

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

**Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para mejorar el suministro eléctrico de la institución educativa Señor Cautivo del centro poblado Angash, Jaén, 2022.**

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

**Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Herrera Zurita, Grover Leonel ([orcid.org/0000-0002-9889-0990](https://orcid.org/0000-0002-9889-0990))

**ASESOR:**

Mg. Sifuentes Inostroza Teofilo Martin ([orcid.org/0000-0001-8621-236X](https://orcid.org/0000-0001-8621-236X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

## DEDICATORIA

A Dios que siempre me acompaña en todo el transcurso de mi vida, a mis padres Teófilo Herrera Peña y Jesús Zurita Baltazar, a mis hermanos que siempre me dieron su apoyo incondicionalmente para llegar a ser un profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme salud y fuerza para poder culminar lo que tanto anhelaba desde niño, a toda mi familia que estuvieron conmigo en todo momento.

A mis amigos por compartir momentos inolvidables y poder salir adelante todos enfocados en una sola meta.

Al asesor MSc. Martín Sifuentes Hinostroza por la dedicación y enseñanza en el transcurso del desarrollo de la tesis.

A la Universidad Cesar Vallejo por abrirnos las puertas para poder culminar nuestra carrera profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA .....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	21
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.5. Procedimientos .....	22
3.6. Método de análisis de datos .....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS .....	49
ANEXOS .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Latitud y longitud de la I.E Señor Cautivo.....	24
Tabla 2. Valores óptimos de Radiación solar en la I.E Señor Cautivo .....	25
Tabla 3. Valores óptimos de radiación solar interpolados para el ángulo 7.50°. ....	26
Tabla 4. Selección del voltaje en base a la potencia.....	29
Tabla 5. Intensidad del proyecto. ....	30
Tabla 6. Cálculo del subsistema de generación. ....	31
Tabla 7. Cálculo del subsistema de almacenamiento. ....	32
Tabla 8. Comparación del voltaje neto / voltaje conjunto. ....	33
Tabla 9. Resumen del diseño del SFV.....	38
Tabla 10. Presupuesto de la Instalación del SFV.....	39
Tabla 11. Evaluación económica del proyecto .....	42
Tabla 12. Resultados del VAN y TIR.....	42
Tabla 13. Comparación entre el costo de energía de Electro oriente y el SFV. ....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de radiación solar .....	6
Figura 2. Fusible de 13 A. ....	18
Figura 3. Interruptor termomagnético de 100 A.....	19
Figura 4. Interruptor diferencial de 100 A. ....	20
Figura 5. Vista satelital de la I.E. Señor Cautivo – Angash .....	24
Figura 6. Vista de la I.E Señor Cautivo - Angash .....	25
Figura 7. Potencial energético con el ángulo óptimo de $7.50^{\circ}$ .....	27

## **RESUMEN**

En esta tesis se ha propuesto el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado de la red, donde el objetivo general obedece a diseñar un sistema fotovoltaico aislado para el suministro eléctrico de la Institución Educativa Señor Cautivo, del Centro Poblado Angash, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca. La metodología que se utilizó es una investigación aplicada de diseño preexperimental.

Así mismo, hoy en día la generación de electricidad a partir de energías renovables está siendo de mucha importancia, porque contribuye con el cuidado del medio ambiente dejando de emitir gases contaminantes, es por eso que nuestro tema se enfoca en la generación de electricidad a partir de un sistema fotovoltaico aislado que generará energía limpia.

Los datos de radiación solar fueron tomados de datos de la NASA siendo este de 3.73 HSP en el mes de febrero.

Para cubrir la demanda de energía eléctrica de 11.92 kWh/día, se concluyó que se necesitarán 28 módulos fotovoltaicos de 200 Wp, además contará con 06 reguladores de 100 A, Un banco de 28 baterías de 12 V y 947,22 Ah/día, y por último un inversor de 15 kW.

El presupuesto es de S/. 79,505.62; con un VAN de S/. 18,707.39 y un TIR de 15.79%, concluyendo que el proyecto si es factible.

### **PALABRAS CLAVE:**

Energía renovable, sistema fotovoltaico aislado, radiación solar, suministro eléctrico.

## **ABSTRACT**

In this thesis we have proposed the dimensioning of a photovoltaic system isolated from the grid, where the general objective is to design an isolated photovoltaic system for the power supply of the Señor Cautivo Educational Institution, in the Angash Village Center, Province of Jaén, Department of Cajamarca. The methodology used is an applied research of pre-experimental design.

Likewise, nowadays the generation of electricity from renewable energies is being of great importance, because it contributes to the care of the environment by stopping the emission of polluting gases, that is why our topic focuses on the generation of electricity from an isolated photovoltaic system that will generate clean energy.

The solar radiation data was taken from NASA data being 3.73 HSP in the month of February.

To cover the electric energy demand of 11.92 kWh/day, it was concluded that 28 photovoltaic modules of 200 Wp will be needed, as well as 6 regulators of 100 A, a bank of 28 batteries of 12 V and 947.22 Ah/day, and finally a 15 kW inverter.

The budget is S/. 79,505.62; with an NPV of S/. 18,707.39 and an IRR of 15.79%, concluding that the project is feasible.

## **KEYWORDS**

Renewable energy, isolated photovoltaic system, solar radiation, electricity supply.



## I. INTRODUCCIÓN

Según el Comité de Operación Económica del Sistema (COES) a enero de 2017 indicó que la mayor fuente de donde proviene energía eléctrica en el Perú es la hidroeléctrica con el 67,1 %, gas natural con el 28,9 %, energía eólica 1,4 % y solar 0,4 % respectivamente, (Farfán, 2018).

Además, consideró que el estado debe reforzar en todos sus niveles la ideología que tiene el gobierno respecto al uso de las energías limpias (Farfán, 2018).

Asi mismo, en la institución educativa en estudio la energía eléctrica que brinda la concesionaria es inestable, hay cortes repentinos en el transcurso del día, lo cual genera un malestar en la población y atraso en el desarrollo de los estudiantes.

Por eso en muchos países ya se realizó la instalación de SFV, promoviendo el uso de energías renovables, aprovechando la radiación solar.

Es por esta razón, se hace factible el diseño de un sistema solar fotovoltaico, lo cual se hace uso de la energía de los rayos solares para después convertirla en eléctrica y reservarlas en baterías estacionarias para usarse cuando sea requerido, lo cual produciría una disminución en costos eléctricos de la institución educativa, preservación del medio ambiente y un buen desarrollo de todos los estudiantes.

Por lo tanto, llegamos a la formulación del siguiente problema de investigación: ¿De qué manera la radiación solar, y la demanda eléctrica influyen en el diseño de un sistema solar fotovoltaico aislado, para el suministro eléctrico de la Institución Educativa Señor Cautivo del Centro Poblado Angash, Jaén, 2022?

De acuerdo a lo formulado anteriormente, se ha tenido por conveniente realizar un proyecto de investigación, el cual obedeció a las justificaciones siguientes: En el ámbito social, se consideró que la energía eléctrica es una necesidad fundamental que abre puertas y contribuye a mejorar la vida del ser humano. En

el ámbito ambiental diseñaron sistemas solares fotovoltaicos usando recursos renovables que, para generar energía eléctrica no causaron impactos desfavorables al medio ambiente. Así mismo, en el ámbito económico permitieron el desarrollo de las instituciones, en los días de aniversario y fiestas patronales, ya que las zonas son muy transitables por ciudadanos (as) de caseríos aledaños. Finalmente, en el ámbito tecnológico plantearon una tecnología que ha tenido durante mucho tiempo un gran impacto en la solución de la escasez y la inestabilidad de energía eléctrica en instituciones que se encuentran un poco alejadas.

En mérito a lo descrito anteriormente, el objetivo general de la investigación que se ha planteado obedece a: Diseñar un sistema fotovoltaico aislado para el suministro eléctrico de la Institución Educativa Señor Cautivo del Centro Poblado Angash, Jaén, 2022.

Así mismo, para desarrollar el objetivo general de la investigación se han visto por conveniente formular los siguientes objetivos específicos: i) evaluar el potencial de la radiación solar en la zona del proyecto, ii) determinar la demanda de energía eléctrica de la institución educativa, iii) dimensionar los componentes del sistema fotovoltaico, iv) evaluar económicamente el proyecto de investigación.

## II. MARCO TEÓRICO

Como parte de los antecedentes internacionales se ha tenido en cuenta las siguientes investigaciones:

(Salazar Vanegas, 2022), diseñó e implementó sistemas solares fotovoltaicos a pequeña escala en la Universidad de Antioquía, Medellín – Colombia. Realizó visitas técnicas dónde se instalaron los sistemas fotovoltaicos, donde concluyó que la energía consumida fue de 51 kWh – día, además que mensual sería de 1529 kWh – mes, que se emplearon 28 módulos fotovoltaicos de 440 W, 2 inversores de 6000 W, y una radiación solar en la zona de 1000 W/m<sup>2</sup>, que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del proyecto.

(Barrantes Dastis, 2020), en su tesis de fin de grado realizada en la Universidad de Sevilla – España, diseñó una instalación fotovoltaica, además hizo el estudio normativo y el análisis económico en el municipio de Aznalcázar, llegando a conclusión que la potencia de la instalación fotovoltaica final fue de 5,103 MW, además, que se instalaron 12600 paneles fotovoltaicos de 405 Wp, y 20 inversores trifásicos de 250 Kw.

También como parte de los antecedentes nacionales se ha tenido en cuenta las siguientes investigaciones:

(Ordoñez Rosales, 2020), en su tesis desarrollado en la Universidad Nacional Agraria La Molina planteó el diseño e implementación de sistemas fotovoltaicos en locales comunales, ante el corte repentino de la luz eléctrica en la Provincia de Huarochirí. Determinó que la energía diaria consumida fue de 0,636.84 Kw – h; el ángulo de inclinación fue de 20°, y la irradiancia solar fue de 3,65 Kw / m<sup>2</sup>, Mencionado autor concluyó que se utilizaron 2 paneles fotovoltaicos de 80 W, 1 panel en serie y 1 panel en paralelo; 1 inversor de 225 W, y un regulador de 12 A.

(Pèrez salas, 2019), en su tesis diseñó un sistema de generación fotovoltaico con un seguidor lumínico en la comunidad aislada Cucufana, identificó las

necesidades energéticas del centro poblado, así mismo hizo el mecanismo mecánico programando a su vez el seguidor lumínico, lo cual utilizando fotorresistencias el dispositivo tenía que identificar a qué lado tenía que girar en función de presencia de luz o sin ella. Además, determinó que para un centro poblado la calificación eléctrica está normada según OSINERMIN es de 200 W/lote. Dicho autor concluyó que la energía diaria consumida fue de 1438, 99975 W – h, se utilizaron 4 baterías de 12V y 172 Ah, 2 paneles de 200 Wp, 1 regulador de carga y 1 inversor de 300 W y 12 V.

Así mismo, como parte de los antecedentes locales se ha tenido en cuenta las siguientes investigaciones:

(Aguirre Peña, 2019), en su tesis realizada en la Universidad Nacional de Jaén diseñó un sistema fotovoltaico unido a la red pública para cubrir la demanda de energía eléctrica de la I.E. 16531, que pertenece a Puerto Chinchipe- San Ignacio. Evaluó el potencial solar registrado en la zona del proyecto a través de la data de la NASA; además, determinó el consumo anual de 2186.08 kWh de la Institución Educativa; también realizó un estudio de la evaluación económica del proyecto llegando a calcular un VAN de S/. 142, 34 y un TIR de 10%, con un índice de recuperación de toda la inversión de 8,995 años. Por último; concluyó que se necesitaron un total de 8 paneles, 2 en paralelo y 4 en serie.

(Mosqueira Llovera, 2021), realizó un estudio en la Universidad César Vallejo sede Chiclayo para brindar energía eléctrica haciendo uso de la radiación que trasmite el sol para la I.E. Rafael Loayza Guevara, en la región de Cajamarca. Dicho autor evaluó que la radiación solar de 912, 98 w/m<sup>2</sup> con un dispositivo llamado Solarímetro Ambient weather, determinó que la demanda energética de la Institución Educativa fue de 101.89 KW/h, y concluyó que se necesitaron 28 paneles fotovoltaicos de 370 W, 2 reguladores de 100 A y 2 inversores de 4 kW para cubrir la demanda satisfactoriamente de la Institución Educativa.

En este ámbito el proyecto estará apoyado a lo que a continuación se va a describir para sustento.

Hoy en día las energías renovables están siendo muy tomadas en cuenta para la generación de electricidad, es por eso que nuestro tema se enfoca principalmente en ellas.

El sol es la fuente de todas las energías renovables, además los árboles se sirven de él para que ellos puedan vivir y crecer. Por último, al sol lo aprovechamos para hacer uso de las energías fotovoltaicas. Las fuentes de energías renovables que hay en el universo son el sistema que necesitamos para vivir, y no ponemos en riesgo nuestro planeta tierra (Paulina, 2010).

Así mismo, esta energía que proviene del sol es obtenida gracias a que es captada por las propagaciones electromagnéticas que provienen de él. Los sistemas para aprovechar energía los dividimos en pasivos y activos. El primero no hace uso de elementos que capturen la radiación. Por otro lado, el segundo grupo sí hace uso de elementos que capturen la radiación, como por ejemplo los paneles solares. (OSINERGMIN, 2019).

Otro aspecto para poder dimensionar SFV que debemos tener en cuenta es la radiación solar que llega a la tierra en tres formas: (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008).

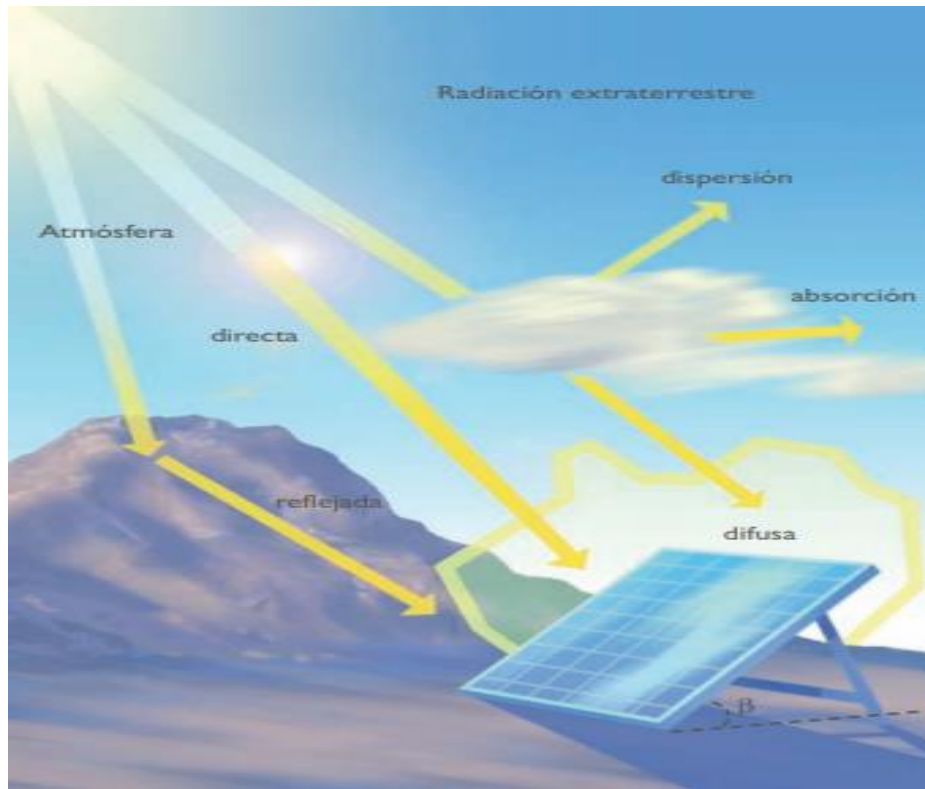
Radiación directa: Nos llega directa del sol; no choca con nada en su trayecto, es predominante en días muy soleados. (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008).

Radiación difusa: Llega a la tierra después de haber chocado con algún elemento que se encuentre en su trayecto, es predominante en días que hay nube (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008).

Radiación reflejada o albedo: Este tipo de radiación es proyectada por el suelo; se da en zonas donde haya nieve y agua (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008).

A continuación, observamos en la imagen los tipos que se han descrito anteriormente.

Figura 1. Tipos de radiación solar



Fuente: (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008)

Otro aspecto a tener en cuenta es la irradiación solar que viene a ser la energía que recibe una unidad de suelo en un lapso de tiempo establecido (Cantos, 2016). Es medida en  $\text{Wh/m}^2/\text{día}$  o  $\text{kW/m}^2/\text{día}$ . También es conocida como HSP (hora solar pico) que son las horas diarias, que a través de una irradiancia solar de  $1000 \text{ W/m}^2$  nos da la misma irradiancia total del mismo día. Es decir, que si tenemos valores de irradiación solar de un día lo dividimos entre 1000 para así obtener las HSP, las unidades en las que se mide son en  $\text{kWh/m}^2$ , (Cieza, 2017).

Los SFV su función principal es la transformación de la radiación que es emitida por el sol en energía eléctrica. Esta produce una intensidad continua a un voltaje variable que en la mayoría de casos es de 12 voltios. (Orbegoso & Arivilca, 2010).

Dentro de ello tenemos sistemas aislados de la red y sistemas a la red. En el primero son empleados en lugares que es muy complicado tener acceso a la red

eléctrica lo cual resulta ideal y económico hacer una instalación de una SFV. Mayormente lo encontramos en las Zonas rurales. (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008)

En el segundo caso son instalados en zonas que si tienen una red eléctrica que lo primordial es que pueda producir electricidad para después ser vendida a una compañía eléctrica (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008)

Como el trabajo de investigación planteado es diseñar un sistema fotovoltaico autónomo o aislado de una línea eléctrica, es por ello que nos basaremos solamente en dichos sistemas fotovoltaicos.

Un sistema fotovoltaico aislado consta de distintos elementos que son detallados a continuación: Los módulos solares fotovoltaicos son los que se encargan de transformar la radiación solar en electricidad, el regulador de carga es el que controla que las baterías no se sobrecarguen, la batería o acumulador su función es el almacenamiento de energía para hacer uso cuando sea requerido, el convertidor cambiara la energía almacenada como energía en CD para después entregar a las cargas como energía en CA (Incio, 2019).

