

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a la industria ganadera de producción de leche

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

Christian Alfonso Mendoza Castillo

ASESOR

Hernan Henry Santisteban Chapoñan

<https://orcid.org/0000-0002-8103-862X>

Chiclayo, 2023

Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a la industria ganadera de producción de leche

PRESENTADA POR

Christian Alfonso Mendoza Castillo

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR

Jony Villalobos Cabrera

PRESIDENTE

Luis Alberto Gonzales Bazán

SECRETARIO

Hernan Henry Santisteban Chapoñan

VOCAL

Dedicatoria

A Dios por ser quien me guío y me fortaleció en todo momento, gracias por darme una familia maravillosa y amigos con quienes puedo confiar.

A mis padres por todos los consejos y por siempre estar pendientes de mí y apoyarme con tanto esfuerzo y cariño.

A mis hermanas por compartirme sus sueños y alegrías y por ser parte importante de mi familia.

Agradecimientos

Un agradecimiento más que especial a mis padres por ayudarme en cada momento de mi vida y la realización de este proyecto, mi agradecimiento y mi respeto a mi Madre y a mi Padre, quienes día a día con tanto esfuerzo y entusiasmo me apoyaron para poder concluir con mis estudios profesionales.

Asimismo, agradezco a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, a la Facultad de Ingeniería; y en especial, a nuestra querida Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica y a toda su plana docente, por los conocimientos y orientación impartidos durante mi formación profesional.

MENDOZA_CHRISTIAN

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	15%	1%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	revistascientificas.cuc.edu.co Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uasf.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	1%
6	repository.ean.edu.co Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	7
Abstract	8
Introducción.....	9
Objetivos	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
Revisión de literatura.....	11
Antecedentes empíricos	11
Energía solar fotovoltaica en el Perú.....	12
Energía solar.....	12
Radiación solar	14
Hora solar pico	15
Energía solar fotovoltaica.....	15
Célula fotovoltaica.....	16
Celdas fotovoltaicas de silicio monocristalino	17
Celdas fotovoltaicas de silicio policristalino	17
Efecto fotovoltaico.....	18
Fotoconductividad.....	18
Instalaciones aisladas de sistemas fotovoltaicos	18
Elementos de instalación de un sistema fotovoltaico	19

Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica	20
Software PVsyst.....	20
Industria ganadera.....	21
Materiales y métodos	24
Tipo y nivel de investigación	24
Población y muestra.....	24
Diseño de investigación	24
Operación de variables	25
Técnica e instrumentos de recolección de datos	26
Procedimiento de recolección de datos.....	26
Procesamiento y análisis de datos	26
Matriz de consistencia.....	27
Resultados y discusión	28
Ubicación geográfica y determinación de la radiación solar de la zona mediante el software RETScreen	28
Determinación de la máxima demanda de consumo eléctrico del establo.	34
Dimensionamiento del sistema fotovoltaico y selección de los componentes.....	37
Validación del dimensionamiento del sistema fotovoltaico con el software PVsyst..	42
Conclusiones	56
Recomendaciones	58
Referencias.....	59
Anexos	60

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo dimensionar un sistema fotovoltaico como alternativa energética para solucionar una de las deficiencias que presentan los establos aledaños al distrito de Pomacochas en la región Amazonas: La falta de energía eléctrica, una deficiencia que dificulta la automatización en los procesos de producción de leche de ganado bovino, en donde la estrategia de algunos pobladores es obtener energía eléctrica mediante generadores Diesel que contaminan el medioambiente. En primer lugar, se definió la ubicación geográfica y se determinó la radiación solar de la zona mediante el software RETScreen para saber si el lugar es apto para la implementación de sistemas fotovoltaicos. En segundo lugar, se determinó la máxima demanda de consumo eléctrico del establo con el fin de determinar el tamaño de la instalación fotovoltaica. En tercer lugar, se dimensionó el sistema fotovoltaico y se seleccionaron los componentes de este. En cuarto lugar, se validó el dimensionamiento del sistema fotovoltaico con el software PVsyst y así se supo que los cálculos realizados son correctos. Finalmente, se evaluaron los costos del sistema fotovoltaico con el fin de saber la factibilidad económica de dicho proyecto. Los resultados de la investigación determinaron que, si se puede implementar en la zona este tipo de sistemas fotovoltaicos, sabiendo además el costo de inversión que este tiene como su estudio de factibilidad y los beneficios al medio ambiente.

Palabras clave: Dimensionamiento, Sistema fotovoltaico, Alternativa energética, Software PVsyst.

Abstract

The objective of this research was to dimension a photovoltaic system as an energy alternative to solve one of the deficiencies presented by the stables surrounding the Pomacochas district in the Amazon region: The lack of electrical energy, a deficiency that hinders automation in production processes. of milk from cattle, where the strategy of some residents is to obtain electricity through diesel generators that pollute the environment. First, the geographical location was defined, and the solar radiation of the area was determined using the RETScreen software to determine if the place is suitable for the implementation of photovoltaic systems. Second, the maximum demand for electrical consumption of the barn was determined in order to determine the size of the photovoltaic installation. Third, the photovoltaic system was dimensioned, and its components were selected. Fourth, the sizing of the photovoltaic system was validated with the PVsyst software and thus it was known that the calculations made are correct. Finally, the costs of the photovoltaic system were evaluated in order to know the economic feasibility of said project. The results of the investigation determined that, if this type of photovoltaic systems can be implemented in the area, knowing also the investment cost that this has as its feasibility study and the benefits to the environment.

Keywords: Dimensioning, Photovoltaic system, Energy alternative, PVsyst Software.

Introducción

En la actualidad, muchas zonas rurales de nuestro país no cuentan con un sistema que les provea de energía eléctrica para que realicen sus actividades diarias, que requieran del consumo de energía. Conforme la tecnología ha ido avanzando la demanda energética se ha visto en aumento, pues muchos de los aparatos electrónicos que el hombre utiliza, necesitan de una fuente básica que los alimente. En la búsqueda de recursos energéticos que satisfaga la demanda de energía, el hombre ha ido innovando para así finalmente obtener un sistema no contaminante y eficiente tomando como referencia las energías de origen convencional. De esta manera, es de prioridad elegir una energía limpia libre de contaminantes, con menores costos de mantenimiento y con una mayor vida útil. [1] Por lo cual, en este trabajo se centra en los sistemas fotovoltaicos. Los cuales son una fuente de energía renovable sostenible, inagotables a nuestra forma de vida y son actualizables constantemente. Mientras que, los combustibles fósiles tienen cierta cantidad o reservas, más o menos limitadas dentro de un cierto período de tiempo. [2]

En Perú, en comparación con otros países, los sistemas fotovoltaicos aún son muy pocos. Al 2016, Perú ha instalado alrededor de 40.000 sistemas fotovoltaicos con una potencia total de 4,5 MW, de los cuales el 65% de la potencia corresponde a sistemas fotovoltaicos de telecomunicaciones, y el 29% se utiliza para iluminación interior de viviendas, incluyendo estaciones de salud, salas públicas y otros usos: refrigeración y bombeo. También se debe considerar que aplicar este tipo de sistemas energéticos dedicados a la ganadería que no son tan comunes en nuestro país. Poder producir leche de la mano con la tecnología conlleva un gran avance innovador, pues el hombre no se desgasta de manera física para poder extraer la leche de la vaca. Pues para realizar dicho proceso interviene una máquina ordeñadora de leche, la cual utiliza una bomba de vacío y un motor que su potencia oscila entre 750-2500 W. [3]

Ante este contexto se plantea la siguiente interrogante ¿Se podrá abastecer de energía eléctrica a la industria ganadera de producción de leche mediante el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico y con validación en el software PVsyst? A este problema se plantea la siguiente la siguiente tesis: realizar un dimensionamiento y validación de un sistema fotovoltaico usando PVsyst, para poder simular la actividad, esto involucra los módulos fotovoltaicos, los distintos inversores, la batería y de la propia instalación. Se tratará de conseguir una eficiencia máxima con la finalidad de abastecer de energía a centros que se dediquen a la ganadería específicamente en la obtención de leche.

Objetivos

Objetivo general

Dimensionar un sistema fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a los componentes involucrados en la producción de leche de ganado vacuno, con validación en el software PVsyst.

Objetivos específicos

- Definir la ubicación geográfica y determinar la radiación solar de la zona mediante el software RETScreen.
- Determinar la máxima demanda de consumo eléctrico del establo.
- Dimensionar el sistema fotovoltaico y seleccionar los componentes.
- Validar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico con el software PVsyst.
- Evaluar los costos del sistema fotovoltaico.

Revisión de literatura

Antecedentes empíricos

Las innovaciones tecnológicas que se han producido hoy en día han sido ampliamente utilizadas por la humanidad, y también se ha logrado un gran desarrollo en la adquisición de energía a partir de abastecimiento de energía limpia. Las energías renovables son suministros de energía con un potencial infinito porque provienen de la energía que llega constantemente a nuestro planeta, que es el resultado de la radiación solar o la gravedad de la luna. Debido a la progresiva destrucción de los recursos renovables y a la controversia en torno al empleo de combustibles fósiles u otras fuentes de potencia, también es necesario que el modelo energético actual esté experimentando una transformación relacionada. De esta manera, la gente ve la importancia de las energías renovables en nuestro planeta y sería bueno que continuaran viendo su nuevo progreso en la mejora de la eficiencia. [4]

Los sistemas de energía solar pueden describirse como fiables y económicos, y se utilizan ampliamente en procesos industriales como alternativa a la sostenibilidad energética. El uso de la potencia solar en el avance de cualquier plan se basa en su conversión en electricidad. Por ejemplo, la energía solar fotovoltaica utiliza células fotovoltaicas como parte de módulos solares para destinar los recursos según la forma de uso más adecuada. necesidades de la población. Por lo tanto, la energía solar se puede utilizar en la cría de animales y es esencial para el proceso de obtención de leche. [5]

Los métodos fotovoltaicos están cobrando cada vez más relevancia en la humanidad y en nuestro país, porque son fáciles de instalar y apenas requieren un mantenimiento regular, pero primero debemos saber que se trata de un método fotovoltaico. Es un compuesto de equipos eléctricos y electrónicos que utilizan la radiación solar para generar electricidad. Los componentes principales del sistema son módulos fotovoltaicos, que a su vez consisten en baterías y en conjunto pueden transformar la energía de la luz incidente en electricidad de corriente continua. [6] El resto de los materiales comprendidos en los métodos fotovoltaico necesitan en gran medida una simulación. Así mismo, estos sistemas son muy prácticos cuando se instalan en sistemas domésticos e industriales.

La capacidad y configuración de los sistemas fotovoltaicos para fines de producción dependen de su uso. Por ejemplo, los dispositivos de bombeo de agua generalmente no

utilizan baterías, mientras que las aplicaciones que requieren un suministro de energía continuo (como refrigeración) sí lo hacen. [7] La ganadería lechera también es una aplicación muy útil porque en ella se utilizan diferentes componentes eléctricos y su funcionamiento requiere electricidad. Al igual que en el caso de las máquinas de ordeño, su potencia varía entre los 750W y los 2000W, según su finalidad. Además, existen sistemas de iluminación y otros equipos que ayudan a este tipo de trabajos.

Energía solar fotovoltaica en el Perú

Este tipo de energía implica la conversión directa de la propagación solar en electricidad. Esta transformación a energía eléctrica se logra mediante células fotovoltaicas que utilizan las propiedades de los materiales semiconductores. El material base para su fabricación suele ser el silicio, que genera electricidad cuando la luz solar (fotones) incide en un lado de la batería. Suele utilizarse como recurso energético y aprovecha que el Perú se encuentra cerca del Ecuador, esto indica mucho sol durante la mayor parte del año. Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minería, la radiación solar anual del Perú es muy alta, oscilando entre 5,5 y 6,5 kWh / m² en zonas de gran altitud; de 5,0 a 6,0 kWh / m² y de 4,5 a 6,0 kWh. / m² 5,0 kWh / m². [8] En la región Amazonas, una pequeña parte se dedican a la fabricación y mantenimiento de los equipos. Sin embargo, hay mucho trabajo para que los pobladores hagan uso a gran escala de paneles solares con fines energéticos en áreas urbanas y rurales, lo que significa que se reducirá el consumo de red de los hogares, instituciones, etc. [3]

Energía solar

El sol es la energía que sustenta la vida en la tierra. Emite de forma continua 62.600 kilovatios de electricidad por metro cuadrado de superficie. Esto ha estado ocurriendo durante 4.500 millones de años y se estima que continuará durante otros 5.000 millones de años, y la existencia humana es casi ilimitada. [1] De hecho, en tan solo dos días, la energía que obtiene la tierra equivale a todos los depósitos probados de petróleo, gas natural y carbón. Esto equivale a aproximadamente 60 veces el consumo por año de la humanidad, comprendamos el gran potencial de la energía solar para abastecer la necesidad energética del planeta. Los primeros registros escritos sobre el uso de la energía solar se originan de los antiguos griegos, romanos y chinos. Estas personas conocen el

arte de usar espejos y espejos "encendidos" para hacer fuego. Durante el Renacimiento, despertó gran interés la idea de aplicar calor solar a las industrias química y cerámica. [2] Evidentemente, la primera persona que lo intentó fue Leonardo da Vinci. En los siglos XVII y XVIII, la radiación solar concentrada se utilizó para construir una gran cantidad de hornos solares para experimentos en cerámica, metalurgia y química. Ejemplo: en 1774, el químico británico Joseph Priestley utilizó un horno solar en su experimento, lo que lo llevó a descubrir el oxígeno. Hoy en día, los hornos solares se siguen utilizando como instrumentos de investigación y ocupan un lugar muy importante en el campo de la energía solar; por ejemplo, para la producción sostenible de combustibles como el hidrógeno. En términos generales, la tecnología de uso de energía solar se puede dividir en solar térmica y solar fotovoltaica. Discutiremos el primero en la siguiente sección, y el segundo se discutirá más adelante.

El efecto fotovoltaico es la generación de corriente eléctrica cuando la luz irradia ciertos materiales. Fue descubierto en 1839 por el físico francés Alexander-Edmond Becquerel. A pesar de este descubrimiento temprano, no fue hasta la década de 1950 que se descubrió un material que podía exhibir efectivamente el efecto fotovoltaico: el silicio. Al principio, las células solares de silicio eran demasiado caras para estar disponibles comercialmente. Sin embargo, encontraron una aplicación ideal en la que su precio no es obstáculo: alimentar satélites. De esta forma, la carrera espacial estadounidense-soviética de la década de 1960 dio un importante impulso a la mejora de las células solares, en ese momento la eficiencia de las células solares alcanzaba más del 15%, hasta ahora han llegado al 39%. Esto va acompañado de una importante reducción de costes. El efecto fotovoltaico se basa en el uso de materiales semiconductores. Su característica es que su conductividad es peor que la de los aislantes, pero no tan efectivos como los metales, pero lo más importante es que mejoran la capacidad de conducir la electricidad durante la iluminación. Cuando la luz incide sobre un semiconductor, la energía proporcionada ayuda a que algunos de los electrones presentes en el material sean más móviles, lo que aumenta su capacidad para conducir la electricidad. Sin embargo, para producir el efecto fotovoltaico, no basta con liberar electrones. Debe aparecer un voltaje que haga que estos electrones se muevan en una dirección preferida, generando así una corriente eléctrica. La forma más común de lograr este objetivo es conectar dos materiales. [5]

Radiación solar

Es un grupo de ondas electromagnéticas que llegan a la tierra originario del sol, expresadas en unidades de potencia por unidad de área (W / m^2). La radiación solar que llega a la atmósfera no es constante porque depende de la distancia máxima y mínima que alcanza la tierra en su órbita alrededor del sol, esta varía entre $1.325 W / m^2$ y $1.412 W / m^2$ [6]. Existen tres tipos de radiación solar: radiación directa, radiación difusa y radiación de albedo (reflexión), que se pueden observar en la siguiente figura (Imagen N° 01).

Imagen 1. Tipos de radiación solar



Fuente: SUN FIELDS Europe

Radiación directa

Es la radiación que proviene directamente del sol sin ningún cambio en su dirección. La característica de este tipo de radiación es proyectar una sombra definida del objeto opaco que la intercepta. Este tipo de radiación es principal en los días soleados. [9]

Radiación difusa

Un porcentaje de esta radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada o absorbida por las nubes. Como resultado de la reflexión y la absorción, este tipo de radiación, llamada difusión, se propagará en todas direcciones, no solo desde las nubes, sino también desde las partículas de polvo, montañas, árboles, edificios, el suelo mismo, etc. La característica de este tipo de radiación es que no producirá sombras sobre los objetos opacos insertados. Las superficies horizontales reciben la radiación más difusa porque pueden ver todo el domo del cielo, mientras que las superficies verticales reciben menos radiación dispersa porque solo pueden ver la mitad. Es el principal tipo de radiación en cielos nublados. [9]

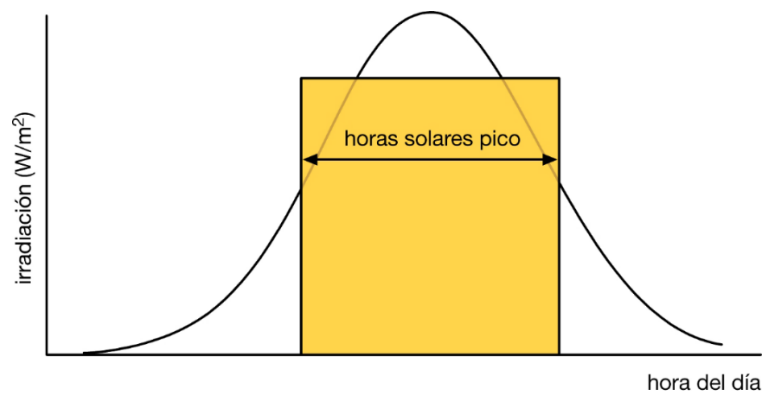
Radiación reflejada

La radiación reflejada es la radiación reflejada desde la superficie de la tierra. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también conocido como albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada porque no pueden ver ningún suelo, mientras que las superficies verticales reciben la mayor parte de la radiación reflejada. [9]

Hora solar pico

Es el número de horas en un día asumiendo una radiación de 1000 W/m^2 . Éstos proporcionan la misma radiación solar que la verdadera radiación solar del día. Para encontrar este valor, la radiación solar dada en W/m^2 debe dividirse entre 1000 W/m^2 ; esta acción produce horas solares pico. [10]

Imagen 2. Gráfica de hora solar pico

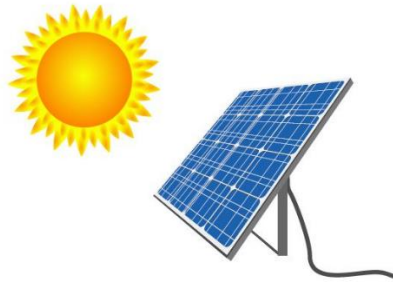


Fuente: DESCONECTADOS (Energías Renovables y autosuficientes)

Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica incluye la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esta conversión a energía eléctrica se logra mediante células fotovoltaicas que utilizan las características de los materiales semiconductores. El material base para su fabricación suele ser el silicio, y cuando la luz solar (fotones) incide sobre una cara de la batería, genera una corriente eléctrica que suele utilizarse como fuente de energía. [4]

Imagen 3. Ilustración de energía solar fotovoltaica



Fuente: R & S soluciones solares

Célula fotovoltaica

El tipo más común de célula fotovoltaica, también llamada célula fotovoltaica o célula solar. El silicio se comporta como un material semiconductor. Su conductividad se encuentra entre materiales conductores y aislantes. Como todos sabemos, un átomo está compuesto por un núcleo compuesto por protones y neutrones y una serie de electrones en órbitas a su alrededor. Los átomos de diferentes elementos que existen en el universo difieren solo en el número de partículas constituyentes. [2] La cantidad de electrones y su estructura determinan ciertas propiedades básicas de los átomos, especialmente la configuración del último orbital, llamado orbital de valencia, que explica el comportamiento de los átomos y cómo se combinan con otros orbitales para formar más orbitales. La estructura no es tan complicada. La configuración más estable de un átomo es aquella en la que la capa o el orbital de valencia tiene ocho electrones. Esta es una configuración que caracteriza a los gases raros (neón, argón, xenón, etc.), y se llama así porque no se combinan con otros átomos. Los átomos restantes se combinan entre sí, compartiendo o cediendo electrones para aproximarse a esta configuración. Hay dos tipos de células fotovoltaicas. [3]

Imagen 4. Célula fotovoltaica

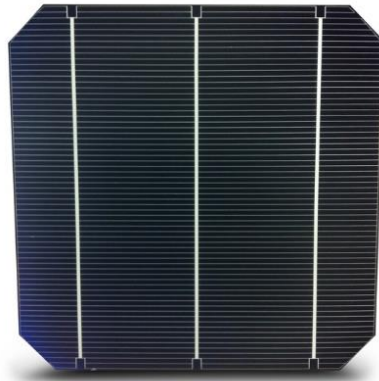


Fuente: Solar-Energía.net

Celdas fotovoltaicas de silicio monocristalino

En comparación con otros tipos de células fotovoltaicas, estas células tienen un coste económico más elevado, por lo que su desgaste suele ser bajo respecto a lo habitual. Su productividad es mayor, por lo que aumenta su relación wp/m².

