



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**TEMA**

**“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO  
AISLADO PARA ALIMENTACIÓN AUTOMÁTICA AQ1 SYSTEM EN  
LA INDUSTRIA DE CULTIVO ACUÍCOLA.”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO.**

**AUTORES:**

**ROSERO SORNOZA JUAN DIEGO**

**SOTOMAYOR ALVARADO JOAN ARTNETT**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. HOLGER SANTILLAN CARRANZA, MBA, MET**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2021**

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **JOAN ARTNETT SOTOMAYOR ALVARADO** con documento de identificación N° **0950051078** y **JUAN DIEGO ROSERO SORNOZA** con documento de identificación N° **0930121603**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** pueda usar, difundir, reproducir, o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 27 de septiembre del año 2021

Atentamente,



---

Joan Arnett Sotomayor Alvarado

0950051078



---

Juan Diego Rosero Sornoza

0930121603

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **JOAN ARTNETT SOTOMAYOR ALVARADO** con documento de identificación N° **0950051078** y **JUAN DIEGO ROSERO SORNOZA** con documento de identificación N° **0930121603**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto de titulación: **"ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA ALIMENTACIÓN AUTOMÁTICA AQ1 SYSTEM EN LA INDUSTRIA DE CULTIVO ACUÍCOLA"**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO ELÉCTRICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de septiembre del año 2021

Atentamente,



---

Joan Arnett Sotomayor Alvarado

0950051078



---

Juan Diego Rosero Sornoza

0930121603

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **HOLGER JORGE SANTILLAN CARRANZA** con documento de identificación N° 0916303134, docente de la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA ALIMENTACIÓN AUTOMÁTICA AQ1 SYSTEM EN LA INDUSTRIA DE CULTIVO ACUÍCOLA**, realizado por **JOAN ARTNETT SOTOMAYOR ALVARADO** con documento de identificación N° **0950051078** y por **JUAN DIEGO ROSERO SORNOZA** con documento de identificación N° **0930121603**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **PROYECTO DE TITULACIÓN** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de septiembre del año 2021

Atentamente,



---

Ing. Holger Santillan Carranza.  
MBA, MET  
0916303134

Resumen .....	XII
Abstract.....	XIII
Introducción.....	1
Capítulo I.....	4
1. El problema.....	4
1.1. Planteamiento del Problema.....	4
1.1.1. Formulación del Problema.....	6
1.1.2. Sistematización del Problema.....	7
1.1.3. Delimitación del Problema.....	7
1.2. Objetivos.....	8
1.2.1. Objetivo General.....	8
1.2.2. Objetivos Específicos.....	8
1.3. Justificación.....	8
1.4. Hipótesis.....	10
1.4.1. Variables.....	10
1.4.2. Operacionalización de Variables.....	10
Capítulo II.....	12
2. Marco teórico.....	12
2.1. Antecedentes.....	12
2.1.1. Antecedentes Referenciales.....	12
2.1.2. Antecedentes Históricos.....	17
2.2. Marco Teórico.....	19
2.2.1. Ley de Ohm.....	19
2.2.2. Energías renovables.....	20
2.2.3. Energía fotovoltaica.....	22
2.2.4. Sistemas Fotovoltáicos.....	24
2.2.5. AQ1 SYSTEM.....	31
2.2.6. Tecnologías Acústicas para camarón.....	32
2.3. Marco Contextual.....	38
2.3.1. Sistemas Fotovoltáicos Aislados a nivel mundial.....	38
2.3.2. Sistemas Fotovoltáicos Aislados en el Ecuador.....	40
2.4. Marco Legal.....	42

2.4.1.	Constitución del Ecuador. ....	42
2.4.2.	Código Orgánicos del Ambiente.....	43
2.4.3.	Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.....	45
2.4.4.	Regulaciones de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL). ....	46
2.5.	Marco Conceptual.....	47
Capítulo III.....		49
3.	Diseño y simulación del sistema fotovoltaico aislado para alimentadores automáticos AQ1 SYSTEM. 49	
3.1.	Antecedentes.....	49
3.1.1.	PVSYST.....	49
3.1.2.	Simulación.....	50
3.2.	Cálculo de Sistema Fovovoltaico Aislado a partir de simulación. ....	61
3.2.1.	Cálculo de inclinación de paneles fotovoltaicos. ....	61
3.2.2.	Caso de estudio.....	61
3.2.3.	Cálculos técnicos.....	61
3.2.4.	Cálculo del consumo total del sistema ....	62
3.2.5.	Número total de módulos fotovoltaicos.....	63
3.2.6.	Cálculo de la batería.....	66
3.2.7.	Cálculo del Regulador. ....	68
3.2.8.	Cálculo del inversor.....	69
3.2.9.	Comparativa de Resultados ....	69
3.2.10.	Diagrama esquemático de ubicación de los paneles fotovoltaicos. ....	70
3.3.	Diagrama Esquemático de Conexión de Paneles Solares. ....	72
3.4.	Diagrama Esquemático de Conexión de baterías. ....	73
3.5.	Diagrama Esquemático de Conexión de Inversor. ....	74
Capítulo IV.....		74
4.	Resultados.....	74
4.1.	Certificación IEC61701.....	74
4.1.1.	IEC 61701 – Corrosión por niebla salina, prueba de fotovoltaica.....	74
4.2.	Selección del Panel Fovovoltaico. ....	75
4.3.	Costo de Instalación del Sistema Fovovoltaico Aislado.....	76
4.4.	Costo estimado del Mantenimiento Anual del Sistema Fovovoltaico Aislado.....	76
4.5.	Tabla de Consumo de combustible de un generador eléctrico. ....	78

4.6. Gastos estimados de mantenibilidad anual de un generador eléctrico como fuente de suministro de energía para el AQ1 SYSTEM.....	78
4.7. Costos estimados del mantenimiento de un generador eléctrico en un periodo de 20 años, tiempo de vida del proyecto fotovoltaico.....	79
4.8. Comparación monetaria del costo de mantenibilidad de energía eléctrica del Sistema Fotovoltaico Aislado y el Generador a diésel como fuente de energía eléctrica para alimentar AQ1 SYSTEM.....	79
Conclusiones. ....	81
Recomendaciones.....	82
Bibliografía.....	83
Anexos.....	87

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables. ....	10
<b>Tabla 2.</b> Resistividades y coeficientes de temperatura de resistividad. ....	20
<b>Tabla 3.</b> Mejoras obtenidas con la aplicación de tecnologías acústicas. ....	34
<b>Tabla 4.</b> Sistema Sónico con algoritmo de aprendizaje vs alimentación manual. ....	37
<b>Tabla 5.</b> Cálculos de consumo de cargas. ....	62
<b>Tabla 6.</b> Error Porcentual Valor Calculado vs Simulado. ....	69
<b>Tabla 9.</b> Comparativa de 4 marcas de paneles fotovoltaicos. ....	75
<b>Tabla 10.</b> Costo estimado de Inversión Inicial. ....	76
<b>Tabla 11.</b> Costos estimados de Mantenimiento Sistema Fotovoltaico Aislado. ....	76
<b>Tabla 12.</b> Costo anual del mantenimiento de un generador eléctrico. ....	79
<b>Tabla 13.</b> Costo del mantenimiento en 20 años de un generador eléctrico. ....	79
<b>Tabla 14.</b> Costos de Generación kWh entre un generador fotovoltaico y un generador eléctrico a diésel. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 15.</b> Comparación de costos de producción de energía eléctrica en ambos sistemas. ....	79

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Árbol del Problema.....	5
<b>Figura 2.</b> Antecedente referencial No. 1.....	13
<b>Figura 3.</b> Antecedente referencial No. 2.....	14
<b>Figura 4.</b> Antecedente referencial No. 3.....	16
<b>Figura 5.</b> Línea de tiempo de la evolución de sistemas fotovoltaicos.....	17
<b>Figura 6.</b> Tipos de energía renovable.....	21
<b>Figura 7.</b> Ventajas de las energías renovables.....	22
<b>Figura 8.</b> Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica.....	23
<b>Figura 9.</b> Clasificación de los sistemas fotovoltaicos.....	24
<b>Figura 10.</b> Componentes de un sistema fotovoltaico.....	26
<b>Figura 11.</b> Paneles solares.....	27
<b>Figura 12.</b> Batería.....	27
<b>Figura 13.</b> Funciones de los reguladores de carga.....	28
<b>Figura 14.</b> Regulador de carga de la batería.....	29
<b>Figura 15.</b> Diferencias entre los tipos de reguladores de carga.....	29
<b>Figura 16.</b> Inversor.....	30
<b>Figura 17.</b> Soporte.....	30
<b>Figura 18.</b> AQ1 SYSTEM: Funcionamiento.....	31
<b>Figura 19.</b> Beneficios de los sistemas de alimentación automática AQ1.....	32
<b>Figura 20.</b> Alimentación automática mediante AQ1 SYSTEM, primer modelo de tolva.....	33
<b>Figura 21.</b> Calculo y ajuste de raciones.....	36
<b>Figura 22.</b> Algoritmo de aprendizaje en bloques de alimentación.....	37
<b>Figura 23.</b> Participación de entes en el desarrollo de la capacidad del Parque solar de Bhadla.....	39
<b>Figura 24.</b> Las 20 mayores plantas fotovoltaicas del mundo.....	40
<b>Figura 25.</b> Beneficios económicos y tributarios del usar energía renovable en el Ecuador.....	41
<b>Figura 26.</b> Título II – Derecho. Adaptado de “Constitución del Ecuador”.....	42
<b>Figura 27.</b> Título VII – Régimen del Buen Vivir.....	43
<b>Figura 28.</b> Producción y consumo sustentable.....	44
<b>Figura 29.</b> Energías renovables para frenar el cambio climático.....	45
<b>Figura 30.</b> Fuentes de energías renovables no convencionales.....	46
<b>Figura 31.</b> Requisitos para tramitar la autorización de conexión instalación y operación de consumidores con SFV.....	46
<b>Figura 32.</b> Portal de Software PVSYST 7. 2.....	49
<b>Figura 33.</b> Pantalla de inicio de programa.....	50
<b>Figura 34.</b> Nombre del proyecto.....	51
<b>Figura 35.</b> Datos de ubicación del sitio.....	51
<b>Figura 36.</b> Parámetros de dimensionamiento.....	52
<b>Figura 37.</b> Ingreso de coordenadas geográficas del lugar.....	52
<b>Figura 38.</b> Datos Meteorológicos mensuales en un periodo de un año.....	53
<b>Figura 39.</b> Horas Solares Pico por día.....	53
<b>Figura 40.</b> Coordenadas Geográficas del sitio.....	54
<b>Figura 41.</b> Orientación de los paneles solares.....	55