También tenemos los cables que la elección de los mismos debe contar con las características indispensables y el aislante correcto para trabajar en los lugares donde las condiciones ambientales sean favorables para la instalación y de la protección mecánica necesitada. Para seleccionar que tipo de cable se va a necesitar para la instalación debemos de obedecer lo que nos enfatiza NTP (Norma Técnica Peruana) y el CNE (Código Nacional de Electricidad), debemos tener en cuenta que para conectar desde el módulo al regulador la caída de tensión es de 3 %, del acumulador al regulador debe ser menos del 1 % y lo del regulador al inversor menor al de 5 % (Valdivieso, 2014).

Los elementos de protección los encontramos internamente en cualquier elemento electrónico como es el caso del regulador y el inversor, pero también podemos utilizar elementos externos como por ejemplo los fusibles, diodos, etc. (Valdivieso, 2014).

Y por último elemento tenemos el tablero de transmisión encargado de realizar la transmisión entre dos fuentes de energía, como por ejemplo si tenemos una fuente secundaria que trabaja gracias a este tablero cuando la fuente primaria está desconectada (Valdivieso, 2014).

El procedimiento para el cálculo se detalla a continuación estableciendo fórmulas que ya han sido utilizadas anteriormente por diferentes autores.

Radiación solar: Para evaluar la radiación que trae consigo el sol se tomará en cuenta la longitud y latitud de la zona de estudio. Luego, iremos al aplicativo de la NASA (Data Access Viewer) e insertamos los datos de las coordenadas geográficas de la zona en estudio para luego descargar los resultados del potencial de radiación solar. Finalmente elegimos el mes más desfavorable para dimensionar el SFV. Finalmente calculamos a que ángulo deben estar inclinados los módulos fotovoltaicos, utilizamos la fórmula (1) (Mejía, 2018).

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0,69x [\phi] \quad (1)$$

Donde:

$\beta_{opt}$ : Ángulo óptimo que deben estar inclinados los paneles (grados).

$\phi$ : Latitud de la zona en estudio, sin signo (grados).

Demanda eléctrica: Se toma en cuenta las cargas que hay en la Institución educativa cada una con su respectiva potencia y con las horas de funcionamiento para poder calcular la carga total, luego pasar a dimensionar el SFV teniendo en cuenta lo siguiente:

Estimación y caracterización de la demanda eléctrica: Se refiere a la energía total que va a suministrar, teniendo en cuenta la potencia de las cargas y el tiempo que están funcionando diariamente, (Patiño, Tello, y Hernández, 2012). La energía que demandan las cargas DC y AC. Los cálculos fueron realizados con la fórmula (2).

$$E_{dm,CA} = \sum_{i=1}^n (P * t) \quad (2)$$



Donde:

$E_{dm,CA}$  : Demanda eléctrica diaria en CA.

$P$  : Potencia de la carga.

$t$  : Horas de funcionamiento del equipo.

Cálculo de la demanda eléctrica media: Luego que calculamos lo que consume los equipos pasamos a determinar el consumo medio diario del SFV, (Mesa, L.A., Sanabria, C.A., Pérez, W.J, 2016). Empleamos la fórmula (3).

$$L_{md} = \frac{L_{md,CD} + \frac{L_{md,CA}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat}\eta_{con}} \quad (3)$$

Donde:

$L_{md}$  : Energía media diaria consumida por el SFV.

$L_{md,CD}$  : Energía media diaria de las cargas en CC.

$L_{md,CA}$  : Energía media diaria de las cargas en CA.

$\eta_{inv}$  : Eficiencia esperada por el inversor.

$\eta_{bat}$  : Eficiencia esperada de las baterías.

$\eta_{con}$  : Eficiencia esperada de los conductores.

Demanda eléctrica corregida: La demanda eléctrica corregida se calcularon con la fórmula (4) (Mejía, 2018).

$$Q = \frac{L_{dm}}{V_{gen}} \quad (4)$$

Donde:

$Q$  : Demanda eléctrica corregida en amperios-hora.

$L_{dm}$  : Energía media diaria consumida por el SFV.

$V_{gen}$  : Voltaje nominal de generación del SFV.

Intensidad del proyecto: Esto viene a ser la corriente máxima de operación del SFV, tomando en cuenta la radiación solar del mes más crítico o mes más desfavorable obtenido de la NASA.

Se calculó con la fórmula (5), (Mejía, 2018).

$$I_{proyecto} = \frac{Q}{HSD_{cri}} \quad (5)$$

Donde:

$I_{proyecto}$  : Corriente que entregan los módulos.

$Q$  : Demanda eléctrica corregida, dada en amperios-hora.

$HSD_{cri}$  : Horas de sol diaria mínima o promedio.

Cálculo del subsistema de generación: Debemos de tener en cuenta el factor de degradación del módulo. Para calcular la cantidad de módulos en paralelo que necesitamos se empleó la fórmula (6), (Mejía, 2018).

$$N_{M,paralelo} = \frac{I_{proyecto}}{F_R * I_{p,oper}} \quad (6)$$

Donde:

$N_{m,paralelo}$  : Cantidad de módulos en paralelo.

$I_{proyecto}$  : Carga corregida.

$F_R$  : Factor de degradación del módulo.

$I_{p,oper}$  : Corriente típica del módulo en el punto de operación.

Luego para calcular cuantos módulos en serie vamos a emplear se recogió cuanto fue el voltaje nominal del sistema y voltaje del módulo, se determinaron con la fórmula (7), (Patiño, Tello, y Hernández, 2012).

$$N_{M,serie} = \frac{V_{n,generación}}{V_{n,módulo}} \quad (7)$$

Donde:

$N_{P,serie}$ : Cantidad de módulos en serie.

$V_{n,generación}$ : Voltaje nominal del subsistema de generación.

$V_{n,panel}$ : Voltaje nominal del módulo.

“Así mismo, para calcular la cantidad total de módulos fotovoltaicos que se van a utilizar y la potencia nominal del generador, empleamos la fórmula (8) y (9) respectivamente”, (Mejía, 2018)

$$N_M = N_{M,serie} * N_{M,paralelo} \quad (8)$$

La cantidad de módulos fotovoltaicos en serie y en paralelo se determinaron con las fórmulas (7) y (8) respectivamente.

Para calcular la potencia nominal del generador se empleó la fórmula (9).

$$P_{n,gen} = N_{M,serie} * N_{M,paralelo} * P_{máx,módulo} \quad (9)$$

Para calcular el subsistema de almacenamiento: Después que hemos calculado la energía media diaria ya se puede calcular de cuanto de capacidad se va a requerir que sea el banco de acumuladores o de baterías que se van a emplear en el diseño. Utilizamos el criterio Amperios-hora (Ah), ya que es de mucha importancia que el acumulador o batería entregue el voltaje al inversor en CD.

En el cálculo se utilizó la fórmula (10).

$$C_{B,baterías} = \frac{Q * N_{d,aut}}{FP_{DB\ máx,d} * FCT} \quad (10)$$

Donde:

$C_{B,baterías}$ : Capacidad nominal del banco de acumuladores o baterías.

$Q$ : Amperios-hora que fueron corregidos de la demanda de energía eléctrica.

$N_{d,aut}$ : Cantidad de días de autonomía del banco de acumuladores.

$FP_{DB\ máx,d}$ : Factor de profundidad de descarga máxima día.

$F_{CT}$ : Factor de corrección por temperatura.

Para calcular la cantidad de acumuladores en serie y en paralelo se necesitaron para el dimensionamiento del SFV se tomarán en cuenta las fórmulas (11), (12) y (13) respectivamente, (Patiño, Tello, y Hernández, 2012).

Para calcular se utilizaron las fórmulas (11, 12, 13).

$$N_{B,serie} = \frac{V_{gen,módulo}}{V_{batería}} \quad (11)$$

$$N_{B,paralelo} = \frac{CB_{baterías}}{CN_{baterías}} \quad (12)$$

$$N_{B,totales} = N_{B,serie} * N_{B,paralelo} \quad (13)$$

Donde:

$N_{B,serie}$ : Número de baterías en serie.

$V_{batería}$ : Voltaje de la batería.

$V_{gen,módulo}$ : Voltaje de generación del módulo.

$CN_{baterías}$ : Correspondiente a la batería seleccionada.

$CB_{baterías}$ : Correspondiente a la batería seleccionada.

Determinamos voltaje de funcionamiento para cargas de acumuladores: Para calcular el voltaje neto al banco de acumuladores, en primer lugar, con la fórmula (14) se determinará la tensión del conjunto de los módulos, seguido a lo anterior se restará el efecto por temperatura (Chakraborty, Sadhu, y Pal, 2015).

El voltaje de salida del módulo cambia ya sea con la temperatura del ambiente y la irradiación, (Kumari, Sai y Babu, 2012).

Se considera 55 °C y 3 % el efecto por temperatura del módulo y el efecto por caída de tensión en los cables (Chakraborty, Sadhu, y Pal, 2015). El voltaje neto

al banco de baterías tiene que ser menor al voltaje conjunto, si no cumple con lo mencionado anteriormente se procederá a seleccionar otro módulo.

Se empleó las fórmulas (14) y (15) respectivamente.

$$V_{conjunto}: V_{oper,módulo} * N_{mod,serie} \quad (14)$$

$$V_{neto,Bbaterías}: V_{conjunto} - e_{t,55^{\circ}c} - e_{\Delta V,cond} \quad (15)$$

Donde:

$V_{conjunto}$ : Tensión del conjunto de módulos.

$V_{oper,módulo}$ : Voltaje del punto de operación del módulo.

$N_{mod,serie}$ : Módulos fotovoltaicos en serie.

$V_{neto,Bbaterías}$ : Voltaje neto al banco de acumuladores.

$e_{t,55^{\circ}c}$ : Efecto por T<sup>0</sup>.

$e_{\Delta V,cond}$ : Caída de tensión (3%).

Para calcular el subsistema de regulación se ha considerado la máxima corriente que entrega el módulo, para luego identificar y poder seleccionar el regulador que asuma esa cantidad de corriente para que no afecte al sistema. Debemos aplicar un factor de seguridad por temperatura y ampacidad (Mesa, L.A., Sanabria, C.A., Pérez, W.J, 2016) Con la fórmula (18) se ha podido comprobar que la corriente del regulador seleccionado sea más alta que la máxima corriente del mismo. Empleamos la fórmula (16) para poder comprobar siguientes parámetros:

$$I_{regulador} > I_{entrada} \quad (16)$$

$$I_{regulador} > F_{sc} * I_{max,G} \quad (17)$$

$$I_{regulador} > 1.25 * I_{SC,módulo} * N_{mod,paralelo} \quad (18)$$

Donde:

$I_{regulador}$ : Corriente.

$F_{sc}$ : Factor de seguridad (cortocircuito).

$I_{SC,mòdulo}$ : Corriente de corto circuito del módulo.

$N_{mod,paralelo}$ : Cantidad de módulos en paralelo.

“Debemos de tener en cuenta cuando vamos a dimensionará reguladores haya un margen de 10 % entre la máxima potencia que produce el SFV y la máxima potencia del regulador (Mejía, 2018). Calculamos con la fórmula (19).

$$N_{reguladores} : \frac{N_{mod,paralelo} * I_p + (N_{mod,paralelo} * I_p * F_{ms})}{I_{regulador}} \quad (19)$$

Donde:

$N_{reguladores}$ : cantidad de reguladores.

$I_p$ : Intensidad del proyecto.

$N_{mod,paralelo}$ : Cantidad de módulos en paralelo.

$I_{regulador}$ : Corriente máxima del regulador.

$F_{ms}$ : Margen de seguridad.

En el momento de calcular el subsistema de acondicionamiento debemos de tener en cuenta la tensión nominal de entrada junto con la potencia nominal, (Aranda y Ortego , 2011).

Para el dimensionamiento del inversor tomaremos lo que demanda la potencia de las cargas en CA, para después seleccionar el inversor ideal para la instalación del SFV, donde la potencia nominal del mismo tiene que ser más que la máxima demanda eléctrica de la carga.

Hemos determinado la potencia del inversor con la fórmula (20).

$$P_{inv} : P_{CA} * F_S \quad (20)$$

Donde:

$P_{inv}$ : Potencia del inversor.

$P_{CA}$ : Potencia de las cargas en CA.

$F_S$ : Factor de simultaneidad.

Para calcular cuántos inversores se necesitan para abastecer la demanda eléctrica del proyecto en estudio, se utilizó la fórmula (21) (Mejía, 2018).

$$N_{inv} = \frac{P_{CA}}{P_{inv}} \quad (21)$$

Donde:

$N_{inv}$ : Número de inversores.

Para calcular y seleccionar los conductores eléctricos tuvimos en cuenta cuanta de caída de tensión es perdida en diferentes longitudes, el CNU nos dice que esta es de 1,15% (Flores, 2018).

Sistema	Longitud (m)
Módulo solar al Regulador	10
Regulador a la Batería	8
Regulador al Inversor	5
Inversor al tablero	15

Para poder calcular la caída de tensión máxima empleamos la fórmula 22.

$$\Delta TM = V * CTCNU \quad (22)$$

Donde:  $\Delta TM$ : Caída de tensión máxima, V tensión de generación 12 voltios,  $CTCNU$  es la caída de tensión según el CNU.

Para seleccionar la sección del cable conductor tuvimos en cuenta la fórmula (23) (Flores, 2018). Donde K es la conductividad que es de 56 m/ Ohm. mm<sup>2</sup>.

$$S = 2 * \frac{L*I}{V*K} \quad (23)$$

Donde:

$I$  = : Corriente que pasa por el cable (11.86 A, el valor de la intensidad de cortocircuito del módulo),  $V$ : Voltaje de generación 12 V,  $L$ : Longitud del conductor (m),  $K$  es la conductividad del cobre 56 m/ Ohm. mm<sup>2</sup>,  $V$  tensión de generación 12 voltios.

Seleccionamos la estructura de soporte la cual debe ser la adecuada para el lugar de la instalación. Se debe tener en cuenta el ángulo de inclinación y el material con el que están fabricados para lograr una mayor eficiencia de los módulos fotovoltaicos, (Flores, 2018).

Para evaluar el proyecto es necesario saber cuánto es la energía esperada producida en un año por el SFV, viene dada por la fórmula 24. (Perez & Delgado, 2019).

$$PR_{AE} = HPS * C_{total\,módulos} * P_{módulo} * \eta_{bat}\eta_{cond}\eta_{inv} * N_{DA} \quad (24)$$

Donde:  $PR_{AE}$ : Producción anual de energía,  $HPS$ : radiación mínima,  $C_{total\,módulos}$ : Cantidad total de módulos,  $P_{módulo}$ : Potencia del módulo,  $\eta_{bat}\eta_{cond}\eta_{inv}$ : Eficiencia baterías, conductores e inversor respectivamente,  $N_{DA}$ : días del año.

Además, (Buendía, 2014) dio a conocer que el costo anual de mantenimiento de SFV es de \$ 27,75 USD/Kw-año, que a la fecha consultado el dólar estaba a S/. 3,84; entonces en moneda peruana sería 106,56 S/. /Kw-año.

Para calcular el costo anual de mantenimiento se empleó la fórmula 25.

$$Costo_{Mtt} = 106,56 * C_{total\,módulos} * P_{módulo} * \eta_{bat}\eta_{cond}\eta_{inv} \quad (25)$$

Donde:  $C_{total\,módulos}$ : Cantidad total de módulos,  $P_{módulo}$ : Potencia del módulo seleccionado,  $\eta_{bat}\eta_{cond}\eta_{inv}$ : Eficiencia batería, conductores e inversor respectivamente.



el retorno de la inversión se calculó con la fórmula 26 según, (Perez & Delgado, 2019).

$$RT_{Inv} = \frac{P_{total}}{(PD_{AE} * PR_E) - Costo_{Mtt}} \quad (26)$$

Donde:  $RT_{Inv}$ : Retorno inversión;  $PD_{AE}$ : Producción anual de energía;  $PR_E$ : Precio energía según la consecionaria.

El costo de energía para el SFV viene a ser el costo de mantenimiento al año entre la producción anual de energía, se hizo uso de la fórmula 27.

$$Costo_E = \frac{Costo_{Mtt}}{PD_{AE}} \quad (27)$$

Por último, el ahorro monetario que dará la instalación del SFV se calcula con la fórmula 28.

$$Ahorro\ Monetario_{Anual} = (PD_{AE} * PR_E) - (PD_{AE} * Costo_E) \quad (28)$$

Para saber cuánto de dinero podemos recibir por bonos de carbono usamos la fórmula 29 y 30 respectivamente según (Escobedo, 2018) nos dice que 1kW de electricidad equivale a 0,547 kg de CO<sub>2</sub>.

$$E_{consumida_{Año}}: Energia_{diaria} * N_{dias-año} \quad (29)$$

$$ECO2_{Año}: 0,547\ kg * E_{consumida_{Año}} \quad (30)$$

Como elementos de protección para nuestra instalación tenemos los siguientes:

Puesta a tierra del SFV: Debe poseer las características indispensables que detalla (MINEM, 2006) en el código nacional de electricidad- utilización en la sección 060. Ver características en el anexo 12.

La consideración que deben poseer los mecanismos de protección se muestra en la siguiente fórmula 31 según (Aguirre Peña, 2019).

$$I_{BC} \leq I_{NDP} \leq I_{MAC} \quad (31)$$

Donde:  $I_{BC}$ : Corriente que pasa por el cable;  $I_{NDP}$ : Corriente nominal que activa al elemento de protección;  $I_{MAC}$ : Corriente máxima que admite el cable seleccionado.

Mecanismos de protección de CC tenemos los siguientes:

Fusibles: Protegerán de sobrecorrientes de corriente que se pueden dar en conductores, cada fusible se pondrá en el interior de la caja de protecciones, 4 fusibles para dos 2 conductores positivos y 2 negativos.

La sección calculada en el tramo es de 0.353 mm<sup>2</sup> y seleccionado el conductor de 1.5 mm<sup>2</sup>, determinamos la intensidad del fusible con la fórmula 31.