Imagen 5. Celda fotovoltaica monocristalina



Fuente: Solar-Energía.net

Celdas fotovoltaicas de silicio policristalino

El rendimiento de estas celdas es muy bueno, aunque ligeramente inferior al de las baterías de silicio monocristalino, especialmente en condiciones de poca luz. Sin embargo, este tipo de baterías son más económicas que las baterías anteriores, y debido a que este tipo de batería ha hecho muchos avances en los últimos 5 años, su eficiencia de conversión sigue siendo muy buena.

Imagen 6. Celda fotovoltaica policristalina



Fuente: Solar-Energía.net

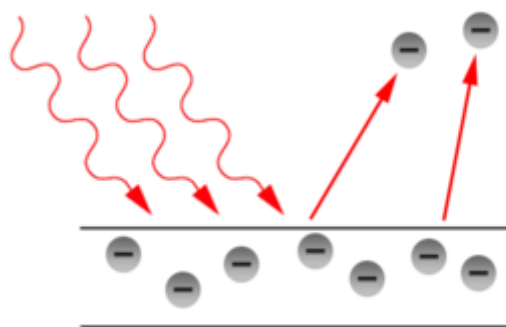
Efecto fotovoltaico

La solar fotovoltaica se encarga de aprovechar este efecto. Los paneles solares, con la ayuda sus células fotovoltaicas, aprovechan este evento para generar energía. Algunos materiales, como el silicio, se comportan de manera diferente a la electricidad como semiconductores. Siempre que los semiconductores sean cambiados por una fuente de energía diferente, sus reacciones serán diferentes. Por otra parte, los paneles fotovoltaicos, es la energía originaria por el sol y su radiación. [11]

Fotoconductividad

Es una conductividad variable y es una característica típica de los fotoconductores. Se trata de un fenómeno óptico y eléctrico en el que los materiales se vuelven mejores conductores eléctricos al absorber la radiación electromagnética¹. Puede ser: infrarrojos, ultravioleta, luz visible y radiación gamma. En 1873, el ingeniero británico Willoughby Smith, quién observó por primera vez este fenómeno en el selenio. [11]

Imagen 7. Ilustración de fotoconductividad



Fuente: Slideshare

Instalaciones aisladas de sistemas fotovoltaicos

El dispositivo fotovoltaico aislado es una forma de consumo independiente de generación de energía fuera del alcance de la red eléctrica. La energía generada durante la exposición a la luz solar se almacena en la batería y luego se inyecta en la red del consumidor desde allí. Tiene un amplio abanico de aplicaciones: alumbrado público, electrificación en zonas rurales, suministro de energía para viviendas de difícil acceso, etc.

Elementos de instalación de un sistema fotovoltaico

Paneles Fotovoltaicos: Están formados por un conjunto de células fotovoltaicas de silicio que se encargan de convertir la energía solar en electricidad mediante un proceso fotovoltaico. Las características más importantes de los paneles fotovoltaicos son las siguientes: [4]

-Pmax: Potencia máxima o potencia nominal; el valor comercialmente calificado del panel y especificado bajo las condiciones de prueba estándar (STC) de 1000 W / m² a 25 ° C.

-Vmp: Voltaje máximo de la fuente de alimentación; alcanzado cuando el panel está en el punto de máxima potencia.

-Imp: Corriente máxima de la fuente de alimentación; alcanzada cuando el panel está en el punto de máxima potencia.

-Voc: tensión en circuito abierto, es el valor máximo que puede obtener el panel fotovoltaico en condiciones de vacío.

-Isc: Corriente de cortocircuito, es la corriente máxima cuando el voltaje del panel es cero.

Batería: La generación de energía y el consumo de electricidad generalmente no coinciden. Por ello, debe existir un elemento de almacenamiento de energía para que se pueda acceder a él en unas horas o días sin un rayo de sol. La batería establece el voltaje que manejará la instalación, que puede ser de 12 V, 24 V o 48 V. La vida útil de las baterías depende de la cantidad de ciclos que realizan, que están determinados por el siguiente factor: Profundidad máxima de descarga diaria, la capacidad máxima (Ah) que se puede extraer de la batería suele ser del 15% al 25%. [12]

Imagen 8. Batería RITAR 12V 100Ah



Fuente: Ficha técnica del producto

Máxima profundidad de descarga: Su función es controlar la carga de la batería interrumpiendo la conexión con el panel cuando se ha cargado. Esto evita la sobretensión e interrumpe la conexión a la red del consumidor cuando la batería está demasiado baja para evitar dañarla en condiciones de alta demanda.

Inversor: Se encarga de convertir la corriente continua de la batería en corriente alterna, proporcionando protección contra cortocircuitos y reduciendo el contenido de armónicos. Algunos inversores pueden ser híbridos, es decir, pueden ser bidireccionales y pueden cargar la batería a través de un grupo electrógeno de gasolina o diésel.

Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

Las principales aplicaciones de la energía solar fotovoltaica son los siguientes:

- Generar electricidad y comercializar a la red.
- Sistema de iluminación autónomo.
- Utilizar energía fotovoltaica para señalizar, por ejemplo, en un faro o semáforos.
- Electrificación rural, pueblos alejados de la red eléctrica principal.
- Sistemas fotovoltaicos relacionados con telecomunicaciones, repetidores, etc.
- Granjas agrícolas y ganaderas.

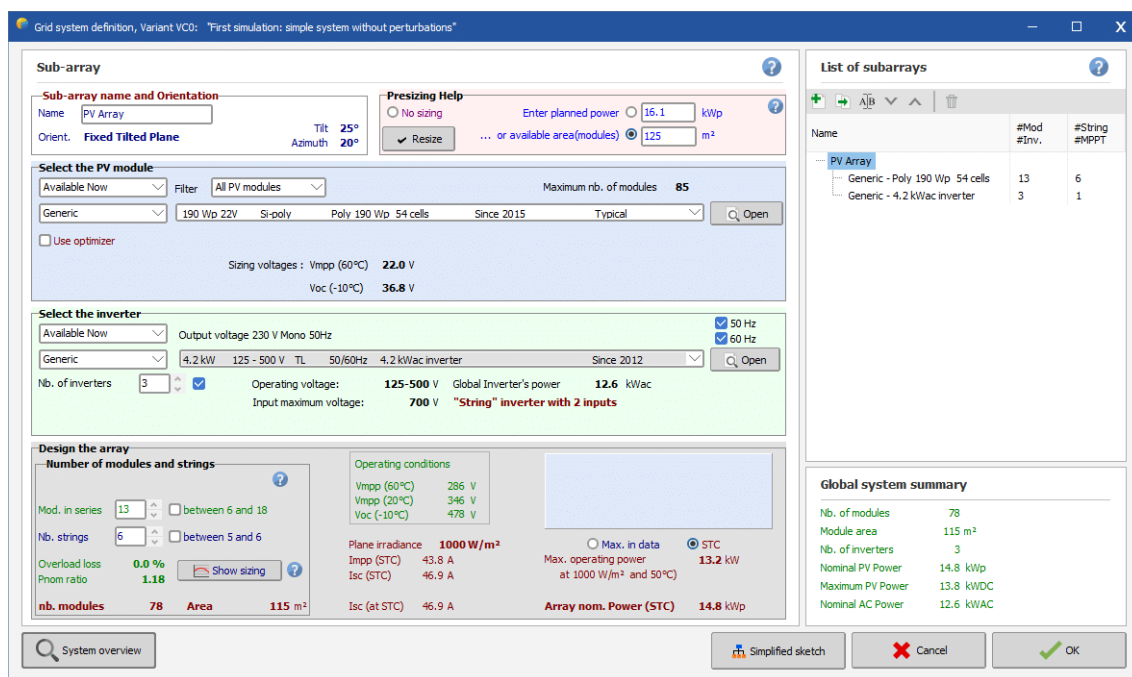
Se puede observar que las prácticas de la energía solar fotovoltaica son diversas. En este ámbito, van desde grandes centrales eléctricas que utilizan paneles fotovoltaicos hasta calculadoras solares. La primera manera de organizar las aplicaciones solares fotovoltaicas es diferenciar entre aplicaciones conectadas a la red y dispositivos de aislamiento. El empleo de paneles fotovoltaicos en edificios aislados es muy útil, porque la inversión necesaria para instalar paneles solares en los techos de las fincas, cabañas de montaña u hoteles en áreas apartadas es mucho menor que el costo en el que se incurre donde hay la red eléctrica. En este caso, tiene la ventaja de ser una fuente de energía renovable, por lo que no se requiere suministro de combustible.

Software PVsyst

PVSyst es un paquete de software comercial desarrollado originalmente en la Universidad de Ginebra. Como SAM, tiene algunos modelos financieros, pero se enfoca en modelos operativos. Es una herramienta para modelar el comportamiento de instalaciones fotovoltaicas, permite la investigación, simulación y análisis de datos de sistemas

fotovoltaicos. Con la ayuda de este software se puede determinar el tamaño de la instalación y tener en cuenta la radiación solar que recibirá según su ubicación, gracias a su base de datos meteorológicos, que permite diseñarla en 3D y se tiene en cuenta debido a la simulación de proyección de sombras La sombra de la proyección del movimiento del sol durante el día. La interfaz gráfica del software de selección fotovoltaica permite obtener la curva corriente / tensión y la potencia que se debe tener en cuenta en el cálculo del inversor.

Imagen 9. Software PVsyst



Fuente: PVsyst

Industria ganadera

La ganadería se entiende como una actividad económica destinada a cultivar, criar o desarrollar, engordar ganado y empresas o participar en el desarrollo del ganado, ya sea para la persona que entrega el ganado o para la persona que recibe el ganado. Según datos obtenidos en una investigación realizada en las fincas ganaderas, la actividad económica se subdivide en tres ciclos productivos: carne, leche y doble uso (carne y leche).

Imagen 10. Establo de ganado vacuno



Fuente: Theconversation.com (academic rigour, journalistic flair)

Producción de leche

Incluye el mantenimiento de razas de vacas acondicionadas para la producción de leche para obtener grandes cantidades de leche como producto para el ordeño diario (de forma manual o con equipo). Debido al gran uso de energía, estas vacas requieren una buena alimentación, control de higiene y un clima entre medio y frío.

Producción de carne

Se elabora a partir de lotes definidos de bovinos criados para este proceso o de los excedentes producidos por bovinos que no son aptos para la cría, el ordeño o la cría; son llevados a la etapa de desarrollo, alcanzando un peso que puede ser sacrificado y vendido como carne. aproximadamente entre 24 y 30 meses.

Producción de doble propósito

Es el desarrollo de la carne de ganado y los productos lácteos lo que permite a los agricultores tener un ingreso diario de la venta de leche y un estilo de vida dual de criar terneros para obtener carne. Con el fin de recopilar la información necesaria para lograr los objetivos de la pregunta de investigación, las entrevistas se consideran la herramienta más adecuada. Los problemas de costos rara vez se tratan en el sector ganadero porque es un sector informal. La gestión contable, dado que la mayoría de estas empresas están

compuestas por grupos familiares, en los que predomina la experiencia, el conocimiento adquirido a través de la experiencia empresarial, solo se pueden realizar diez entrevistas, y todos los análisis se basan en el desarrollo de este artículo. Entre todas las unidades económicas que se especializan en la producción de ganado, la ganadería de doble uso representa el 60% de la actividad económica de este sector, la producción de carne el 20% y la producción de lácteos el 20%. [5]

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

Tipo

El tipo de investigación para el siguiente trabajo es:

- Tipo No-Experimental, porque a que las variables no se controlan intencionalmente, los fenómenos se observan tal como que ocurren en su entorno natural y luego se analizan.
- Tipo Transversal, los datos se toman en un tiempo único.

Nivel

El nivel de la Investigación: Explicativo, correlacionado.

Población y muestra

Población: Todos los establos de producción de leche ubicados en el distrito de Pomacochas.

Muestra: Un establo de producción de leche ubicado en el distrito de Pomacochas que lleva por nombre Fundo “Seucho”.

Diseño de investigación

El diseño de este estudio fue de tipo cuantitativo, los datos del estudio fueron evaluados de manera estadísticamente en un punto de tiempo determinado por comparación antes y el después de que se realizó el estudio.

*Operación de variables***Variable independiente:**

Dimensionamiento y validación de un sistema fotovoltaico.

Tabla 1. Operación de variable independiente

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
VARIABLE INDEPENDIENTE Dimensionamiento y validación de un sistema fotovoltaico	Elaboración de un dimensionamiento y validación mediante el software de PVsyst.	El dimensionamiento del sistema fotovoltaico en la industria ganadera de producción de leche.	Dimensionamiento	Radiación solar	w/m ²
				Hora solar pico	J/m ²

Variable dependiente:

Abastecer de energía eléctrica a la industria de producción de leche.

Tabla 2. Operación de variable dependiente

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
VARIABLE DEPENDIENTE Abastecer de energía eléctrica a la industria de producción de leche.	Optar por alternativa energética renovable.	El planteamiento de una alternativa energética permitirá abastecer de energía a la industria ganadera de producción de leche.	Alternativa energética	Costo energético	kW/H

Técnica e instrumentos de recolección de datos

Encuestas realizadas a los habitantes del distrito de Pomacochas con instrumento hoja de encuesta.

Revisión de trabajos de investigación y revistas académicas.

Datos estadísticos de la NASA.

Datos de fichas técnicas.

Evaluación de equipos.

Procedimiento de recolección de datos

La recopilación de los datos de la radiación solar se realizará mediante el software RETScreen para saber si en la zona se puede instalar el sistema fotovoltaico. Además, se investigarán en fuentes bibliográficas con información real sobre el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos.

La ayuda de los artículos de investigación también estará disponible para respaldar y evidenciar este estudio, ya que las fórmulas utilizadas en este estudio se tomaron de investigaciones anteriores para garantizar la confiabilidad de los resultados.

Procesamiento y análisis de datos

Una vez recopilados todos los datos, se analizarán los parámetros obtenidos para seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico a utilizar en este proyecto. La selección se hará en base a los costos de instalación, mantenimiento y durabilidad relacionados con el clima donde se instalará.

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Se podrá abastecer de energía eléctrica a la industria ganadera de producción de leche mediante el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico y con validación en el software PVsyst?	GENERAL	GENERAL		
	Elaborar un dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a la industria ganadera de producción de leche.	Si se realiza el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, se podrá abastecer de energía eléctrica a la industria ganadera y mejorar la eficiencia en los procesos de producción.		
	ESPECÍFICO	ESPECÍFICO		
	1. Definir la ubicación geográfica y determinar la radiación solar de la zona mediante el software RetScreen.	1. Si se define la ubicación geográfica y se determina la radiación solar de la zona mediante el software RetScreen, se podrá saber si la zona es factible para instalar el SF.	VARIABLE INDEPENDIENTE Dimensionamiento y validación de un sistema fotovoltaico. Indicadores: Irradiación solar. Hora solar pico.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Tipo no-experimental cuantitativa. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS En este proyecto de investigación se usará la recolección de datos sobre la irradiación solar y la hora pico mediante el uso del software RETScreen.
	2. Determinar la máxima demanda de consumo eléctrico del establo.	2. Si se determina la máxima demanda de consumo eléctrico del establo, se podrá saber cuanta potencia necesita el sistema fotovoltaico.	VARIABLE DEPENDIENTE Abastecer de energía eléctrica a la industria de producción de leche. Indicadores: Máxima demanda energética	POBLACIÓN Y MUESTRA La producción de leche de los establos del distrito de Pomacochas.
	3. Dimensionar el sistema fotovoltaico y seleccionar los componentes.	3. Si se dimensiona el sistema fotovoltaico y se selecciona los componentes, se podrá saber la potencia del SF y el número de sus componentes.		
	4. Validar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico con el software PVsyst.	4. Si se validan los cálculos realizados del sistema SF con el software PVsyst, se podrá saber que los cálculos son verídicos.		
5. Evaluar los costos del sistema fotovoltaico.	5. Si se evalúa los costos del sistema fotovoltaico, se podrá saber la cantidad exacta de la inversión y su factibilidad.			

Resultados y discusión

Ubicación geográfica y determinación de la radiación solar de la zona mediante el software RETScreen

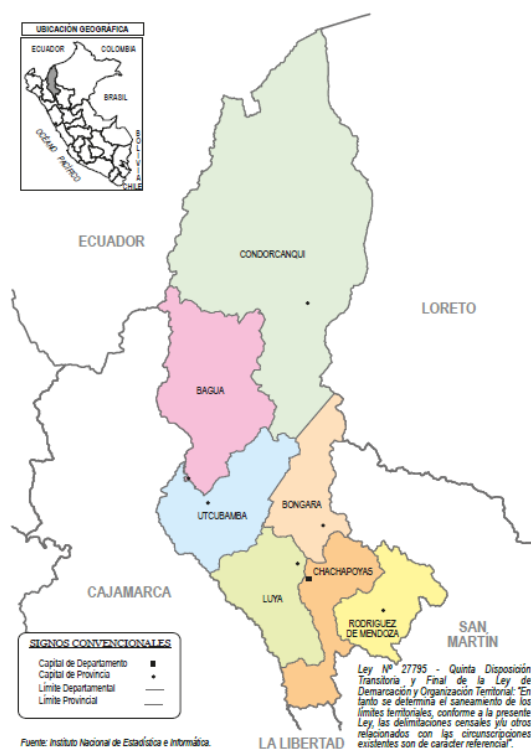
Ubicación geográfica

El siguiente trabajo tiene como referencia la zona “Carrera”, dicho lugar se ubica en la Provincia de Bongará, Departamento de Amazonas.