<b>Figura 42.</b> Consumo diario de energía.....	56
<b>Figura 43.</b> Distribución por hora de las cargas..	57
<b>Figura 44.</b> Entorno de Sistema de dimensionamiento.....	58
<b>Figura 45.</b> Capacidad de Almacenamiento de baterías del sistema fotovoltaico.....	60
<b>Figura 46.</b> Informe y Evaluación económica de Simulación PVSYST.....	60
<b>Figura 47.</b> Distancia optima entre paneles fotovoltaicos.....	70
<b>Figura 48.</b> Medidas de Paneles Fotovoltaicos.....	72
<b>Figura 49.</b> Conexión de Paneles Fotovoltaicos.....	73
<b>Figura 50.</b> Conexión de grupo de almacenamiento o baterías a controlador de carga.....	74
<b>Figura 51.</b> Conexión de Inversor DC-AC.....	74
<b>Figura 52.</b> Consumo Generadores a diésel.....	78
<b>Figura 53.</b> Comparación monetaria de mantenibilidad.....	80

## Índice de Anexos

Anexo 1. Informe de simulación PVSYST 7.2 caso de estudio tesis.....	87
Anexo 2. Datos técnicos de paneles fotovoltaicos citados en el proyecto.....	98
Anexo 3. Casos de estudio, ejemplo de dimensionamientos fotovoltaicos para alimentadores AQ1 SYSTEM en 3 diferentes escenarios.....	106
Anexo 4. Informe de resultados de dimensionamientos fotovoltaicos con las 3 marcas restantes citadas en el proyecto.....	129
Anexo 5. Elementos del sistema fotovoltaico citados en el proyecto.....	141
Anexo 6. Placa de datos de motor AQ1 SYSTEM.....	147
Anexo 7. Tarjeta electrónica de control en motores AQ1 SYSTEM.....	148

## **Dedicatoria**

Esta tesis de grado va dedicada a Dios por haberme ayudado en los años de estudio, a mi tía Piedad Montalvo quien estuvo apoyándome desde el inicio de mi carrera y para quien gracias al día de hoy seré un profesional a mi segunda madre Martnia Montalvo quien me apoyo desde el momento que quise seguir la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Politécnica Salesiana a mi Abuela Julia Samaniego quien ha estado conmigo ayudando desde la etapa de la secundaria, a mi esposa Mariana Bustamante quien ha sido mi apoyo emocional en los últimos años, a mis padres quienes son mi ejemplo a seguir y a quienes espero hacer sentir orgullosos con este trabajo de titulación.

**SOTOMAYOR ALVARADO JOAN ARNETT**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, a las personas a quienes dedique esta tesis, a los grandes maestros que he tenido a lo largo de esta carrera universitaria quienes han podido compartir sus conocimientos y experiencias, a mis compañeros muchos de ellos el día de hoy amigos de quienes mucho aprendí en el entorno laboral, al tutor de trabajo de titulación Ing. Holger Santillán al que conocí desde el pre de la carrera universitaria y fue docente en varias materias que tome a lo largo de la carrera, quien ha sabido darnos apoyo y soporte durante el desarrollo del proyecto junto con mi compañero de tesis.

**SOTOMAYOR ALVARADO JOAN ARNETT**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios y a la Virgencita de Guadalupe, a mis padres Omar Patricio Rosero Brand y Laura María Sornoza Macias que jamás en la vida me han dejado de apoyar tanto académica como personal, ya que en un momento de la carrera pensé en retirarme y estuvieron presente dándome fuerzas para seguir adelante desde el día 1 de la carrera, también dedico esta tesis a Denisse Calderón Merizalde que es una persona fundamental y supo brindarme su apoyo en momentos difíciles.

**ROSERO SORNOZA JUAN DIEGO**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, a la Virgencita, a mi familia, a los ingenieros docentes por medio de sus enseñanzas y métodos de estudio que mis conocimientos y aprendizaje desarrollaron nuevos procedimientos académicos, también agradezco a mi tutor por la guía brindada durante el periodo de duración del proyecto.

**ROSERO SORNOZA JUAN DIEGO**

## Resumen

Año	Alumno	Tutor de Proyecto de titulación	Proyecto de Titulación
2021	Joan Sotomayor Juan Rosero	Ing. Holger Santillán.	ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA ALIMENTACIÓN AUTOMÁTICA AQ1 SYSTEM EN LA INDUSTRIA DE CULTIVO ACUÍCOLA.

El objetivo principal del presente trabajo es el de Diseñar un sistema fotovoltaico aislado para alimentadores automáticos AQ1 SYSTEM mediante cálculos y software PVSYST 7.2, teniendo en cuenta los elementos del sistema fotovoltaico aislado y las condiciones de operación requeridas para cubrir la demanda de consumo diario de energía, a su vez obtener datos de la simulación para de esta manera realizar los cálculos del dimensionamiento mediante fórmulas matemáticas y así tener la comprobación. Por otro lado, este proyecto se presenta como una solución a la contaminación ambiental, debido a que en la industria de cultivo acuícola sigue dependiendo del uso de combustibles fósiles para generar energía en sus diferentes procesos de producción, pero sobre todo a la electrificación de alimentadores automáticos acústicos mediante energía fotovoltaica aislada, solucionando así la problemática de la falta de una red de distribución eléctrica para alimentar el sistema debido a la remota ubicación del estanque del que se basaron los datos biológicos y meteorológicos para simular y dimensionar.

## Abstract

Year	Student	Degree Project tutor	Technical degree project
2021	Joan Sotomayor Juan Rosero	Ing. Holger Santillán.	ANALYSIS AND DESIGN OF AN ISOLATED PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR AUTOMATIC FEEDERS AQ1 SYSTEM IN THE AQUACULTURE INDUSTRY.

The main objective of this work is to design an isolated photovoltaic system for automatic feeders AQ1 SYSTEM through calculations and simulation in the PVSYST 7.2 software, considering the elements of the isolated photovoltaic system and the operating conditions required to cover the 24 hours energy demand, at the same time got data from the simulation to be able to carry out sizing calculations to design through mathematical formulas to verify. On the other hand, this project is presented as a solution to environment pollution, because this industry continues depending on fossil fuels to generate energy in its different production processes, but above all on the electrification of acoustic automatics feeders using isolated photovoltaic energy solving the problem of the no electrical distribution network to power the system due to the remote location of the pond which the biological and meteorological data were based to be able to simulate and design.

## Introducción

Las energías renovables provienen de recursos naturales inagotables como el agua, el viento y el sol, como una solución a la dependencia de las energías provenientes de combustibles frente a la alta contaminación ambiental que producen. Los sistemas fotovoltaicos son aquellos que transforman la radiación directa del sol en electricidad en corriente continua, por medio de las células solares que son formadas por semiconductores. Los sistemas fotovoltaicos aislados son aquellos que necesitan de un banco de acumuladores de energía eléctrica de corriente continua (CC) como baterías, para aprovechar su autonomía para horas no solares.

A nivel mundial la energía solar fotovoltaica aislada se ha afianzado como la energía renovable con mayor crecimiento en los últimos 10 años donde su capacidad instalada rondaba los 10.000 MW, actualmente su valor asciende a los 400.000 MW de potencia instalada según datos de la Agencia Internacional de la Energía. Además, los sistemas aislados con un incremento de casi 6,6 GW de su potencia instalada, son hoy el abastecimiento de energía para alrededor de 146 millones de personas a nivel mundial. [1]

La necesidad de electrificar en zonas remotas ha hecho que países desarrollados como China y Suecia, cuenten con sistemas aislados para construir carreteras solares capaces de cargar vehículos eléctricos, Holanda con su "Solar Road" en el primer trimestre de su inauguración generó 3.000 kWh. Por otro lado, Francia con la primera carretera solar de 1 kilómetro formada por 2280 paneles solares, es capaz de alumbrar el pueblo de Tourouvre-au-Perche. En conclusión, los sistemas fotovoltaicos aislados dan soluciones que van desde el alumbrado en zonas de difícil acceso, alternativas de carga en dispositivos electrónicos, hasta las señalizaciones en pistas de aterrizaje.

"Ecuador es un referente mundial, figurando como quinto en seguridad energética –según un informe de la Universidad de Vancouver-, y destacándose por sus ingentes esfuerzos en materia de la construcción de sus ocho proyectos hidroeléctricos. El país posee un 51,78% de energía renovable, lo cual representa 13.638,89 gigavatios hora (GWh)". [2]

El impacto ambiental del proyecto a llevar a cabo es reducido en comparación con otros sistemas convencionales, debido a que se trabajará en la Ingeniería o diseño y simulación del sistema, más no en su implementación. Sin embargo, se enlistará o citará acumuladores libres de

mantenimiento y con una larga vida útil para evitar el cambio frecuente de los mismos disminuyendo así la contribución de desechos peligrosos o contaminantes.

La falta de una fuente de energía para electrificar los alimentadores automáticos acústicos en piscina de gran alcance de camarón pone una limitante a la producción, dado que se necesita contar con feeders que tiendan a ahorrar en cierta parte el insumo más costoso del proceso de cultivo que es el balanceado, que en muchos casos representa el 70% del total de costos de todo el periodo, el beneficio de este tipo de alimentadores se da en la eficiencia de su performance, debido a que son a demanda del animal, lo que en conjunto con los conocimientos del ingeniero o biólogo de sitio, podría llevar a tener fechas tentativas de cosecha más cortas, ahorrando así tiempo, mano de obra y balanceado.