$I_{BC}$ : Igual a la intensidad de cortocircuito del panel (11.86 A).

$I_{MAC}$ : Corriente máxima que admite el cable seleccionado (14 A).

$$11.86 \leq I_{NDP} \leq 14$$

$$I_{NDP} = 13 \text{ A}$$

Por lo tanto, se utilizará fusibles de 13 A de la marca Schneider Electric.

*Figura 2. Fusible de 13 A.*



Fuente: (Autosolar, 2022).

Interruptor termomagnético: Funcion primordial es cortar de manera automática la corriente eléctrica si sobrepasa el valor nominal que trae este elemento.

La sección es de 1.5 mm<sup>2</sup>,  $I_{BC}$ : Igual a la intensidad de cortocircuito del panel (11.86 A),  $I_{MAC}$ : Corriente máxima que admite el cable seleccionado (14 A).

$$11.86 \leq I_{NDP} \leq 14$$

$$I_{NDP} = 13 \text{ A}$$

Por lo tanto, se utilizará interruptores termomagnéticos de 13 A para CC. Nos sugieren utilizar de la marca ABB, que tiene dos polos, con intensidad de 13 A.

Mecanismos de protección de CA: Corresponde desde el inversor al tablero general. Se usará el mismo criterio de selección que se hizo en las protecciones de CC:

Calculamos la intensidad de salida del inversor con la fórmula 32 según (Garrido & Morales, 2019).

$$I_{N_{inv}} = \frac{P_{inv}}{\cos \phi_i * V_n} \quad (32)$$

Entonces seleccionamos un interruptor termomagnético con dos polos y una intensidad mayor a 50.5 A. En este caso seleccionamos un interruptor de 100 A de la marca ABB y modelo SH204-C50.

*Figura 3. Interruptor termomagnético de 100 A.*



Fuente: (AUTOSOLAR, 2022).

Por otro modo, seleccionamos el interruptor diferencial en base a lo calculado del interruptor termomagnético, puede ser de un valor igual o mayor al que se mencionó anteriormente. Para este caso se eligió el elemento de la marca Schneider Electric modelo Acti 9 iLD40, tiene 2 polos, corriente nominal 100 A, sensibilidad de fuga a tierra 300 mA.

*Figura 4. Interruptor diferencial de 100 A.*



Fuente: (SIEMENS, 2023).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Fue realizado como una investigación aplicada con un diseño pre experimental. Para (Risco, 2020), dicha investigación se da cuando es orientada a obtener nuevos resultados que estos permitan respuestas a los problemas que se dan.

Asi mismo, (Murillo, 2009) enfatizó también es denominada práctica porque busca que se utilice los saberes adquiridos, y que toda investigación de esa índole tiene que tener un sustento a través de un marco teórico.

En cuanto al diseño es pre experimental porque no hemos manipulado en ningún momento la variable independiente. Además, mediante el diseño del SFV aislado se pretende dar a conocer el dimensionamiento del sistema fotovoltaico que necesitamos para cubrir la demanda eléctrica de la I.E. Asi mismo; los beneficios que traerá consigo dicho estudio, pero sin llegar a la implementación.

#### 3.2. Variables y operacionalización

- **Variable independiente:** Demanda máxima y potencial de radiación solar.
- **Variable dependiente:** Diseño de un sistema fotovoltaico aislado.
- **Operacionalización de variables:** Ver anexo 1.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Todos los sistemas fotovoltaicos a nivel nacional.

**Muestra:** Sistema fotovoltaico aislado para la Institución Educativa Señor Cautivo.

**Muestreo:** Es no probabilístico. Intencionado por elección del investigador.

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

Fue realizado mediante acciones que se hicieron para conseguir los resultados a través del cálculo obteniéndose de una manera satisfactoria resultados de cada uno de los objetivos específicos planteados. Para poder obtener los datos de potencial de radiación solar en el lugar de estudio se obtuvieron al insertar las coordenadas geográficas a la data de la NASA.

Los métodos utilizados fueron: la técnica de análisis documental y el registro de datos.

Para (Castillo, 2004), el análisis de documentos viene a ser un conjunto de acciones que son llevadas a ser representadas en una prueba junto a su contenido, pero diferente a la manera original con la única finalidad de poder recuperarla e identificarla.

Recolección de datos también llamada ficha de registro de datos, es por ello que (CCH, 2022) enfatizó que se les llama de esa forma porque reúnen datos de todas las fuentes que se han consultado para recopilar información.

### **3.5. Procedimientos**

Primero, se hizo un análisis documental lo cual consistió en conocer cuanto era el consumo eléctrico diario de las cargas, para desarrollar eso se hizo un análisis de todos los equipos que hay en la I.E con sus respectivas cargas para luego ser multiplicado por un Factor de simultaneidad de 0.7. Luego; para determinar la radiación solar existente de la Institución educativa Señor Cautivo se introdujo los datos de las coordenadas geográficas a la data de la NASA. Seguidamente se hizo uso del software Excel calculando y dimensionando el SFV aislado gracias a que ya teníamos el potencial de la radiación solar en el mes más desfavorable y la demanda máxima de la I.E. Finalmente, se evaluó para saber si es factible económicamente el proyecto.

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

Utilizamos ficha de registro de datos y un análisis documental, los cuales nos permitieron obtener la cantidad de radiación solar de la I.E, también el uso del software Microsoft Excel, el cual se utilizó para poder calcular los diferentes valores que se analizaran para dimensionar el sistema fotovoltaico.

### **3.7. Aspectos éticos**

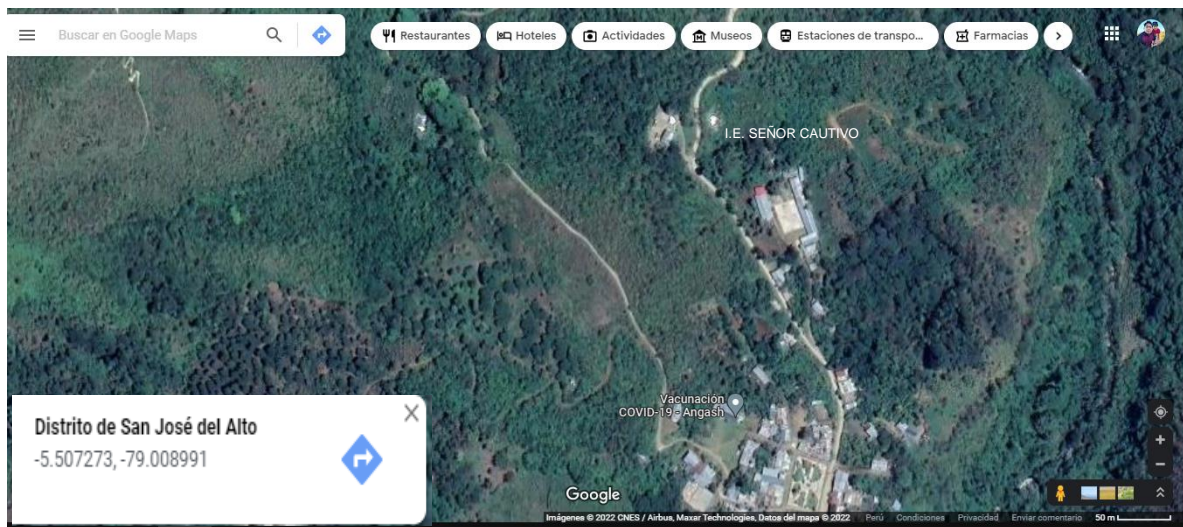
En el presente proyecto de investigación se ha tomado en cuenta los estándares que define el estilo ISO 690 y 690 – 2 del “Manual de referencias de la Universidad César Vallejo”; los que son considerados y respetando las normas éticas establecidas para el desarrollo de los trabajos de investigación de la Universidad; por lo tanto, el autor se compromete a respetar la autenticidad los resultados conseguidos y evitar el plagio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Evaluar el potencial de la radiación solar en la zona del proyecto.

La Institución Educativa “Señor Cautivo” se ubica en el centro poblado Angash, distrito de San José Del Alto, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca. Hacemos uso del aplicativo Google Maps para buscar la ubicación del lugar luego, ingresaremos a la página de la NASA para obtener los datos de la radiación solar.

*Figura 5. Vista satelital de la I.E. Señor Cautivo – Angash*



Fuente: (Maps, 2022).

Ahora con los datos de la latitud y la longitud de la Institución educativa brindada por Google Maps procedemos a descargar los datos de la radiación solar del aplicativo de la NASA.

**Tabla 1.**

*Latitud y longitud de la I.E Señor Cautivo*

Latitud	Longitud
-5.507273	-79.008991

Fuente: (Maps, 2022)



Figura 6. Vista de la I.E Señor Cautivo - Angash



Fuente: Propia.

**Tabla 2.**

*Valores óptimos de Radiación solar en la I.E Señor Cautivo*

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Surface Horizontal</b>	4.04	3.77	3.99	4.25	4.19	4.15	4.4	4.82	5.06	5.17	5.24	4.56
<b>Surface Lat Minus15</b>	3.89	3.69	3.97	4.31	4.35	4.37	4.64	4.99	5.09	5.08	5.03	4.36
<b>Surface Latitude Lat Plus15</b>	3.96	3.73	3.98	4.29	4.29	4.29	4.55	4.93	5.09	5.13	5.13	4.46
<b>Surface Vertical</b>	1.45	1.45	1.61	2.12	2.55	2.84	2.91	2.58	1.96	1.63	1.54	1.51

Fuente: (NASA, 2022).

Entonces procedemos a calcular el ángulo óptimo de inclinación, por lo cual empleamos la fórmula (1). Al insertar los datos en lo mencionado anteriormente

obtenemos que el ángulo óptimo de inclinación que van a estar los módulos fotovoltaicos es de 7.50°.

Ángulo óptimo:  $3.7 + 0.69 * [\Phi]$ ; donde  $\Phi$ : Latitud sin signo.

Es por ello que tuvimos que interpolar datos para dar con los valores del ángulo óptimo calculado.

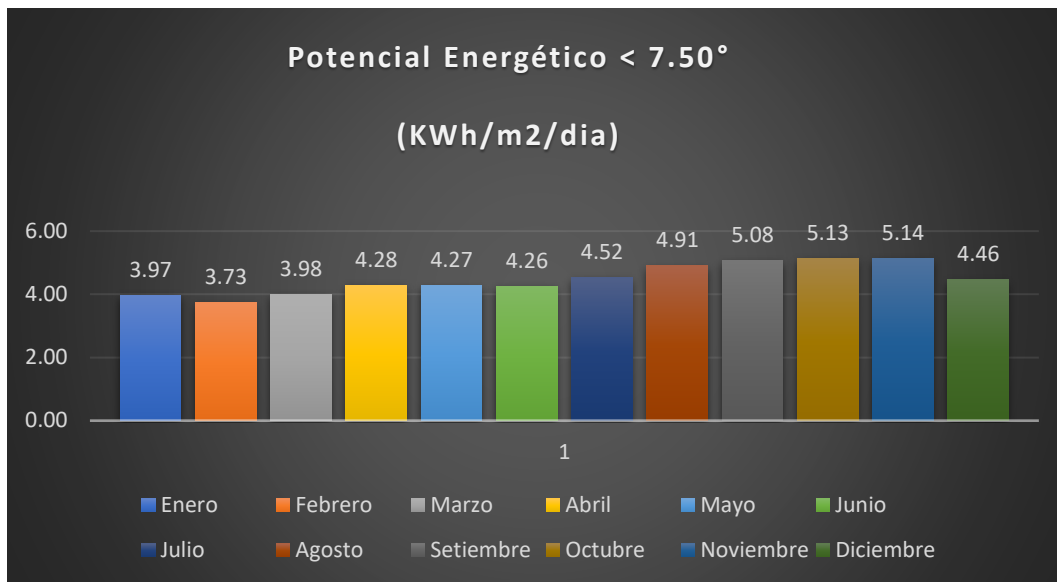
**Tabla 3.**

*Valores óptimos de radiación solar interpolados para el ángulo 7.50°.*

Meses	0	7.50	15	Gdm (>15°)	Gdm (90°)
	Gdm 0°	Gdm 7.50°	Gdm (<15°)		
Enero	4.04	<b>3.97</b>	3.89	3.64	1.45
Febrero	3.77	<b>3.73</b>	3.69	3.53	1.45
Marzo	3.99	<b>3.98</b>	3.97	3.86	1.61
Abril	4.25	<b>4.28</b>	4.31	4.29	2.12
Mayo	4.19	<b>4.27</b>	4.35	4.43	2.55
Junio	4.15	<b>4.26</b>	4.37	4.52	2.84
Julio	4.4	<b>4.52</b>	4.64	4.8	2.91
Agosto	4.82	<b>4.91</b>	4.99	5.06	2.58
Setiembre	5.06	<b>5.08</b>	5.09	5.01	1.96
Octubre	5.17	<b>5.13</b>	5.08	4.86	1.63
Noviembre	5.24	<b>5.14</b>	5.03	4.68	1.54
Diciembre	4.56	<b>4.46</b>	4.36	4.04	1.51
Máxima radiación		<b>5.14</b>			
Mínima radiación		<b>3.73</b>			

Fuente: Propia.

Figura 7. Potencial energético con el ángulo óptimo de 7.50°.



Fuente: Propia.

Entonces para el dimensionamiento del SFV se tomará la mínima radiación de 3.73 kWh/m2/día que como podemos apreciar en el gráfico se da en el mes de febrero.

#### 4.2. Determinar la demanda de energía eléctrica de la institución educativa.

En el anexo 3 se puede identificar el consumo total de energía eléctrica que el SFV dimensionado tiene que asumir con sus respectivas horas en las que se utilizará.

Se tomó en cuenta un factor de simultaneidad de 0.7 según (ITC, 2022). Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente se obtuvo como resultado que la demanda de energía eléctrica total estimada de la I.E Señor Cautivo es de 11922.83 Wh/día. Los resultados se realizaron con la fórmula 2.

Así mismo, en el mismo anexo se presenta la carta de aceptación de la I.E “Señor Cautivo” del Centro Poblado Angash.

Energía total Wh/día	<b>11922.83</b>
Energía total kWh/día	<b>11.92</b>
Potencia instalada w	<b>6731</b>

Fuente: Propia.

$$DEEC: P_{carga} * t$$

- $P_{carga}$ : Potencia de la carga;  $t$ : Tiempo de funcionamiento del equipo.

$$DEEC: 17,032.62 \text{ Wh/dia}$$

Aplicamos un factor de simultaneidad ( $F_s$ ) de 0.7 y obtenemos la demanda de energía eléctrica total consumida de la I.E que el sistema va a suministrar y que fue utilizada para el diseño del mismo.

$$DEEC_{a \text{ suministrar}}: DEEC * F_s$$

$$DEEC_{a \text{ suministrar}} : 11,922.83 \text{ Wh/dia.}$$

### 4.3. Dimensionar los componentes del sistema fotovoltaico.

**4.3.1.** Cálculo de la demanda eléctrica media: Para el dimensionamiento se asumió que el inversor tiene una eficiencia de 95 %, la eficiencia de los acumuladores o baterías de 91 %, y la eficiencia de los conductores del 100 %.

$$E_{dmCA}: 11,922.83 \frac{Wh}{dia}$$

$$DEMD: E_{dmCA}/(nbat * ninv * ncond)$$

Por lo tanto, teniendo en cuenta esas consideraciones, la demanda eléctrica media diaria (DEMD) es de 13191.60 Wh/día. Empleamos la fórmula 3.

**4.3.2.** Demanda eléctrica corregida (DEC): El voltaje nominal de generación para nuestro dimensionamiento corresponde a 48 V.

**Tabla 4.**

*Selección del voltaje en base a la potencia.*

Potencia (kW)	Voltaje (V)
< 1.5	12
1.5 a 5	24 ó 48
> 5	48 ó 120

Fuente: (Miguel, 2015).

$$DEMD: 13,191.60 \frac{kWh}{dia}$$

$$DEC: DEMD/V_{gen}$$

Por lo tanto, la demanda eléctrica corregida para el proyecto fue de 287.32 Ah/día. Empleamos la fórmula 4 que hemos descrito en el marco teórico.

**4.3.3.** Intensidad del proyecto (IP): Esto viene a ser la corriente máxima de operación del SFV, tomando en cuenta la radiación solar del mes más desfavorable obtenido de la NASA.

- DEC: 287.32 Ah/día.
- HSP<sub>cri</sub>: 3.73

$$IP: DEC / HSP_{cri}$$

**Tabla 5.**

*Intensidad del proyecto.*

<b>CORRIENTE DEL PROYECTO</b>			
Mes	Radiación (7.50°) HSP	Carga corregida (Ah/día)	I proyecto (A/día)
Enero	3.97	287.32	72.47
<b>Febrero</b>	<b>3.73</b>	<b>287.32</b>	<b>77.03</b>
Marzo	3.98	287.32	72.19
Abril	4.28	287.32	67.13
Mayo	4.27	287.32	67.29
Junio	4.26	287.32	67.45
Julio	4.52	287.32	63.57
Agosto	4.91	287.32	58.58
Setiembre	5.08	287.32	56.62
Octubre	5.13	287.32	56.06
Noviembre	5.14	287.32	55.95
Diciembre	4.46	287.32	64.42

Fuente: Propia.

En la tabla, se muestra la corriente del proyecto durante el año. Como resultado se tiene 3.73 HSP, la corriente del proyecto fue de 77.03 A. Empleamos la fórmula 5.

**4.3.4.** Subsistema de generación: Calculamos la cantidad de módulos en paralelo y en serie, además la cantidad total de módulos a utilizar. Empleamos las fórmulas 6, 7 y 8 respectivamente. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Los datos del panel seleccionado (ver anexo 4) se muestran en la siguiente tabla.

Características del módulo	
Potencia pico (Pmax)	200
Intensidad de cortocircuito (Isc)	11.86
Intensidad máxima de pico (Ipmax)	11
Tensión de circuito abierto (Uca)	22.7
Tensión máxima de pico (Upmax)	18.2
<b>Vn</b>	<b>12</b>

Fuente: (Autosolar, 2022).

$$NM_{paralelo} : IP / F_R * Ip_{max}$$

- $IP: 77.03 A.$
- $F_R: 1$

$$NM_{serie} : VG / Vn$$

- $VG : 48 V$
- $Vn : 12 v$

$$NM_{Total} : NM_{paralelo} * NM_{Serie}$$

#### **Tabla 6.**

*Càlculo del subsistema de generaciòn.*

Módulos Fotovoltaicos	Cantidad de módulos
Paralelo	7
Serie	4
Total	28

Fuente: Propia.