Tabla 3. Ubicación de la zona

DEPARTAMENTO	AMAZONAS
PROVINCIA	BONGARÁ
DISTRITO	POMACOCHAS

Imagen 11. Mapa de ubicación departamental



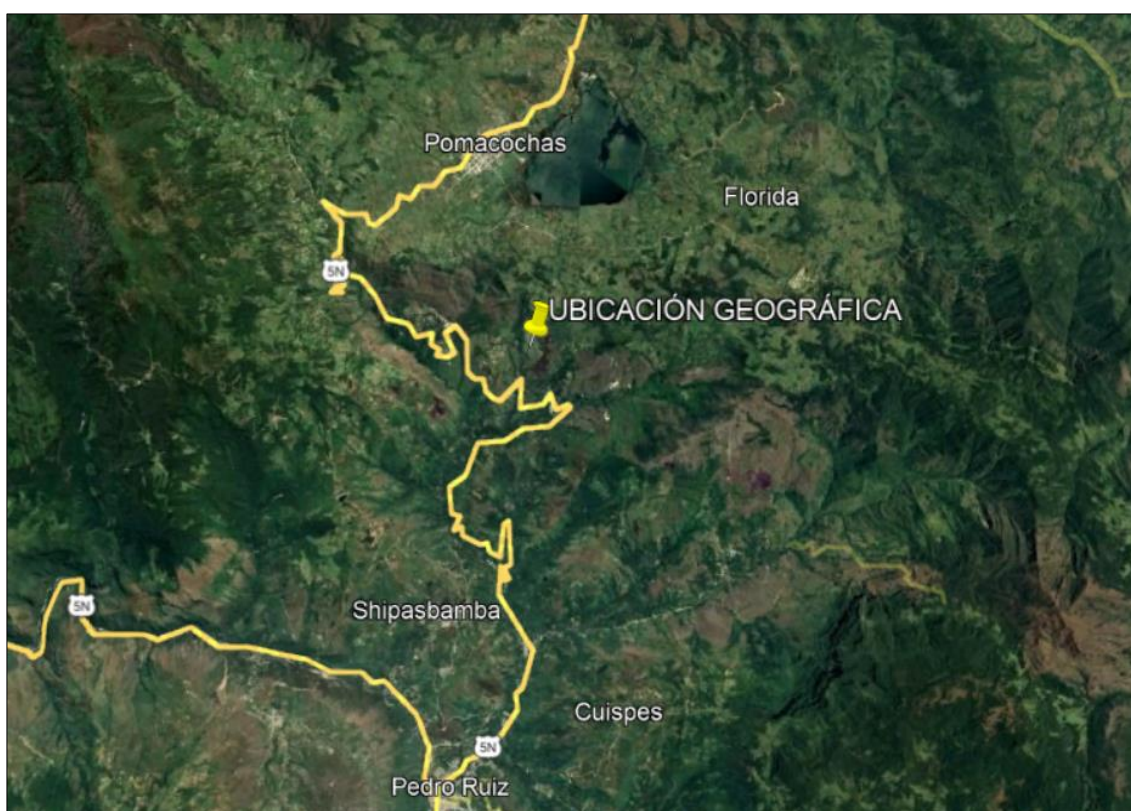
Fuente: INEI

Imagen 12. Mapa de ubicación distrital de Pomacochas



Fuente: INEI

Imagen 13. Ubicación geográfica del proyecto



Fuente: Google Earth Pro

Tal cual se muestra en la ubicación geográfica de la zona, esta cuenta con las siguientes coordenadas que nos servirán más adelante cuando se tenga que hallar la radiación de la zona:

Tabla 4. Coordenadas de la zona

LATITUD	-5°51'37.83"S
LONGITUD	-77°57'37.45"O

Fuente: Google Earth Pro

Vías de acceso

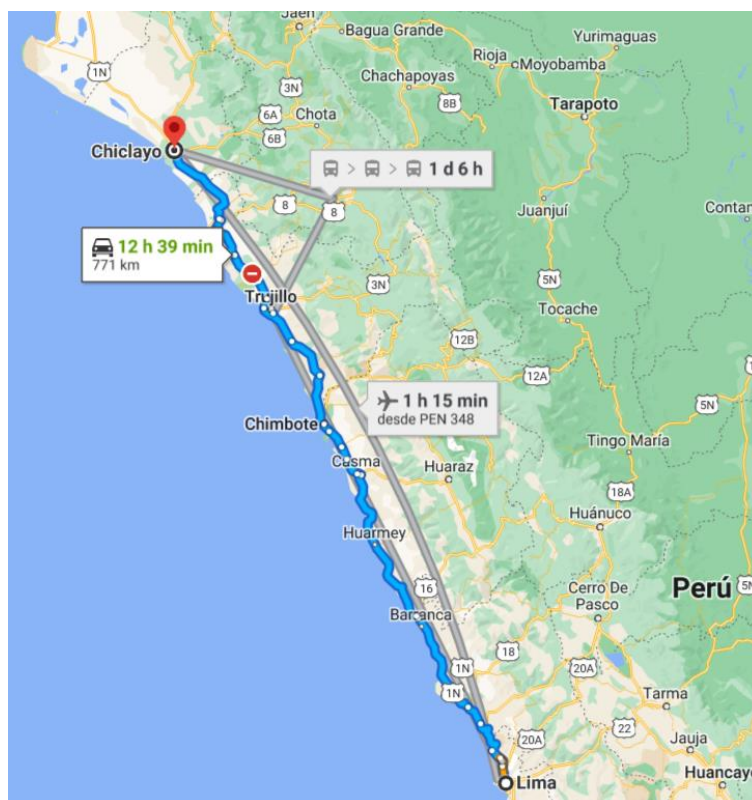
Para poder llegar a la Provincia de Bongará del departamento de Amazonas, es conveniente establecerse en la ciudad de Pedro Ruiz Gallo por ser punto céntrico para los distintos distritos de la región.

A continuación, se describen las posibles alternativas de itinerarios para acceder a la zona de referencia del trabajo de investigación.

Carretera asfaltada Panamericana Norte: Lima – Chiclayo: una duración aproximada de 12 h 39 min.

Vía aérea Lima – Chiclayo: una duración aproximada de 1 h 15 min.

Imagen 14. Ruta vía aérea Lima - Chiclayo



Fuente: Google Maps

Carretera asfaltada Fernando Belaunde Terry: Chiclayo – Pedro Ruiz Gallo con una duración aproximada de 7 h 35 min.

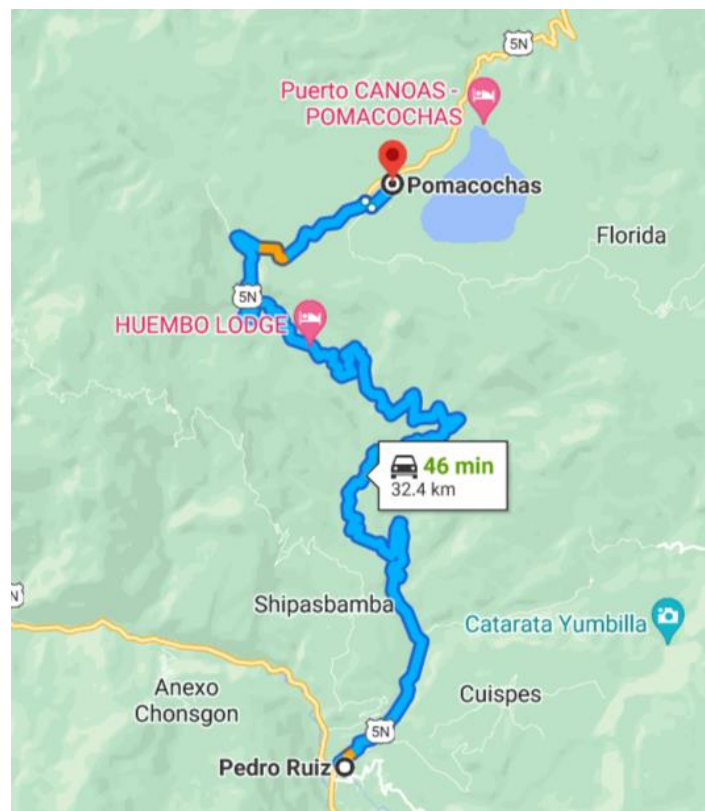
Imagen 15. Ruta vía terrestre Chiclayo - Pedro Ruiz



Fuente: Google Maps

Posteriormente, la carretera al distrito de Pomacochas es asfaltada con dirección al Noreste por la vía Fernando Belaunde Terry.

Imagen 16. Ruta vía terrestre Pedro Ruiz - Pomacochas



Fuente: Google Maps

Radiación solar en la zona

Las tecnologías desarrolladas para transformar la energía solar en energía aprovechable por el ser humano dependen en gran medida de la disponibilidad de radiación solar, que varía ampliamente entre climas y regiones. Para seleccionar y diseñar la tecnología más adecuada para un área en particular, la necesidad principal es describir los diferentes aspectos de la radiación solar en la zona.

Se necesitan datos fiables sobre la radiación natural directa y la irradiancia global para la cuantificación de un gran número de sistemas solares, así como para el estudio comparativo de ubicaciones. Estos datos de radiación solar deben estar disponibles junto con otros indicadores meteorológicos como la temperatura ambiente y la velocidad del viento, que también pueden afectar el funcionamiento de los sistemas solares.

En la siguiente imagen, se va a mostrar la ubicación de la zona en el software RetScreen.

Imagen 17. Ubicación de la zona en el software RETScreen

The screenshot shows the RETScreen Expert software interface. The main window displays a satellite map of a mountainous region in Peru, with a red pin marking the location of the installation site near Carabaya. The interface includes a menu bar, a toolbar, and a data table for site conditions.

	Unidad	Ubicación de datos meteorológicos	Ubicación de la instalación	Fuente
Latitud		-6.1	-5.9	NASA
Longitud		-77.2	-78.0	NASA - Mapa
Zona climática		3A - Templado - Húmedo		NASA
Elevación	m	1759	1826	NASA
Temperatura de diseño de la calefacción	°C	11.6		NASA
Temperatura de diseño del aire acondicionado	°C	25.6		NASA
Amplitud de la temperatura del suelo	°C	13.4		NASA

Fuente: Software RETScreen

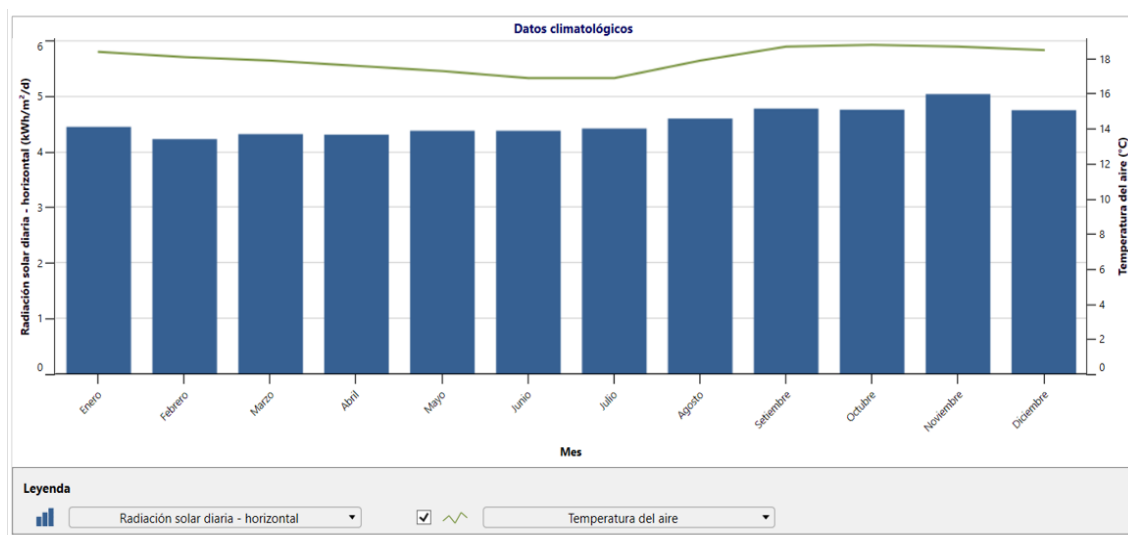
A continuación, se va a mostrar los datos de radiación solar diaria, temperatura del aire y presión atmosférica, que se han obtenido como fuente la NASA del software RetScreen.

Tabla 5. Radiación solar anual

MES	TEMPERATURA DEL AIRE	RADIACIÓN SOLAR DIARIA-HORIZONTAL	PRESIÓN ATMOSFÉRICA
	°C	kWh/m ² /d	kPa
ENERO	18,4	4,45	82,6
FEBRERO	18,1	4,23	82,7
MARZO	17,9	4,32	82,7
ABRIL	17,6	4,31	82,7
MAYO	17,3	4,38	82,8
JUNIO	16,9	4,38	82,9
JULIO	16,9	4,42	82,9
AGOSTO	17,9	4,6	82,9
SETIEMBRE	18,7	4,78	82,8
OCTUBRE	18,8	4,76	82,7
NOVIEMBRE	18,7	5,04	82,6
DICIEMBRE	18,5	4,75	82,6
ANUAL	18,0	4,54	82,7
FUENTE	NASA	NASA	NASA

Fuente: Extracción del software RETScreen

Imagen 18. Radiación solar diaria - Meses



Fuente: Extracción del software RETScreen

Como se muestra en la tabla 5, con el uso del software RETScreen, se obtiene que el mes con menor radiación durante todo el año es el mes de febrero con una radiación solar diaria de 4,23 kWh/m²/día, la cual es más que suficiente para poder dimensionar un

sistema fotovoltaico en esta zona y así garantizar un abastecimiento de energía eléctrica adecuado a la industria de producción de leche.

Determinación de la máxima demanda de consumo eléctrico del establo.

Cargas eléctricas

Para poder dimensionar un sistema fotovoltaico de manera correcta se debe realizar una revisión de las cargas a instalar para así saber la demanda de energía que se va a necesitar en dicho sistema.

Potencia total para instalar:

- 01 carga básica 5000 W (5,0kW)
- 20 luminarias de LED de 20W (0,4kW)
- 01 máquina de ordeñar de 1100W (1,1kW)
- 01 máquina para picar pasto de 2200W (2,2kW)

Potencia total: 8,7kW

Tabla 6. Distribución de puntos de consumo energético.

ELEMENTOS	Almacen	Establo	TOTAL
Toma corriente industriales	1	1	2
Toma corriente	5	14	19
Luminarias	2	18	20
Maquina para ordeñar	0	1	1
Maquina para picar pasto	0	1	1
PUNTOS TOTALES			43

Consumo diario de energía

Tabla 7. Estimación de consumo diario

APARATO / CARGA	CANTIDAD	POTENCIA POR APARATO (W)	VOLTAJE DEL APARATO	HORAS DE USO DIARIO	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	DEMANDA MÁXIMA (W)
CARGA BÁSICA	1	5 000	220	fs=1	5 000	5 000
LUMINARIAS	20	20	220	4,5	1 800	400
MÁQUINA DE ORDEÑO	1	1 100	220	3	3 300	1 100
PICADORA DE PASTO	1	2 200	220	2,5	5 500	2 200
TOTAL					15 600	8 700

Se ha considerado una carga básica tomando como referencia el código nacional de utilización 2006 en la regla 050-110 (2)(b), donde indica que para viviendas unifamiliares que su propósito es distinto a residencial o comercial se dispone que para áreas de más de 90 m² hasta 150 m² la demanda máxima a prever será de 5kW. Esto es considerado debido a que el usuario de este sistema fotovoltaico también abastecerá su domicilio con esta energía.

El consumo diario de energía de la instalación es de 15,6 kWh/día como se muestra en la tabla 7, dicha cantidad tomaremos como referencia para poder estimar el crecimiento de la demanda de energía en 20 años.

Crecimiento de la demanda energética en 20 años

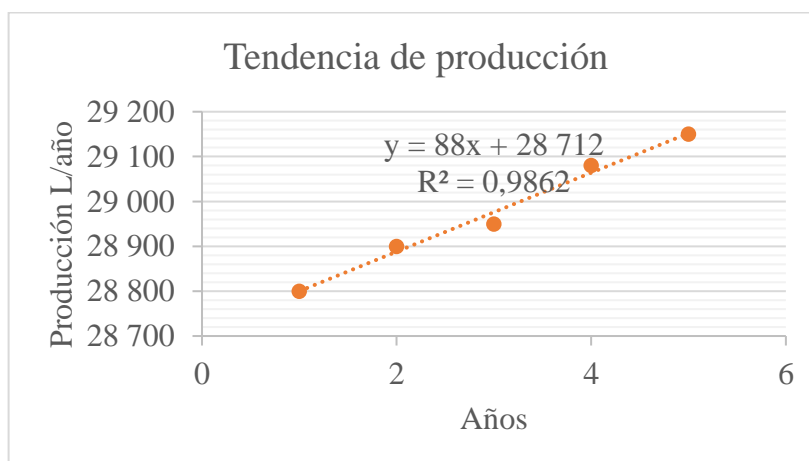
Como ya se sabe la máxima demanda de energía actual del establo, se procede a encontrar la máxima demanda de energía que pueda tener en un plazo de 20 años la industria ganadera. Se tendrán en cuenta los datos de producción anual de leche expresada en L/año.

Tabla 8. Cantidad de litros de leche por año del establo

AÑOS	PRODUCCIÓN (L/AÑO)
2015	28 800
2016	28 900
2017	28 950
2018	29 080
2019	29 150

A partir de los datos de la tabla 8, se procede a calcular la tasa de crecimiento de la producción usando una gráfica de tendencias de producción.

Tabla 9. Tendencia de producción de leche anual



Como se aprecia se obtiene una fórmula del crecimiento de la producción.

$$Y = 88X + 28712$$

Mediante esta ecuación se podrá hallar la producción proyectada, para así calcular la tasa de crecimiento la cual permitirá calcular la máxima demanda de energía en 20 años.

Tabla 10. Crecimiento de producción de leche 2020 - 2040

AÑOS	X	PRODUCCIÓN (L/AÑO)	TASA
2015	1	28 800	0,0000%
2016	2	28 900	0,3472%
2017	3	28 950	0,1730%
2018	4	29 080	0,4491%
2019	5	29 150	0,2407%
2020	6	29 240	0,3087%
2021	7	29 328	0,3010%
2022	8	29 416	0,3001%
2023	9	29 504	0,2992%
2024	10	29 592	0,2983%
2025	11	29 680	0,2974%
2026	12	29 768	0,2965%
2027	13	29 856	0,2956%
2028	14	29 944	0,2947%
2029	15	30 032	0,2939%
2030	16	30 120	0,2930%
2031	17	30 208	0,2922%
2032	18	30 296	0,2913%
2033	19	30 384	0,2905%
2034	20	30 472	0,2896%
2035	21	30 560	0,2888%
2036	22	30 648	0,2880%
2037	23	30 736	0,2871%
2038	24	30 824	0,2863%
2039	25	30 912	0,2855%
2040	26	31 000	0,2847%
PROMEDIO			0,2934%

Al saber la tasa de crecimiento de 0,2934 se puede hallar la demanda eléctrica (E_{max}) proyectada del establo. Para esto se va a necesitar la demanda actual de energía de 15,6 kWh.

$$E_{max} = E_0 (1 + T.C\% \times (años))$$

$$E_{max} = 15,6kWh \left(1 + \left(\frac{0,2934}{100} \right) \times (20) \right)$$

$$E_{max} = 16,5kWh$$

Donde:

E_0 es la demanda inicial de energía.

T.C es la tasa de crecimiento.

Por lo tanto, la máxima demanda de energía proyectada en 20 años será de 16,5 kWh/día, esto nos indica que no existe un incremento tan elevado de la energía eléctrica en el establo pues se entiende debido a que las máquinas que se utilizan son correspondientes al consumo eléctrico que se tiene, a menos que se quiera incrementar de manera relevante la producción será suficiente con las máquinas actuales.

Esta demanda de energía proyectada en 20 años (16,5kWh/día) nos servirá para poder dimensionar el sistema fotovoltaico y así asegurar que durante la vida útil de este no tendremos desabastecimiento de energía eléctrica.

Dimensionamiento del sistema fotovoltaico y selección de los componentes

Una vez conocido las cargas y el consumo total de energía que requiere el establo, sumado a la investigación realizada acerca de la radiación de la zona, se procede a dimensionar el sistema fotovoltaico totalmente aislado de la red.