Debido a la ubicación geográfica del sitio, y por el territorio en el que se encuentra que es la línea ecuatorial, es evidente que las horas solares pico, recurso natural inagotable no es aprovechado como debería, reflejando así en general en una dependencia de recursos fósiles como el diésel, para usar canoas con motor para abastecer el alimento en las piscinas.

La mano de obra termina siendo costosa, debido a que en el día se deben realizar dos alimentaciones como mínimo, en jornada matutina y vespertina, y hay que replicar el proceso en todas las piscinas de la camaronera, lo que termina siendo desfavorable en honor al tiempo, debido a las diversas actividades como cosechas y transferencias de larva de piscina de pre-cría a piscina de engorde, donde es una tendencia usar el mismo personal para la mayoría o todas las actividades del día, complicando así la contratación de talento humano debido a los gastos que se genera en todo el periodo de cultivo.

El desperdicio de alimento es un riesgo latente al que se enfrenta el camaronero, ya que por diversos factores biológicos o por algún mal cálculo se podría desperdiciar este insumo, dando como resultado putrefacción del suelo, reflejándose así en un aspecto negativo en esa área, además de no ser preciso en las porciones dadas por cada alimentación que se haga en el día en la piscina, lo cual no sería eficiente ya que el objetivo de cada periodo de engorde es mantener bajo el factor de conversión, que es la relación que se ejecuta en el balanceado que se abastece en la piscina y el tamaño de crecimiento semanal del camarón.

Llevar a cabo un proyecto de electrificación por medio de energía renovable solar, demanda de estudios realizados por personas capacitadas y cualificadas en el área, los cuales no están en nómina de la empresa en la que se realizará la investigación.

Una vez realizado el estudio y la simulación, se compartirán los resultados con la empresa, dando a conocer los costos de implementación en el caso que la realicen en un corto, mediano o largo plazo, cabe recalcar que se tomarán datos de ubicación del lugar en una piscina en la cual tengan proyectado realizar la instalación.

Con el desarrollo del presente proyecto, se pretende dar a conocer a la empresa la importancia de obtener mediante la irradiación solar energía, para electrificar y automatizar sus procesos con alimentadores de última tecnología, la principal motivación en la ejecución del proyecto es poner en práctica lo aprendido a través de la etapa de estudio de pregrado y materializarlo en un proyecto a gran escala, brindando así una solución a una problemática actual, que es la de electrificar en lugares remotos, cargas que puedan ayudar a mejorar procesos.

## Capítulo I

### 1. El problema

#### 1.1. Planteamiento del Problema.

En el presente apartado se procede a definir las características esenciales del problema objeto de estudio, el cual es la falta de un sistema fotovoltaico aislado para energizar alimentadores acústicos para una camaronera, donde se procede a realizar un dimensionamiento y simulación de este. En el estudio se demostrará la importancia y las prestaciones de las energías renovables como una alternativa amigable y versátil para electrificar cargas en lugares remotos donde no se cuenta con la red pública local.

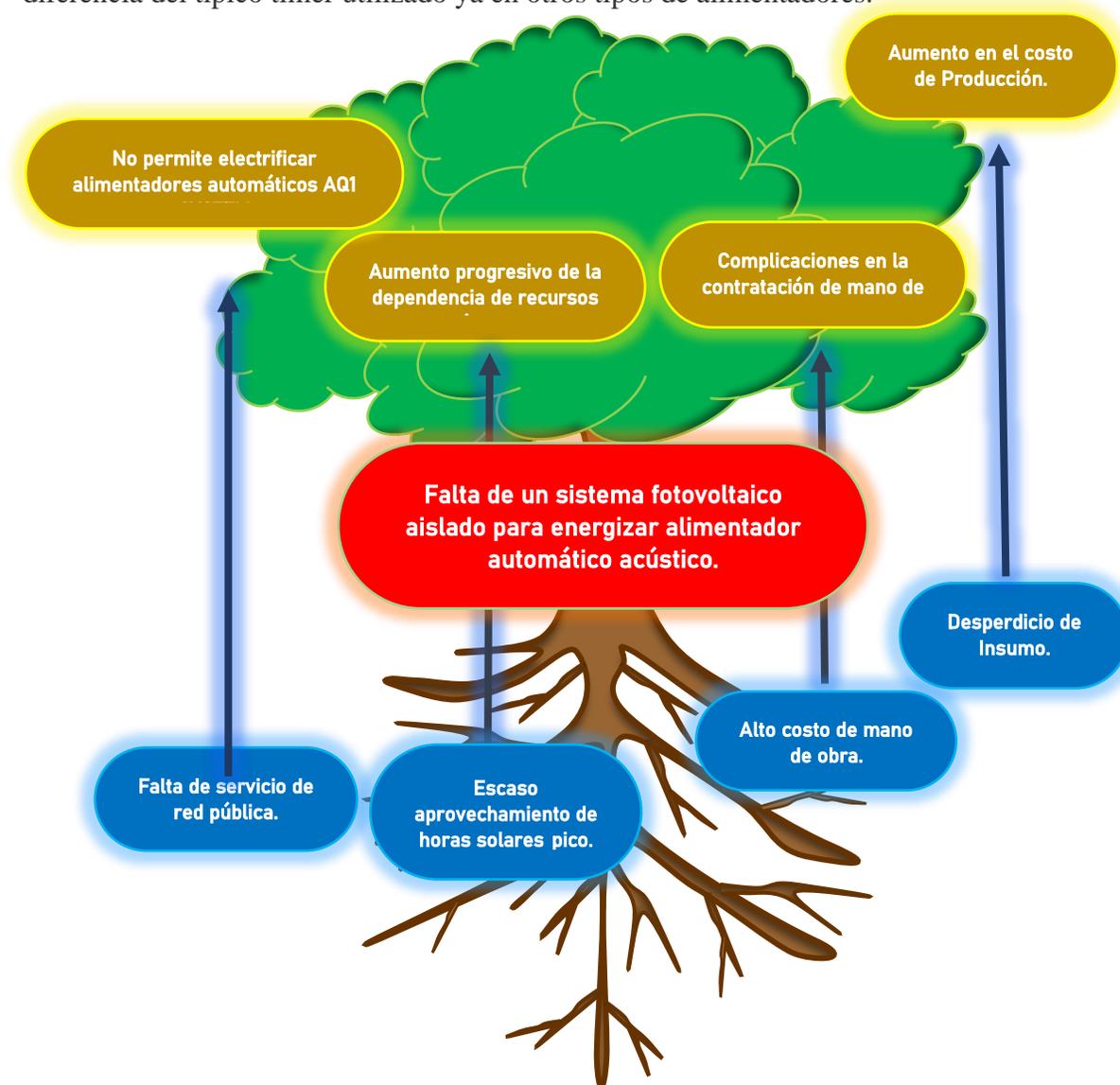
El crecimiento del sector camaronero en el país y la constante búsqueda de alternativas innovadoras y de última tecnología en el proceso de engorde de cultivo de camarón, hacen que muchas entidades pertenecientes a la industria acuícola del país opten por quipos de alimentación automatizados, los cuales necesitan de una fuente de energía eléctrica para operar dependiendo su función. Lo remoto que se encuentran los establecimientos dedicados a esta actividad hace que buscar una alternativa de fuente de generación fotovoltaica sea una solución ante el costo de un proyecto de electrificación, conociendo que muchos de ellos siguen utilizando en sus procesos de vital importancia motores de combustión interna, como son temas de aireación y oxigenación, así como de bombeo y recirculación de agua, dando como resultado la utilización del tendido eléctrico de la red pública solo para las necesidades básicas en campamento.

El presente trabajo se realizó mediante una simulación y modelamiento de una fuente fotovoltaica, para energizar un alimentador automático australiano, cuya tecnología se basa en el uso de sensores acústicos y de oxígeno en la zona de actividad de la piscina denominada “zona de alimentación”.

AQ1 SYSTEM, da la ventaja de poder mediante un solo controlador abastecer de balanceado a una o dos piscinas dependiendo de la longitud de esta y de la biomasa en proceso de engorde. El sistema se caracteriza por el uso de un sensor acústico denominado hidrófono, el cual se lo instala dependiendo el comportamiento del camarón en la piscina, mediante la recomendación del biólogo de planta del lugar, en una tolva madre para así esparcir de balanceado la zona cuando el transmisor o sensor envíe la señal, de igual forma el sensor de oxígeno ODO (sensor óptico de

oxígeno disuelto), el cual se encargará de monitorear constantemente parámetros de oxígeno en la zona de actividad de la piscina.

En la camaronera CONCHAL del grupo LANEC, se han estado implementando alimentadores automáticos para cultivo de camarón, con el objetivo de llevar su producción al siguiente nivel, de manera que necesitan conocer el dimensionamiento de un sistema solar fotovoltaico aislado para energizar los alimentadores automáticos AQ1 SYSTEM, los cuales se caracterizan por su sistema acústico basado en complejos filtros que hacen que la alimentación del animal sea a demanda, a diferencia del típico timer utilizado ya en otros tipos de alimentadores.



**Figura 1.** Árbol del Problema. Adaptado y Elaborado por *Los Autores*.

### **1.1.1. Formulación del Problema.**

En este apartado se formula una pregunta originada de la parte central del árbol del problema de la Figura 1.

¿De qué manera un sistema fotovoltaico aislado para alimentadores automáticos AQ1 SYSTEM podría beneficiar a la producción de la empresa?

Para empezar, es preciso realizar una electrificación por medio de paneles fotovoltaicos mediante un sistema aislado ya que es una ventaja en el escenario presente, dado que el lugar a implantar está bastante alejado del campamento, que es el lugar donde se cuenta con la red eléctrica en bajo voltaje, conociendo que el suministro de energía se da para las necesidades primarias del personal de la camaronera, y el coste inicial alto para montar una red de baja tensión capaz de electrificar el sistema. Por otro lado, existe la opción de utilizar un generador, pero no contribuye al cuidado del medio ambiente, más si a la contaminación debido a que este tipo de máquinas eléctricas necesitan combustible como el diésel para su combustión y aceite para su lubricación interna y correcto funcionamiento. Los dos tipos de generación de energía son válidos para electrificar, pero no se adaptan a lo que se requiere, por medio del sistema fotovoltaico aislado, se reducen costos debido a que su dimensionamiento se enfoca para un escenario en específico, los mantenimientos son económicos y sostenibles en el tiempo, dado que no se necesita más que un control rutinario guiado por medio de un checklist y ejecutado por el personal de campo perfectamente entrenado.

