO DE MONEDA: SOLES

PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO 3,85

NO DEPOSITAR EN EFECTIVO PARA EVITAR SOBRECOSTES

Firmado Autosolar



## DATOS BANCARIOS EN SOLES

INTERBANK: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

BCP: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BBVA: 001103970100013290 / CCI: 011397000100013290-70

**PROYELECTRIC**

Soluciones eléctricas residenciales e industriales.

Chiclayo, 02 de agosto del 2021

COT-588 -2021

CLIENTE: LUIS SANCHEZ

Atención:

Presente

Adjuntamos nuestra oferta económica por:

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UND	P.UNIT.	SUB TOTAL
1	Fabricación de estructura para 4 paneles solares.	1	GLB.	S/700.00	S/700.00
2	Fabricación de estructura para 2 paneles solares.	1	GLB.	S/350.00	S/350.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/1,050.00</b>

**NOTAS:**

- Los precios incluyen IGV.
- Pago por adelantado.
- Tiempo de fabricación de estructuras de 4 a 6 días hábiles.
- De aprobarse la cotización remitir la orden de compra al correo [f.vasquez@proyelectric.com](mailto:f.vasquez@proyelectric.com) o llámenos a 966942359.
- Ante cualquier duda o consulta comunicarse con nosotros vía telefónica o vía e-mail.



Ruc: 20600991133 – PROYELECTRIC S.A.C.

Mov: 966942359

[f.vasquez@proyelectric.com](mailto:f.vasquez@proyelectric.com)[www.proyelectric.com](http://www.proyelectric.com)

**PROYELECTRIC***Soluciones eléctricas residenciales e industriales.*

Chiclayo, 02 de agosto del 2021

COT-589 -2021

**CLIENTE: LUIS SANCHEZ****Atención:**

Presente

Adjuntamos nuestra oferta económica por:

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UND	P.UNIT.	SUB TOTAL
1	Fabricación de estructura para 3 paneles solares.	2	GLB.	S/800.00	S/1,600.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/1,600.00</b>

**NOTAS:**

- Los precios incluyen IGV.
  - Pago por adelantado.
  - Tiempo de fabricación de estructuras de 4 a 6 días hábiles.
  - De aprobarse la cotización remitir la orden de compra al correo [f.vasquez@proyelectric.com](mailto:f.vasquez@proyelectric.com) o llámenos a 966942359.
- Ante cualquier duda o consulta comunicarse con nosotros vía telefónica o vía