Al obtener el mes con la menor radiación solar de la región del año, se puede asegurar que se pueden cubrir plenamente las necesidades energéticas establecidas. De la misma forma, se considerará un factor de seguridad para poder cubrir una determinada cantidad de días de bajos niveles de radiación. El número máximo de días de autonomía estimado para la instalación se definirá en función de las características climáticas de la zona y su uso, en este caso se aplicará a la ganadería.

Cálculo de la relación C/R

Para cada uno de los meses del año se va a relacionar con los consumos en kW/día.

Se calcula de la siguiente manera:

$$RELACION = \frac{C}{R}$$

De todas las estimaciones de consumos comparadas en el siguiente cuadro, se tomará el valor más elevado de la fila de consumos/radiación $\left(\frac{C}{R}\right)$

Tabla 11. Relación de recurso y consumo

Mes	Recurso (kWh/m ² /día)	Consumo (kWh/día)	C/R (m ²)
Enero	4,45	16,5	3,71
Febrero	4,23	16,5	3,90
Marzo	4,32	16,5	3,82
Abril	4,31	16,5	3,83
Mayo	4,38	16,5	3,77
Junio	4,38	16,5	3,77
Julio	4,42	16,5	3,73
Agosto	4,6	16,5	3,59
Setiembre	4,78	16,5	3,45
Octubre	4,76	16,5	3,47
Noviembre	5,04	16,5	3,27
Diciembre	4,75	16,5	3,47

En este caso el mes con menos radiación anual es febrero con una relación de $3.90m^2$, lo cual nos indica que si podemos instalar el sistema fotovoltaico. Por consiguiente, se puede abastecer en durante todo el año.

Cálculo del número de paneles fotovoltaicos

Para saber cuántos paneles se van a requerir en el sistema, primero se tiene que escoger uno que tengas buenas prestaciones, en este caso el panel monocristalino de 250W con 24V. A partir de la potencia nominal del módulo (P_{nom}) en W_p , y del valor de la Radiación mínima (4,23 kWh/m²/día) de la relación $\left(\frac{C}{R}\right)$ se procede al cálculo de la energía (E_1), aplicando un factor de seguridad (f) del 1.2 para así compensar posibles pérdidas como: posibles errores de orientación, perdidas en el conductor, limpieza de los módulos, etc.

Entonces tenemos la multiplicación de $(P_{nom}) * (Rad_{min})$

$$E_1 = P_{nom} \times Rad_{min} = 250W \times \frac{4\,230}{1\,000} = 1\,057,5 \frac{Wh}{día}$$

$$N^{\circ}_{mod} = \frac{Consumo}{E_1} \times f = \frac{16\,500}{1\,057,5} \times 1,2 = 18,723 \text{ módulos} \rightarrow 20 \text{ módulos}$$

Cálculo del número de baterías

A la hora de calcular los días de autonomía en las baterías se debe tener en cuenta dos factores muy importantes como son, el consumo que se tiene en la casa o industria y el factor económico ya que si se va a tener más días de autonomía se va a necesitar un mayor número de baterías lo cual indica un mayor monto de inversión.

Primero procedemos a encontrar la cantidad de energía que se va a requerir durante los días de autonomía:

$$Q = \frac{C \times D}{V \times PD_{max}} = \frac{16\,500 \times 2}{48 \times 0,80} = 686,36 \text{ Ah}$$

Donde:

Q es la cantidad de energía expresada en Ah.

D es los días de autonomía del sistema 48V.

C es el consumo de energía que tiene la industria Wh/día.

PD_{max} es la máxima profundidad de descarga de las baterías.

V es el voltaje de trabajo del sistema.

Al obtener la cantidad de energía que se tiene que acumular como mínimo el sistema, se continua con el cálculo para poder saber con exactitud cuantas baterías se van a necesitar. En el caso usaremos baterías de la marca RITAR Gel 12V 260Ah PD_{max} 80%.

$$N^{\circ}_{baterías} (\text{paralelo}) = \frac{Q}{C_1} = \frac{686,36}{260} = 2,64 \rightarrow 3 \text{ baterías}$$

Donde:

C₁ es la capacidad de la batería Ah.

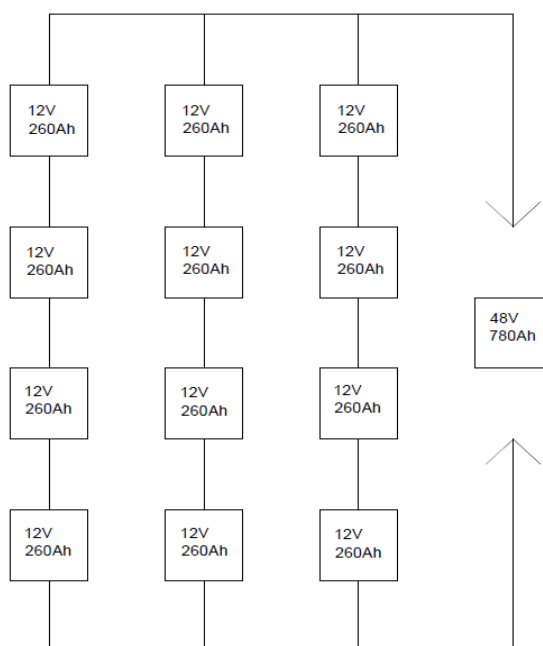
Sabiendo el número de baterías en paralelo las cuales suman una energía acumulada de 780Ah, pero como el voltaje del sistema a trabajar es de 48V tenemos que multiplicar

N° baterías (paralelo) por el voltaje del sistema dividido entre el voltaje de la batería (V_1), entonces así se sabrán el número total de las baterías necesarias.

$$N^{\circ}_{baterías} = N^{\circ}_{baterías}(\text{paralelo}) \times \left(\frac{V}{V_1} \right) = 3 \times \left(\frac{48}{12} \right) = 12 \text{ baterías}$$

La disposición de las baterías se hará de tal forma que haya 4 baterías en serie formando 3 filas en paralelo.

Imagen 19. Disposición de baterías



Elección del controlador de carga

La misión principal de un controlador de carga es que su tensión nominal de funcionamiento coincida con la del sistema (para este estudio de 48V). También debe ser capaz de contener las corrientes a gestionar. Es decir, los parámetros son el voltaje y la corriente que administra (la corriente que generan los paneles fotovoltaicos en condiciones estándar y por otra la corriente que admiten las cargas). Es recomendable que la corriente nominal del controlador sea un 25% más a la corriente de los paneles o la corriente de la carga.

Características módulos fotovoltaicos:

$$V_{oc} = 36,4V$$

$$V_{mp} = 30,0V$$

$$I_{sc} = 9,03A$$

Características de regulador Blue Solar 120A 48V 5 800W

$$V_{max} = 150V \quad I_{max} = 150A$$

Según características que brinda el fabricante, se dedujo por el nombre la intensidad de corriente máxima 150A. Además, indica que la potencia máxima es de 5,8 kW y la instalación a implementar trabajando en las condiciones nominales llegarías hasta:

$$P_{pico} = N^{\circ}_{mod} \times P_{1mod} = 20 \times 250 = 5\,000 \rightarrow 5,0\,kW$$

Por lo tanto, será más que suficiente un solo controlador de carga para todo el sistema fotovoltaico.

Imagen 20. Controlador de carga MPPT Blue Solar



Fuente: Ficha técnica del producto

Elección del inversor de voltaje

Para poder aprovechar la energía que proveen los módulos fotovoltaicos y que posteriormente esa energía es almacenada en las baterías que son de corriente continua se tiene que transformar esta energía y convertirla en corriente alterna y así sea aprovechado por las máquinas que funcionan con una tensión de 220V AC.

- 01 carga básica 5900 W (5,9kW)
- 20 luminarias de LED de 20W (0,4kW)
- 01 máquina de ordeñar de 1 100W (1,1kW)
- 01 máquina para picar pasto de 2 200W (2,2kW)

Potencia máxima consumida: 9,6kW

Se procede a calcular la potencia que debe tener el inversor de voltaje para que pueda abastecer de energía a las cargas:

$$P_{inv} \geq 9,6\,kW$$

Donde:

P_{inv} = Potencia del inversor

El inversor seleccionado en este caso es el INGECON 6TLM de 6 kW.

Para cubrir con la demanda energética se necesitan 2 inversores en paralelo, ya que, si lo permite según ficha técnica, para así poder entregar una potencia total de 12 kW que supera la requerida.

Imagen 21. Inversor de voltaje INGECON 6TLM



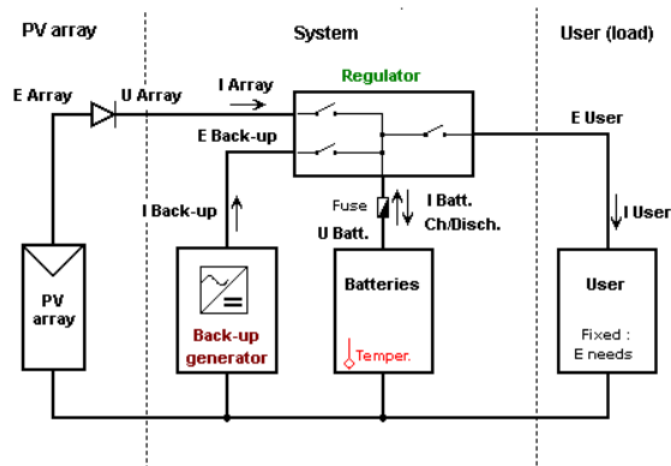
Fuente: INGETEAM

Validación del dimensionamiento del sistema fotovoltaico con el software PVsyst

Para este estudio se dimensionó el sistema fotovoltaico el cual nos dio un cierto número de paneles fotovoltaicos, baterías, controlador e inversor. Por consiguiente, se procede a realizar una validación en el software PVsyst y de esta manera saber que nuestros cálculos están hechos de manera correcta. A continuación, se detalla el procedimiento a seguir en el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico totalmente aislado en el software mencionado.

Se tendrá en cuenta el siguiente diseño de un sistema autónomo para el poder realizar el dimensionamiento.

Imagen 22. Diseño típico de un sistema autónomo



Fuente: Extracción del software PVsyst.

Ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos

En este caso se tomará un ángulo de inclinación estable en todo el año. Por lo tanto, se aplicará el siguiente procedimiento para poder estimar el ángulo de inclinación del conjunto de paneles fotovoltaicos.

Para los meses de verano en este sistema solar el ángulo de inclinación será restando la latitud -15° , entonces se obtiene:

$$\alpha = \text{latitud} - 15^\circ$$

Por otra parte, cuando es temporada de invierno el ángulo de inclinación de los paneles será la latitud $+15^\circ$, entonces se obtiene:

$$\alpha = \text{latitud} + 15^\circ$$

Al no contar con trackers de seguimiento los cuales conllevan a un incremento de la inversión. Es por esto, en este proyecto se aplicará la siguiente ecuación para poder determinar el ángulo de inclinación:

$$\alpha = 3,7 + (0,69 \times \text{latitud})$$

Donde:

α = Ángulo de inclinación

Por lo tanto, se procede a encontrar el ángulo de inclinación de los módulos fotovoltaicos de este proyecto, reemplazando la latitud que en este caso es:

$$\text{latitud} = 5,86$$

Reemplazando:

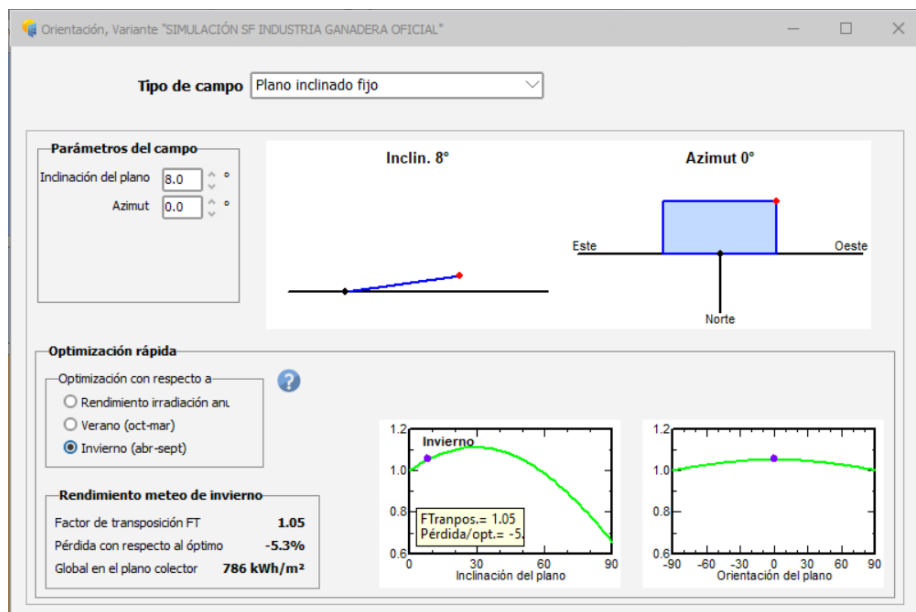
$$\alpha = 3,7 + (0,69 \times 5,86)$$

$$\alpha = 7,746^\circ$$

$$\alpha = 8^\circ$$

Por lo tanto, se tendrá que orientar con una inclinación de 8° hacia el norte ya que la instalación de este sistema fotovoltaico se encuentra en el hemisferio Sur de nuestro planeta.

Imagen 23. Grado de inclinación de los módulos fotovoltaicos



Fuente: Extracción del software PVsyst.

Demanda energética del sistema fotovoltaico

Para poder dimensionar de manera correcta un sistema fotovoltaico se debe saber la demanda energética requerida por el usuario en este caso se tiene una energía diaria de 16.5 kWh/día. En la siguiente imagen se está colocando los datos en el software PVsyst y así poder continuar con la validación.

Imagen 24. Definición del consumo eléctrico

Definición de consumos domésticos diarios para el año.

Consumo | Distribución por hora

Consumos diarios

Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy
20	Lámparas (LED o fluo)	20 W/lámpara	4,5 h/día	OK	1800 Wh
1	MÁQUINA DE ORDEÑO	1100 W/apar.	3,0 h/día	OK	3300 Wh
1	PICADORA DE PASTO	2200 W/apar.	2,5 h/día	OK	5500 Wh
1	CARGA BASICA	5,90 kWh/día	1,0	OK	5900 Wh
0	Lavaplatos y lavadora	0,0 W prom	0,0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0,0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0,0 h/día		0 Wh
Consumidores en espera		1 W tot	24 h/día		24 Wh
Energía diaria total					16524 Wh/día
Energía mensual					495.7 kWh/mes

Info aparatos

Definición de consumo por: Años Estaciones Meses

Fin de semana o uso semanal: Usar solo durante días en una semana

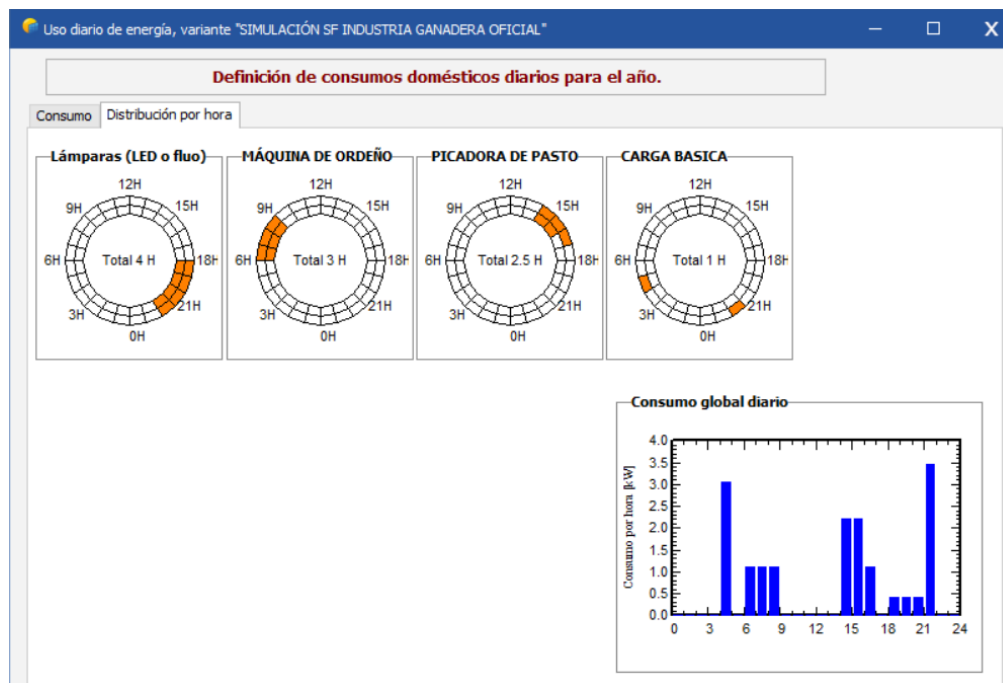
Fuente: Extracción del software PVsyst.

Distribución por hora de las cargas eléctricas

Es de vital importancia poder distribuir por horas las cargas que va a tener el sistema, pues es ahí cuando se sabrá cuando se tendrá un pico de la demanda energética. En este caso, se tendrá que las lámparas LED se usarán a partir de las 18:00 horas con un plazo de 4.5 h/día. De la misma manera, la máquina de ordeño se utilizará por las mañanas porque es cuando se ha definido poder ordeñar a las vacas empezando a las 06:00 a.m. hasta las 09:00 a.m. Por consiguiente, se tiene la penúltima carga eléctrica que es la picadora de pasto que se usará de las 14:00 horas con un plazo máximo de 2.5 h/día. Por último, se ha considerado una carga básica para este sistema cuyo horario no es específico en el día porque este consumo es como un factor de seguridad que se ha tenido en cuenta por si el usuario vaya a utilizar la energía proveniente del sistema en otros aparatos

electrodomésticos o cualquier otro tipo de uso. Es por esto, que en el software se ha puesto como uso de 1 h/día para llegar a los 16.5 kWh/día y así nos ayude a poder validar de manera correcta el sistema fotovoltaico.

Imagen 25. Distribución por horas del consumo eléctrico



Fuente: Extracción del software PVsyst.

Selección de los módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos escogidos en este sistema fueron del tipo monocristalinos con una potencia de 250W y 24V. A continuación, se evidencia el ángulo de inclinación que anteriormente ya se había colocado en el software. De la misma manera, se ubicó en el software el módulo fotovoltaico con las especificaciones técnicas similares a los que se cuentan actualmente en el mercado peruano.

Imagen 26. Selección del módulo fotovoltaico

The figure shows the 'Definición de sistema independiente' window in PVsyst. It contains several input fields and options for system configuration. Key parameters include: Necesidades diarias prom. (16.5 kWh/día), Ingreso PLOL aceptado (5.0 %), Voltaje de la batería (48 V), Capacidad sugerida (810 Ah), and Potencia FV sugerida (6050 Wp (nom.)). The 'Ayuda de pre-dimensionamiento' section shows 'Sin dimensionamiento' selected, 'Ingreso potencia planeada' (6.0 kWp), and '... o área disponible' (41 m²). The 'Selección del módulo FV' section shows 'Todos los módulos' selected, 'Ordenar módulos' set to 'Potencia', and the selected module 'Sonnenstromfabrik - CS' with specifications: 250 Wp 24V, Si-mono, Excellent Glass/Glass 25C, Hasta 2019, Manufacturer 201. The 'Módulos necesarios aprox.' section shows 'Módulos de dimensionamiento: Vmpp (60°C) 24.3 V' and 'Voc (-10°C) 39.0 V'.

Fuente: Extracción del software PVsyst.

Selección del sistema de almacenamiento

Para poder almacenar la energía que proviene del conjunto de paneles fotovoltaicos se utilizarán baterías de plomo-ácido del tipo Gel de 12V 260Ah. Por consiguiente, si algún factor atmosférico dificultaría que los paneles sean aprovechados en su máxima eficiencia se consideró tener una autonomía de 2 días para no desabastecer de energía en ningún momento a la industria ganadera de producción de leche. En la imagen se aprecia como se ubicó una batería con las especificaciones similares a las que se usará en campo y se evidencia como el software nos va reflejando el número total de baterías que son 12 y es igual al número que se calculó anteriormente. Además, se está considerando una temperatura ambiente con un promedio de 20°C.