**4.3.5.** Subsistema de almacenamiento: Empleamos el criterio Amperios – hora (Ah), ya que es de mucha importancia que el acumulador entregue al inversor el voltaje en CD. Empleamos la fórmula 10.

Determinamos que el subsistema de almacenamiento es de 947.22 Ah/dia.

$$CB_{Bat} : \frac{DEC * Nd_{auton}}{FP_{Dmax} * FC_t}$$

- DEC: 287.32 Ah/día.

En el cuadro que se muestra a continuación solo describe los datos utilizados para el cálculo. Ver especificaciones técnicas en el anexo 5.

Cálculo de baterías		
Nd (autonomía)	3	días
FP Db máx	0.91	
FcT (25°)	1	
Cn, batería	150	Ah/día
V batería	12	V

Fuente: Propia.

Además, para calcular la cantidad de acumuladores o baterías en serie y en paralelo, así mismo, la cantidad total a utilizar se emplearon las fórmulas 11, 12 y 13 respectivamente.

$$NB_{serie} : \frac{V_{gen}}{V_{bat}}$$

- Vgen: 48 V.

$$NB_{paralelo} : CB_{Bat} / Cn_{bat}$$

$$NB_{total} : NB_{serie} * NB_{paralelo}$$

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 7.**

*Càlculo del subsistema de almacenamiento.*

Acumuladores o baterías	Cantidad
Paralelo	7
Serie	4
Total	28

Fuente: Propia.

**4.3.6.** Determinamos el voltaje de funcionamiento para cargas de acumuladores, considerando el efecto por temperatura de 55 °C y el efecto por



caída de tensión del 3 % (Chakraborty, Sadhu, y Pal, 2015). El voltaje neto al banco de baterías tiene que ser menor al voltaje conjunto, sino cumple con lo descrito anteriormente se procederá a seleccionar otro módulo fotovoltaico. Empleamos las fórmulas 14 y 15 respectivamente.

$$V_{conjunto} : V_{POM} * NM_{serie}$$

- $V_{POM}$  : 18.2 V
- $NM_{serie}$  : 4 módulos.

$$V_{neto} : V_{conjunto} - \epsilon_{t,55^{\circ}c} - \epsilon_{\Delta V,cond}$$

- $\epsilon_{t,55^{\circ}c}$ : Efecto por temperatura (55 °C).
- $\epsilon_{\Delta V,cond}$ : Caída de tensión (3%).

**Tabla 8.**

*Comparación del voltaje neto / voltaje conjunto.*

Voltaje conjunto	72.8 V
Voltaje neto	71.95 V

Fuente: Propia.

Entonces si cumple que V neto < V conjunto, sino cumple con eso se tiene que seleccionar otro modulo fotovoltaico.

**4.3.7.** Subsistema de regulación. Se ha considerado la máxima corriente que entrega el módulo, para luego identificar y poder seleccionar el regulador que asuma esa cantidad de corriente para que no afecte al sistema. Debemos aplicar un factor de seguridad por temperatura y ampacidad de 1.25 (Mesa, L.A., Sanabria , C.A., Pérez , W.J, 2016) Con la fórmula (18).

$$I_{entrada} : 1.25 * I_{SCM} * NM_{paralelo}$$

- $I_{SCM}$ : 11.86 A.
- $NM_{paralelo}$ : 7 módulos.

Fsc	1.25
lentrada (A)	<b>103.82</b>

Para calcular la cantidad de reguladores empleamos la fórmula 17. En la siguiente tabla se especifica datos importantes del regulador para el cálculo. Si queremos las especificaciones técnicas ver anexo 6.

Controlador de carga seleccionado	
Blue solar MPPT 150/100	
48	V
5800	W
100	A

Fuente: (Energy, 2022).

“Debemos de tener en cuenta cuando vamos a dimensionará reguladores haya un margen de 10 % entre la máxima potencia que produce el SFV y la máxima potencia del regulador (Mejía, 2018). Empleamos la fórmula 19.

$$N_{reg} = \frac{NM_{paralelo} * I_p + (NM_{paral} * I_p * F_{ms}}{I_{reg}}$$

- $NM_{paralelo}$ : 7 módulos.
- $I_p$ : 77.03 A/día.
- $F_{ms}$ : 10%.
- $I_{reg}$ : 100 A.

Por lo tanto, la cantidad de reguladores es de 5.93, correspondiente a seleccionar 6 reguladores.

Para el dimensionamiento del inversor tomaremos lo que demanda la potencia de las cargas en CA, para después seleccionar el inversor ideal para la instalación del SFV, donde la potencia nominal del mismo tiene que ser más que la máxima demanda eléctrica de la carga. Empleamos la fórmula 18. Los resultados se muestran en la siguiente tabla. Para ver especificaciones del inversor seleccionado ver anexo 7.

<b>Inversor seleccionado</b>		
Fs	1	
Pca	6731	W
Pinv	6731	W
Pinv a utilizar	15	kW

Para calcular la cantidad de inversores a utilizar usamos la fórmula 20.

$$P_{Inv}: P_{CA} * F_s$$

- $P_{CA}$ : 6,731 W, es la potencia instalada de los equipos.
- $F_s$ : Factor de simultaneidad (1).

$$N_{Inv}: \frac{P_{Inv}}{P_{inv \text{ a utilizar}}}$$

Por lo tanto, la cantidad de inversores es de 0.45 correspondiente a seleccionar 1 inversor. Empleamos la fórmula 21.

Para calcular la caída de tensión máxima. Empleamos la fórmula 22.

$$\Delta TM: V * \Delta T_{CNU}$$

- $V$ : Tensión de generación del módulo (12 V).
- $\Delta T_{CNU}$ : 1.15%.

Por lo tanto, la  $\Delta TM$  es 0.138 voltios.

Luego, para calcular la sección del conductor empleamos la fórmula 23, los resultados se muestran en la tabla.

- TM1: Módulo solar – regulador: 10 m.
- TM2: Regulador – batería: 8 m.
- TM3: Regulador– Inversor: 5 m.
- TM4: Inversor – tablero general: 15 m.

$$S: 2 * \frac{L * I}{V * K}$$

- $L$ : Se refiere a los tramos.
- $I$ : Intensidad de corto circuito del módulo (11.86 A).

- $V$ : 12 V.
- $K$ : Conduc. Cobre (56 m/ Ohm.mm<sup>2</sup>).

Ver anexo 7 las especificaciones del conductor elegido.

Tramos	Sección (mm <sup>2</sup> )	Sección elegida (mm <sup>2</sup> )
TM1	0.353	1.5
TM2	0.282	1.5
TM3	0.176	1.5
TM4	0.529	1.5

Fuente: Propia.

De acuerdo a los resultados de las secciones que deben tener los conductores eléctricos, la sección del conductor que hemos elegido debe ser mayor a la sección calculada. Para el dimensionamiento del SFV hemos elegido el conductor eléctrico FREETOX NH-80 de la marca INDECO.

Seleccionamos la estructura de soporte para los módulos fotovoltaicos, teniendo en cuenta el ángulo de inclinación. Se ha elegido el soporte que se pueden instalar dos módulos, el material del que está hecho es acero inoxidable 304, así mismo se puede ajustar hasta un ángulo de 30°. Ver anexo 9 para las especificaciones.

Para cálculos los elementos de protección obedecerán a la fórmula 31 descrita en el marco teórico:

$$I_{BC} \leq I_{NDP} \leq I_{MAC}$$

Donde:  $I_{BC}$ : Corriente que pasa por el cable;  $I_{NDP}$ : Corriente nominal que activa al elemento de protección;  $I_{MAC}$ : Corriente máxima que admite el cable seleccionado.

Mecanismos de protección de CC tenemos los siguientes:

Fusibles: Cada fusible se pondrá en el interior de la caja de protecciones, 4 fusibles para dos 2 conductores positivos y 2 negativos.

La sección calculada es de 0.353 mm<sup>2</sup> y conductor seleccionado es 1.5 mm<sup>2</sup>, determinamos la intensidad del fusible:

$I_{BC}$ : Igual a la intensidad de cortocircuito del panel (11.86 A).

$I_{MAC}$ : Corriente máxima que admite el cable seleccionado (14 A).

$$11.86 \leq I_{NDP} \leq 14$$

$$I_{NDP} = 13 A$$

Por lo tanto, se utilizará fusibles de 13 A de la marca Schneider Electric mostrados en el marco teórico.

Interruptor termomagnético: La sección es de 1.5 mm<sup>2</sup>,  $I_{BC}$ : Igual a la intensidad de cortocircuito del panel (11.86 A),  $I_{MAC}$ : Corriente máxima que admite el cable seleccionado (14 A).

$$11.86 \leq I_{NDP} \leq 14$$

$$I_{NDP} = 13 A$$

Por lo tanto, se utilizará interruptores termomagnéticos de 13 A para CC. Nos sugieren utilizar de la marca ABB, que tiene dos polos, con intensidad de 13 A.

Mecanismos de protección de CA: Corresponde desde el inversor al tablero general. Se usará el mismo criterio de selección que se hizo en las protecciones de CC.

Calculamos la intensidad de salida del inversor con la fórmula 32 según (Garrido & Morales, 2019).

$$I_{N_{inv}} = \frac{P_{inv}}{\cos \phi_i * V_n}$$

$$I_{N_{inv}} = \frac{15000}{0.9 * 220}$$

$$I_{N_{inv}} = 75.7 A$$

Entonces seleccionamos un interruptor termomagnético con dos polos y una intensidad mayor a 75.7 A. En este caso seleccionamos un interruptor de 100 A de la marca ABB y modelo SH204-C50. La figura se muestra en el marco teórico. Por otro modo, seleccionamos el interruptor diferencial en base a lo calculado del interruptor termomagnético, puede ser de un valor igual o mayor al que se mencionó anteriormente. Para este caso se eligió el elemento de la marca Schneider Electric modelo Acti 9 iLD40, tiene 2 polos, corriente nominal 100 A, sensibilidad de fuga a tierra 300 mA. La figura del elemento seleccionado se muestra en el marco teórico.

**Tabla 9.**

*Resumen del diseño del SFV.*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Serie</b>	<b>Paralelo</b>	<b>Cantidad total</b>
<b>1</b>	Panel solar Policristalino 200W 12 V	4	7	28
<b>2</b>	Batería AGM DEEP 12 V 150 AH	4	7	28
<b>3</b>	Regulador MPPT 150/45 5800 W			6
<b>4</b>	Inversor Fronius Symo de 15 kW			1
<b>5</b>	Soportes acero inox 304 para módulos			28
<b>6</b>	Sección del conductor seleccionado en tramos (1.5 mm <sup>2</sup> )		FREETOX NH - 80	

Fuente: Propia.

En el anexo 13 se muestran sugerencias muy importantes al momento de instalación, mantenimiento y cuidado del sistema fotovoltaico.

#### 4.4. Evaluar económicamente el proyecto de investigación.

**Tabla 10.**

*Presupuesto de la Instalación del SFV*

Descripción	Unidad	Precio unidad (S/.)	Precio total (S/.)
Módulo Fotovoltaico Era Solar 200 Wp	28	532.39	14906.92
Batería AGM DEEP 12V 150A	28	855.91	23965.48
Regulador MPPT 150/100	6	3000	18000
Rollo de cable	1	250	250
Tablero de transferencia	1	250	250
Accesorios de protección	1	2500	2500
Inversor Fronius Symo 15 kW	1	9000	9000
Estructura de soporte Acero Inoxidable 304	14	495.23	6933.22
Mano de obra para instalación			3500
Transporte			200
<b>Costos directos</b>			<b>S/79,505.62</b>

Fuente: Propia.

Dicha evaluación económica depende de estos dos factores muy importantes: Presupuesto total y la producción anual de energía que pueda producir el SFV.

Para calcular dicha producción anual de energía empleamos la fórmula 24.

$$PR_{AE} = HPS * C_{total\,módulos} * P_{módulo} * \eta_{bat}\eta_{cond}\eta_{inv} * N_{DA}$$

- $HPS$ : 3.73 HSP.
- $C_{total\,módulos}$ : 28 módulos.
- $P_{módulo}$ : 200 W.
- $\eta_{bat}\eta_{cond}\eta_{inv}$ : (91%, 95%, 100% respectivamente).
- $N_{DA}$ : 365 días.

Por lo tanto; la producción anual de energía es de 6,591.05 kWh/año. Además, usamos la fórmula 25 para determinar el costo de mantenimiento anual del SFV de la I.E Señor Cautivo dando como resultado 1,215.88 S/. /año que incluye el contrato para dicho mantenimiento de S/. 700.

$$Costo_{Mtt} = 106,56 * C_{total\,módulos} * P_{módulo} * \eta_{bat}\eta_{cond}\eta_{inv}$$

Luego, calculamos el retorno de la inversión para el suministro eléctrico de la IE usando la fórmula 26.

$$RT_{Inv} = \frac{P_{total}}{(PD_{AE} * PR_E) - Costo_{Mtt}}$$

- $P_{total}$ : Presupuesto S/. 79,505.62
- $PD_{AE}$ : 6,591.05 kWh/año.
- $PR_E$ : 0.8411 S/. /kWh.
- $Costo_{Mtt}$ : 1,215.88 S/. /año.

Por lo tanto; da como resultado un retorno de 18.37 años.

Determinamos el costo de energía para el SFV usando la fórmula 27.

$$Costo_E = \frac{Costo_{Mtt}}{PD_{AE}}$$

- $Costo_{Mtt}$ : 1,215.88 S/. /año.
- $PD_{AE}$ : 6,591.05 kWh/año.

Donde se obtuvo un resultado de 0.184 S/. /kWh que sería el costo de energía del SFV; por lo tanto, el costo de energía generada por este sistema es más económico que el costo que nos da la concesionaria de 0.8411 S/. /kWh según (ELECTRO-ORIENTE, 2022). Ver anexo 11.

Si se construye el proyecto tendremos un ahorro monetario calculado con la fórmula 28, de S/. 4,327.85.

$$Ahorro\ Monetario_{Anual} = (PD_{AE} * PR_E) - (PD_{AE} * Costo_E)$$

- $PD_{AE}$ : 6,591.05 kWh/año.
- $PR_E$ : 0.8411 S/. /kWh.
- $Costo_E$ : 0.184 S/. /kWh.



Por la instalación del SFV se puede recibir por bonos de carbono, que sería por dejar de emitir CO<sub>2</sub> al medio ambiente, es por ello que (Escobedo, 2018) nos dió a conocer que 1 kWh de electricidad equivale a 0.547 kg de CO<sub>2</sub>. Es por ello, que para conocer esa suma de dinero que obtendremos con la instalación del SFV, primero calculamos la energía anual consumida, usando la fórmula 29.

$$E_{consumida_{Año}}: Energia_{diaria} * N_{dias-año}$$

- $Energia_{diaria}$ : 11.92 kWh/día.
- $N_{dias-año}$ : 365 días.

Se determinó el consumo anual de energía de 4,350.8 kWh/año. Luego; determinamos la cantidad de CO<sub>2</sub> que se dejará de emitir al medio ambiente, empleamos la fórmula 30 descrito en el marco teórico.

$$ECO2_{Año}: 0,547 \text{ kg} * E_{consumida_{Año}}$$

- $E_{consumida_{Año}}$ : 4,350.8 kWh/año.

Por lo tanto; determinamos que se dejará de emitir 2.38 Ton de CO<sub>2</sub>.

Según (Eguren, 2020) valoriza el precio social al carbono de 7.17 dólares la Ton de CO<sub>2</sub>, que en moneda peruana sería 27.53 soles la Ton de CO<sub>2</sub>, entonces recibiríamos por bonos de carbono la suma de S/. 65,52.

Hacemos la evaluación económica teniendo en consideración lo siguiente:

- Inversión total es S/. 79,505.62.
- Ahorro de pago de electricidad es de S/. 414 determinado entre Nov 2021 hasta Nov 2022.
- Cambio de baterías en el décimo año de S/. 23,965.48
- Anual se recibirá S/. 65,52 por bonos de carbono y se le suma S/. 13,720 que recibió la I.E por parte del estado por el concepto de mantenimiento.
- Tasa de interés 12 %.
- Período de evaluación 20 años.

**Tabla 11.**

*Evaluación económica del proyecto*

Año	Egresos	Inversión	Cambio baterías	Ingresos	Ahorro PE	Bonos C + Mtt estado	Beneficio neto
0	-79505.62	-79505.62					-79505.62
1				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
2				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
3				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
4				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
5				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
6				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
7				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
8				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
9				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
10	-23965.48		-23965.48	14199.525	414.000	13785.52	-10179.955
11				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
12				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
13				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
14				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
15				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
16				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
17				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
18				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
19				14199.525	414.000	13785.52	14199.525
20				14199.525	414.000	13785.52	14199.525

Fuente: Propia.

**Tabla 12.**

*Resultados del VAN y TIR.*

<b><i>TD</i></b>	<b><i>12.00%</i></b>
<b><i>VAN</i></b>	<b><i>S/18,707.39</i></b>
<b><i>TIR</i></b>	<b><i>15.79 %</i></b>

Fuente: Propia.

Por lo tanto, llegamos a la conclusión que la ejecución del proyecto si es factible, porque arrojó un valor del VAN positivo y la TIR es mayor a la tasa de descuento.

**Tabla 13.**

*Comparación entre el costo de energía de Electro oriente y el SFV.*

<b>Consumo anual de energía</b>		<b>CE Electro Oriente</b>	<b>Costo E SFV</b>
Enero	18 kWh	S/15.14	S/3.31
Febrero	26 kWh	S/21.87	S/4.78
Marzo	0 kWh	S/0.00	S/0.00
Abril	0 kWh	S/0.00	S/0.00
Mayo	32 kWh	S/26.92	S/5.89
Junio	22 kWh	S/18.50	S/4.05
Julio	88 kWh	S/74.02	S/16.19
Agosto	17 kWh	S/14.30	S/3.13
Setiembre	88 kWh	S/74.02	S/16.19
Octubre	44 kWh	S/37.01	S/8.10
Noviembre	28 kWh	S/23.55	S/5.15
Diciembre	126 kWh	S/105.98	S/23.18
<b>Total</b>	<b>489 kWh</b>	<b>S/411.30</b>	<b>S/89.98</b>

Fuente: Propia.