Los beneficios de la tecnología acústica y en especial de los alimentadores AQ1 SYSTEM, ofrece una ayuda importante dentro del periodo de cultivo de camarón, debido a que la tecnología acústica ofrece la optimización del insumo más costoso que es el balanceado, permitiendo así que los alimentadores reciban una señal de accionamiento de parte de una unidad central o controlador que evaluaría el tipo de pulso el cual está receptando el sensor, para así abastecer de alimento en el momento en el que el animal lo requiera, esto junto a un cálculo adecuado del alimento máximo a repartir en una piscina dependiendo de la biomasa se vuelve una ayuda importante en la optimización del alimento y del tiempo del periodo de cultivo, teniendo en cuenta que normalmente varían de 90 a 120 días para que tenga un peso acorde a los estándares del mercado para cosechar.

Las tolvas pueden almacenar hasta 250 kg de balanceado lo que es aproximadamente 10 sacos, lo cual reduce la cantidad de equipos instalados en piscinas dependiendo del hectareaje de esta, disminuyendo así las zonas de alimentación, para así evitar problemas de diferencias de tallas de animal en las piscinas.

### **1.1.2.Sistematización del Problema.**

En el presente apartado se formulan tres preguntas, una por cada causa del árbol del problema de la Figura 1.

¿Cómo asegurar el correcto funcionamiento de un sistema fotovoltaico para alimentadores AQ1 SYSTEM?

¿De qué manera documentar los resultados de la investigación, para de esta manera evitar caer en la tendencia de estandarización en los dimensionamientos del sistema fotovoltaico aislado?

¿Cómo solucionar el problema de la falta de un sistema de energía eléctrica para el AQ1 SYSTEM, teniendo en cuenta la ubicación y la demanda de los motores?

### **1.1.3.Delimitación del Problema.**

La ejecución del presente trabajo se realizará en el transcurso del periodo 58 comprendido entre Mayo y Septiembre del 2021; desde la etapa de investigación, diseño, pruebas, correcciones y puesta en marcha de la simulación.

El estudio se delimitará en la provincia del Guayas en corporación LANEC, camaronera CONCHAL, en un estanque de 6 hectáreas perteneciente al área de engorde de cultivo de camarón.

Las actividades realizadas son el modelamiento del diseño fotovoltaico en software PVSyst (Photovoltaic System Software) versión 7.2 de paneles solares, para de esta forma obtener los resultados estimados de las variables en sitio remoto de la camaronera, mediante la ubicación geográfica del lugar, para así llegar a los resultados óptimos al momento de realizar el dimensionamiento de la fuente de energía, acumuladores, elementos auxiliares y protecciones de estos.

## **1.2.Objetivos.**

### **1.2.1.Objetivo General.**

Diseñar un sistema fotovoltaico aislado para alimentadores automáticos AQ1 SYSTEM mediante cálculos y software PVSYST que permita la obtención de datos para su simulación y comprobación.

### **1.2.2.Objetivos Específicos.**

- ❖ Comparar dimensionamientos y simulaciones de paneles fotovoltaicos para utilización de eventos específicos.
- ❖ Crear una guía de diseño de paneles fotovoltaicos para alimentadores automáticos para un escenario de una piscina de 6 hectáreas.
- ❖ Dimensionar paneles fotovoltaicos para alimentadores automáticos AQ1 SYSTEM mediante el uso de software de dimensionamiento.
- ❖ Analizar el beneficio económico del uso de los paneles solares para energizar alimentadores AQ1 SYSTEM frente a el suministro de energía eléctrica por medio de un generador a diésel.

## **1.3.Justificación.**

Este proyecto se realiza con la intención de aplicar una fuente de energía renovable solar, como alternativa a la electrificación de alimentadores automáticos en la industria de cultivo acuícola, por lo cual un sistema fotovoltaico daría muchas prestaciones al momento de realizar electrificaciones para equipos de bajo consumo y de aplicaciones concretas en lugares remotos, como lo es la de los equipos que se encargan de abastecer de alimento balanceado a las piscinas de cultivo acuícola.

El desarrollo del trabajo de investigación es importante ya que el fin es mejorar la producción en la compañía, por medio de la alimentación de balanceado de camarón en los estanques a través de tecnología acústica como el AQ1 SYSTEM, teniendo en cuenta las posibilidades de mejorar las conversiones, término utilizado para referirse al factor en el que se mide la rentabilidad de una piscina semana a semana en el periodo de cultivo y luego de su cosecha, consiste en establecer una relación entre el alimento abastecido en el estanque y el crecimiento del animal.

Dimensionar y simular el sistema fotovoltaico aislado para energizar los feeders acústicos dará a la compañía la oportunidad de analizar su rentabilidad y con ello tomar una decisión frente a una futura implantación en sitio, conociendo la importancia de tener energizado el sistema las 24 horas del día, todos los días del periodo de engorde de camarón para su cosecha.

Contar con 4 tolvas de 250 kg que puedan abastecer un criadero de camarón de 6 has, ahorra mano de obra al realizar el suministro de alimento, ya que una sola persona podría realizar la tarea de llenar los recipientes una o dos veces al día dependiendo de la masa de alimento que demande el estanque, teniendo en cuenta que el controlador del sistema da la capacidad de tener dos zonas con dos sensores acústicos podríamos tener este sistema en dos estanques, todo esto electrificado mediante energía solar.

Teniendo en cuenta un ejemplo de una piscina de 6 hectáreas, en la que se cosecha 50.000 libras de camarón, por medio del AQ1 SYSTEM de 4 feeders, se tiene una relación de que cada tolva produjo 12.500 libras, frente a haberlo hecho por medio de otros alimentadores en los que debido a su tamaño de hasta tres veces menor capacidad me tomaría más tiempo realizar la tarea de llenar sus tolvas de 100 kg, donde para conseguir un escenario similar en cantidad cosechada se deben instalar hasta 20 feeders en sitio, y con ello relacionar que cada tolva genera 2.500 libras de animal.

Tener una sola zona de alimentación en el estanque que sea capaz de abastecer de balanceado a demanda y por un tiempo prolongado, dará como resultados que pueda omitir uno de los problemas latentes en el periodo de cultivo, el cual es la diferencia de tallas de camarón en una piscina, dado que con una cantidad considerable de pellet de balanceado abastecido por cada evento comandado por el sensor, podría ir cubriendo la necesidad de alimentarse de una forma más equitativa a los animales sembrados por metro.

Como beneficiarios directos la compañía y su personal, ya que tener un estudio de electrificación por medio de energías renovables, motivaría al entrenamiento y estudio de las personas que conforman la organización en esta área de generación de energía eléctrica, también se tiene a la comunidad científica y todos quienes conforman la industria camaronera ecuatoriana, ya que con este proyecto se tendría la capacidad y el criterio de elaborar dimensionamientos y simulaciones de sistemas fotovoltaicos aislados para diferentes escenarios.

Los beneficiarios indirectos de la investigación son todas aquellas personas que puedan informarse de la situación en la que se llevara a cabo el estudio, desde docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, hasta personas ajenas al alma mater que sientan la necesidad de empaparse

de estudios de Energías renovables en lugares remotos. Empresas que realizan innovaciones por medio de paneles fotovoltaicos para escenarios similares que al producir cantidades exorbitantes de alimentadores tienden a sobredimensionar y en muchos casos subdimensionar sistemas aislados afectando de manera directa a la producción.

Lo novedoso del presente proyecto es realizar tanto el cálculo matemático teniendo en cuenta ciertos parámetros y escenarios, como la simulación en el software PVSYST, que da la prestación de trabajar con diversas marcas de fabricantes de paneles fotovoltaicos, cargadores solares y acumuladores de energía eléctrica.

#### **1.4.Hipótesis.**

Electrificar un AQ1 SYSTEM por medio de sistemas fotovoltaicos aislados, hará más eficiente el periodo de engorde y a su vez reducirá la contaminación ambiental ahorrando recursos reflejados en los costos de producción.

##### **1.4.1.Variables**

**Variable Dependiente:** Costo de Producción.

**Variable Independiente:** Sistema fotovoltaico aislado.

##### **1.4.2.Operacionalización de Variables.**

A continuación, en la tabla 1, se visualiza la operacionalización de las variables de la investigación, en la cual, se presentan una definición conceptual, se establecen indicadores, unidades de análisis e instrumentos de recolección de información específicos tanto para la variable dependiente como para la independiente, las cuales se derivan de la hipótesis de la investigación:

**Tabla 1.**  
Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Unidad de Análisis	Instrumentos
<b>V. Dependiente:</b>  Costos de Producción en el periodo de engorde.	Es la suma de todos los insumos, mano de obra y tiempo, utilizados para llevar a cabo el periodo desde la siembra del animal en el estanque de engorde.	* Demanda Energética Interna. * Consumo promedio anual. * Acciones para reducir el consumo de energía.	* Perspectiva del supervisor de alimentación automática de la camaronera.	* Entrevista a encargado o supervisor de alimentación automática en camaronera.
<b>V. Independiente:</b>  Sistema fotovoltaico Aislado.	Sistema de energía renovable, que guarda autonomía dependiendo de la capacidad de almacenamiento de los acumuladores de corriente o baterías, consta de equipos electrónicos como cargador o regulador de carga e inversores de corriente directa a corriente alterna.	*Rendimiento *Capacidad Instalada. *Eficacia. *Rentabilidad	* Expectativa de administradores.	* Entrevista a personas encargadas de proyectos.

## Capítulo II

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes

En el presente apartado se desarrollarán los antecedentes que no es otra cosa que conocer el origen y evolución de los sistemas fotovoltaicos a través de los años, además de que también se realizará el análisis de los hallazgos de estudios sobre la implementación estos sistemas.