Imagen 27. Selección del conjunto de almacenamiento

Definición de sistema independiente, Variante "SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA OFICIAL", Variant "SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA"

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado 5.0 %
 16.5 kWh/día Ingrese autonomía solicitada 2.0 día(s)
 Voltaje de la batería (usuario) 48 V
 Capacidad sugerida 810 Ah
 Potencia FV sugerida 6050 Wp (nom.)

Almacenamiento Conjunto FV Respaldo Esquema Simplificado

Procedimiento
 Las sugerencias de pre-dimensionamiento se basan en el meteo mensual y la definición de necesidades del usuario
 1. - Pre-dimensionamiento Defina las condiciones de pre-dimensionamiento deseadas (PLOL, autonomía, voltaje de la batería)
 2. - Almacenamiento Defina la batería (las casillas de verificación predeterminadas se acercarán al pre-dimensionamiento)
 3. - Diseño del conjunto FV Diseñe el conjunto FV (módulo FV) y el modo de control. Se recomienda comenzar con un controlador universal.
 4. - Respaldo Defina un grupo electrógeno eventual

Especifique el conjunto de batería
 Ordenar baterías por voltaje capacidad fabricante
 Todos los fabricantes 12 V 239 Ah Pb Sealed AGM PVX-2580L Concorde
 Plomo-ácido
 4 baterías en series
 3 baterías en paralelo
 100.0 % Estado inicial de desgaste (núm. de ciclos)
 100.0 % Estado inicial de desgaste (estático)
 Voltaje paquete de baterías 48 V
 Capacidad global 717 Ah
 Energía almacenada (80% DOD) 27.5 kWh
 Peso total 900 kg
 Núm. de ciclos a 80% DOD 800
 Energía total almacenada durante la vida útil de la batería 23171 kWh

Temperatura de funcionamiento de la bat
 Modo de temperatura Promedio entre T_{Amb}
 Temperatura fija 20 °C
 La temperatura de la batería es importante para el envejecimiento de la batería. Un aumento de 10 °C divide la vida útil de la

Fuente: Extracción del software PVsyst.

Selección del controlador de carga

Para que pueda funcionar de manera correcta un sistema fotovoltaico se requiere de un controlador de carga, ya que este verifica cuanta tensión y corriente está circulando por todo el sistema. De la misma manera, el controlador de carga cuida a la batería cuando esta se encuentra totalmente cargada es quien redirecciona la energía sobrante proveniente de los módulos para la demanda energética que haya en ese momento por parte del

usuario. A continuación, se muestra cómo se ubicó en el software el controlador necesario para este sistema debe ser del tipo MPPT de 5800W 48V.

Imagen 28. Selección del controlador de carga

Seleccione el modo de control y el controlador

Convertidor de potencia MPPT

Modo operativo: Acoplamiento directo Convertidor MPPT Convertidor CC-CC

Controlador universal: Victron

Corriente máx. de carga-descarga: MPPT 5800 W 48 V 100 A 100 A SmartSolar MPPT 250/100 48V

Número controladores: 1

Voltaje de operación MPP: 53-245 V

Voltaje máximo de entrada: 250 V

Potencia controlador: 5.80 kW

Batería asociada: 48 V

Diseño del conjunto FV

Número de módulos y cadenas: Mód. en serie: 5, Núm. de cadenas: 4, Área: 34 m²

Condiciones de operación: Vmpp (60°C): 121 V, Vmpp (20°C): 145 V, Voc (-10°C): 195 V, Irradia. plano: 1000 W/m², Imp (STC): 42.2 A, Isc (STC): 37.9 A, Isc (en STC): 37.5 A

La potencia del controlador está ligeramente sobredimensionada.

Potencia de funcionamiento máx. (en 1000 W/m² y 50°C): 5.9 kW

Potencia nom. conjunto (STC) 5.0 kWp

Fuente: Extracción del software PVsyst

Resumen del proyecto

Imagen 29. Resumen del proyecto en el software PVsyst

Resumen del proyecto		
Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Florida (Pomacochas)	Latitud: -5.86 °S	Albedo: 0.20
Perú	Longitud: -77.95 °W	
	Altitud: 1951 m	
	Zona horaria: UTC-5	
Datos meteo		
Florida (Pomacochas)		
NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético		

Fuente: Extracción del software PVsyst

Resumen del sistema

Imagen 30. Resumen del sistema en el software PVsyst

Resumen del sistema			
Sistema independiente	Sistema independiente con baterías		
Orientación campo FV	Necesidades del usuario		
Plano fijo	Consumidores domésticos diarios		
Inclinación/Azimut: 8 / 0 °	Constante durante el año		
	Promedio: 16.5 kWh/Día		
Información del sistema	Paquete de baterías		
Conjunto FV		Tecnología:	Plomo-ácido, sellado, AGM
Núm. de módulos: 20 unidades		Núm. de unidades:	12 unidades
Pnom total: 5.00 kWp		Voltaje:	48 V
		Capacidad:	717 Ah

Fuente: Extracción del software PVsyst

Resumen de resultados

Imagen 31. Resumen de resultados en el software PVsyst

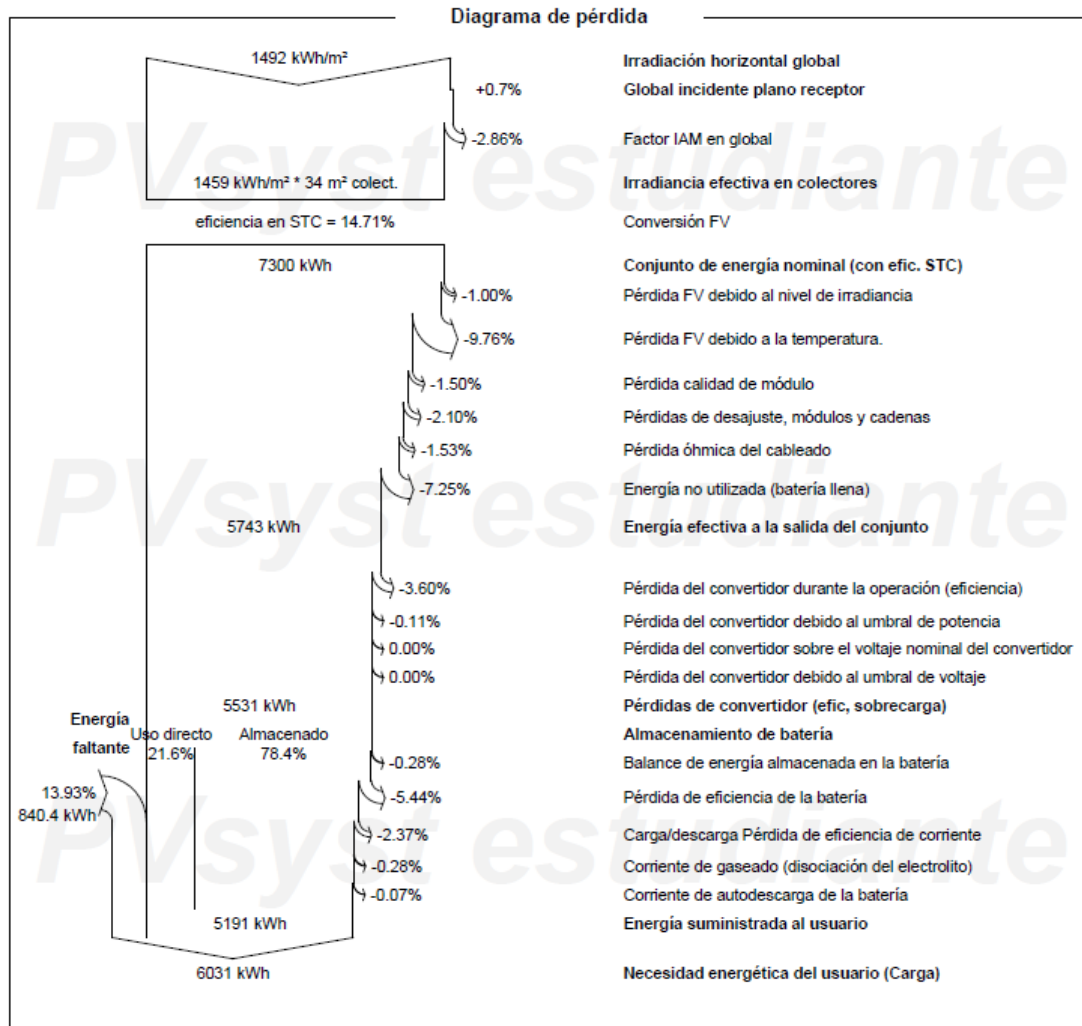
Resumen de resultados					
Energía disponible	5980 kWh/año	Producción específica	1196 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	69.11 %
Energía usada	5191 kWh/año			Fracción solar (SF)	86.07 %

Fuente: Extracción del software PVsyst

Diagrama de pérdidas

En el siguiente diagrama se muestra las pérdidas que puede tener el sistema fotovoltaico a la hora de ponerlo en funcionamiento, pero como se evidencia no existen pérdidas superiores al 10%.

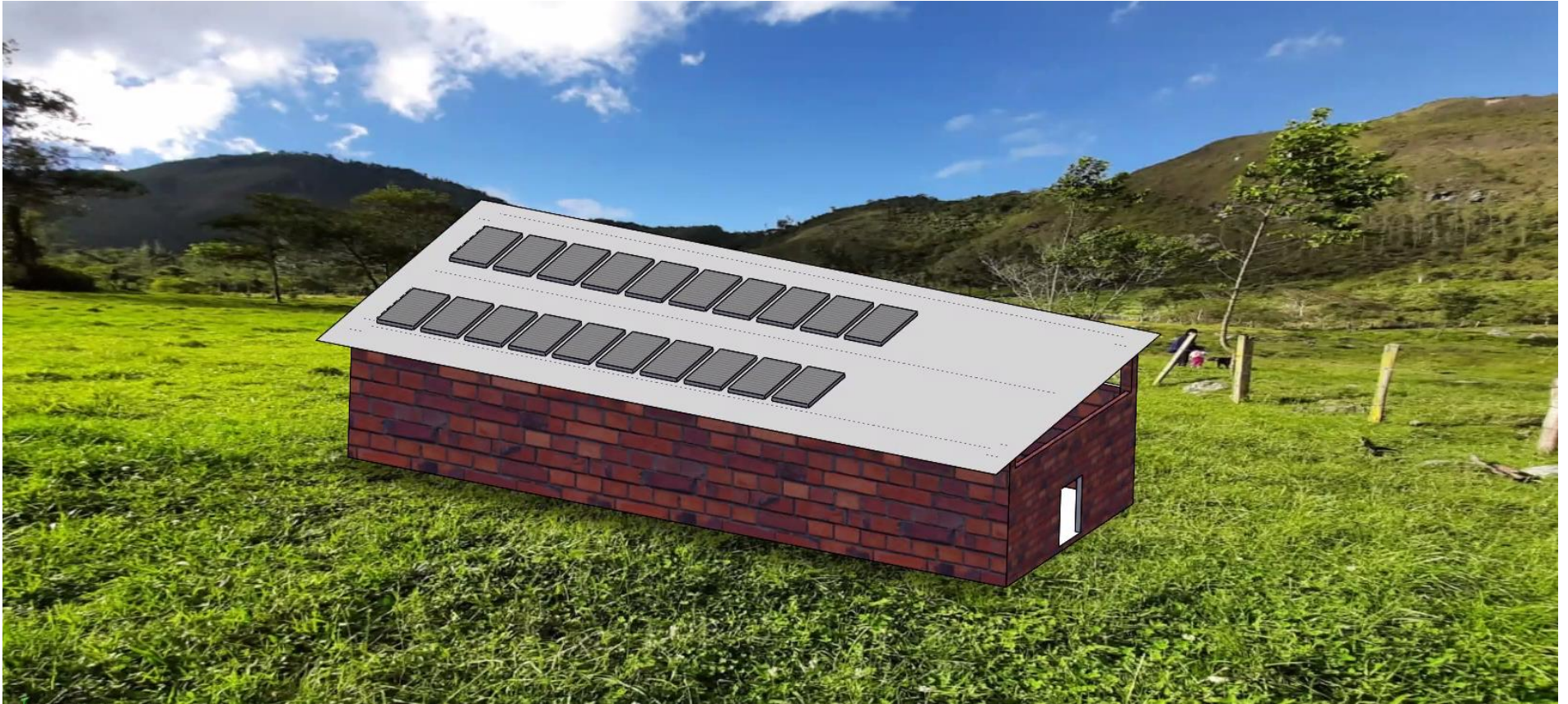
Imagen 32. Diagrama de pérdidas del sistema fotovoltaico



Fuente: Extracción del software PVsyst

Diseño preliminar

Imagen 33. Diseño preliminar del establo con el sistema fotovoltaico



2.1. Evaluación de costos del sistema fotovoltaico

Durante la realización de este proyecto se dimensionó un sistema fotovoltaico totalmente aislado para que la industria ganadera pueda autoabastecerse de energía eléctrica sin tener la necesidad de depender de un generador eléctrico o de la red pública. Por consiguiente, los sistemas fotovoltaicos tienen muchas ventajas respecto a las demás formas de obtención de energía, como poder poner la explotación o industria en cualquier lugar o tener una fuente de energía más ecológica. Por otra parte, el alto costo de los componentes es un factor para tener en cuenta, pero obliga a realizar un presupuesto y un estudio de viabilidad.

Presupuesto

Tabla 12. Presupuesto del sistema fotovoltaico

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
1,0	SISTEMA FOTOVOLTAICO				
1,1	Módulos fotovoltaicos 250W 24V	Und.	20,00	654,00	13 080,00
1,2	Controlador de carga 48V 5800W	Und.	1,00	3 800,00	3 800,00
1,3	Baterías 12V 200Ah	Und.	12,00	2 000,00	24 000,00
1,4	Inversor de carga 8kW	Und.	2,00	8 773,87	17 547,74
1,5	Soporte doble para módulos	Und.	10,00	307,70	3 077,00
SUB-TOTAL					61 504,74
2,0	MATERIALES PARA INSTALACIÓN				
2,1	Fusible de 50 A	Und.	3,00	30,00	90,00
2,2	Tablero general	Und.	1,00	180,00	180,00
2,3	Interruptor termomagnético 20A	Und.	1,00	65,00	65,00
2,4	Cable calibre 4 AWG	m	20,00	2,90	58,00
2,5	Cable calibre 8 AWG	m	30,00	2,70	81,00
2,6	Cable calibre 12 AWG	m	40,00	2,50	100,00
2,7	Tubo PVC 1/2" de diametro x 5 m de largo	Und.	12,00	12,00	144,00
2,8	Codos de PVC 1/2"	Und.	14,00	0,90	12,60
SUB-TOTAL					730,60
3,0	INSTALACIÓN				
3,1	Peón	Días	10,00	35,00	350,00
3,2	Capataz	Días	4,00	50,00	200,00
3,3	Movilidad	Und.	1,00	150,00	150,00
SUB-TOTAL					700,00
COSTO TOTAL					62 935,34

La suma total para implementar e invertir en este tipo de sistema fotovoltaico y contar con una energía total de 16,5 kWh/día a cualquier industria sería de S/ 62,921.34.

Costos de mantenimiento

Debido a que los sistemas fotovoltaicos requieren de un mantenimiento bajo respecto a otras formas de obtención de energía se ha propuesto poner una vez al año con el costo del 1% respecto a la inversión general.

$$\text{Costo de mantenimiento} = 2\% \text{ inversión}$$

$$\text{Costo de mantenimiento} = (0,015) \times (62\,921,34)$$

$$\text{Costo de mantenimiento} = 1\,258,43$$

Entonces se tendrá un costo de mantenimiento anual de S/ 1.258,43.

Ahorro de combustibles

Para abastecer de energía eléctrica a esta industria de producción de leche se tendría que utilizar un generador eléctrico Diesel que su consumo de combustible es de 5.47 L/h para producir 16.5 kW, teniendo en cuenta que actualmente el galón de Diesel tiene un precio aproximado de S/ 15. Por lo tanto, se tendría un ahorro de S/ 21.68 por cada hora en que produzca la energía que se requiere.

Tabla 13. Estimación de gasto en combustible de un generador Diesel

ESTIMACIÓN DE GATOS DE UN GENERADOR ELÉCTRICO		
CONSUMO DE DIESEL L/h (16.5kW)	5,47	L/h
PRECIO DIESEL/GAL	S/ 15,00	
PRECIO DIESEL/L	S/ 3,96	
COSTO POR PRODUCIR 16.5 kW	S/ 21,68	

Tabla 14. Gastos en combustible de un generador Diesel por mes y año

FLUJO DE GASTOS DE PRODUCCIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO					
CONSUMO DIARIO (kWh/día)	COSTO POR 16.5 KW	HORAS AL DÍA	DÍAS EN EL MES	PRECIO TOTAL/ME S	PRECIO TOTAL/AÑO
16,5	S/ 21,68	4	30	S/ 2 601,04	S/ 31 212,47

Se tiene un ahorro de combustible por año en soles de S/ 31 212,47 que es muy significativo en comparación de la inversión del sistema fotovoltaico.

Bono de Carbono del gobierno peruano

Proyectos de inversión de esta índole son premiados por parte del gobierno peruano, ya que este tipo de proyectos ayuda a reducir las emisiones de gases contaminantes. De esta manera, se tiene que el gobierno paga \$ 7,17 por cada tonelada de CO₂, convirtiendo a soles sería de S/ 27,25.

Tabla 15. Estimación de bono por huella de carbono

CONSUMO DIARIO	16,5 kWh/día
CONSUMO ANUAL	6 022,50 kWh/año
FACTOR DE CONVERSIÓN	0,385
kg de CO₂	2 318,66
Ton de CO₂	2,32
COSTO POR TON DE CO₂	S/ 27,25
PAGO TOTAL POR CO₂	S/ 63,17

Por lo tanto, el estado brindaría una remuneración de S/ 63,17 de manera anual por este proyecto.

Valoración del proyecto

En esta etapa del proyecto se va a realizar un análisis VAN y TIR para así saber la viabilidad y rentabilidad del proyecto a lo largo de 20 años como se muestra en la siguiente tabla (N°10). Así mismo, se tendrá en cuenta una tasa de descuento del 15 % debido a que es la tasa promedio para poder calcular el VAN en este tipo de proyecto.

Los resultados obtenidos a partir del análisis se tiene un VAN positivo con un valor de S/ 85 391,33 y un TIR mayor al 12% que en este caso nos da 44%. Por lo tanto, se puede asegurar la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

Conclusiones

Se definió la ubicación geográfica de la zona la cual se ubica en el distrito de Pomacochas de la región Amazonas. También, se determinó la radiación solar de la zona mediante el software RETScreen, la cual nos arroja una radiación mínima diaria de 4,23 kWh/m²/día, esto nos indica que si se puede implementar este tipo de sistemas fotovoltaicos en la zona ya que supera la radiación solar mínima que es de 4 kWh/ m²/día.

Se determinó la máxima demanda de consumo eléctrico del establo teniendo en cuenta las cargas eléctricas que se usarán y éstas sumaron una potencia de 8,7 kW. Estas mismas requieren de una demanda de energía de 15,6 kWh/día con una energía anual de 5 694 kWh/año. Además, se estimó la demanda energética que se tendrá en 20 años teniendo en cuenta la producción de leche anual que es de 28 800 L/año en el año 2015, entonces se tiene que la demanda energética estimada para el año 2040 es de 16,5 kWh/día.