<b>Precio de energía de Electro Oriente</b>	<b>Precio de energía del SFV</b>
<b>0.8411 S/. /kWh</b>	<b>0.184 S/. /kWh</b>

## V. DISCUSIÓN

En la investigación que fue presentada por (Salazar Vanegas, 2022), donde diseñó e implementó sistemas solares fotovoltaicos a pequeña escala en la Universidad de Antioquía, Medellín – Colombia. Realizó visitas técnicas donde se instalaron los sistemas fotovoltaicos, determinó que la energía consumida fue de 51 kWh – día con una radiación solar en la zona de 1000 W/m<sup>2</sup>. Así mismo concluyó que gracias a los conocimientos adquiridos logró ejecutar el proyecto a pequeña escala. En cambio; para esta investigación la radiación solar se determinó gracias a datos de la NASA donde se obtuvo una radiación mínima en el mes más crítico de 3.73 W/m<sup>2</sup>, es por lo que se puede concluir que la radiación solar varía en base a la latitud y longitud del lugar.

En la institución educativa Señor Cautivo del Centro Poblado Angash, Provincia de Jaén; la potencia del SFV determinado es de 6 731 W utilizando paneles policristalinos de 200 W. Conforme con (Barrantes Dastis, 2020), en su tesis que realizó en la Universidad de Sevilla – España, donde diseñó una instalación fotovoltaica, además hizo el estudio normativo y el análisis económico en el municipio de Aznalcázar exponiendo el marco legislativo básico que se aplicó para el proyecto, llegando a la conclusión que la potencia de la instalación fotovoltaica final fue de 5,103 MW utilizando paneles de silicio monocristalino tipo PERC.

En la tesis desarrollada por (Ordoñez Rosales, 2020), en la Universidad Nacional Agraria La Molina planteó el diseño e implementación de sistemas fotovoltaicos en locales comunales en la Provincia de Huarochirí. Determinó que la energía diaria consumida fue de 0,636.84 Kw – h; el ángulo de inclinación fue de 20°, y la irradiancia solar fue de 3,65 Kw / m<sup>2</sup>, Mencionado autor concluyó que se utilizaron 2 paneles fotovoltaicos de 80 W, 1 panel en serie y 1 panel en paralelo; 1 inversor de 225 W, y un regulador de 12 A. Por otro lado, en nuestro proyecto tenemos una radiación de 3.73 HSP en la zona del proyecto, el ángulo de inclinación de los módulos es de 7.50°, y la energía diaria consumida es de 11.92

kWh/día, el aporte del mencionado autor mostró una metodología correcta para determinar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

En el proceso de desarrollo de la tesis se utilizaron 28 baterías de 12 V y 150 Ah, 28 paneles de 200 Wp cada uno, 6 reguladores de carga y 1 inversor de 15 kW. Además, se determinó la energía diaria consumida siendo esta de 11,922.83 Wh/día. En cambio, en la tesis que presentó (Pérez salas, 2019), donde diseñó un sistema de generación fotovoltaico con un seguidor lumínico en la comunidad aislada Cucufana, concluyó que la energía diaria consumida fue de 1438, 99975 W – h, se utilizaron 4 baterías de 12V y 172 Ah, 2 paneles de 200 Wp, 1 regulador de carga y 1 inversor de 300 W y 12 V. Para la programación del seguidor lumínico utilizó el lenguaje C++ y un software gratuito C++ online. El aporte de este autor es que en vez de que los módulos estén ubicados en base a un ángulo óptimo de inclinación podemos utilizar un seguidor lumínico como lo realizó él, la finalidad del dispositivo es que gracias a las fotorresistencias que posee puede identificar a qué lado girar con o sin presencia de luz.

En la investigación presentada por (Aguirre Peña, 2019) realizada en la Universidad Nacional de Jaén diseñó un sistema fotovoltaico unido a la red pública para cubrir la demanda de energía eléctrica de la I.E. 16531, que pertenece a Puerto Chinchipe- San Ignacio. Determinó el consumo anual de 2186.08 kWh de la Institución Educativa; luego, concluyó que se necesitaron un total de 8 paneles, 2 en paralelo y 4 en serie, y por último hizo un estudio de la evaluación económica del proyecto llegando a calcular un VAN de S/. 142, 34 y un TIR de 10%, con un índice de recuperación de toda la inversión de 8,995 años. El aporte de este autor es la metodología de diseño para calcular sistemas fotovoltaicos. En cambio, en nuestra investigación sobre el dimensionamiento de un SFV aislado de la red pública se obtuvo un consumo anual de 4,350.8 kWh/año en la Institución Educativa Señor Cautivo del Centro Poblado Angash, con un total de 28 módulos, 4 en serie y 7 en paralelo, arrojando un VAN de S/.18,707.39 y un TIR de 15.79%.

En nuestro proyecto se utilizaron 28 paneles fotovoltaicos de 200 W, 6 reguladores Blue Solar MPPT de 100 A, 1 inversor de 15 kW, 28 baterías de 12 V y 150 Ah/día, con una radiación solar de 3.73 HSP en el más desfavorable, el consumo de energía diaria fue de 11.92 kWh/día, que fue determinada gracias a la autorización del director y plana docente de la Institución Educativa Señor Cautivo - Angash. En cambio, en la investigación que fue presentada por (Mosqueira Llovera, 2021), realizó un estudio en la Universidad César Vallejo sede Chiclayo para brindar energía eléctrica a la I.E. Rafael Loayza Guevara, en la región de Cajamarca. Dicho autor evaluó que la radiación solar de 912, 98 w/m<sup>2</sup>, el aporte de este autor es que la radiación solar no solo se debe tener los datos basados en la data de la Nasa sino también se puede utilizar un dispositivo llamado Solarímetro Ambient weather como lo realizó él tomando datos de radiación todas las horas y todos los días, determinó que la demanda energética de la Institución Educativa fue de 101.89 KW/h, y concluyó que se necesitaron 28 paneles fotovoltaicos de 370 W, 2 reguladores de 100 A y 2 inversores de 4 kW para cubrir la demanda satisfactoriamente de la Institución Educativa.

Además, se ha podido identificar una debilidad en este proyecto, ya que por la zona que es un poco alejada de la ciudad no hay ninguna persona ni entidad que cuenten con un dispositivo para medir dicha radiación solar en la I.E para tener datos más exactos para hacer el dimensionamiento del sistema fotovoltaico. Dicho dispositivo nos podrá arrojar datos más exactos de presencia de radiación solar en un intervalo de cada hora y diariamente.

Como fortaleza principal hemos determinado que el costo de energía del sistema fotovoltaico es de 0.184 S/. /kWh en comparación es menor al costo de energía de la concesionaria Electro Oriente que es de 0.8411 S/. /kWh.

## VI. CONCLUSIONES

- El nivel de radiación determinado en base a la ubicación de la Institución educativa tiene un valor de 3,73 HSP.
- El sistema fotovoltaico diseñado va a suministrar de energía eléctrica a la Institución educativa Señor Cautivo del centro poblado Angash, donde se ha determinado que tiene una potencia instalada de 6731 W, además, la demanda máxima es de 11,92 Kwh/día.
- De acuerdo a los cálculos determinados para el dimensionamiento del SFV se concluyó que se necesitaron 28 módulos fotovoltaicos de 200 Wp cada uno, así mismo, debe contar con 06 reguladores 100 A, además contará con un banco de 28 baterías de 12 V y 947,22 Ah/día, y por último 01 inversor de 15 kW que se encargará de convertir la CC en CA.
- El presupuesto de la toda la instalación del SFV es de S/. 79,505.62
- Determinada la evaluación económica arrojó un VAN de S/. 18,707.39
- Además, se determinó un TIR de 15.79%, entonces evaluando esos indicadores económicos se concluye que el proyecto es viable debido a que el valor del VAN es positivo y la TIR es mayor a la tasa de descuento evaluada que fue del 12%.

## VII. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta que lo primordial para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos es de suma importancia hacer el cálculo en base a la radiación solar del mes más desfavorable.
- Lo más importante para la instalación de módulos fotovoltaicos es el ángulo óptimo de inclinación, ya que gracias a ello vamos a tener una mejor trasmisión de radiación solar a los módulos solares.
- La instalación y mantenimiento del SFV aislado lo debe realizar un ingeniero especializado en el área.
- Si en caso se ejecute el proyecto se debe contratar el mantenimiento con la misma empresa que realizó la instalación del SFV. Además, la misma debe conceder al usuario una capacitación de cómo es el funcionamiento y como se utiliza el SFV.
- Contratar un proveedor de mantenimiento externo.
- Se recomienda hacer una comprobación física para obtener datos de radiación solar con un dispositivo especializado en ese tema para tener datos más exactos.
- Se recomienda utilizar la misma metodología de cálculo utilizada en esta tesis para dimensionar sistemas fotovoltaicos ya sea para instituciones públicas y privadas, zonas rurales donde no se tenga acceso a una red eléctrica, entre otros, etc.



## REFERENCIAS

Acevedo, F. (2016). *Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 KW*. Bogotá: UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA CEAD JOSÉ ACEVEDO Y GOMEZ. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/11352/10097742.pdf;jsessionid=9FF885F6B7E6253FFD2C33FC9624D253.jvm1?sequence=1>

Aguirre Peña, E. (2019). *Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica pública de la I.E 16531 Puerto Chinchipe- San Ignacio*. Jaén: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN. Obtenido de [http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/185/Aguirre\\_PNE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/185/Aguirre_PNE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Alvarado, R. (2015). *Diseño y construcción de un sistema de iluminación autosustentable fotovoltaico para la parada de buses y su valla informativa del sistema integrado de transporte de cuenca*. Ecuador: UNIVERSIDAD POLITÈNICA SALESIANA. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11352/1/UPS-CT005555.pdf>

Àlvaro, J. (2020). *Diseño de un sistema de generación fotovoltaica para abastecer de energía eléctrica al caserío La shoclla- Cajamarca*. Chiclayo: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO . Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44736/Alvaro\\_CJO%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44736/Alvaro_CJO%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Aranda y Ortego . (2011). *Integración de energías renovables en edificios*. Zaragoza, España: Pressas Universitarias Zaragoza. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?redir\\_esc=y&hl=es&id=\\_A7zDAAAQBAJ&q=inversor#v=snippet&q=inversor&f=false](https://books.google.com.pe/books?redir_esc=y&hl=es&id=_A7zDAAAQBAJ&q=inversor#v=snippet&q=inversor&f=false)

Autosolar. (2022). Obtenido de <https://autosolar.pe/pdf/Fronius-Symo.pdf>

AUTOSOLAR. (2022).

Barrantes Dastis, F. (2020). *Diseño de una instalación fotovoltaica. Estudio Normativo y análisis económico*. España: UNIVERSIDAD DE SEVILLA. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/94587/TFG-2779-DASTIS%20BARRANTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Buendía, Y. (2014). *Caracterización y evaluación económica para la inversión en plantas menores a 20 MW conectadas al sistema interconectado nacional (Sin) de Colombia a partir de nuevas fuentes de energía renovables eólica y solar*. Medellín: Repositorio UNAL. Obtenido de [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/31089/32070066.2014.pdf?sequence=](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/31089/32070066.2014.pdf?sequence=1)

1

Cantos, J. (2016). *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas*. España: GOOGLE BOOKS. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=EHDICwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q=irradiacion%20solar&f=false>

Castillo, L. (2004). *Biblioteconomía*. Obtenido de <https://www.uv.es/macass/T5.pdf>

CCH, P. A. (2022). *Portal Académico CCH*. Obtenido de <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/tlriid4/unidad3/procesamiento/fichasRegistro>

Chakraborty, Sadhu, y Pal. (2015). *Technical mapping of solar PV for ISM-an approach toward green campus*. India: Energy Science and Engineering. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ese3.65>

Cieza, J. (2017). *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para las instalaciones eléctricas de alumbrado en el Hostal Lancelot ubicado en Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque*. Lambayeque. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1919/BC-TES-TMP-765.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Clemente, D. (2014). *Optimización del sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas aisladas Altoandinas*. Huancayo: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ. Obtenido de [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/296/TEMEC\\_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/296/TEMEC_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Eguren, L. (2020). *El precio al carbono como instrumento de descarbonización en el contexto nacional*. Lima: Ministerio del Ambiente. Obtenido de [https://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2020/CE\\_Cambio\\_Climatico\\_-2020-2021/files/foros\\_documentos/20\\_10\\_06\\_precio\\_al\\_carbono\\_minam.pdf](https://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2020/CE_Cambio_Climatico_-2020-2021/files/foros_documentos/20_10_06_precio_al_carbono_minam.pdf)

ELECTRO-ORIENTE. (Noviembre 10 de 2022). Obtenido de Electro Oriente: [http://www.elor.com.pe/portal\\_elor/Media/Uploads/GC/PliegosTarifarios2021/041121-PliegoCajamarcaNorte.pdf](http://www.elor.com.pe/portal_elor/Media/Uploads/GC/PliegosTarifarios2021/041121-PliegoCajamarcaNorte.pdf)

Energy, V. (2022). Obtenido de <https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-BlueSolar-charge-controller-MPPT-150-45-up-to-150-70-ES.pdf>

Escobedo, L. (2018). *Implementación de un sistema fotovoltaico para un laboratorio de cómputo en el colegio nacional "Coloso y emblemático Jaén de Bracamoros"- Jaén- Cajamarca*. Lambayeque: UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjuxbOD6Nv7AhWMLlkGHShgCg4QFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.unprg.edu.pe%2Fhandle%2F20.500.12893%2F2980&usq=AOvVaw2esNmbeKiPaC-1QAmUxWY3>

Farfán, J. (2018). *Energía solar Fotovoltaica para la explotación de agua subterránea, Cuenca Mputupe, Olmos- La Leche*. Lambayeque: Universidad Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3040/BC-TES-TMP-1859.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Flores, W. (2018). *Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el centro poblado La Algodonera - Olmos - Lambayeque*. Tesis, Chiclayo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50750/Flores\\_SW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50750/Flores_SW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Garrido, J., & Morales, M. (2019). *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para la demanda eléctrica del Centro de Salud Magllanal, Jaén - Cajamarca*. JAÉN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN. Recuperado el Noviembre de 2019, de [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/208/1/Garrido\\_CJE\\_Morales\\_QMY.pdf](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/208/1/Garrido_CJE_Morales_QMY.pdf)

Incio, R. (2019). *Diseño de un sistema de generación fotovoltaica para abastecer de energía eléctrica a los fundos del distrito de Monsefú*. Chiclayo: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41745/Incio\\_AR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41745/Incio_AR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Instituto Tecnológico de Canarias, S. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. España. Obtenido de <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

ITC, R. e. (2022). *Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC*. Madrid: Biblioteca de Administración General del Estado de España. Obtenido de [https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326\\_Reglamento\\_el\\_electrotecnico\\_para\\_baja\\_tension\\_e\\_ITC](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326_Reglamento_el_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC)

Kumari, Sai y Babu. (2012). *Design and Analysis of P y O and IP y O MPPT Techniques for Photovoltaic System*. Artículo. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/271198792\\_Design\\_and\\_Analysis\\_of\\_PO\\_and\\_IPO\\_MPPT\\_Techniques\\_for\\_Photovoltaic\\_System](https://www.researchgate.net/publication/271198792_Design_and_Analysis_of_PO_and_IPO_MPPT_Techniques_for_Photovoltaic_System)

Maps, G. (17 de Septiembre de 2022). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-5.5078808,-79.0111432,488m/data=!3m1!1e3>

Mejía, J. (2018). *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de ingeniería mecánica de la universidad politécnica amazónica. Pakamuros*. Obtenido de <https://repositorio.upa.edu.pe/handle/20.500.12897/7>

Mesa, L.A., Sanabria, C.A., Pérez, W.J. (2016). *Diseño de un sistema solar fotovoltaico autónomo para una institución educativa rural en el municipio de Páez-Boyacá*. 10. Obtenido de <https://docplayer.es/36031504-Diseno-de-un-sistema-solar-fotovoltaico-autonomo-para-una-institucion-educativa-rural-en-el-municipio-de-paez-boyaca.html>

Miguel, A. (2015). *Dimensionados de sistemas fotovoltaicos*. MADRID: UNIVERSIDAD DE MÁLAGA. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjrw7TD85L7AhW9HbkgGHZSvDWUQFnoECEQQAQ&url=https%3A%2F%2Fstatic.eoi.es%2Fsavia%2Fdocuments%2Fcomponente45301.pdf&usg=AOvVaw3g6v7jzIzhCdOIVUKWT0wA>

MINEM. (2006). *Código Nacional de Electricidad - Utilización*. Lima. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo\\_Nacional\\_de\\_Electricidad\\_Utilizaci%C3%B3n\\_.pdf?v=1593535029](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo_Nacional_de_Electricidad_Utilizaci%C3%B3n_.pdf?v=1593535029)

Mosqueira Llovera, A. (2021). *Estudio para suministrar de energía eléctrica mediante energía solar fotovoltaica a la institución educativa Rafael Loayza Guevara, Cajamarca, interconectado a la red*. Chiclayo: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60668/Mosqueira\\_LAD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60668/Mosqueira_LAD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Murillo, W. (8 de Septiembre de 2009). *La Investigación Científica*. Obtenido de Monografias.com: <http://docencia.fca.unam.mx/~mvazquez/archivos/WebquestTMCSlcientifica.pdf>

NASA, P. (Octubre de 2022). *NASA POWER DATA ACCESS VIEWER*. Obtenido de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Orbegoso, C., & Arivilca, R. (2010). *Energía Eólica*. SCRIBD. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/351490832/Energia-Solar-Fotovoltaica-Carlos-Orbegoso-Roberto-Arivilca>