##### 2.1.1. Antecedentes Referenciales.

A continuación, se procede con el análisis de estudio previos la aplicación de sistemas fotovoltaicos en las piscinas de diferentes camarones, esto con la finalidad de conocer los hallazgos de manera que sea posible evitar errores o inclusive tomar como referencias las adaptaciones realizadas, al momento de diseñar el sistema fotovoltaico que se pretende implementar a futuro.

Como primer antecedente referencial se tiene un estudio realizado por profesionales de la carrera de Electrónica industrial de la Universidad Católica de Cuenca y la Universidad Técnica de Ambato, cuyo tema es “Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro”. El mismo consiste en la implementación de sistemas fotovoltaicos que permitan a recintos camaroneros el acceso a energías renovables, lo que les facultaría reducir paulatinamente el costo de operación tanto en la planta como en las piscinas donde emplean sistemas automatizados para el suministro de alimentos para los camarones. Entre las características de este estudio esta que se plantea como objetivo general, la reducción de costo y mejorar en términos de competitividad del usuario industrial en cuestión, como población objeto de estudio se tomó a los usuarios industriales del cantón Arenillas, para proceder con el desarrollo de este estudio, se aplicó el método analítico, puesto que, se requirió la gestión de información de sector camaronero la provincia de El Oro, así como los respectivos historiales de consumo para a través de una tabulación establecer promedios, esto supuso la aplicación de un enfoque cuantitativo. [3]

Los resultados de este estudio permiten conocer que, a través de los sistemas fotovoltaicos, es posible satisfacer la demanda energética de una camaronera, aunque de manera parcial, con lo

cual, lo autores concluyen que este sistema es beneficioso puesto que, permite reducir la dependencia del petróleo para la producción. Esta investigación aporta al presente estudio, una idea realista sobre los posibles resultados que se pueden obtener, tomando en consideración que en este caso no se plantea realizar dicha sustitución de energía en toda la planta sino en las piscinas de camarón, con la finalidad de reducir energía al momento de accionar los AQ1 SYSTEM.

Con la finalidad de fomentar un correcto entendimiento a continuación se presenta los hallazgos del primer antecedente referencial:

<b>Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro</b>	<b>Objetivo General:</b> Reducir los costos de operación e incrementar la competitividad de los sectores productivos.
	<b>Población:</b> Usuarios industriales de Puerto Pitahaya perteneciente al cantón Arenillas
	<b>Metodología:</b> Es analítica, con enfoque cuantitativo.
	<b>Resultados:</b> Los resultados del presente estudio demuestran que la integración de sistemas fotovoltaicos de generación solar puede satisfacer parcialmente la demanda eléctrica de los cultivos intensivos y extensivos de camarones de la provincia de El Oro.
	<b>Conclusiones:</b> Las plantas solares fotovoltaicas son una alternativa efectiva para la producción de energía en el sector camaronero y garantiza el desacoplamiento económico de este sector productivo de la dependencia del petróleo en el Ecuador.

*Figura 2.* Antecedente referencial No. 1. Adaptado de “Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro”. Elaborado por los autores.

El segundo antecedente referencial, fue desarrollado por profesionales de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), lleva por título “Evaluación, selección e implementación de proyectos de instalación de sistemas fotovoltaicos en piscinas camaroneras”. Este es básicamente un estudio de factibilidad de la implementación de paneles solares, para lo cual, se aplican diferentes herramientas de análisis características de la administración estratégica, a través de las que pudieron determinar la demanda y la tendencia de consumos de los usuarios industriales del sector camaronero con respecto a los sistemas fotovoltaicos. [4]

Entre las especificaciones del documentos se puede observar que el mismo tiene como finalidad diagnosticar la factibilidad de aplicar sistemas fotovoltaicos en piscinas camarones, para lo cual, tomaron como población a representantes de camaronera con afiliación a la Cámara Nacional de

Acuicultura (CNA), para proceder con este estudio, se aplicaron en simultaneo el método analítico, ya que se realizó una encuesta de opinión a estas camaroneras, e inductivo porque se aplicaron herramientas de la administración estratégica.

Entre los resultados obtenidos tras la recolección de información se puede apreciar que estas camaroneras se muestran interesadas en acceder a estos sistemas, así como una creciente preocupación por contar con una producción con un impacto ambiental reducido, finalmente se determinó que existe una alta demanda de ellos. Se concluye que en el sector camaronero existe la necesidad de contar con energías renovables que les permitan reducir costos por concepto de combustibles fósiles, así como también la apertura de líneas de financiamiento para su adquisición e implementación. [4]

Con la finalidad de fomentar un correcto entendimiento a continuación se presenta los hallazgos del segundo antecedente referencial:

<b>Evaluación, selección e implementación de proyectos de instalación de sistemas fotovoltaicos en piscinas camaroneras</b>	<b>Objetivo General:</b> Evaluar la factibilidad de aplicar un sistema fotovoltaico en piscinas camaroneras .
	<b>Población:</b> Administradores / dueños de camaroneras afiliadas al CNA
	<b>Metodología:</b> La presente analítica e inductiva, con enfoque cuantitativo.
	<b>Resultados:</b> Expone la preocupación del consumidor por el medio ambiente, revela el alto interés por parte del sector camaronero en contar con un apoyo financiero por parte del Gobierno para el crecimiento de la industria y reconoce el nicho de mercado donde las necesidades de sistemas fotovoltaicos son más altas.
	<b>Conclusiones:</b> Existe interés por parte de los potenciales clientes en tener una cadena de producción del camarón más limpia en la que se incorpore el uso de energías renovables, y a su vez el uso de SFV como respaldo para sus equipos eléctricos.

**Figura 3.** Antecedente referencial No. 2. Adaptado de “Evaluación, selección e implementación de proyectos de instalación de sistemas fotovoltaicos en piscinas camaroneras”. Elaborado por los autores.

Finalmente, el tercer antecedente referencial es desarrollado por profesionales del área de Ingeniería civil e industrial, de la Escuela Politécnica Nacional, mismo que se titula “Planteamiento de una alternativa energética renovable para el sistema de bombeo de agua en las camaroneras del Ecuador enfocado en el consumo de diésel y su impacto ambiental”. En este estudio se realiza una comparación en cuanto al rendimiento de un sistema fotovoltaico frente a

un sistema convencional alimentado por diésel, tomando en consideración que este último supone el consumo de grandes cantidades de combustible y emisiones al medio ambiente. [5]

El objetivo general, el estudio en cuestión es aplicar el sistema fotovoltaico para los sistemas de bombeo dentro de una camaronera, para posteriormente realizar una comparación sobre su viabilidad frente al sistema de recirculación actual. Como población objeto de estudio se toma un aproximado de 158 camaroneras, como metodología de investigación se aplica el método experimental, a través del cual, se realiza la comparación antes mencionada y el método analítico, ya que, se realizará un análisis de resultados de las encuestas realizadas a las camaroneras.

Los resultados indican que la implementación del sistema fotovoltaico permitiría contar con una producción sostenible, que supondría un ahorro en combustibles fósiles, que en la actualidad es de 103.432 gal. de diésel anualmente equivalentes a 698 ton. de CO<sub>2</sub> en el mismo periodo de tiempo. Como conclusión plantean que para que el sistema fotovoltaico accione el sistema de bombeo, se requiere de instalar 3.220 paneles de 310 Wp y 55 baterías de 1.280 Ah. Esta investigación aporta la importancia del dimensionamiento de un sistema en función de la necesidad de la camaronera, es decir, el número de paneles y de baterías va en función de la energía requerida por los equipos que ésta accionará y del número de horas que estos se mantendrán activos.

Con la finalidad de fomentar un correcto entendimiento a continuación se presenta los hallazgos del tercer antecedente referencial:

**Planteamiento de una alternativa energética renovable para el sistema de bombeo de agua en las camaroneras del ecuador enfocado en el consumo de diésel y su impacto ambiental.**

**Objetivo General:** Proponer un sistema de bombeo fotovoltaico para una camaronera y comparar su viabilidad con respecto al sistema convencional de bombeo a diésel.