Se dimensionó el sistema fotovoltaico de acuerdo con la radiación solar de la zona teniendo en cuenta la energía diaria requerida de 16,5 kWh/día, como también se seleccionó los componentes por su eficiencia y duración de cada uno de estos y se obtuvo que el sistema estará conformado por 20 módulos fotovoltaicos monocristalinos de 250 W 24 V, 12 baterías Gel de 260 Ah, 01 controlador de carga MPPT de 5,8 kW, 02 inversores de voltaje de 6 kW cada uno. Además, para este dimensionamiento se tiene la seguridad de que será más que suficiente pues se tuvo en cuenta un factor de seguridad y así garantizar el perfecto funcionamiento.

Se validó el dimensionamiento del sistema fotovoltaico mediante el software PVsyst, en la cual se demostró que los cálculos realizados fueron los correctos, pues se indicó las cargas que se necesitan en el establo, la inclinación de los módulos, como también, se escogió el módulo fotovoltaico de 250 W 24 V, la batería de 260 Ah, el controlador de 5.8k W y se procedió a la simulación. Por lo mismo, el software nos arroja que las pérdidas que pueda tener el sistema fotovoltaico no superan el 10%.

Se evaluaron los costos del sistema fotovoltaico y se estimó que para la implementación se necesita una inversión de S/ 62 921,34 Nuevos Soles, donde se propuso que este sistema tendrá un mantenimiento anual que costará 1 258,43 Nuevos Soles que equivale al 2% de la inversión, también se repondrá el 100% de las baterías cada 5 años con un costo 24 000,00 Nuevos Soles. Con estos datos principales este proyecto fue evaluado con los indicadores VAN y TIR dando un resultado positivo de S/ 85 391,33 Nuevos

Soles y un 44% de rentabilidad respectivamente, por lo que se culmina dando una credibilidad de que este sistema fotovoltaico será beneficioso.

Recomendaciones

Desde la experiencia recogida con este proyecto de investigación, si se va a dimensionar este tipo de sistemas fotovoltaicos a mayor escala, se recomienda realizar nuevamente el cálculo referente al dimensionamiento fotovoltaico y la selección de los componentes.

Se pueden utilizar otro tipo de softwares para poder validar el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos.

Si en la zona donde se desea implementar un sistema fotovoltaico y la radiación solar es baja se podría implementar un sistema híbrido Fotovoltaico-Eólico realizando un estudio previo de la velocidad del aire.

Referencias

- [1] R. Hernández, «Análisis de factibilidad para la instalación de un sistema de energía limpia mediante celdas fotovoltaicas para la alimentación eléctrica del edificio 4 en el ITSLV,» Villahermosa, Tabasco., 2017.
- [2] I. d. Canarias, Energías renovables y eficacia energética, España: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A., 2008.
- [3] Universidad Nacional de Ingeniería, «El estado actual del uso de la energía solar en el Perú,» *Los retos energéticos del Perú*, vol. 29, n° 11, pp. 10-11, 2006.
- [4] J. García, S. Sepúlveda y J. Ferreira, «Viabilidad técnico-económica de una sistema fotovoltaico en una planta de tratamiento de agua,» *INGE CUC*, vol. 14, n° 1, pp. 41-51, 2018.
- [5] A. Saiz, «Ganadería y cambio climático: Una influencia recíproca.,» España, 2010.
- [6] A. Alvarado y H. Carvajal, Diseño, simulación y análisis, de un sistema solar FV para suministro eléctrico en zonas rurales., Colombia: Universidad libre, 2014.
- [7] M. P. Moreno, Apuntes asignatura Instalaciones de producción eléctrica con energía renovables, Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2014.
- [8] Miniterio de Energía y Minas, Atlas de Energía Solar del Perú, Lima: Departamento de sistemas de producción, 2003.
- [9] O. P. Lamigueiro, Energía Solar Fotovoltaico, España: Creative Commons, 2020.
- [10] J. Barrera y A. Contreras, «Instalación de sistemas fotovoltaicos para suplencia eléctrica,» Universidad distrital francisco José de caldas, Bogotá, 2016.
- [11] P. Albesa, «Estudio de una instalación fotovoltaica para una explotación ganadera,» Universidad de Zaragoza, España, 2015.
- [12] C. A. y. S. G., «Instalaciones solares fotovoltaicas,» Editex, Madrid, 2010.

Anexos

Anexo A

ENCUESTA A UN AGRICULTOR DE LA ZONA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

USAT
Universidad Católica
de Santa Cruz

ENCUESTA

ENCUESTADOR: CHRISTIAN ALFONSO MENDOZA CASTILLO

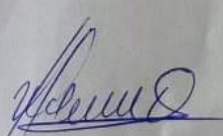
TESIS: DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LA INDUSTRIA GANADERA DE PRODUCCIÓN DE LECHE

ENCUESTADO: CABRERA OBLITAS FLORENCIO

Ocupación: AGRICULTOR.

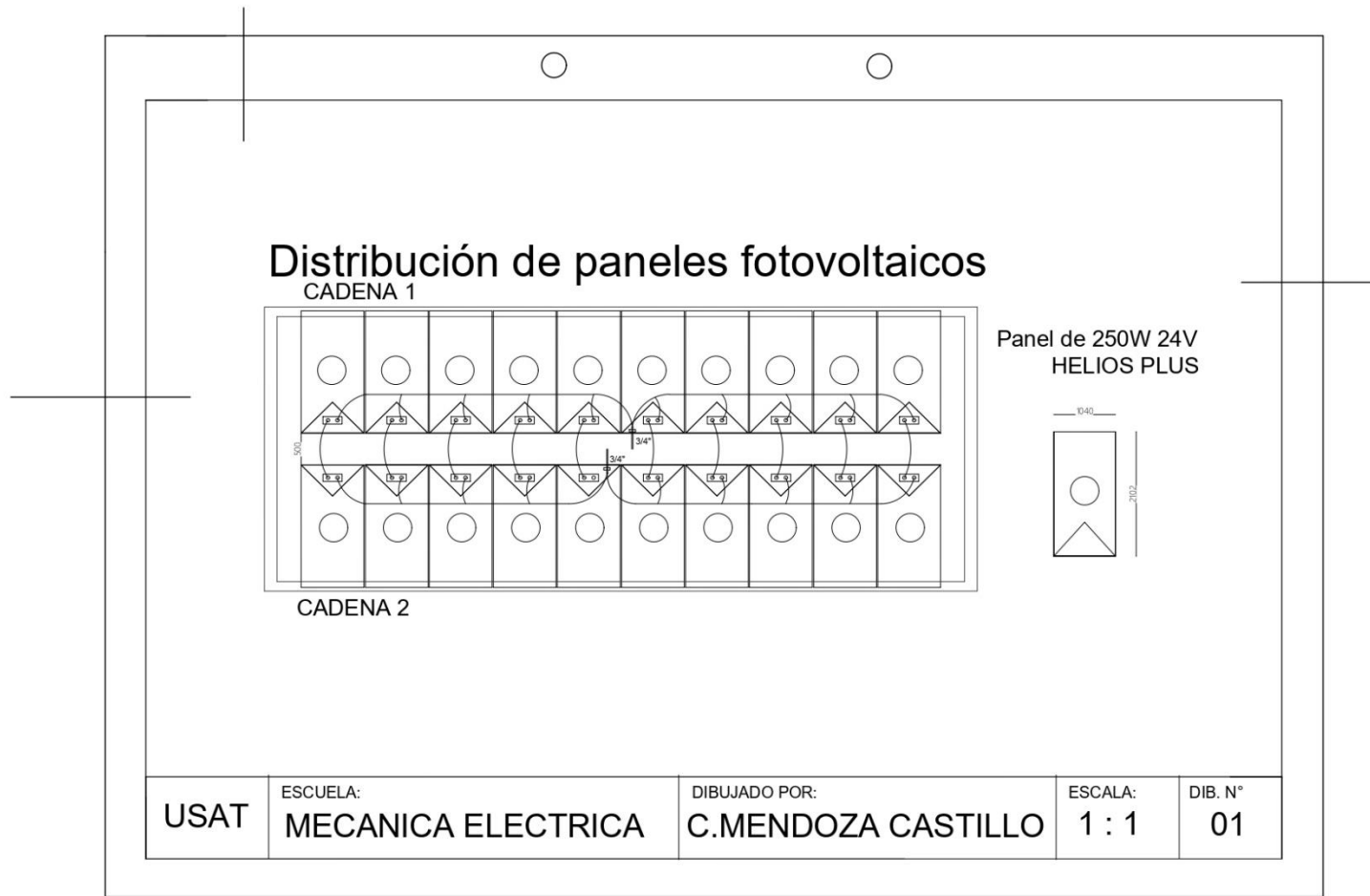
EDAD: 59.

- ¿Cuántas cabezas de ganado tiene actualmente?
12 VACAS
- ¿Usted se dedica a la producción de leche o de carne?
AMBOS
- ¿Cuántos litros de leche produce al día?
470 LT.
- ¿Usted realiza el proceso de sacado de leche de manera artesanal o utiliza alguna máquina?
CON UNA MAQUINA DE ORDEÑO
- ¿Usted cuenta con energía eléctrica?
NO
- Si su respuesta es NO, ¿Usted podría indicar como genera la energía eléctrica en su establo?
GENERADOR Electrico, Diesel y se gasta 50 soles DIARIA APROXIMADAMENTE
- ¿Podría nombrar los equipos eléctricos con los que cuenta?
Refrigeradora
Televisión
Licuadora
Celulares
Máquina de ordeño
Picadora de pasto.

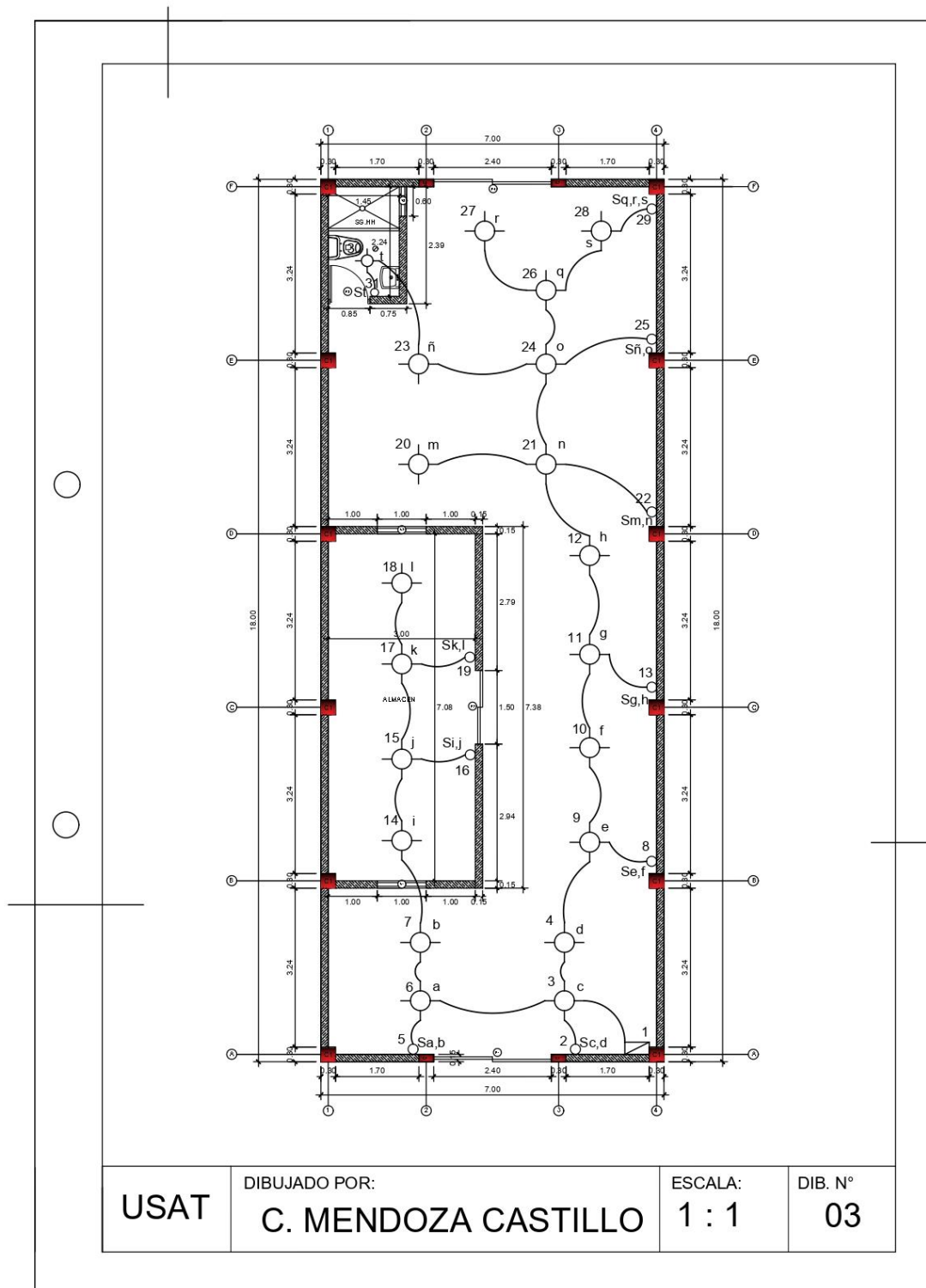

DNI 33727002

Anexo B

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

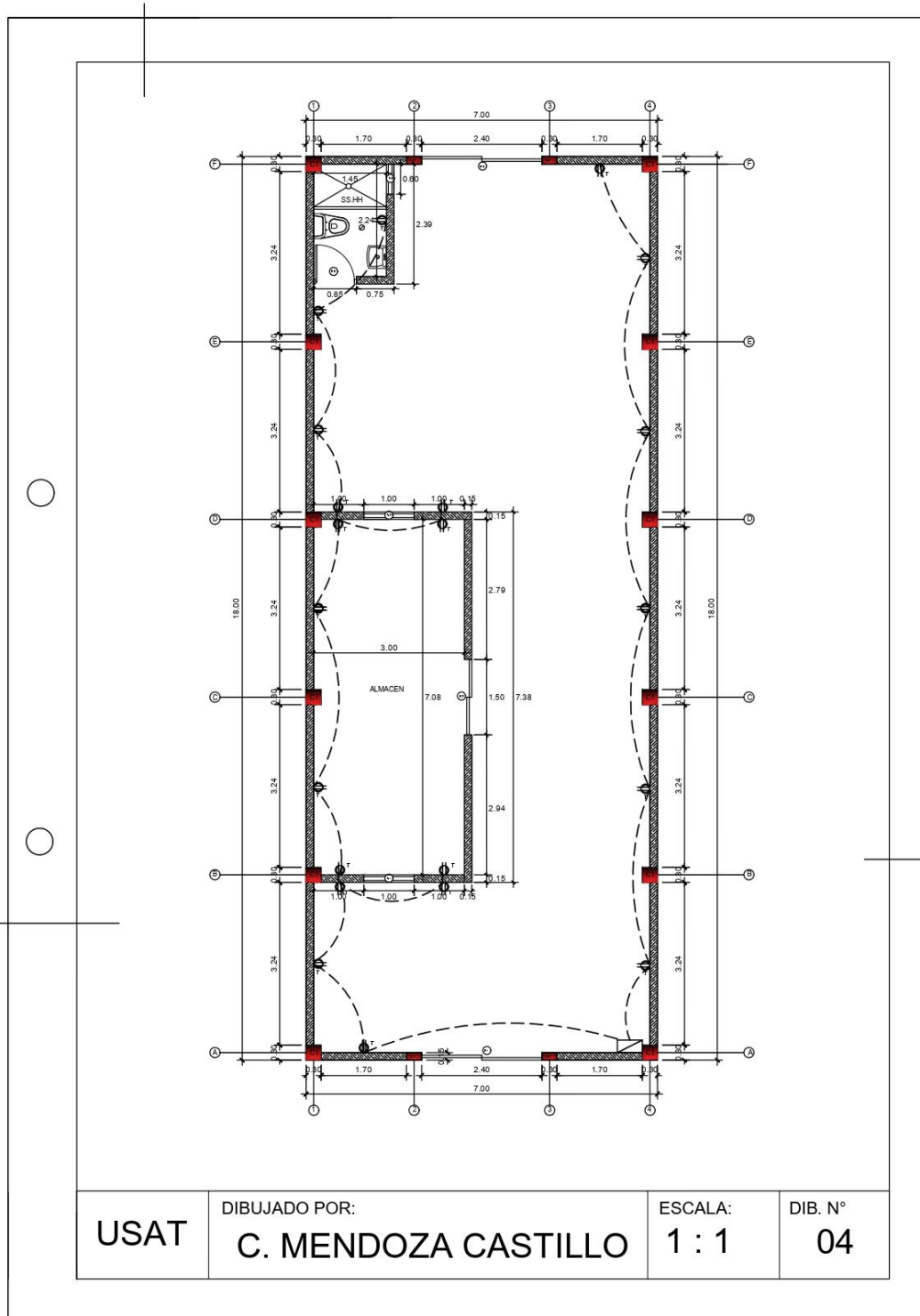


Anexo D
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS EN EL ESTABLO



Anexo E

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES



Anexo F

01 MÁQUINA DE ORDEÑO SEZER

SEZER Ordeñadora de 2 puntos PLS-2/1 c/bomba de vacío x 4P c/1 recipiente de acero inoxidable 40L

Características

- Con producción propia de pulsadores y bombas de vacío con garantía de funcionamiento.
- Carros portátiles de uso cómodo y práctico de construcción robusta, y garantía contra la corrosión.
- El motor eléctrico está aislado como medida de precaución contra descargas eléctricas para su seguridad y la de la vaca. Todas las piezas son fabricados con materiales de primera calidad.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo de Motor	Eléctrico
Capacidad de Vacío	200 lts/min
Potencia	1,1 kw
Voltaje	220/50Hz
Ciclo	1400 min
Pulsador Bajadas	2
Recipiente	1
Capacidad de Recipiente	40 litros
Tipo de Recipiente	Acero Inoxidable

Anexo G

01 PICADORA DE PASTO PERUMINOX

PICADORA DE FORRAJE

Funcionamiento:

Máquina picadora o cortadora de forraje (hierba). Principalmente utilizado para la alimentación del ganado. También para acelerar la descomposición del material orgánico. Capacidad de 400 kg/h para hierba húmeda, 600 kg/h para hierba seca. Trabajo por motor eléctrico o motor a gasolina.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Capacidad de producción:
300-500 Kg/h
- Material:
Acero al carbono.
- Potencia:
2.2 kW
- Dimensiones (L*W*H)
400*500*600 mm
- Voltaje
220v
- Peso
50 kg
- Motor:
Potencia 2.2 – 3kw

Anexo H

20 PANELES FOTOVOLTAICOS HELIOS PLUS 250 W 24 V

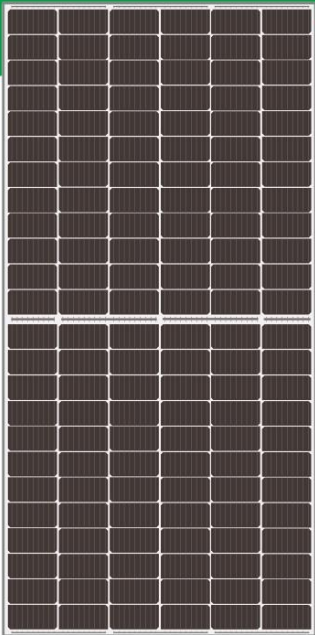


HELIOS PLUS

by Eco Green Energy

245-255W

M6 / 166 mm Cell - 144 cells



Founded in 2008, Eco Green Energy is a french brand solar PV manufacturer and distributing now its PV module in more than 60 countries over the world. Helios Plus solar modules are made only with grade A cells for highest power generation, lowest LCOE, and ensured more than 25 years lifespan.