Ordoñez Rosales, P. (2020). *Diseño e implementación de sistemas fotovoltaicos en locales comunales, como respaldo energético, ante el corte del suministro eléctrico, Provincia de Huarochiri*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA . Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4709/ordonez-rosales-paul-dario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OSINERGMIN. (2019). *ENERGÍAS RENOVABLES. EXPERIENCIA Y PERSPECTIVAS EN LA RUTA DEL PERÚ HACIA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA*. Lima. 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)

Padilla, D. (2013). *Contabilidad Administrativa*. México: McGraw-Hill. Obtenido de [https://www.academia.edu/39373960/Contabilidad\\_administrativa\\_9Ed\\_Un\\_enfoque\\_estrategico\\_para\\_competidores](https://www.academia.edu/39373960/Contabilidad_administrativa_9Ed_Un_enfoque_estrategico_para_competidores)

Patiño, Tello, y Hernández. (2012). *Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico híbrido y desarrollo de su regulador de carga aplicando instrumentación virtual*. Colombia. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/276317735\\_Disenio\\_e\\_implementacion\\_de\\_un\\_sistema\\_fotovoltaico\\_hibrido\\_y\\_desarrollo\\_de\\_su\\_regulador\\_de\\_carga\\_aplicando\\_instrumentacion\\_virtual](https://www.researchgate.net/publication/276317735_Disenio_e_implementacion_de_un_sistema_fotovoltaico_hibrido_y_desarrollo_de_su_regulador_de_carga_aplicando_instrumentacion_virtual)

Paulina, S. (2010). *DISEÑO DE UN SUBSISTEMA DE SEGUIMIENTO DEL PLAN OPERATIVO ANUAL DE LA DIRECCIÓN DE TRANSFERENCIA DE INNOVACIONES AGROPECUARIAS DEL INIAP*. Quito-Ecuador: Google books. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=NAAZAgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=NAAZAgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Pérez salas, D. J. (2019). *Diseño de un sistema de generación fotovoltaico con seguidor lumínico a su ubicación*. Chiclayo: UNIVERSIDAD CATÒLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO. Obtenido de [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2257/1/TL\\_PerezSalasDiego.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2257/1/TL_PerezSalasDiego.pdf)

Perez, A. (2019). *Ànàlisis de un sistema de iluminaciòn fotovoltaico mediante tecnologia led para el parque central de la Provinciaa de Jaen - Cajamarca*. Jaen: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÈN. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiLkOKouYH6AhU\\_p5UCHRhACzMQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2F repositorio.unj.edu.pe%2Fbitstream%2FUNJ%2F74%2F1%2FP%25C3%25A9rez\\_ZJA.pdf&usg=AOvVaw1L2Gel7sFio73UZTtknaf](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiLkOKouYH6AhU_p5UCHRhACzMQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2F repositorio.unj.edu.pe%2Fbitstream%2FUNJ%2F74%2F1%2FP%25C3%25A9rez_ZJA.pdf&usg=AOvVaw1L2Gel7sFio73UZTtknaf)

Perez, J., & Delgado, J. (2019). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico al caserío Jaway, Distrito y Provincia Jaén-Cajamarca*. Jaén: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN. Obtenido de <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/67>

Promelsa. (10 de Noviembre de 2022). Obtenido de <https://www.promelsa.com.pe/media/PDF/1000405-01.pdf>

Risco, A. (2020). Clasificaciòn de las Investigaciones. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%3%a9mica%20%20%2818.04.2021%29%20-%20Clasificaci%3%b3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Salazar Vanegas, C. (2022). *Diseño e implementaciòn de sistemas solares fotovoltaicos a pequeña escala*. Colombia: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUÌA. Obtenido de [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/28965/1/SalazarCarlos\\_2022\\_ImplementacionSistemasSolares.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/28965/1/SalazarCarlos_2022_ImplementacionSistemasSolares.pdf)

Salazar, J. (2016). *Análisis del factor de rendimiento y eficiencia para centrales de generación de energía solar fotovoltaica*. Ecuador: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13100/3/UPS%20-%20KT01338.pdf>

SIEMENS. (2023). Obtenido de <https://www.electricalautomationnetwork.com/es/siemens/5sm3418-0kk-5sm34180kk-siemens-interruptor-diferencial-2-polos-tipo-ac-entrada-100-a-100-ma-un-ac-230-v>

Valdivieso, D. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles de la PUCP*. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÒLICA DEL PERÙ. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5447/VALDIVIEZO\\_PAULO\\_DISE%3%91O\\_SISTEMA\\_FOTOVOLTAICO\\_ENERGIA\\_ELECTRICA\\_PUCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5447/VALDIVIEZO_PAULO_DISE%3%91O_SISTEMA_FOTOVOLTAICO_ENERGIA_ELECTRICA_PUCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### Anexo 1: Operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
<b>Demanda eléctrica y potencial de radiación solar</b>	Consumo de energía eléctrica dada por los equipos existentes, la radiación solar es la energía que recibe una unidad de suelo en un lapso de tiempo establecido (Cantos, 2016)	Control de los parámetros de consumo de energía eléctrica y radiación solar de la Institución Educativa Señor Cautivo – Angash.	Energía eléctrica  Radiación solar	Energía, Voltaje y amperaje  Consumo de energía eléctrica  HSP	Razón
<b>Diseño de un sistema fotovoltaico aislado</b>	Es un conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica.	Con la aplicación de las energías renovables, el sistema fotovoltaico traerá consecuencias positivas a la imagen de la I.E, en un sentido tecnológico y ambiental.	Fuentes de energía  Energía fotovoltaica	Potencia generada  Días de autonomía	Razón

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Carta de aceptación de la Institución Educativa Señor Cautivo – Angash.



MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
REGIONAL DE EDUCACIÓN DE CAJAMARCA  
UNIDAD DE GESTIÓN EDUCATIVA LOCAL DE JAÉN  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 16162 "SEÑOR CAUTIVO" – ANGASH



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE NUESTRA SOBERANÍA NACIONAL"

Angash, 20 de octubre del 2022

### AUTORIZACION N° 01–2022-IE 16162 "SC" A-SJA-J/UGELJ/RECAJ.

Por medio de la presente, el que suscribe: Mag. Luis Alberto Sánchez Castañeda, director de la Institución Educativa "Señor Cautivo" N° 16162 del Centro Poblado de Angash.

#### AUTORIZO

Al Bachiller **Grover Leonel Herrera Zurita** para hacer uso de la información concerniente a los datos del consumo de energía eléctrica, así como hacer uso del nombre de la Institución Educativa en su título de tesis.

Atentamente,

  
  
Mag. Luis A. Sánchez Castañeda  
DIRECTOR

### Anexo 3. Demanda de consumo de energía eléctrica de la I.E Señor Cautivo.

Baños Primaria y secundaria										
Consumo	Varones Primaria y Secundaria				Mujeres Primaria y Secundaria					Pasadizo baños P-S
	Focos led 1° 2° 9	Focos led 3°4°5° 9	Focos led PRI 9	Focos led URIN 9	Focos led 5°6° PRI 9	Focos led 3°4°5° PRI 9	Focos led 3°4°5° SEC 9	Focos led 2° SEC 9	Focos led 1° SEC 9	2 focos led 18
considerando Fs. 0.7	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	12.60
08:00:00				0.17						
09:00:00		0.17								
10:00:00	0.17				0.17					
11:00:00										
12:00:00										
13:00:00										
14:00:00										
15:00:00										
16:00:00										
17:00:00										
18:00:00	1.5				1					
19:00:00		1	1	1		1	0.5		1	1.5
20:00:00										
Tiempo (h/día)	1.67	1.17	1	1.17	1.17	1	0.5	0	1	1.5
Energía Wh/día	10.52	7.37	6.30	7.37	7.37	6.30	3.15	0.00	6.30	18.90
Energía kWh/día	0.011	0.007	0.006	0.007	0.007	0.006	0.003	0.000	0.006	0.019

Fuente: Propia.



**Aulas Primaria**

1° 2° Grado				3° 4° Grado "Huayacán"				5° 6° Grado "Ciprés"		Pasadizo AP
2 focos led	Pc HP	Back Ups Pro	DVD SR Cisco	4 focos led	2 focos UNILAMP	Estabilizador V	Monitor APC	4 focos led	2 focos UNILAMP	2 focos led SPARK
20	65	600	50	40	80	500	550	48	80	20
14.00	45.50	420.00	35.00	28.00	56.00	350.00	385.00	33.60	56.00	14.00
1				1	1			1	1.5	0.5
	2	5	5			5	5			
						0.5	0.5			
	0.5	0.5	0.17				0.5			
										1
1	2.5	5.5	5.17	1	1	5.5	6	1	1.5	1.5
14.00	113.75	2310.00	180.95	28.00	56.00	1925.00	2310.00	33.60	84.00	21.00
0.014	0.114	2.310	0.181	0.028	0.056	1.925	2.310	0.034	0.084	0.021

Fuente: Propia.

Dirección

2 focos led	Impresora	PC HP 65	Proyector	Estabilizador V	Equipo sonido
20	700	195	500	500	40
14.00	490.00	136.50	350.00	350.00	28.00
2					0.17
	0.3	2	0.75	5	
		1			
1				0.5	
3	0.3	3	0.75	5.5	0.17
42.00	147.00	409.50	262.50	1925.00	4.76
0.042	0.147	0.410	0.263	1.925	0.005

Fuente: Propia.

Aulas secundarias									
1° Grado "Pino"		2° Grado "Ficus"		3° Grado "Roble"		4° Grado "Cedro"		5° Grado "Romerillo"	
2 focos led	13 cargador Tablet (18)	2 focos led	4 cargador Tablet	2 focos led	11 cargador Tablet	2 focos led	7 cargador Tablet	2 focos led	7 cargador Tablet
20	234	20	72	20	198	20	126	20	126
14.00	163.80	14.00	50.40	14.00	138.60	14.00	88.20	14.00	88.20
0.25						1		0.25	
	1.5		1.5		1.5		1.5		1.5
	0.5								
					0.17				
0.25	2	0	1.5	0	1.67	1	1.5	0.25	1.5
3.50	327.60	0.00	75.60	0.00	231.46	14.00	132.30	3.50	132.30
0.004	0.328	0.000	0.076	0.000	0.231	0.014	0.132	0.004	0.132

Fuente: Propia.

Aula inicial			Almacén							
Laurel			Baño inicial	General	Qaliwarma	Biblioteca	Laboratorio	Comedor	Pasadizo Aula I-Comedor	Loza Deportiva
1 foco Ulix GL85 50	TV LG 130	DVD LG 50	2 focos led 20	1 foco led 12	1 foco led 12	3 focos led (18) 54	2 foco led T plato 36	6 focos led T plato 144	6 focos led (10) 60	4 reflectores Nova Lamps (300) 1200
35.00	91.00	35.00	14.00	8.40	8.40	37.80	25.20	100.80	42.00	840.00
1.5	0.25	0.25	0.15	0.17	0.5	1	1	0.25	1	1
1.5	0.25	0.25	0.15	0.17	0.5	1	1	0.25	1	1
52.50	22.75	8.75	2.10	1.43	4.20	37.80	25.20	25.20	42.00	840.00
0.053	0.023	0.009	0.002	0.001	0.004	0.038	0.025	0.025	0.042	0.840

Fuente: Propia.

---

Energía total Wh/día	11922.83
Energía total kWh/día	11.92
Energía total kWh/mes	357.69
Potencia instalada w	6731

---

Fuente: Propia.

## Anexo 4. Especificaciones técnicas del panel seleccionado

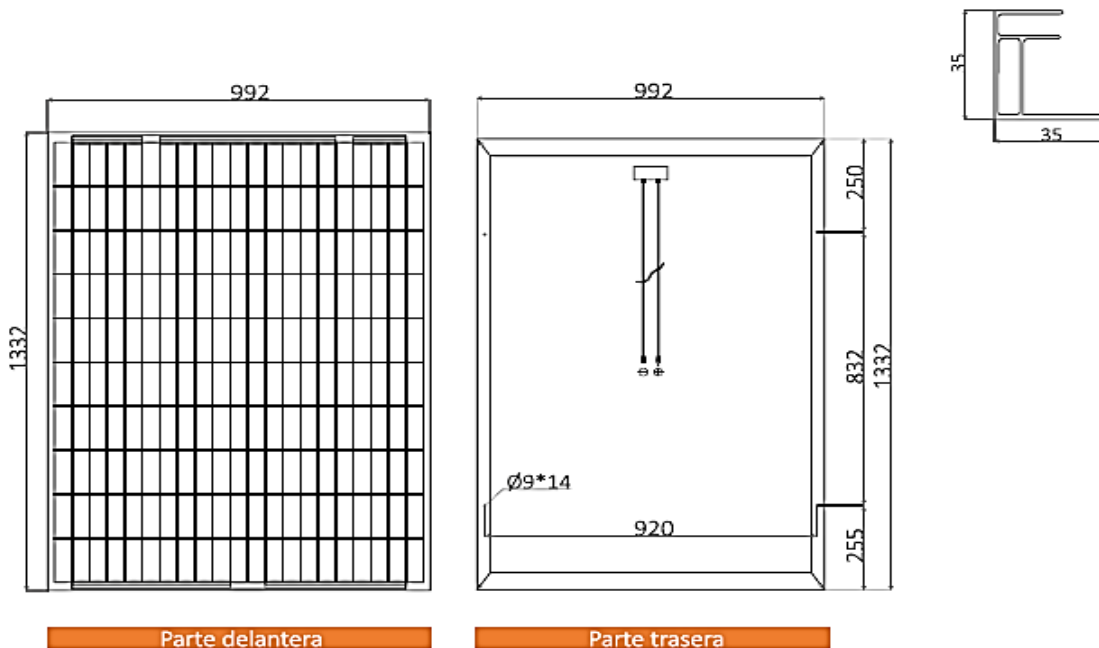


Panel Solar 200W 12V



### Especificaciones

<b>Tamaño del módulo</b>	<b>1332 x 992 x 35 mm</b>
Tipo de célula	Policristalina 104 x 156 mm
Número de células	72 (6x12)
Potencia máxima (Wp)	200W
Tolerancia de potencia (%)	±3%
Voltaje en circuito abierto (Voc)	22.7V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	11.85A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	18.2V
Intensidad a máxima potencia (Im)	11A
Fusible máximo Serie	15A
Número de diodos	3
Longitud y tipo cable	90cm, 4mm <sup>2</sup>
Condiciones del test	1000W/m <sup>2</sup> , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coeficiente temperatura – Isc	+0.08558%/°C
Coeficiente temperatura – Uoc	-0.29506%/°C
Coeficiente temperatura – Pmpp	-0.38001%/°C
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	15.1%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE, ROHS
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	14.2Kg

Fuente: (Autosolar, 2022).

## Anexo 5. Especificaciones técnicas de la batería seleccionada

AGM DC 12-150

### AGM DEEP CYCLE BATTERY 12V 150 AH

#### DEEP CYCLE SERIES BATTERY

DC series VRLA batteries are superior Deep Cycle design with thick plates, high-density active materials and slightly stronger electrolyte, which can withstand repeated deep cyclic applications.

Deep Cycle series batteries are the special design batteries with 10 years floating design life at 25°C. Meet with IEC, BS, JIS and Eurobat standard, UL(MH62092), CE approved.



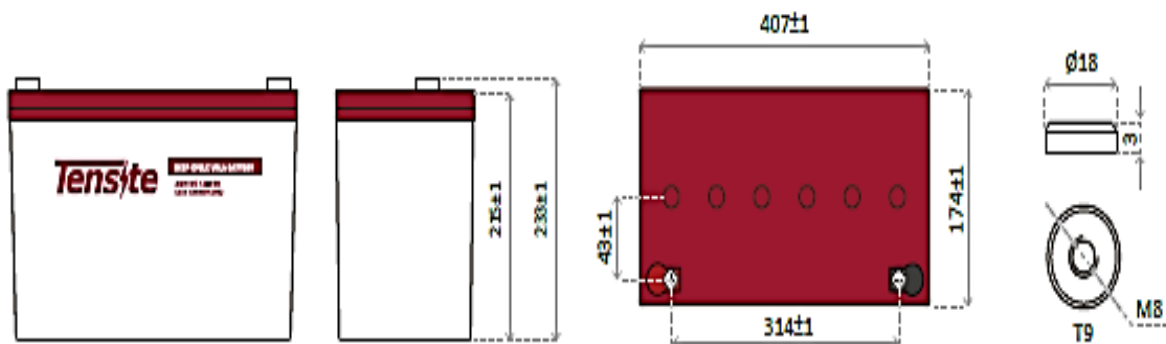
#### APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

#### GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

#### DIMENSIONS

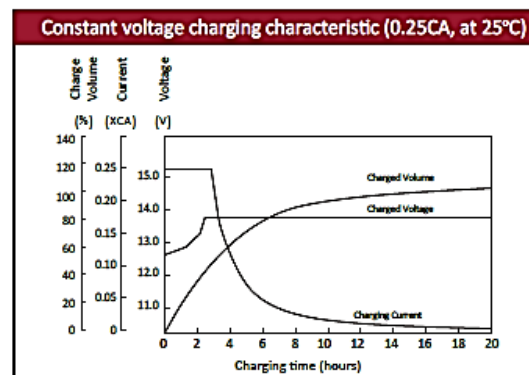
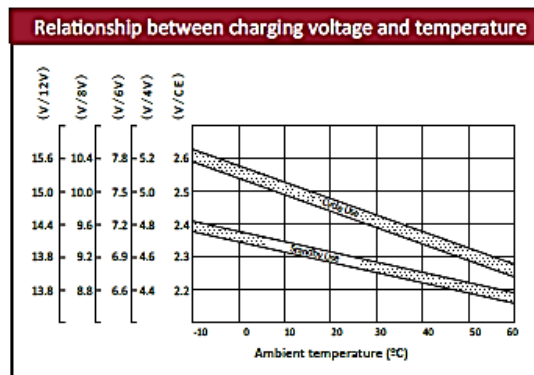
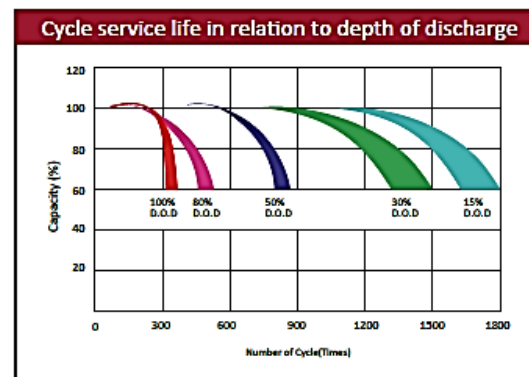
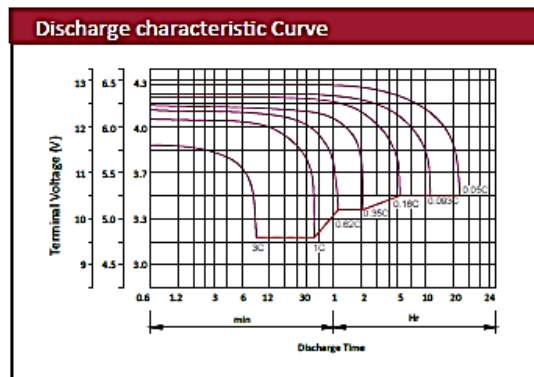