**Población:** Un total de 158 camaroneras distribuidas en dos estratos diferentes: provincias y tamaños.

**Metodología:** Experimental y analítica con enfoque cuantitativo.

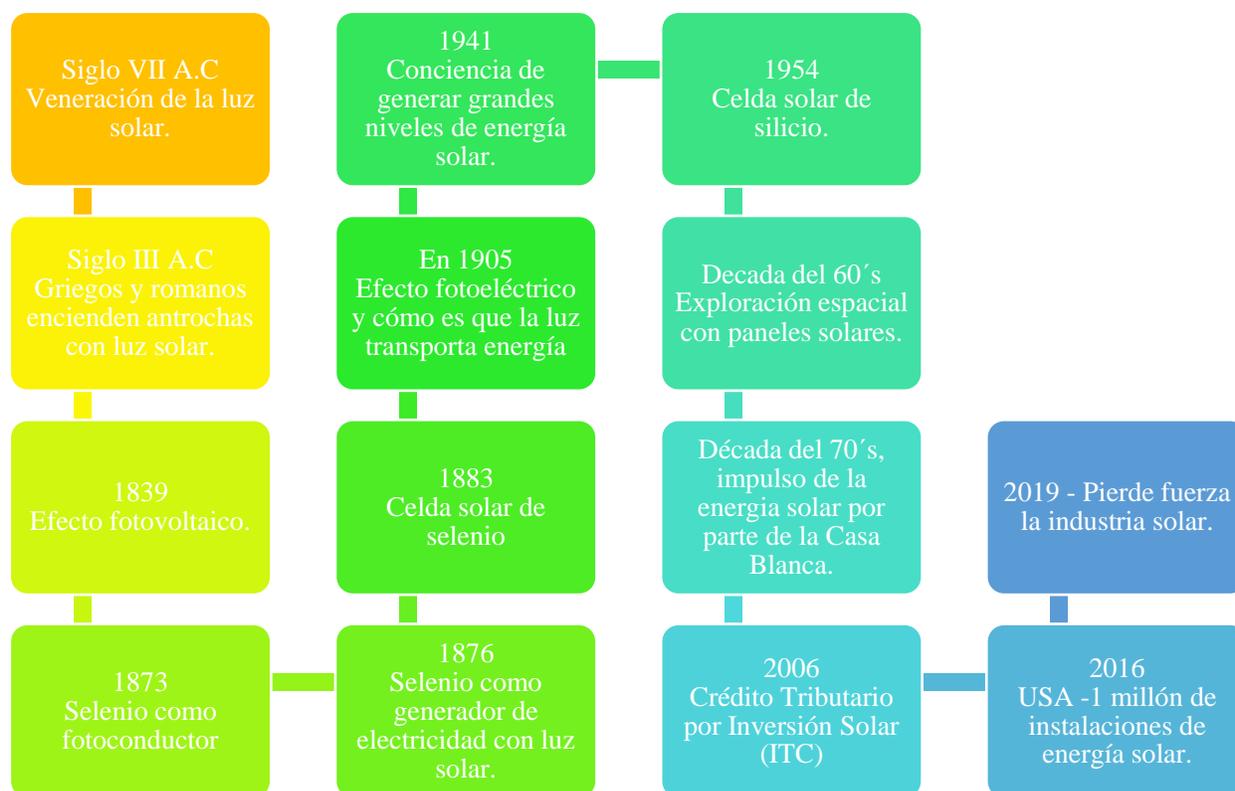
**Resultados:** El sistema de bombeo por medio de energía fotovoltaica tiene la finalidad de generar energía limpia para la camaronera mediante la cual se dejaría de consumir 103.432 galones de diésel al año que representan 698 toneladas de CO2 anuales.

**Conclusiones:** Se determinó para un sistema fotovoltaico que alimente una bomba de 200 hp y motor de 270 hp, con tiempo de funcionamiento de 14h diarias (7h día y 7h noche) se necesita instalar 3.220 paneles de 310 Wp y 55 baterías de 1.280 Ah. El área requerida para la instalación de los módulos solares es de 0,95 Ha, lo cual no representa un inconveniente para las fincas debido a que éstas cuentan con extensiones de terreno mayores a 250 Ha.

*Figura 4.* Antecedente referencial No. 3. Adaptado de “Planteamiento de una alternativa energética renovable para el sistema de bombeo de agua en las camaroneras del ecuador enfocado en el consumo de diésel y su impacto ambiental.”. Elaborado por los autores.

### 2.1.2. Antecedentes Históricos.

A continuación, se procede a realizar una reseña histórica de la evolución de los sistemas fotovoltaicos, esto con la finalidad de tener conocimiento de todo lo que implican los mismos, para proceder con este apartado se precisa la utilización de la línea de tiempo como herramienta de análisis.



**Figura 5.** Línea de tiempo de la evolución de sistemas fotovoltaicos. Adaptados de “Historia de los Paneles Solares”. Elaborado por los autores.

El aprovechamiento de la energía renovable es una actividad que data del siglo VII antes de Cristo, lo que lleva a pensar que esta además de ser venerada por las civilizaciones primitivas, también la usaban desde sus inicios, el uso más primitivo es el enfoque de la luz mediante una lupa, con la finalidad de encender fogatas que permitan cocer los alimentos.

En el siglo III, la luz solar era empleada para encender antorchas en eventos religiosos, esto mediante la reflexión de esta en espejos, posteriormente aparecerían los solárium, que captaban la energía solar para aprovechar su calor, cabe mencionar que estos fueron encontrados en culturas

tales como los romanos y los nativos americanos, que permitían que los habitantes de los predios puedan tomar sol de manera indirecta.

Edmond Becquerel, descubre en 1839 el efecto fotovoltaico, tras realizar un experimento con una celda de electrodos metálicos y una solución conductora, donde evidencio que esta generaba mayor cantidad de electricidad cuando recibía luz solar. Posteriormente, en 1873 Willoughby, descubre, el selenio mismo que cumpliría la función de foto conductor. William Grylls Adams y Richard Evans Day en 1876, ponen aprueba el selenio bajo el principio fotovoltaico, descubriendo que este más que fotoconductor, puede generar energía por si solo si se lo expone al sol.

Mediante una publicación sobre la fotoelectrónica y sus bondades, Albert Einstein, captó la atención del mundo entero y la posó sobre la energía solar en 1905. En 1941, aparecen los pininos de la celda solar, con lo cual, la comunidad científica cae en cuenta de que es posible generar grandes niveles de energía solar.

En 1954, Laboratorios Bell consigue un avance significativo sobre los paneles solares, cuando Daryl Chapin, Calvin Fuller, y Gerald Pearson, científicos que laboraban de dicha institución crean un panel del silicio, material que se caracterizaba por ser eficiente y por una extensa disponibilidad. [6]

En el decenio de los 60's, los paneles solares se emplearon para suministrar de energía a partes específicas de naves espaciales entre las cuales constan el satélite Vanguard I y las naves Vanguard II, Explorer III, y Sputnik-3. Es preciso mencionar que, en esta década, la NASA realiza el lanzamiento del satélite Nimbus, cuyo nivel operativo dependía de un sistema de paneles de 470 vatios. Esto sirvió como catapulta para que este tipo de energías además de ser empleado en la industria aeroespacial empezara a usarse en viviendas y negocios a nivel mundial. En la década de los 70's, el petróleo escasea y se hace notoria la dependencia de USA, de energías no renovables provenientes de países extranjeros, en dicha época la inflación era alta y ocasiono una depresión económica, lo que repercutió en escasos de productos básicos, creando la necesidad de mayores niveles de innovación. En esta época tras la implementación de paneles solares en la casa blanca, la población estadounidense se vio alentada a implementarla en sus casas. [6]

En el 2006, USA pone en marcha la iniciativa de Crédito Tributario por Inversión Solar (ITC), con lo cual, se dio un impulso de 10.000% de la industria solar, de manera que se volvió común

ver que estos paneles se emplearan más en negocios o plantas de producción, que en viviendas unifamiliares. [7]

En el año 2016, USA consigue un aproximado de 1 millón de instalaciones de energía solar, cabe mencionar que, desde su invento, tuvieron que pasar 40 años para que esta energía se aplicara en dicha magnitud, posteriormente en el 2019, se alcanzaría cerca de 2 millones de instalaciones, para posteriormente caer en una curva decreciente. [1]

## **2.2. Marco Teórico.**

En el presente apartado se muestra la conceptualización de teorías y términos inherentes a la temática abordada, de manera que se cuente con definiciones específicas para el desarrollo del presente estudio.

### **2.2.1.Ley de Ohm.**

Esta ley constituye uno de los principios básicos de la electricidad y la electrónica, la cual consiste en el establecimiento de una relación entre la intensidad de corriente que pasa por un conductor y la tensión o voltaje existente entre los terminales de la fuente, esta relación se ve completada mediante una regla de proporcionalidad que recibe el nombre de resistencia eléctrica, que no es más que la oposición flujo de electrones que se trasladan por el conductor.

El motivo por el cual se trae a colación la Ley de OHM es que a través de esta se establece la resistencia eléctrica y los respectivos coeficientes de temperatura, de los diferentes materiales conductores y semiconductores, teniendo así que se parte de que aquellos materiales que presenten valores más próximos a cero. En este caso el silicio tiene una resistencia de 640 y un coeficiente de temperatura de  $-7.5 \times 10^{-2}$ . [7]

A continuación, se presenta la tabla. 2, de resistencia y coeficiente de temperatura para diferentes materiales conductores.

Material	Resistividad $\rho$ a 20 °C, $\Omega \times m$	Coefficiente de temperatura $\alpha$ a 20 °C, $K^{-1}$
Plata	$1.6 \times 10^{-8}$	$3.8 \times 10^{-3}$
Cobre	$1.7 \times 10^{-8}$	$3.9 \times 10^{-3}$
Aluminio	$2.8 \times 10^{-8}$	$3.9 \times 10^{-3}$
Wolframio	$5.5 \times 10^{-8}$	$4.5 \times 10^{-3}$
Hierro	$10 \times 10^{-8}$	$5.0 \times 10^{-3}$
Plomo	$22 \times 10^{-8}$	$5.0 \times 10^{-8}$
Mercurio	$96 \times 10^{-8}$	$0.9 \times 10^{-3}$
Nicron	$100 \times 10^{-8}$	$0.4 \times 10^{-3}$
Carbono	$3500 \times 10^{-8}$	$-0.5 \times 10^{-3}$
Germanio	0.45	$-4.8 \times 10^{-2}$
Silicio	640	$-7.5 \times 10^{-2}$
Madera	$10^8-10^{-14}$	
Vidrio	$10^{10}-10^{14}$	
Goma dura	$10^{13}-10^{16}$	
Ámbar	$5 \times 10^{14}$	
Azufre	$1 \times 10^{15}$	

**Tabla 2.** Resistividades y coeficientes de temperatura de resistividad. Adaptado de “Ley de ohm formula y ejemplos”. Elaborado por los autores.