KEY FEATURES

- PERC Cells Technology
- Lower LCOE and BOS
- Anti PID/ Low LID protection
- Less Hot Spot Shading effects
- Lower temperature coefficient

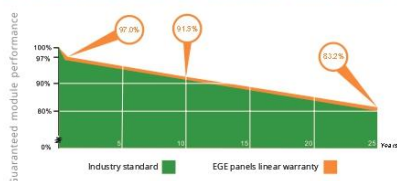
- 144-Cell**
MONOCRYSTALLINE MODULE
- 20.81%**
MAXIMUM EFFICIENCY
- 0~+5W**
POSITIVE POWER TOLERANCE
- GRADE A**
CELLS GUARANTEED

French Quality Module



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12-Year Product Warranty - 25-Year Linear Power Warranty



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

COMPREHENSIVE CERTIFICATES

IEC 61215/ IEC 61730 / IEC 61701/ UL 61730
ISO 9001 : Quality Management Systems



Facebook: www.facebook.com/EGE.Nantong
LinkedIn: www.linkedin.com/company/eco-green-energy/
Website: www.eco-greenenergy.com



HELIOS PLUS by Eco Green Energy

EGE-245/255W-144M(M6)

V1-2022

ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	245 W	250 W	255 W
Power tolerance	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W
Module efficiency	20.36%	20.58%	20.81%
Maximum power voltage (Vmp)	40.84 V	40.96 V	41.06 V
Maximum power current (Imp)	10.90 A	10.99 A	11.08 A
Open circuit voltage (Voc)	49.14 V	49.28 V	49.41 V
Short circuit current (Isc)	11.48 A	11.57 A	11.66 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	231.80 W	250.53 W	239.26 W
Maximum power voltage (Vmp)	38.29 V	38.40 V	38.49 V
Maximum power current (Imp)	8.65 A	8.73 A	8.80 A
Open circuit voltage (Voc)	45.57 V	45.70 V	45.82 V
Short circuit current (Isc)	9.33 A	9.41 A	9.48 A

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m² • Ambient temperature: 20°C
• AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Monocrystalline (166x83mm)
Number of cells	144
Dimensions	2102x1040x35mm
Weight	24.5 kg
Glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4.0 mm ² , 300 mm (+) / 300 mm (-); Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NMOT	41 °C ±3 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.35%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.30%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.05%/°C

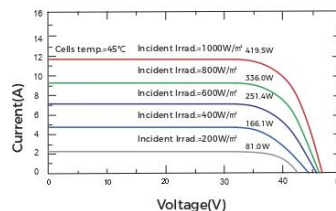
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-40 °C ~+85 °C
Maximum system voltage	1500V/DC(IEC)
Max series fuse rating	25 A

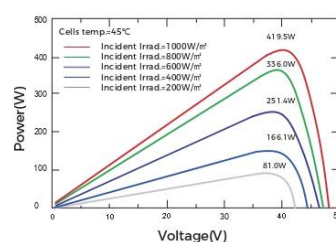
PACKAGING (2102x1040x35mm)

Type	Pcs	Weight
Per Pallet	31 pcs	800 kg
40ft HQ Container	682 pcs (22pallets)	17.60 t

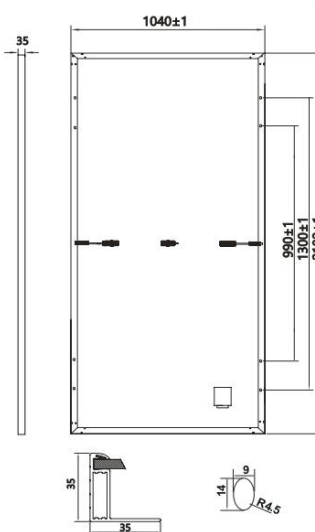
PV MODULE : EGE-250W-144M(M6)



PV MODULE : EGE-250W-144M(M6)



Dimension of PV Module (mm)



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

Anexo I

01 CONTROLADOR MPPY BLUE SOLAR 5800W



Controladores de carga BlueSolar con conexión roscada- o MC4 PV MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100

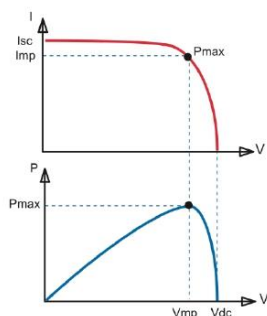
www.victronenergy.com



Controlador de carga solar
MPPT 150/70-Tr



Controlador de carga solar
MPPT 150/70-MC4



Seguimiento del punto de potencia máxima

Curva superior:

Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V). El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:

Potencia de salida $P = I \times V$ como función de tensión de salida. Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a V_{mp} .

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)

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

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo. El innovador algoritmo de BlueSolar 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

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretemperatura 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.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android consulte "Mochila inteligente de conexión VE.Direct a Bluetooth"
- Panel ColorControl



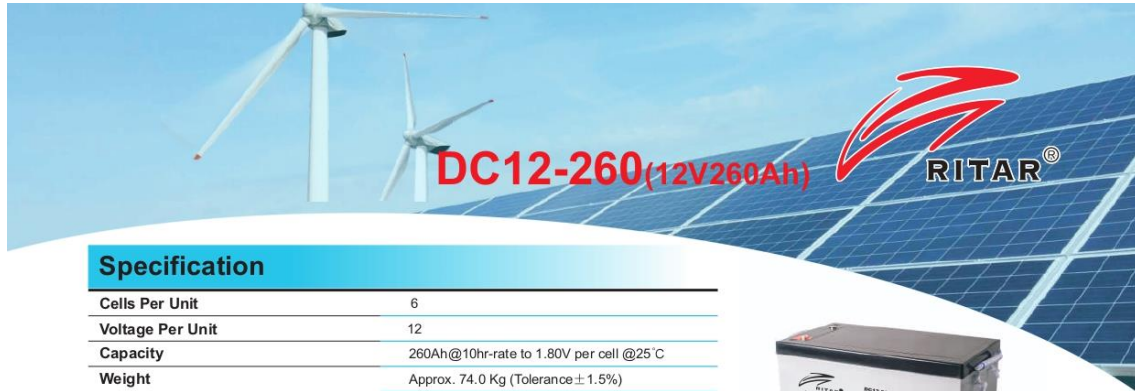
Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 / 48 V (se necesita una herramienta de software)				
Corriente de carga nominal	45 A	60 A	70 A	85 A	100 A
Potencia FV máxima, 12V 1a,b)	650 W	860 W	1000 W	1200 W	1450 W
Potencia FV máxima, 24V 1a,b)	1300 W	1720 W	2000 W	2400 W	2900 W
Potencia FV máxima, 48V 1a,b)	2600 W	3440 W	4000 W	4900 W	5800 W
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficiencia máxima	98 %				
Autoconsumo	10 mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6 V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2 V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas				
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretemperatura				
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)				
Humedad	95 %, sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				

CARCASA	
Color	Azul (RAL 5012)
Terminales FV 2)	35 mm ² /AWG2 (modelos Tr), o conectores Dual MC4 (modelos MC4)
Bornes de batería	35 mm ² / AWG2
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)
Peso	3 kg / 4,5 kg
Dimensiones (al x an x p)	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm / Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm / Modelos Tr: 216 x 295 x 103 mm / Modelos MC4: 246 x 295 x 103 mm

ESTÁNDARES	
Seguridad	EN/IEC 62109
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado.	
1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.	
2) Modelos MC4: se necesitarán varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares	

Anexo J

12 BATERIAS RITAR GEL 12V 260Ah



Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	260Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 74.0 Kg (Tolerance ± 1.5%)
Internal Resistance	Approx. 3.5 mΩ
Terminal	F14(M8)
Max. Discharge Current	2600A (5 sec)
Design Life	12 years (floating charge)
Maximum Charging Current	78.0 A
Reference Capacity	C3 201.3AH C5 229.0AH C10 260.0AH C20 274.0AH
Float Charging Voltage	13.6 V~13.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/°C/Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/°C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ± 5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C. Please charged batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



DC (Deep Cycle) series batteries provide superior high integrity and reliability. It is specially designed for frequent cyclic charge and discharge. By using strong grids, thick plate and specially active material are designed for repeated deep-discharge applications. The DC series batteries offers 30% more cyclic life than the standby series. It is suitable for solar and wind renewable energy storage, mobility and medical equipment, RV, telecom, broadband and cable TV, UPS systems etc.



Dimensions

Length	520±1mm (20.5 inches)
Width	268±1mm (10.6 inches)
Height	220±1mm (8.66 inches)
Total Height	225±1mm (8.86 inches)
Terminal	Value
M5	6~7 N*mm
M6	8~10 N*mm
M8	10~12 N*mm

Unit: mm

Constant Current Discharge Characteristics : A(25°C)

F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	542.8	427.9	248.0	155.7	96.2	71.7	57.3	48.3	32.9	27.9	14.2
1.65V	524.7	415.0	242.8	152.8	94.5	70.6	56.5	47.7	32.6	27.6	14.1
1.70V	501.1	398.2	236.0	148.9	92.4	69.1	55.4	46.9	32.1	27.3	13.9
1.75V	469.6	375.6	226.6	143.6	89.4	67.1	54.0	45.8	31.4	26.7	13.7
1.80V	427.3	345.2	213.7	136.3	85.3	64.4	52.0	44.2	30.5	26.0	13.3
1.85V	369.6	303.3	195.6	125.8	79.4	60.4	49.1	42.0	29.1	25.0	12.9

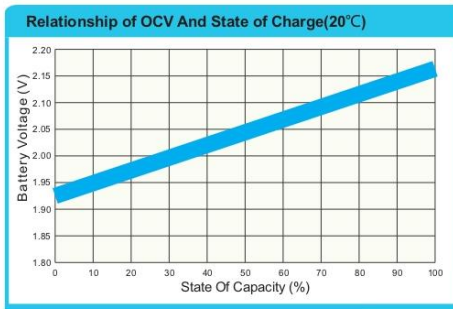
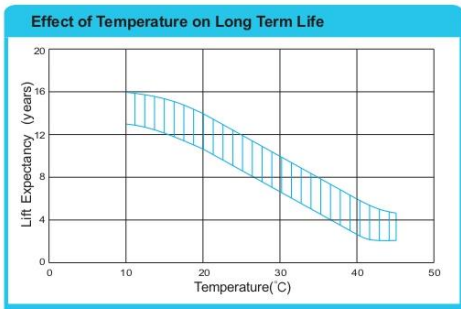
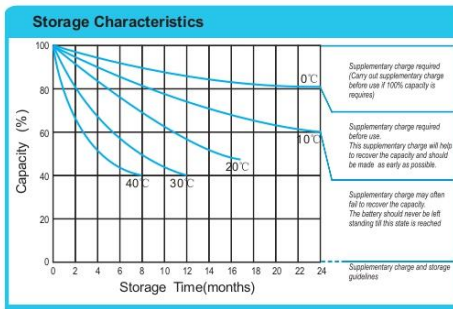
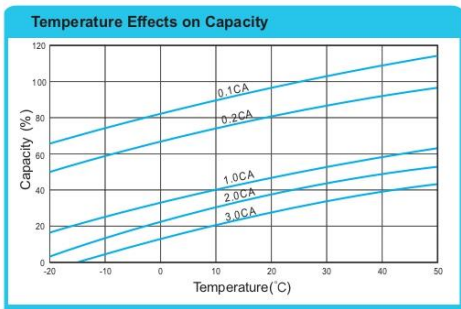
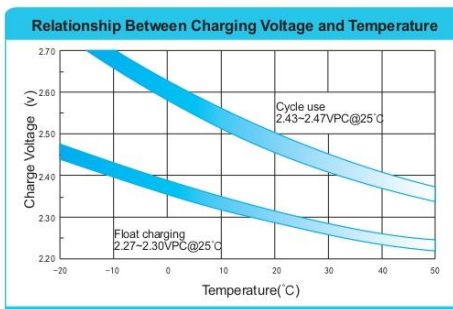
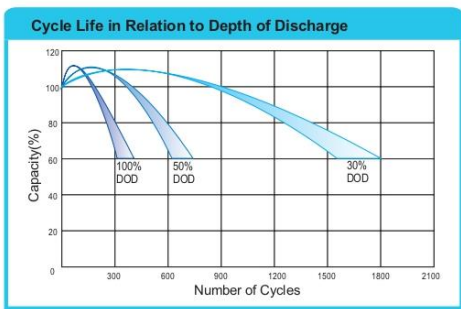
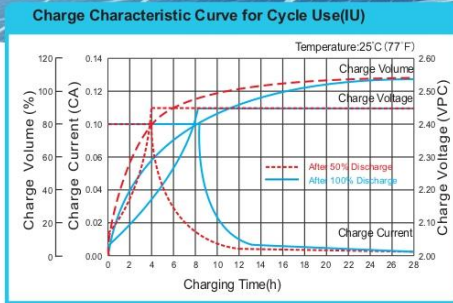
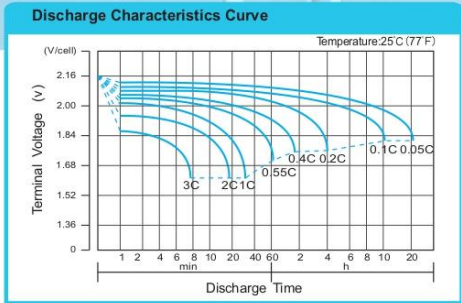
Constant Power Discharge Characteristics : WPC(25°C)

F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	923	748	451	291	182	137	110	93.0	64.3	54.9	28.0
1.65V	916	741	448	289	180	136	109	92.4	63.8	54.4	27.8
1.70V	884	717	437	282	177	133	107	91.0	62.9	53.7	27.5
1.75V	843	686	424	274	172	130	105	89.2	61.7	52.8	27.0
1.80V	781	640	404	261	165	125	101	86.5	60.0	51.4	26.4
1.85V	687	570	374	243	154	118	96.0	82.4	57.4	49.4	25.5

(Note) The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge cycle not the minimum values.



DC12-260(12V260Ah)



SHENZHEN RITAR POWER CO.,LTD.
 URL: www.ritarpower.com

Add: 10th Floor, Tower C, 1st Building, Software Industry Base, No.81, Xuefu Road, Nanshan District, Shenzhen, Guangdong, China 518057
 Tel: +86-755-33981668/83475380 Fax: +86-755-83475180 E-mail: sales@ritarpower.com Version 17A-0

Anexo K

02 INVERSORES INGECON 6TLM 6KW

INGECON

SUN STORAGE

1Play
Serie TL MINVERSOR
DE BATERÍAS
MONOFÁSICO SIN
TRANSFORMADOR
Y CON DOBLE
SISTEMA MPPT

3TL M / 6TL M

El inversor híbrido INGECON® SUN STORAGE 1Play TL M permite combinar la generación fotovoltaica y el almacenamiento de energía, sin necesidad de añadir inversores fotovoltaicos adicionales.

Doble sistema MPPT

Este inversor cuenta con un doble sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), que le permite extraer la máxima potencia del campo fotovoltaico, incluso en instalaciones en tejados con varias orientaciones o con sombreados parciales.

EMS Inside

El inversor integra de serie un sistema de gestión de energía. El EMS permite funcionalidades más avanzadas, como autoconsumo. Gracias al EMS que incorpora, la instala-

ción se puede monitorizar en todo momento vía PC o vía móvil con la aplicación gratuita INGECON® SUN Monitor, disponible tanto en Play Store como en la App Store.

Puesta en marcha y monitorización

Fácil y rápida puesta en marcha y visualización de datos y gráficas gracias al interfaz de usuario integrado. Además, el usuario puede actualizar el firmware del inversor cómodamente desde la aplicación vía PC, tablet o móvil.

Garantía de 5 años, ampliable hasta 25 años

PROTECCIONES

- Sobretensiones AC.
- Fallos de aislamiento.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Seccionador DC para el campo FV.
- Anti-isla con desconexión automática.

PRESTACIONES

- Doble sistema MPPT.
- Comunicación RS-485 para el vatímetro.
- Comunicación Wi-Fi y Ethernet.
- Comunicación CAN Bus 2.0 para el BMS (Battery Management System) de la batería.
- 2 entradas digitales configurables.
- 2 salidas libres de potencial configurables.
- Sistema de precarga en la entrada de baterías.
- Relé para la conexión a tierra del neutro de las cargas críticas en instalaciones tipo TT.
- Rápida puesta en marcha y visualización de la instalación gracias a la interfaz de usuario INGECON® SUN Monitor.
- Posibilidad de trabajar solo desde el campo fotovoltaico y añadir posteriormente el sistema de almacenamiento.
- Apto para instalaciones de interior y exterior (IP65).
- Dispone de funcionalidad back-up para instalaciones de autoconsumo.
- DRMO incluido (para el mercado australiano).



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

Ingeteam

Sistemas híbridos solar+baterías tanto aislados como conectados a red

MODOS DE FUNCIONAMIENTO:

MODOS CONECTADO A RED

- Modo Autoconsumo

Este modo de funcionamiento se dirige a sistemas de conexión a red con fuentes de energía renovable, con el fin de minimizar el consumo desde la red. Si la producción de energía es mayor que la demanda, el excedente se puede usar para cargar las baterías o para inyectar en la red. Además cuenta con una funcionalidad back-up para que, en caso de una caída de red, el inversor alimente a las cargas críticas desde las baterías y los paneles fotovoltaicos.

- Modo UPS

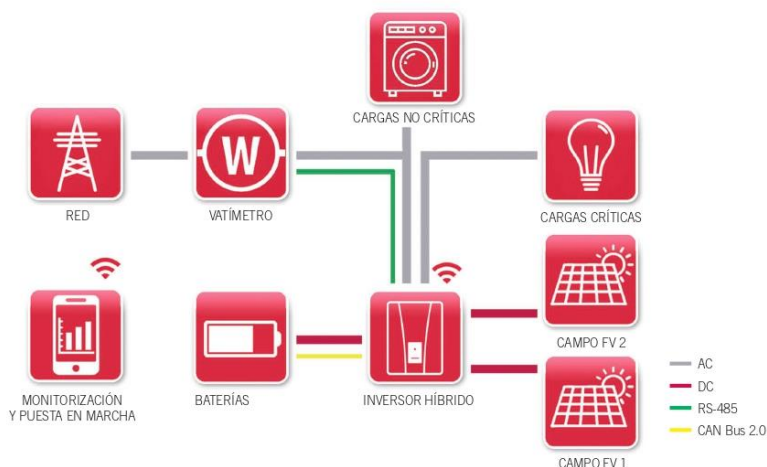
Este modo de funcionamiento ha sido concebido para sistemas donde las caídas de red son largas y frecuentes, y una fuente de energía auxiliar es necesaria. Con el fin de garantizar una fuente de energía, el inversor mantiene las baterías cargadas. Durante una caída de red, el inversor genera una red AC y la energía almacenada en las baterías es usada para alimentar las cargas críticas. Su rápido tiempo de respuesta hace que la caída de red sea inapreciable para la mayoría de las cargas.

MODO AISLADO

El inversor INGECON® SUN STORAGE 1Play TL M genera una red AC aislada y actúa como gestor de la red, garantizando el equilibrio entre la generación fotovoltaica, el consumo y el sistema de almacenamiento.

Dispone de un relé para la conexión a tierra del neutro de las cargas de la instalación para crear una red aislada TT. Además, el inversor permite la conexión de un generador auxiliar, que puede ser arrancado a través de una salida libre de potencial para cargar las baterías.