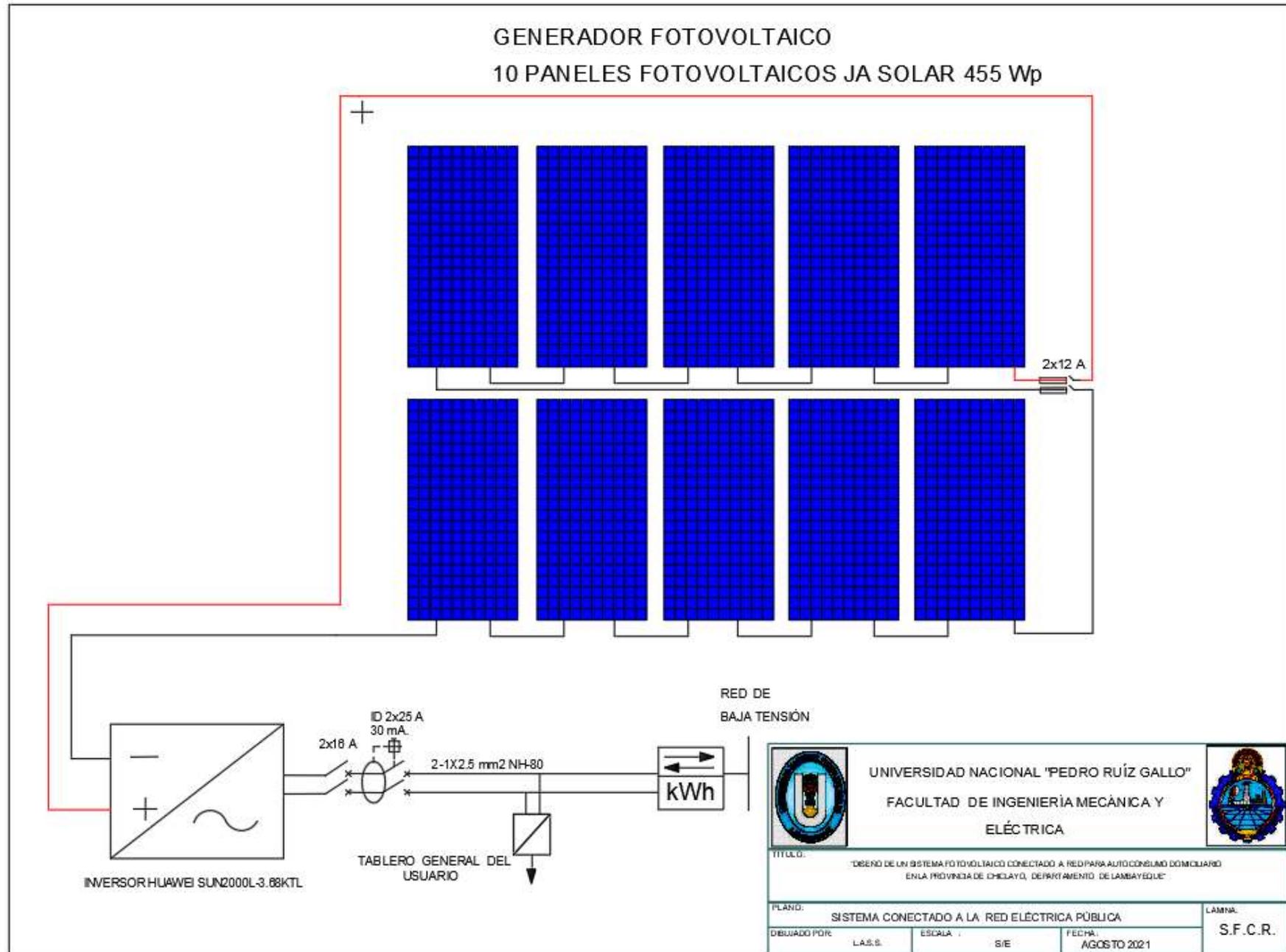


Ruc: 20600991133 – PROYELECTRIC S.A.C.

Mov: 966942359

[f.vasquez@proyelectric.com](mailto:f.vasquez@proyelectric.com)[www.proyelectric.com](http://www.proyelectric.com)

**ANEXO 07-SISTEMA CONECTADO A RED**





## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Luis Alberto Sánchez Sánchez  
Título del ejercicio: Informe de avance de investigación  
Título de la entrega: "DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RE...  
Nombre del archivo: TRABAJO\_DE\_SUFICIENCIA\_LUIS\_\_ALBERTO\_\_SANCHEZ.pdf  
Tamaño del archivo: 8.35M  
Total páginas: 130  
Total de palabras: 18,505  
Total de caracteres: 95,087  
Fecha de entrega: 09-mar.-2022 03:10p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 1780492894

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
VI PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA  
**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
Para Optar el Título Profesional de:  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A  
RED PARA AUTOCONSUMO DOMICILIARIO EN LA  
PROVINCIA DE CHICLAYO DEPARTAMENTO DE  
LAMBAYEQUE"

Autor:

Bach. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ SÁNCHEZ

Asesor:

Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA

**LAMBAYEQUE - PERÚ**  
**2022**

M.Sc. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA  
DNI: 16759264

# “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED PARA AUTOCONSUMO DOMICILIARIO EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	3%
3	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	2%
4	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe:8080">repositorio.unprg.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://rd.udb.edu.sv:8080">rd.udb.edu.sv:8080</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1%

9	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
10	repositorio.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
11	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
15	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1 %
17	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	anes.org.mx Fuente de Internet	<1 %
19	Tuza A. Olukan, Sergio Santos, Amal A. Al Ghaferi, Matteo Chiesa. "Development of a solar nano-grid for meeting the electricity supply shortage in developing countries	<1 %



# (Nigeria as a case study)", Renewable Energy, 2022

Publicación

20

Submitted to Universidad Nacional Hermilio Valdizan

Trabajo del estudiante

<1 %

21

repositorio.unj.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

Submitted to Universidad Autonoma del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

23

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %


Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



M.Sc. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA

DNI: 16759264