### 2.2.2. Energías renovables.

Las energías renovables son definidas como fuentes de energía provenientes de la naturaleza, lo que hace que estas tengan la característica de ser inagotables, tomando en consideración que se generan a partir de fenómenos naturales tales como corrientes de viento o agua, la irradiación solar, la combustión de desechos naturales, a través de la descomposición de desechos orgánicos e inclusive el calor interno del planeta. [8]

La importancia de estas energías se refleja en las estadísticas generadas por la Agencia Internacional de la Energía (AIE), donde se prevé que tendrán mayor participación en el suministro eléctrico, pasando de 26% en el 2020 a 44% en el 2040, lo que supondría la satisfacción de dos tercios de la demanda energética futura, siendo las principales fuentes la energía eólica y la fotovoltaica. En este informe estadístico se proyecta que la demanda energética crecerá en un 70%. [9]

Las energías renovables han tomado un rol protagónico en las últimas décadas, de manera que en la actualidad cuentan con el respaldo de 200 economías a nivel mundial, mismas que suscribieron el Acuerdo de París, en el marco de la Cumbre Mundial del Clima, celebrada en dicha

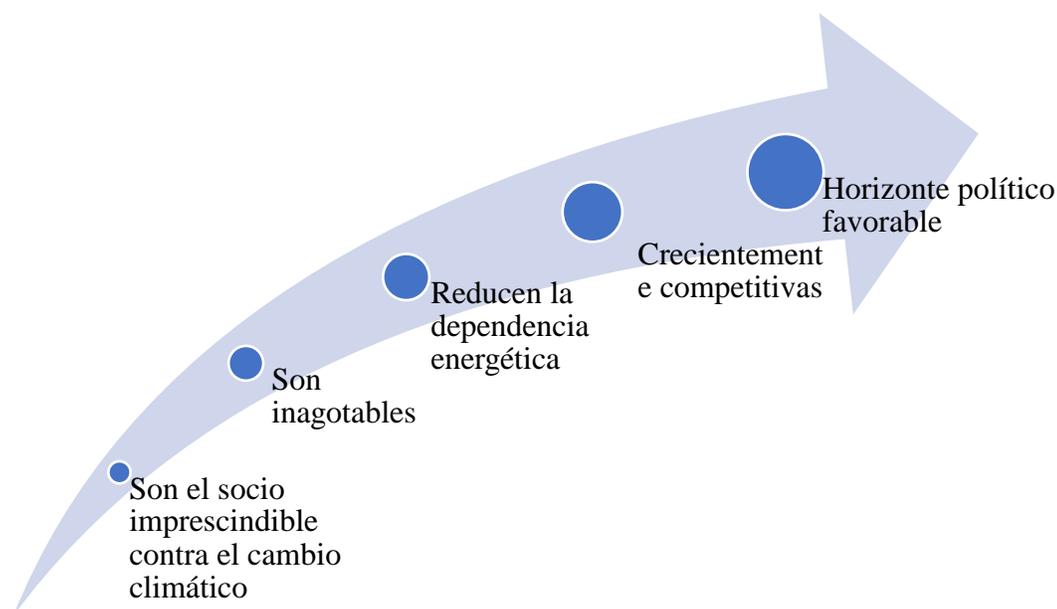
ciudad en el año 2015, a través de este convenio los países suscritos se comprometen a generar un menor nivel de emisiones, con la intención que la temperatura del planeta sea menor a los 2 grados. [11]

Partiendo del hecho que existen diferentes fuentes de energías renovables, a continuación, se presenta sus distintos tipos:



**Figura 6.** Tipos de energía renovable. Adaptado de “La importancia de las energías renovables”. Elaborado por los autores.

Entre las principales ventajas de emplear energías renovables está el hecho de que estas permiten mitigar los efectos generados por el cambio climático, debido a que se generan de fenómenos propios de la naturaleza, se consideran inagotables, permiten reducir la dependencia del uso de combustibles fósiles, y permiten a los usuarios reducir su coste por concepto de suministro energético. A continuación, se presenta la Figura 7, de manera resumida las ventajas de la utilización de energías renovables:



**Figura 7.** Ventajas de las energías renovables. Adaptado de “La importancia de las energías renovables”. Elaborado por los autores.

### 2.2.3. Energía fotovoltaica.

En la actualidad esta constituye una de las energías renovables con mayor relevancia a nivel mundial, puesto que, además de colaborar a preservar el medioambiente, fomenta el uso eficiente de la energía. Esta es generada a partir de la transformación de la radiación y luz solar, misma que se convierte en energía eléctrica, lo que es posible gracias a los sistemas de fotovoltaicos, que están compuestos por paneles en los cuales permiten que la radiación solar tenga incidencia en las células fotovoltaicas. [10]

Este tipo de energías en la actualidad se emplean para suministrar de energía a las instalaciones de compañías, a través de sus sistemas de distribución eléctrica, para su producción existen tres diferentes grupos de paneles, entre los cuales constan los paneles fotovoltaicos que suelen ser

empleados en viviendas unifamiliares y que transforman la luz solar en electricidad. Los paneles térmicos son empleados en vivienda unifamiliares con una exposición directa al sol, de manera que se produce energía térmica y finalmente están los paneles termodinámicos, que es una combinación de los dos anteriores y operan indiferentemente del clima, estos pueden generar tanto energía como calor al mismo tiempo. [10]

Son muchos los beneficios que presenta la energía fotovoltaica, lo que es un punto clave para que haya tomado tanta repercusión en cuanto a la satisfacción de la demanda energética, no obstante, el beneficio principal es el aporte que genera en la conservación del medio ambiente y la reducción de costo, aspectos que, en cierta forma, justifican la desventaja de contar con una inversión inicial.

A continuación, en la Figura 8, se enlistan las principales ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica:

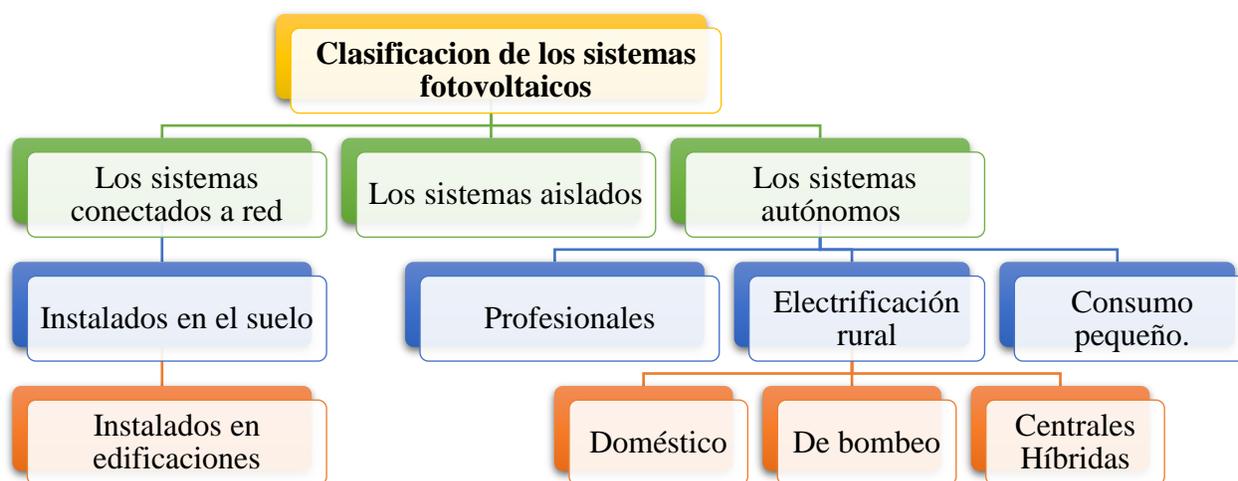
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como procede de una fuente de energía renovable, sus recursos son ilimitados.</li> <li>• Su producción no produce ninguna emisión, es decir, es una energía muy respetuosa con el medio ambiente.</li> <li>• Los costos de operación son muy bajos.</li> <li>• El mantenimiento es sencillo y de bajo costo.</li> <li>• Los módulos tienen un periodo de vida de hasta 20 años.</li> <li>• No solo se puede integrar en las estructuras de construcciones nuevas, sino también en las ya existentes.</li> <li>• El transporte de todo el material es práctico</li> <li>• El costo disminuye a medida que la tecnología va avanzando.</li> <li>• Es un sistema de aprovechamiento de energía idóneo para zonas donde no llega la electricidad.</li> <li>• Los paneles fotovoltaicos son limpios y silenciosos, de manera que pueden instalarse en casi cualquier parte sin provocar ninguna molestia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los costos de instalación son altos por lo que requiere de una gran inversión inicial.</li> <li>• Los lugares donde hay mayor radiación solar, son lugares desérticos y alejados de las ciudades.</li> <li>• Para recolectar energía solar a gran escala se requieren grandes extensiones de terreno.</li> <li>• En cuanto a la tecnología actual, hay falta de elementos almacenadores de energía económicos y fiables.</li> </ul>

**Figura 8.** Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica. Adaptado “¿Qué es la energía solar fotovoltaica y cómo se genera?”. Elaborado por los autores.

### 2.2.4. Sistemas Fotovoltaicos.

Es un término empleado para hacer referencia a un conglomerado de equipo eléctrico y electrónico, que generan electricidad a través del aprovechamiento de la radiación solar, el eje central de estos sistemas son el módulo fotovoltaico, mismo que trae intrínsecas células que le permiten proceder con la conversión de energía solar en energía eléctrica, el resto de los componentes de este sistema dependerán de las necesidades para las que este es requerido. [12]

A continuación, se presentan la clasificación de los sistemas fotovoltaicos:



**Figura 9.** Clasificación de los sistemas fotovoltaicos. Adaptados de “¿Qué es un sistema fotovoltaico?”. Elaborado por los autores.

Los sistemas fotovoltaicos con conexión a la red son aquellos que captan la energía solar, la transforman en electricidad y luego la inyectan de manera progresiva a la red eléctrica convencional, cabe mencionar que una característica esencial de estos sistemas es que no cuenta con un acumulador de energía, ya que estos no tienen la tarea de satisfacer una demanda energética de manera directa. [1]

Para que este sistema pueda inyectar energía a la red convencional, se emplea un inversor que permite que permite adaptar la potencia producida. Estos sistemas pueden instalarse en el suelo, mismos que suelen emplearse para la generación energía y la obtención de un rendimiento económico, puesto que, generan una potencia de 100kW, por otro lado, están los instalados en

edificaciones, los cuales más que generar energía, sustituyen ciertas instalaciones, son de menor tamaño y la potencia que generan es menor a 100 kW. [11]

Los sistemas fotovoltaicos autónomos, poseen una multiplicidad de aplicaciones, estos si poseen una demanda energética específica, lo que supone que estos cuentan con un acumulador de energía, estos pueden ser de tres tipos, que pueden ser profesionales, electrificación rural y consumo pequeño.