## TECHNICAL SPECIFICATIONS

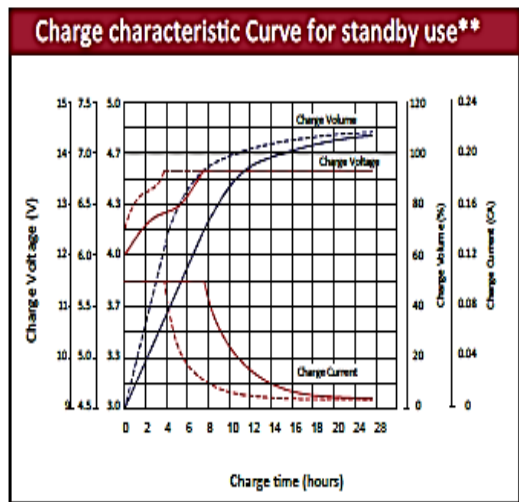
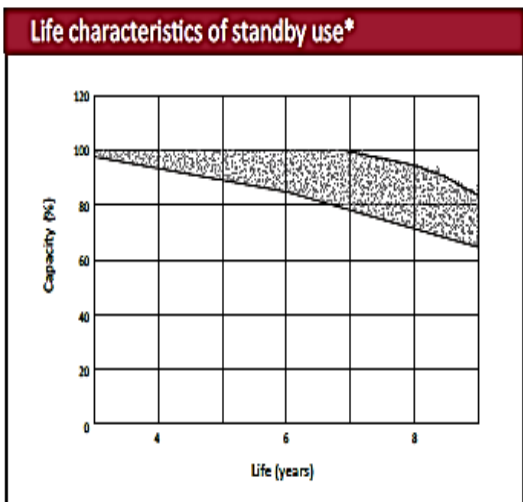
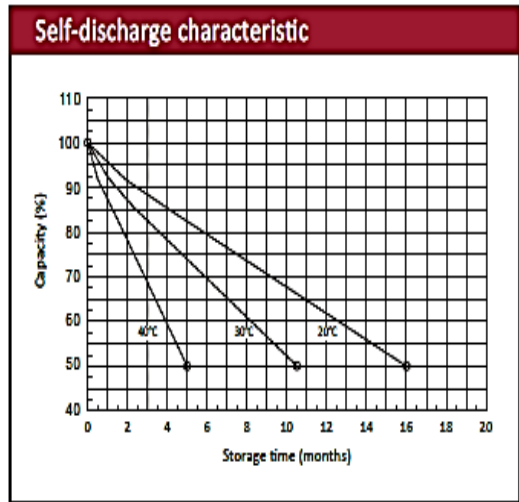
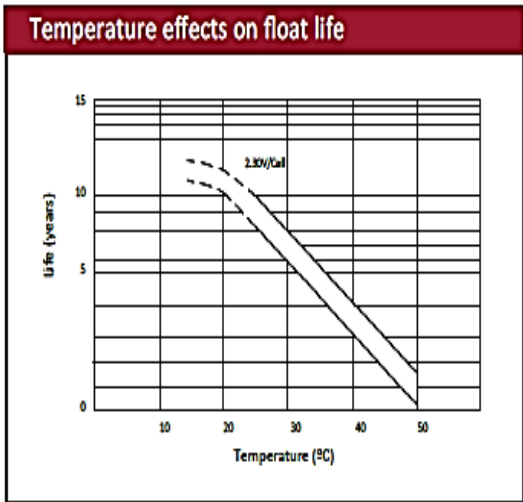
<b>BATTERY MODEL</b>	Nominal voltage			12V				
	Rated capacity (100 hour rate)			150Ah				
	Cells Per battery			6				
<b>DIMENSION</b>	Length 407 mm		Width 174 mm		Height 215 mm		Total Height 233 mm	
<b>APPROX. WEIGHT</b>	35.5 kg ± 3%							
<b>CAPACITY @ 25°C</b>	10 hour rate (12A, 10.8V) 120 Ah		5 hour rate (19.2A, 10.5V) 96 Ah		3 hour rate (30A, 10.2V) 90 Ah		1 hour rate (72A, 9.6V) 72 Ah	
<b>MAX. DISCHARGE CURRENT</b>	1200 A (5 sec.)							
<b>INTERNAL RESISTANCE</b>	Full charged Vat 25°C: Approx. 3.9mΩ							
<b>CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)</b>	40°C 102%		25°C 100%		0°C 85%		-15°C 65%	
<b>SELF DISCHARGE @ 25°C</b>	After 3 months storage 91%			After 6 months storage 82%		After 12 months storage 64%		
<b>CHARGE METHOD @ 25°C</b>	Cycle Use 14.1-14.4V (Initial charging current less than 36A)				Float Use 13.50-13.80V			
<b>CONSTRUCTION</b>	Container BS (UL94-HB) / Flame retardant ABS (UL94-V0)	Electrolyte Sulfuric acid	Separator Fiber glass	Positive Lead dioxide	Negative Lead	Safety valve EPDR	Terminal Copper	

## BATTERY DISCHARGE TABLE

CONSTANT CURRENT (AMP) AND CONSTANT POWER (WATT) DISCHARGE TABLE AT 25 °C													
F.V / TIME		5 min	10 min	15 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	8 hr	10 hr	20 hr
9.60	A	384.0	253.0	204.0	137.0	72.0	42.0	31.0	24.0	19.8	14.0	12.6	6.8
	W	3967.0	2704.0	2189.0	1471.0	778.0	461.0	343.0	270.0	225.1	160.9	145.5	79.1
10.20	A	372.0	228.0	192.0	131.0	68.0	40.0	30.0	23.4	19.4	13.7	12.4	6.6
	W	3976.0	2551.0	2151.0	1468.0	765.0	462.0	347.0	272.1	226.6	160.1	145.2	77.4
10.50	A	360.0	204.0	168.0	122.0	66.0	39.0	29.0	23.0	19.2	13.6	12.1	6.6
	W	3933.0	2325.0	1919.0	1409.0	759.0	454.0	341.0	269.6	225.1	159.5	143.4	78.0
10.80	A	347.0	193.0	156.0	113.0	63.0	38.0	29.0	22.7	18.7	13.2	12.0	6.5
	W	3894.0	2221.0	1800.0	1307.0	738.0	447.0	337.0	267.8	221.3	156.4	142.6	77.2
11.10	A	335.0	180.0	144.0	101.0	61.0	37.0	28.0	22.1	18.2	12.8	11.4	6.1
	W	3803.0	2090.0	1679.0	1179.0	720.0	440.0	328.0	263.0	217.7	153.8	137.6	74.2







\*Testing conditions:  
 Floating voltage 2.27 to 2.30V/Cell  
 Ambient temperature 25°C

\*\*Discharge: 100% (0.05CA 20h)  
 50% (0.05CA 10h)  
 Charge: Charge Voltage 2.275V/°C  
 Charge Current 0.1CA  
 Temperature 25°C

Fuente: (Autosolar, 2022)

## Anexo 6. Especificaciones técnicas del regulador seleccionado

### Controladores de carga SmartSolar con conexión de rosca o FV MC4 MPPT 150/45 hasta MPPT 150/100



Controlador de carga SmartSolar  
MPPT 150/100-Tr  
Con pantalla conectable opcional.

#### Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

#### Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En caso de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

#### Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

#### Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

#### Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

#### Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

### CARCASA

Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales FV 3)	35 mm <sup>2</sup> / AWG2 (modelos Tr) Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4)	35 mm <sup>2</sup> / AWG2 (modelos Tr) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4)
Bornes de la batería	35mm <sup>2</sup> / AWG2	
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	3 kg	4,5kg
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm	Modelos Tr: 216 x 295 x 103 Modelos MC4: 246 x 295 x 103

### NORMAS

Seguridad EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2

1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.

1b) La tensión FV debe exceder  $V_{bat} + 5V$  para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de  $V_{bat} + 1V$ .

2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.


3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios pares de separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares

Controlador de carga SmartSolar	150/45	150/60	150/70	150/85	150/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48 V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 36V 1a,b)	1950W	2580W	3000W	3600W	4350W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	50A (máx. 30A por conector MC4)			70A (máx. 30A por conector MC4)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "ecualización"	Valores predeterminados: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (regulable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobrettemperatura				
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Altura máxima de trabajo	5.000 m (potencia nominal completa hasta los 2.000 m)				
Condiciones ambientales	Para interiores, no acondicionados				
Grado de contaminación	PD3				
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth				
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)				
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				

Fuente: (Energy, 2022).


## Anexo 7. Especificaciones técnicas del inversor seleccionado


/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging




# FRONIUS SYMO

/ Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro







/ Tecnología  
SnapInverter




/ Comunicación  
de datos integrada




/ Diseño  
SuperFlex



/ Seguimiento  
inteligente GMPP



/ Smart Grid  
Ready



/ Inyección cero

/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones. La conexión a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado. El inversor Fronius Symo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además, que el inversor no incluya energía a la red eléctrica.

### DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

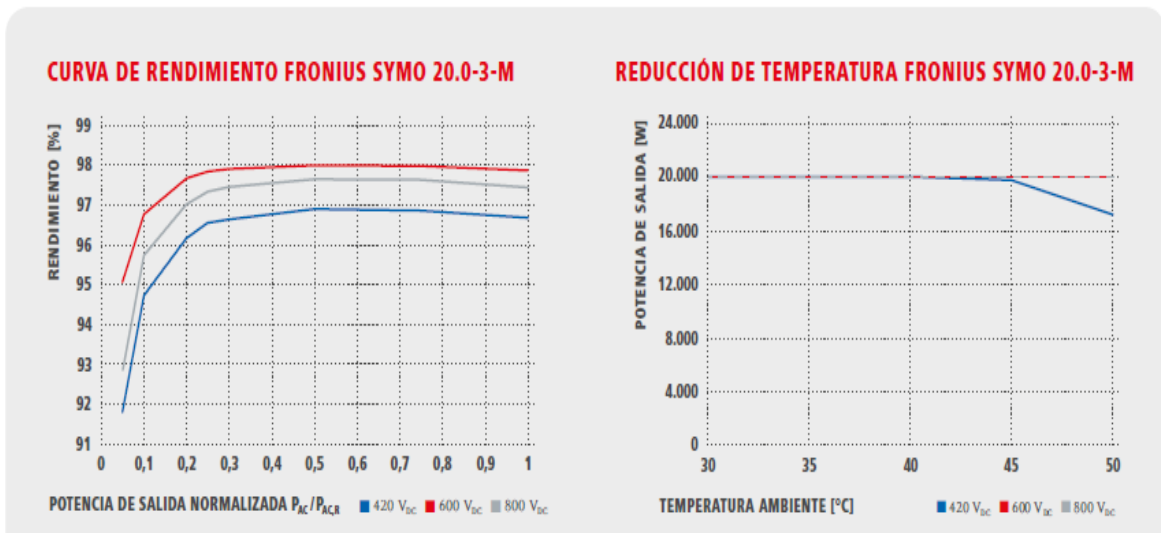
DATOS DE ENTRADA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máxima corriente de entrada ( $I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}$ )	27 A / 16,5 A <sup>1)</sup>		33 A / 27 A		
Máxima corriente de entrada total utilizada ( $I_{dc\ máx. 1} + I_{dc\ máx. 2}$ )	43,5 A		51,0 A		
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV ( $MPP_1 / MPP_2$ )	40,5 A / 24,8 A		49,5 A / 40,5 A		
Mínima tensión de entrada ( $U_{dc\ mín.}$ )			200 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{dc\ arranque}$ )			200 V		
Tensión de entrada nominal ( $U_{dc\ cr.}$ )			600 V		
Máxima tensión de entrada ( $U_{dc\ máx.}$ )			1.000 V		
Rango de tensión MPP ( $U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$ )	270 - 800 V	320 - 800 V	370 - 800 V	420 - 800 V	420 - 800 V
Número de seguidores MPP	2				
Número de entradas CC	3+3				
Máxima salida del generador FV ( $P_{dc\ máx.}$ )	15,0 kW <sub>peak</sub>	18,8 kW <sub>peak</sub>	22,5 kW <sub>peak</sub>	26,3 kW <sub>peak</sub>	30,0 kW <sub>peak</sub>
DATOS DE SALIDA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Potencia nominal CA ( $P_{ac,cr.}$ )	10.000 W	12.500 W	15.000 W	17.500 W	20.000 W
Máxima potencia de salida	10.000 VA	12.500 VA	15.000 VA	17.500 VA	20.000 VA
Máxima corriente de salida ( $I_{ac\ máx.}$ )	14,4 A	18,0 A	21,7 A	25,3 A	28,9 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	1,8 %	2,0 %	1,5 %	1,5 %	1,3 %
Factor de potencia ( $\cos \varphi_{ac,cr.}$ )	0 - 1 ind. / cap.				

DATOS GENERALES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm				
Peso	34,8 kg		43,4 kg		
Tipo de protección	IP 66				
Clase de protección	1				
Categoría de sobretensión (CC/CA) <sup>1)</sup>	1 + 2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Sin Transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +60 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	6 x CC+ y 6 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>				
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>				
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097				

<sup>1)</sup> 14,0 A para tensiones < 420 V

<sup>2)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).



Fuente: (Autosolar, 2022)

## Anexo 8. Especificaciones técnicas del conductor eléctrico seleccionado

### 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 sobre vivencia 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> <Metrado Secuencial>

#### Calibres

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

#### Embalaje

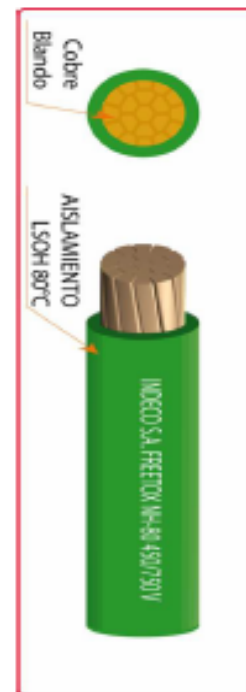
De 1.5 a 10 mm<sup>2</sup>, en rollos estándar de 100 metros.

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 (\*).



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

Fuente: (Promelsa, 2022).

## 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
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

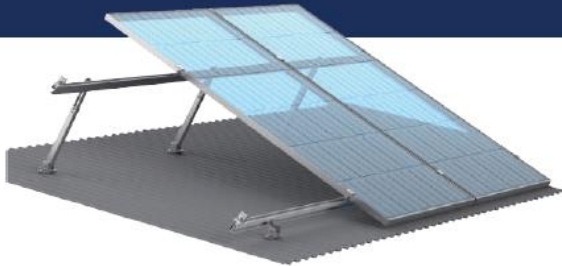
(\*) TEMPERATURA AMBIENTE 30°C.

NO MAS DE TRES CONDUCTORES POR DUCTO.

Fuente: (Promelsa, 2022).