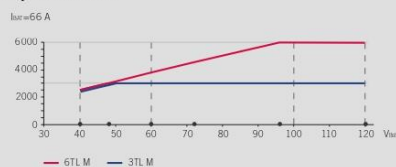
ESQUEMA DE CONEXIÓN



Dimensiones y peso (mm)



Potencia AC en función de la tensión de baterías (sin potencia FV)



Ingeteam

INGECON

SUN STORAGE

1Play Serie TL M

	3TL M	6TL M
Entrada de baterías (DC)		
Rango de tensión ⁽¹⁾	40 ~ 450 V	
Corriente carga / descarga máxima	66 A	
Tipo de batería	Plomo-ácido, ion-litio (LG, BYD, Pyllontech...) ⁽²⁾	
Comunicación con baterías de ion-litio	CAN Bus 2.0	
Entrada de fotovoltaica (DC)		
Potencia máxima campo fotovoltaico	11,5 kWp	
Rango de tensión MPP	125 ~ 480 V	
Tensión máxima de entrada ⁽³⁾	550 V	
Corriente máxima de entrada (entrada 1 / entrada 2)	12 A / 12 A	
Número de MPPTs	2	
Número de entradas (entrada 1 / entrada 2)	1 / 1	
Entrada de red (AC)		
Tensión nominal	230 V	
Rango de tensión	172 ~ 264 V	
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz	
Rango de frecuencia	40 ~ 70 Hz	
Tipo de red	TT / TN	
Potencia nominal	3 kW	6 kW
Máx. temperatura para potencia nominal	40 °C	
Corriente máxima	13 Arms	26 Arms
Factor de Potencia	0 ~ 1	
Salida de cargas críticas (AC)		
Potencia (25 °C) 30 min., 2 min., 3 s ⁽⁴⁾	3.500 / 3.900 / 5.080 W	6.400 / 6.900 / 7.900 W
Corriente máxima	13 Arms	26 Arms
Tensión nominal ⁽⁵⁾	220 ~ 240 V	
Frecuencia nominal ⁽⁵⁾	50 / 60 Hz	
Factor de Potencia	-0,8 ~ 1 ~ 0,8	
Tiempo de respuesta de la función Back-up	12 ms	
Prestaciones		
Eficiencia máxima	95,5%	96%
Euroeficiencia	95,1%	95,2%
Datos generales		
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada	
Caudal de aire	45 m ³ /h	
Consumo en stand-by	< 10 W	
Temperatura de funcionamiento	-20 ~ +65 °C	
Humedad relativa (sin condensación)	4 ~ 100 %	
Grado de protección	IP65	
Altitud máxima	2.000 m	
Marcado	CE	
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, AS62040.1, FCC Part 15	
Normativa de conexión a red de distribución	DIN V VDE V 0126-1-1, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N4105:2011-08, G59/3, G83/2, AS4777.2:2015, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1:2013, UNE 206006:2011, UNE 217001 IN:2015,NRS097-2-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, South African Grid code, P.O.12.2, G99, EN 50549-1	

Notas: ⁽¹⁾ La máxima potencia suministrada por la batería será la tensión de baterías multiplicada por la máxima corriente de descarga. ⁽²⁾ Consulte la web de Ingeteam para conocer el listado de baterías compatibles. ⁽³⁾ No superar en ningún caso. Considerar el aumento de tensión de los paneles "Voc" a bajas temperaturas. ⁽⁴⁾ En modo aislado, estas potencias están disponibles solamente si la potencia de baterías sumada a la potencia fotovoltaica alcanza estos valores. ⁽⁵⁾ Tensión y frecuencia configurables.

Ingeteam



Ingeteam

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

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

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

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - EEUU
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190 / Fax: +1 414 342 0779
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
República Checa
Tel.: +420 59 732 6800 / Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Leibniz 13 des 1101, Col. Anzures
Del. Miguel Hidalgo,
11590 - México - CDMX
Tel +5255 6586 9930-31
e-mail: northamerica@ingeteam.com

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

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

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

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

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-473 Warszawa - Polonia
Tel.: +48 22 821 9930 / Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 455 521 490
e-mail: australia@ingeteam.com

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

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2, Bulevardul
Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business Campus 1,
Birou 236, Etaj 2 - Rumania
Tel.: +40 728993 202

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

Ingeteam Power Technology, S.A.

www.ingeteam.com

Anexo L**SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE PVSYSY CON LICENCIA DE ESTUDIANTE**

Versión 7.2.14

PVsyst - Informe de simulación**Sistema independiente**

Proyecto: Dimensionamiento de SF para industria ganadera de producción de leche

Variante: SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA OFICIAL

Sistema independiente con baterías

Potencia del sistema: 5.00 kWp

Florida (Pomacochas) - Perú

*PVsyst estudiante**PVsyst estudiante**PVsyst estudiante***Autor(a)**

Christian Alfonso Mendoza Castillo (Peru)



PVsyst V7.2.14

VC3, Fecha de simulación:
05/05/22 12:56
con v7.2.14

Proyecto: Dimensionamiento de SF para industria ganadera
de producción de leche

Variante: SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA OFICIAL

Christian Alfonso Mendoza Castillo (Peru)

Resumen del proyecto

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Florida (Pomacochas)	Latitud -5.86 °S	Albedo 0.20
Perú	Longitud -77.95 °W	
	Altitud 1951 m	
	Zona horaria UTC-5	
Datos meteo		
Florida (Pomacochas)		
NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético		

Resumen del sistema

Sistema independiente	Sistema independiente con baterías
Orientación campo FV	Necesidades del usuario
Plano fijo	Consumidores domésticos diarios
Inclinación/Azimut 8 / 0 °	Constante durante el año
	Promedio 16.5 kWh/Día
Información del sistema	Paquete de baterías
Conjunto FV	Tecnología Plomo-ácido, sellado, AGM
Núm. de módulos 20 unidades	Núm. de unidades 12 unidades
Prom total 5.00 kWp	Voltaje 48 V
	Capacidad 717 Ah

Resumen de resultados

Energía disponible	5980 kWh/año	Producción específica	1196 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	69.11 %
Energía usada	5191 kWh/año			Fración solar (SF)	86.07 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Necesidades detalladas del usuario	4
Resultados principales	5
Diagrama de pérdida	6
Gráficos especiales	7
Costo del sistema	8



PVsyst V7.2.14

VC3, Fecha de simulación:
05/05/22 12:56
con v7.2.14

Proyecto: Dimensionamiento de SF para industria ganadera
de producción de leche

Variante: SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA OFICIAL

Christian Alfonso Mendoza Castillo (Peru)

Parámetros generales

Sistema independiente		Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV		Configuración de cobertizos	
Orientación		Sin escena 3D definida	
Plano fijo		Modelos usados	
Inclinación/Azmut		Transposición	
8 / 0 °		Perez	
		Difuso	
		Perez, Meteonorm	
		Circunsolar	
		separado	
Necesidades del usuario			
Consumidores domésticos diarios			
Constante durante el año			
Promedio		16.5 kWh/Día	

Características del conjunto FV

Módulo FV		Batería	
Fabricante	Generic	Fabricante	Generic
Modelo	Excellent Glass/Glass 250M54 brilliant	Modelo	PVX-2580L
(Base de datos PVsyst original)		Tecnología	Plomo-ácido, sellado, AGM
Unidad Nom. Potencia	250 Wp	Núm. de unidades	3 en paralelo x 4 en series
Número de módulos FV	20 unidades	Descarga mín. SOC	16.1 %
Nominal (STC)	5.00 kWp	Energía almacenada	28.9 kWh
Módulos	4 Cadenas x 5 En series	Características del paquete de baterías	
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje	48 V
Pmpp	4488 Wp	Capacidad nominal	717 Ah (C10)
U mpp	127 V	Temperatura	Promedio entre fijo 20 °C y Exterior
I mpp	35 A	Control de gestión de la batería	
Controlador		Comandos de umbral como	Voltaje de batería
Fabricante	Generic	Cargando	55.6 / 50.1 V
Modelo	SmartSolar MPPT 250/100 48V	SOC corresp.	0.92 / 0.75
Tecnología	Convertidor MPPT	Descarga	45.9 / 48.9 V
Coef. temp.	-2.7 mV/°C/Elem.	SOC corresp.	0.16 / 0.45
Convertidor			
Eficiencias máxi y EURO	99.0 / 97.0 %		
Potencia FV total			
Nominal (STC)	5 kWp		
Total	20 módulos		
Área del módulo	34.0 m ²		

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica		Pérdidas de cableado CC		Pérdida diodos serie				
Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	61 mΩ	Caída de voltaje	0.7 V			
Uc (const)	20.0 W/m ² K	Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	0.5 % en STC			
Uv (viento)	0.0 W/m ² K/m/s							
Pérdida de calidad módulo		Pérdidas de desajuste de módulo		Pérdidas de desajuste de cadenas				
Frac. de pérdida	1.5 %	Frac. de pérdida	2.0 % en MPP	Frac. de pérdida	0.1 %			
Factor de pérdida IAM								
Efecto de incidencia (IAM): Recubrimiento Fresnel AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



PVsyst V7.2.14

VC3, Fecha de simulación:
05/05/22 12:56
con v7.2.14

**Proyecto: Dimensionamiento de SF para industria ganadera
de producción de leche**

Variante: SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA OFICIAL

Christian Alfonso Mendoza Castillo (Peru)

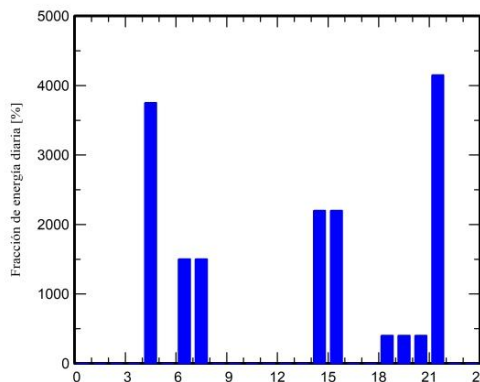
Necesidades detalladas del usuario

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 16.5 kWh/día

Valores anuales

	Número	Potencia		Uso	Energía
		W	Hora/día		
Lámparas (LED o fluo)	20	20W/lámpara	4.0		1600
MÁQUINA DE ORDEÑO	1	1500W/apar.	2.0		3000
PICADORA DE PASTO	1	2200W/apar.	2.0		4400
CARGA COMERCIAL	1		1		7500
Consumidores en espera			24.0		24
Energía diaria total					16524Wh/día

Distribución por hora



PVsyst estudiante

PVsyst estudiante

PVsyst estudiante



Proyecto: Dimensionamiento de SF para industria ganadera
de producción de leche

Variante: SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA OFICIAL

PVsyst V7.2.14

VC3, Fecha de simulación:
05/05/22 12:56
con v7.2.14

Christian Alfonso Mendoza Castillo (Peru)

Resultados principales

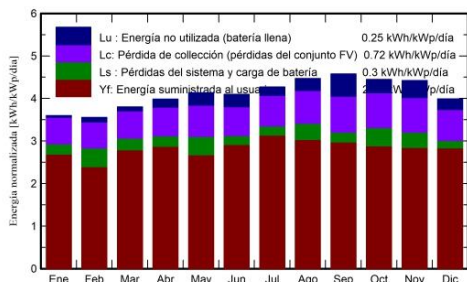
Producción del sistema

Energía disponible	5980 kWh/año	Producción específica	1196 kWh/kWp/año
Energía usada	5191 kWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	69.11 %
Exceso (sin usar)	449 kWh/año	Fracción solar (SF)	86.07 %
Pérdida de carga			
Fracción de tiempo	13.9 %	Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)	
Energía faltante	840 kWh/año	Ciclos SOW	85.4 %
		SOW estático	82.9 %
		Duración de vida de batería	5.9 años

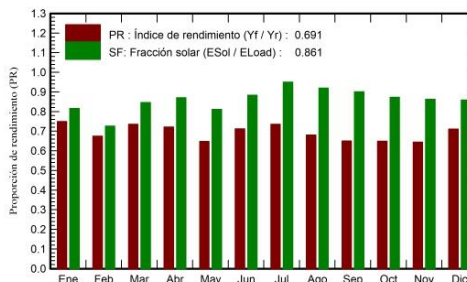
Evaluación económica

Inversión		Costo anual		LCOE	
Global	7255.66 USD	Anualidades	0.00 USD/año	Costo energético	0.00 USD/kWh
Específico	1.45 USD/Wp	Costos de func.	0.00 USD/año		
		Período de recuperación	1.4 años		

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUnused	E_Miss	E_User	E_Load	SolFrac
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	proporción
Enero	115.9	107.9	440.6	5.44	94.5	417.7	512.2	0.815
Febrero	101.9	96.4	395.6	15.35	126.7	335.9	462.7	0.726
Marzo	118.1	114.6	471.8	14.02	79.0	433.3	512.2	0.846
Abril	116.7	116.3	479.3	28.24	64.4	431.3	495.7	0.870
Mayo	122.1	124.9	508.5	44.57	96.9	415.4	512.2	0.811
Junio	115.5	119.7	497.0	43.52	58.0	437.7	495.7	0.883
Julio	124.6	128.8	533.2	29.97	25.4	486.8	512.2	0.950
Agosto	133.3	134.8	556.2	42.73	41.1	471.1	512.2	0.920
Septiembre	135.6	133.8	543.1	78.29	49.1	446.6	495.7	0.901
Octubre	140.1	133.9	544.0	48.40	64.9	447.3	512.2	0.873
Noviembre	138.3	128.4	523.1	59.84	68.0	427.8	495.7	0.863
Diciembre	129.9	119.6	487.4	38.83	72.4	439.8	512.2	0.859
Año	1492.1	1459.3	5979.8	449.20	840.4	5190.8	6031.3	0.861

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	E_User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Load	Necesidad energética del usuario (Carga)
E_Avail	Energía solar disponible	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		



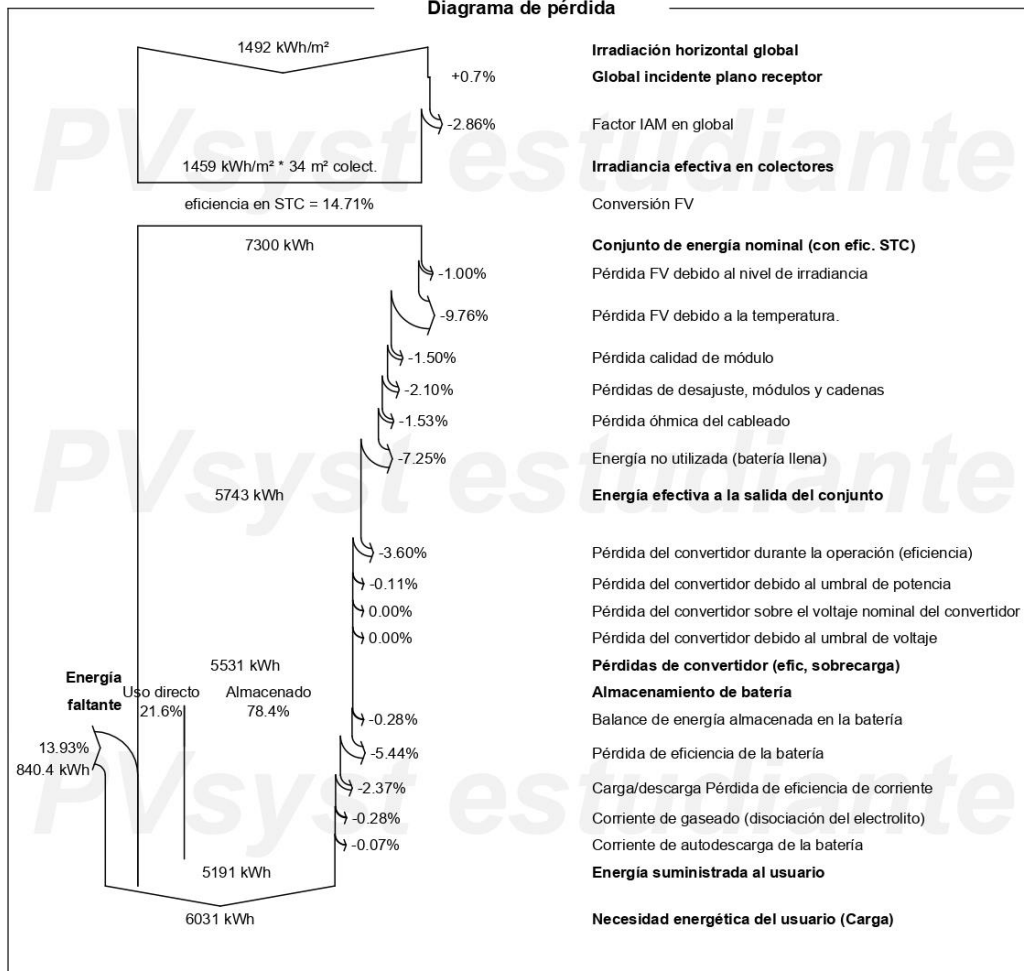
PVsyst V7.2.14
 VC3, Fecha de simulación:
 05/05/22 12:56
 con v7.2.14

Proyecto: Dimensionamiento de SF para industria ganadera de producción de leche

Variante: SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA OFICIAL

Christian Alfonso Mendoza Castillo (Peru)

Diagrama de pérdida





PVsyst V7.2.14

VC3, Fecha de simulación:
05/05/22 12:56
con v7.2.14

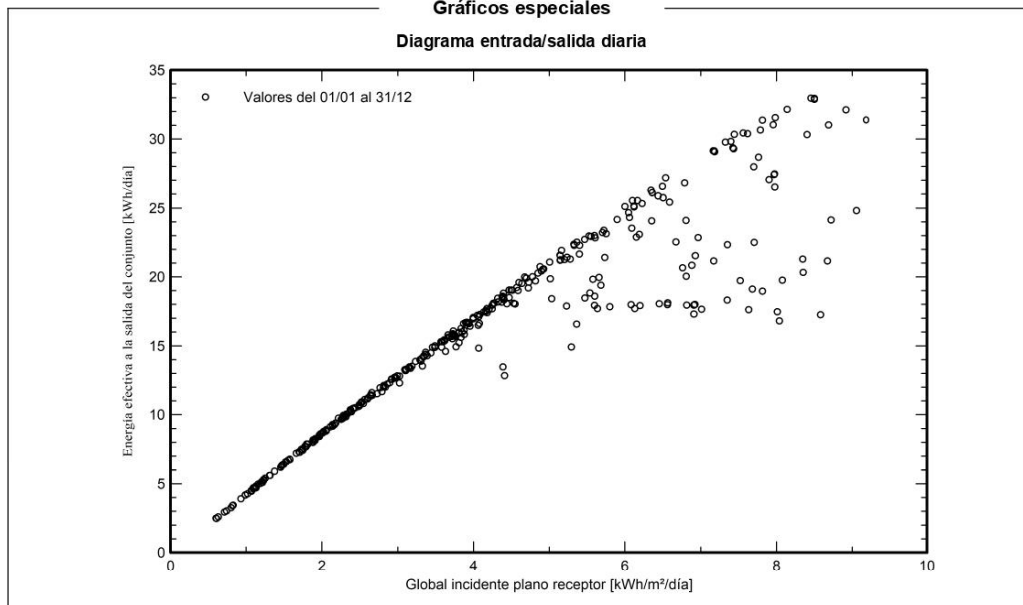
Proyecto: Dimensionamiento de SF para industria ganadera
de producción de leche

Variante: SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA OFICIAL

Christian Alfonso Mendoza Castillo (Peru)

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



PVsyst estudiante

PVsyst estudiante



PVsyst V7.2.14

VC3, Fecha de simulación:
05/05/22 12:56
con v7.2.14

Proyecto: Dimensionamiento de SF para industria ganadera
de producción de leche

Variante: SIMULACIÓN SF INDUSTRIA GANADERA OFICIAL

Christian Alfonso Mendoza Castillo (Peru)

Costo del sistema

Costes de instalación

Artículo	Cantidad unidades	Costo USD	Total USD
Baterías	12	521.99	6263.88
Controladores			991.78
Total			7255.66
Activo amortizable			7255.66

Costos de operación

Artículo	Total USD/año
Total (OPEX)	0.00

Resumen del sistema

Costo total de instalación	7255.66 USD
Costos de operación	0.00 USD/año
Exceso de energía (batería llena)	449 kWh/año
Energía solar usada	5191 kWh/año
Costo energético usado	0.070 USD/kWh