## Anexo 9. Especificaciones técnicas del soporte elegido

Ficha técnica:  
AD Solution



### Especificaciones

**Materiales:** aluminio anodizado 6005 T5  
Acero inoxidable 304

**Velocidad del viento:** hasta 45 m/s

**Carga de nieve:** hasta 50 cm

### Accesorios

144 células  
Cantidad/  
paneles



Patillas delanteras



Patillas traseras ajustables



Rail



Abrazadera intermedia



Abrazadera final

2 paneles

2

2

2

2

4

3 paneles

3

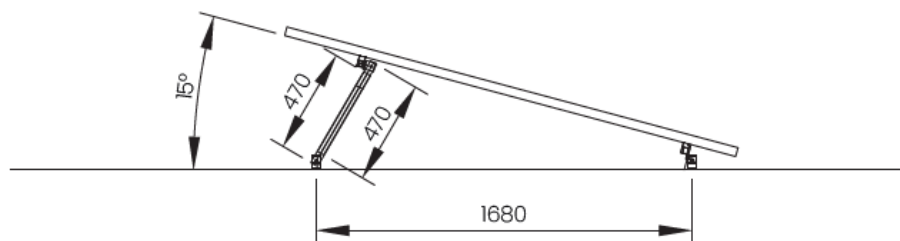
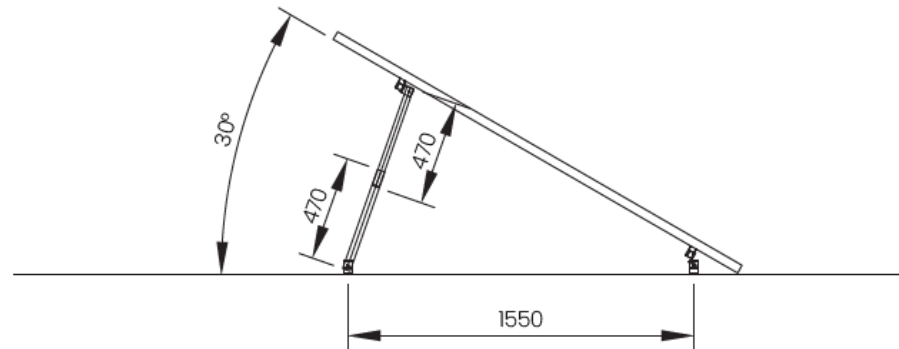
3

2

4

4

### Desglose y medidas



Fuente: (Autosolar, 2022)



## Anexo 10. Pliego Tarifario vigente de Electro Oriente



### AJUSTE DE PLIEGOS TARIFARIOS ELOR Para Electro Oriente S.A.

CODIGO	PGCA - 007 - F001
VERSIÓN	0 1
FECHA	20/12/2017

FECHA VIGENCIA: 04 NOVIEMBRE 2021

ACTUALIZADO POR:  
- RESOLUCIONES N° 225, 226 y 230-2021-OS/CD  
- INDICADORES MACROECONOMICOS

OPCION Tarifaria	CARGO DE FACTURACION MEDIA TENSION	UNIDAD	CAJAMARCA NORTE			
			ST - 2	ST - 4	ST - 4	SER
			SEIN	SEIN	SEIN	SEIN
			Bagua-Jaen	Pomahuaca Pucará	Bagua-Jaén Rural San Ignacio Namballe Tabaconas	Sistemas Eléctricos Rurales (SER) CAJAMARCA NORTE
			TARIFA	TARIFA	TARIFA	TARIFA
<b>MT2</b>	<b>DOBLE MEDICIÓN DE ENERGIA ACTIVA y CONTRATACION O MEDICION DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>					
	Cargo fijo mensual	\$/mes	14.34	14.34	14.34	14.34
	Cargo por energía activa en horas de punta	ctm. \$/kW.h	37.03	37.03	37.03	37.03
	Cargo por energía activa en horas fuera de punta	ctm. \$/kW.h	30.60	30.60	30.60	30.60
	Cargo por potencia activa de generacion en horas de punta	\$/kW-mes	79.29	79.29	79.29	79.29
	Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta	\$/kW-mes	19.23	19.23	19.23	19.23
	Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta	\$/kW-mes	20.63	20.63	20.63	20.63
	Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de la energía activa	ctm. \$/kVar.h	5.36	5.36	5.36	5.36
<b>MT3</b>	<b>DOBLE MEDICIÓN DE ENERGIA ACTIVA y CONTRATACION O MEDICION DE UNA POTENCIA 2E1P</b>					
	Cargo fijo mensual	\$/mes	12.48	12.48	12.48	12.48
	Cargo por energía activa en horas de punta	ctm. \$/kW.h	37.03	37.03	37.03	37.03
	Cargo por energía activa en horas fuera de punta	ctm. \$/kW.h	30.60	30.60	30.60	30.60
	<b>Cargo por potencia activa de generación para usuarios:</b>					
	Presentes en punta	\$/kW-mes	71.72	71.72	71.72	71.72
	Presentes fuera de punta	\$/kW-mes	45.52	45.52	45.52	45.52
	<b>Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución para usuarios:</b>					
	Presentes en punta	\$/kW-mes	20.76	20.76	20.76	20.76
	Presentes fuera de punta	\$/kW-mes	20.70	20.70	20.70	20.70
	Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de la energía activa	ctm. \$/kVar.h	5.36	5.36	5.36	5.36
<b>MT4</b>	<b>SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGIA ACTIVA y CONTRATACION O MEDICION DE UNA POTENCIA 1E1P</b>					
	Cargo fijo mensual	\$/mes	12.48	12.48	12.48	12.48
	Cargo por energía activa	ctm. \$/kW.h	32.26	32.26	32.26	32.26
	<b>Cargo por potencia activa de generación para usuarios:</b>					
	Presentes en punta	\$/kW-mes	71.72	71.72	71.72	71.72
	Presentes fuera de punta	\$/kW-mes	45.52	45.52	45.52	45.52
	<b>Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución para usuarios:</b>					
	Presentes en punta	\$/kW-mes	20.76	20.76	20.76	20.76
	Presentes fuera de punta	\$/kW-mes	20.70	20.70	20.70	20.70
	Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de la energía activa	ctm. \$/kVar.h	5.36	5.36	5.36	5.36


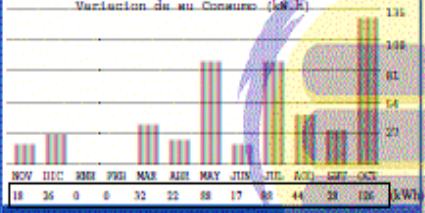

OPCION Tarifaria	CARGO DE FACTURACION BAJA TENSION					
BT2	<b>DOBLE MEDICIÓN DE ENERGIA ACTIVA y CONTRATACION O MEDICION DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>					
	Cargo fijo mensual	\$/mes	14.34	14.34	14.34	14.34
	Cargo por energía activa en horas de punta	ctm. \$/kW.h	39.08	39.08	39.08	39.08
	Cargo por energía activa en horas fuera de punta	ctm. \$/kW.h	32.30	32.30	32.30	32.30
	Cargo por potencia activa de generacion en horas de punta	\$/kW-mes	78.15	78.15	78.15	78.15
	Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta	\$/kW-mes	77.34	77.34	77.34	77.34
	Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redesde distribución en horas fuera de punta	\$/kW-mes	54.95	54.95	54.95	54.95
	Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de la energía activa	ctm. \$/kVar.h	5.36	5.36	5.36	5.36
BT3	<b>DOBLE MEDICIÓN DE ENERGIA ACTIVA y CONTRATACION O MEDICION DE UNA POTENCIA 2E1P</b>					
	Cargo fijo mensual	\$/mes	12.48	12.48	12.48	12.48
	Cargo por energía activa en horas de punta	ctm. \$/kW.h	39.08	39.08	39.08	39.08
	Cargo por energía activa en horas fuera de punta	ctm. \$/kW.h	32.30	32.30	32.30	32.30
	<b>Cargo por potencia activa de generación para usuarios:</b>					
	Presentes en punta	\$/kW-mes	55.92	55.92	55.92	55.92
	Presentes fuera de punta	\$/kW-mes	53.01	53.01	53.01	53.01
	<b>Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución para usuarios:</b>					
	Presentes en punta	\$/kW-mes	74.58	74.58	74.58	74.58
	Presentes fuera de punta	\$/kW-mes	72.01	72.01	72.01	72.01
	Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de la energía activa	ctm. \$/kVar.h	5.36	5.36	5.36	5.36
BT4	<b>SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGIA ACTIVA y CONTRATACION O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>					
	Cargo fijo mensual	\$/mes	12.48	12.48	12.48	12.48
	Cargo por energía activa	ctm. \$/kW.h	34.05	34.05	34.05	34.05
	<b>Cargo por potencia activa de generación para usuarios:</b>					
	Presentes en punta	\$/kW-mes	55.92	55.92	55.92	55.92
	Presentes fuera de punta	\$/kW-mes	53.01	53.01	53.01	53.01
	<b>Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución para usuarios:</b>					
	Presentes en punta	\$/kW-mes	74.58	74.58	74.58	74.58
	Presentes fuera de punta	\$/kW-mes	72.01	72.01	72.01	72.01
		Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de la energía activa	ctm. \$/kVar.h	5.36	5.36	5.36
BT5A	<b>DOBLE MEDICIÓN DE ENERGIA 2E</b>					
	<b>a) Usuarios con demanda maxima mensual de hasta 20kW en HP y HFP</b>					
	Cargo fijo mensual	\$/mes	12.48	12.48	12.48	12.48
	Cargo por energía activa en horas de punta	ctm. \$/kW.h	212.24	212.24	212.24	212.24
	Cargo por energía activa en horas fuera de punta	ctm. \$/kW.h	32.30	32.30	32.30	32.30
	Cargo por exceso de potencia activa en horas punta y fuera de punta	\$/kW-mes	68.26	68.26	68.26	68.26
	<b>b) Usuarios con demanda maxima mensual de hasta 20kW en HP y 50kW en HFP</b>					
	Cargo fijo mensual	\$/mes	12.48	12.48	12.48	12.48
	Cargo por energía activa en horas de punta	ctm. \$/kW.h	250.50	250.50	250.50	250.50
	Cargo por energía activa en horas fuera de punta	ctm. \$/kW.h	32.30	32.30	32.30	32.30
	Cargo por exceso de potencia activa en horas punta y fuera de punta	\$/kW-mes	68.26	68.26	68.26	68.26

BT5B		SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E				
Residencial	<b>a) Para clientes con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes</b>					
	<b>0 - 30 kW.h</b>					
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.05	4.05	4.05	4.05
	Cargo fijo mensual - Lectura Semestra	S/Jmes	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	56.40	37.60	37.60	37.60
	<b>31 - 100 kW.h</b>					
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.05	4.05	4.05	4.05
	Cargo fijo mensual - Lectura Semestra	S/Jmes	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cargo por energía activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S/JkW.h	75.20	75.20	75.20	75.20
Residencial	<b>b) Para clientes con consumos mayores a 100 kW.h por mes</b>					
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.22	4.22	4.22	4.22
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	78.43	78.43	78.43	78.43
No Residencial	<b>c) Para clientes con consumos igual o mayor 0 kW.h por mes</b>					
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.40	4.40	4.40	4.40
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	94.26	94.26	94.26	94.26
BT5C		TARIFA ALUMBRADO PUBLICO ESPECIAL CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA 1E				
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.40	4.40	4.40	4.40
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	84.56	84.56	84.56	84.56
BT5C-AP		TARIFA ALUMBRADO PUBLICO RLCE 184° CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA 1E				
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.91	4.91	4.91	4.91
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	81.07	81.07	81.07	81.07
BT5D						
Residencial	<b>a) Para clientes con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes</b>					
	<b>0 - 30 kW.h</b>					
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.22	4.22	4.22	4.22
	Cargo fijo mensual - Lectura Semestra	S/Jmes	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	52.26	34.84	34.84	34.84
	<b>31 - 100 kW.h</b>					
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.22	4.22	4.22	4.22
	Cargo fijo mensual - Lectura Semestra	S/Jmes	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cargo por energía activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S/JkW.h	69.68	69.68	69.68	69.68
Residencial	<b>b) Para clientes con consumos mayores a 100 kW.h por mes</b>					
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.40	4.40	4.40	4.40
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	72.68	72.68	72.68	72.68
No Residencial	<b>c) Para clientes con consumos igual o mayor 0 kW.h por mes</b>					
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.40	4.40	4.40	4.40
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	72.68	72.68	72.68	72.68

BT6	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	4.40	4.40	4.40	4.40
	Cargo potencia mensual	ctm. S/JW	28.46	28.46	28.46	28.46
BT7	<b>TARIFA DE SERVICIO PREPAGO CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>					
Residencial	<b>a) Para clientes con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes</b>					
	<b>0 - 30 kW.h</b>					
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Codigos	S/Jmes	3.35	3.35	3.35	3.35
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Tarjetas	S/Jmes	3.35	3.35	3.35	3.35
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	56.40	37.60	37.60	37.60
	<b>31 - 100 kW.h</b>					
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Codigos	S/Jmes	3.35	3.35	3.35	3.35
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Tarjetas	S/Jmes	3.35	3.35	3.35	3.35
	Cargo por energía activa - Primeros 30 kW.h	S/Jmes	16.92	11.28	11.28	11.28
	Cargo por energía activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S/JkW.h	75.20	75.20	75.20	75.20
Residencial	<b>b) Para clientes con consumos mayores a 100 kW.h por mes</b>					
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Codigos	S/Jmes	3.49	3.49	3.49	3.49
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Tarjetas	S/Jmes	3.49	3.49	3.49	3.49
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	78.43	78.43	78.43	78.43
No Residencial	<b>c) Para clientes con consumos igual o mayor 0 kW.h por mes</b>					
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S/Jmes	3.49	3.49	3.49	3.49
	Cargo fijo mensual - Lectura Semestra	S/Jmes	3.49	3.49	3.49	3.49
	Cargo por energía activa	ctm. S/JkW.h	92.60	92.60	92.60	92.60
BT5F	<b>TARIFA DE MEDICIÓN DE DOS ENERGÍAS ACTIVAS (2E)</b>					
Residencial	Cargo fijo mensual	S/Jmes	11.97	11.97	11.97	11.97
	Cargo por energía activa en horas de punta	ctm. S/JkW.h	133.54	133.54	133.54	133.54
	Cargo por energía activa en horas fuera de punta	ctm. S/JkW.h	58.57	58.57	58.57	58.57

Fuente: (ELECTRO-ORIENTE, 2022).

## Anexo 11. Recibo de luz del mes de noviembre de la I.E

 <b>Electro Oriente</b> <small>Generando Progreso</small> EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A. AV. AUGUSTO FREYRE N° 1100 - IGUITOS - MAYNAS R.U.C. 20103794831		CONTRATO 36417253 CODIGO RUTA 7353080013150 SALIDA - SS.EE. R: A2443 - E244182 I.E. N°16162 SEÑOR CAUTIVO ANGASH PSJE. SEÑOR CAUTIVO DE AYABACA S/N CP. ANGASH	
<b>RECIBO N° S350-04528582</b>		<b>LAS CATAHUAS</b>	
<b>DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO</b>		<b>DETALLES DE LOS IMPORTES FACTURADOS</b>	
Tarifa BT5B Residencial P.C. 1.0kW Opc. Tarif. Resol. 206-2013-08/CD del 14.10.2013 Tipo Cl.1 Mensaficio-Aereo Tensión 220 V nroseria 608083848 EN Lectura Actual 3610 31/10/2022 Lectura Anterior 3484 30/09/2022 Diferencia entre lecturas 126 Factor del nroseria 1.0000 Consumo a facturar 126 kW.h Precio unitario S././kWh 0.8411		Cargo Fijo Ajustado 4.68 Cargo por Energía Ajustado 105.98 Alumbrado Publico 5.07 Interes Compensatorio 0.01	
Variación de su Consumo (kWh) 		SUBTOTAL 115.74 AportesElecR 1 1.16	
<b>MENSAJES AL CLIENTE</b>			
CONSUMO OCT-2022 FECHA EMISION 05-NOV-2022 FECHA VENCIMIENTO 21-NOV-2022  ****DUPLICADO**** *LAS TARIFAS DE ELECTRICIDAD SON FUJADAS POR OSINERGMIN* SU RECIBO HA SIDO FACTURADO CON TARIFA PLANA (LEY N° 30468)		TOTAL FACTURADO 116.90	
Estimado Cliente, los comunicados y avisos de interés, los encontrara en nuestros canales digitales oficiales: <a href="http://www.elor.com.pe">www.elor.com.pe</a> Facebook: Electro Oriente Oficial		Redondeo Mes Anterior -0.18 Redondeo Mes Actual -0.22 <b>TOTAL S/. ****116.50</b>	
SON CIENTO DIECISEIS con 50/100 nuevos soles			
*** DUBLICADO *** "Vacínate con las dos dosis y protégete de los riesgos más graves del coronavirus" Contrato : 36417253 RECIBO N° S350-04528582			
		ConsFac OCT-2022 Fecha Vencimiento 21-NOV-2022  codruta 7353080013150 Tarifa BT5B Cl.1 Mensaficio-Aereo	
VENCION 26/11/2022 10:00		<b>TOTAL S/. ****116.50</b>	

Fuente: (ELECTRO-ORIENTE, 2022).

**Anexo 12: Consideraciones de puesta a tierra en instalaciones según el Ministerio de energía y Minas en el Código Nacional de Electricidad – Utilización sección 060-002.**

- Proteger y cuidar la vida e integridad física de las personas de las consecuencias que puede ocasionar una descarga eléctrica, y evitar daños a la propiedad, enlazando a tierra las partes metálicas normalmente no energizadas de las instalaciones, equipos, artefactos, etc.; y
- Limitar las tensiones en los circuitos cuando queden expuestos a tensiones superiores a las que han sido diseñados; y
- En general, para limitar la tensión de fase a tierra a 250 V, o menos, en aquellos circuitos de corriente alterna que alimentan a sistemas de alambrado interior; y
- Limitar las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas en aquellos circuitos que estén expuestas a estos fenómenos; y
- Facilitar la operación de equipos y sistemas eléctricos.

### **Anexo 13. Sugerencias al momento de instalación, mantenimiento y cuidado del sistema fotovoltaico.**

Antes de instalar un sistema fotovoltaico se debe tener en cuenta:

- Verificar antecedentes de los módulos fotovoltaicos a instalar.
- Verificar sistema de puesta a tierra.
- Verificar el estado de los soportes o estructuras de los módulos.
- Verificar condiciones de las instalaciones tales como: Conductores, canalizaciones, conexiones de protecciones y el tablero.

Vestimenta y equipos de protección personal: El ingeniero o técnico que hará la instalación y mantenimiento del sistema fotovoltaico aislado tiene que contar con los equipos de protección personal (EPP) correspondiente a trabajos y descargas eléctricas tales como:

- Protección para la cabeza, ojos y cara no conductora de electricidad.
- Ropa y guantes de goma.
- Zapatos o botas con suela de goma.
- El cabello largo debe estar tomado con gorro o redes.
- Usar ropa de algodón o ropa incombustible.

Medidas para minimizar los riesgos eléctricos:

- Se debe tener la conexión de todas las partes metálicas a tierra.
- Ver las normas vigentes y usar tarjetas de señalización adecuadas.
- Verificar si los componentes están desenergizados a través de instrumentos de medición adecuados.
- Los módulos no se pueden desenergizar todo el día, por lo tanto, no se debe tocar las partes que puedan llevar energía como las partes metálicas.
- No conectar equipos con potencia superior a la potencia del inversor.

Cuidados a tener en cuenta después de la instalación del sistema fotovoltaico:

- Evitar que algún objeto le de sombra al panel solar, puede los árboles o mueva los objetos que puedan taparlo.
- Para el regulador de carga no abra o intente arreglar ningún aparato al interior del tablero de control, solo revise que el tablero no esté húmedo o con polvo en la parte exterior.
- Una vez al mes limpie con mucho cuidado las luminarias.
- No desconecte limpie o cambie la batería.
- No permita que golpeen o le arrojen piedras al panel solar.
- No deje caer agua cerca del tablero de control.
- No intente abrir ni intente manipular la tapa del tablero de control.
- No permita que jalen o golpeen los cables de la instalación.





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para mejorar el suministro eléctrico de la institución educativa Señor Cautivo del centro poblado Angash, Jaén, 2022.", cuyo autor es HERRERA ZURITA GROVER LEONEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 18 de Enero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN : 17828568 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8621-236X	Firmado electrónicamente por: TSIFUENTES el 18- 01-2023 21:50:55

Código documento Trilce: INV - 1139353