En el caso de sistemas autónomos de consumo pequeño, los paneles están hechos a base de silicio amorfo, donde para la alimentación se requiere de componentes electrónicos tales como calculadoras, cargadores y herramientas como balizas. Los sistemas autónomos profesionales suponen una aplicación más técnica, puesto que, entre sus aplicaciones constan radioenlaces, que se emplean para suministrar energías a señales de tránsito o naves espaciales. [11]

Es preciso mencionar que los sistemas autónomos profesionales, se caracterizan por contar con un nivel de fiabilidad elevado, gracias a que de darse el corte de suministro de energía se incurriría en costos elevados, haciendo necesaria la incorporación de un generador y un sistema de acumulación electroquímica de mayor tamaño, lo que hace que se reduzca la posibilidad de una falla, en casos específicos se requiere la incorporación de grupos electrógenos, lo que, permite la reducción de número de acumuladores o accionarse como un equipo de auxilio. [13]

Por último, están los sistemas autónomos aplicados a la electrificación rural, los cuales son predominantes en sistemas domésticos y de bombeo, así como en centrales híbridas, en el caso específico de sistemas domésticos y centrales híbridas, estas son empleadas para la alimentación de sistemas de iluminación, artefactos y herramientas eléctricas de menor tamaño. [11]

Los sistemas domésticos pueden generar potencias que oscilan entre los 100 W o 200 W, generalmente se los encuentra en viviendas tipo unifamiliar, o también en establecimientos tales como centros comunitarios o de salud. Las centrales híbridas presentan potencias de entre 10 kW y 100 kW, las dimensiones de estas centrales estarán en función del tamaño de la población. [13]

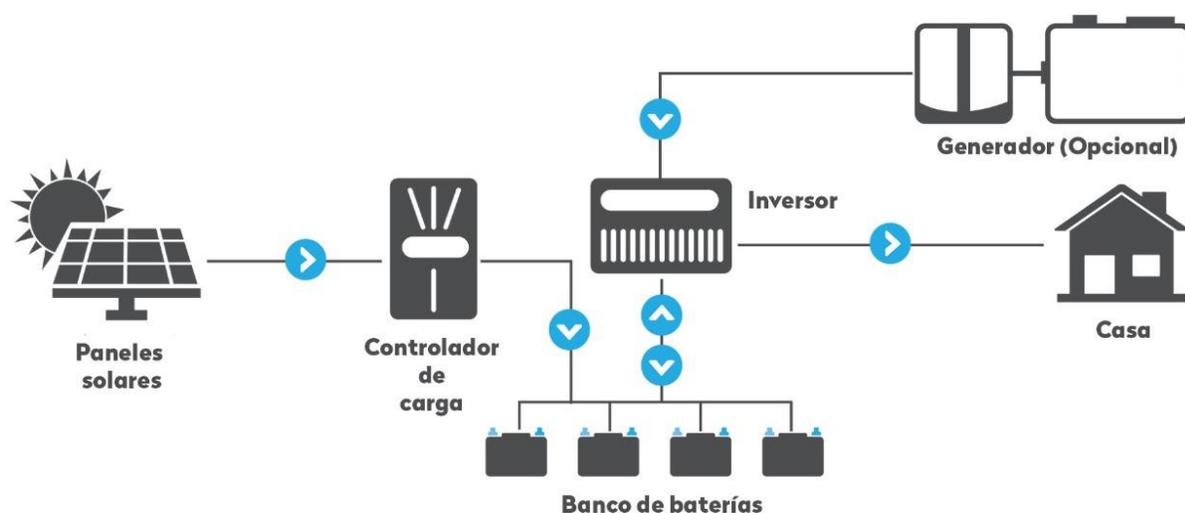
Los sistemas de bombeo toman la energía producida por el generador, para activar la motobomba, que sirve para traspasar el agua de la fuente hídrica a los sistemas de distribución, con estos sistemas se toman acciones tales como la acumulación de energía potencial de la que se almacena en tanques elevados, esto con la finalidad de reducir el costo y volverla más fiable.

Generalmente son empleadas para el suministro de agua en granjas, sistemas de riego y de osmosis invertida. [11]

Para terminar con la revisión de los sistemas fotovoltaicos, se tienen los de tipo aislado, mismos que son una excelente alternativa, para zonas donde se experimentan complicaciones para conectar el sistema eléctrico de un establecimiento a la red pública, haciendo que este servicio se convierta en una necesidad insatisfecha altamente demanda. [12]

#### **2.2.4.1. Componentes de un sistema fotovoltaico.**

Un sistema fotovoltaico, requiere de un conjunto de componentes muy necesarios para operar de manera regular, donde el componente más indispensable es el panel solar, no obstante, este no puede accionar por si solo y se requiere de otros implementos, cabe mencionar que estos serán descritos a continuación en la figura 10:



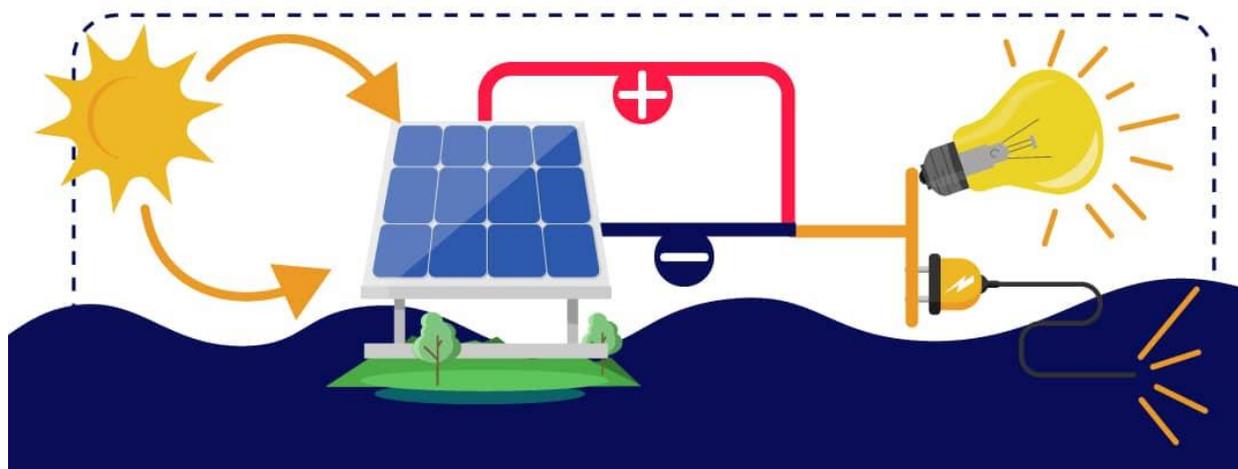
**Figura 10.** Componentes de un sistema fotovoltaico. Adaptado de “Componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas”. Elaborado por los autores.

##### **2.2.4.1.1. Paneles solares.**

Este componente es indispensable, puesto que, es el encargado de convertir la radiación solar en electricidad esto mediante el efecto foto electrónico, estos están elaborados en base a un mineral semiconductor, que en este caso es el silicio, mismo que puede ser mono o poli cristalino, al momento de seleccionar que panel más conveniente para desarrollar un sistema fotovoltaico, es recomendable optar por un panel de silicio policristalino, los cuales además de presentar mayor

disponibilidad, también cuentan con precios asequibles. Estos paneles en condiciones óptimas pueden generar potencias de 1 kW/m<sup>2</sup> y una temperatura de hasta 25 °C. [13]

A continuación, en la figura 11, se presenta una imagen de los paneles solares para sistemas fotovoltaico:



**Figura 11.** Paneles solares. Adaptado de “Componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas”. Elaborado por los autores.

#### 2.2.4.1.2. Baterías.

Tras la generación de electricidad, es preciso almacenar esta energía, para lo cual se recurre a los acumuladores o como se los conoce comúnmente batería, para estos fines, las baterías más comunes son las de plomo y ácido, el nivel de voltaje de estas baterías es lo que determina cuanta energía puede almacenar el sistema fotovoltaico, su capacidad es expresada por amperios por horas (Ah) y su vida útil oscila entre los 5 y 10 años. [14]

A continuación, en la figura 12, se presenta una imagen de las baterías para sistemas fotovoltaico:



**Figura 12.** Batería. Adaptado de “Componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas”. Elaborado por los autores.

### 2.2.4.1.3.Regulador de carga de la batería.

La función de este componente es evitar la sobre descarga, con lo cual, se previene una posible descarga profunda y también está la prevención de sobrecargas, donde, se reduce la posibilidad de que se dé un exceso en la emisión de gases, que pudieran ocasionar que se pierdan electrolitos. A continuación, se presentan en Figura 12, datos importantes sobre la función de los reguladores frente a estas situaciones:

<b>Sobredescarga</b>	<b>Sobrecarga</b>
	
<input type="checkbox"/> Se da en las noches o cuando existe debilidad en la irradiación.	<input type="checkbox"/> Provocan la sulfatación de las baterías.
<input type="checkbox"/> De darse el caso, se desconecta la carga de la batería.	<input type="checkbox"/> En caso de sulfatación las baterías se desconectan del generador FV,
<input type="checkbox"/> La sobredescarga debe ser menor al 80% de la carga total.	<input type="checkbox"/> Se conectan cuando desaparece el riesgo.
<input type="checkbox"/> Si se producen descargas profundas frecuentes, deberán ser menor o igual a 60%	

**Figura 13.** Funciones de los reguladores de carga. Adaptado de “¿Cuáles son los componentes de una instalación aislada?”. Elaborado por los autores.

Es preciso mencionar que la adquisición y el precio del regulador de carga para baterías estará en función de la cantidad de corriente que se pretende regular, en este caso amperios. Otras de las funciones que este componente puede cumplir es la de controlar la temperatura de los electrolitos, iguala la carga de las baterías para casos donde existe más de una, en situaciones de sobre descarga y sobrecarga, aplica un proceso de desconexión, el cual es controlado a través de un temporizador de manera que cuando el riesgo desaparece, la carga vuelve a conectarse con las baterías. [15]

A continuación, en la figura 14, se presenta una imagen de los reguladores de carga para sistemas fotovoltaico:



**Figura 14.** Regulador de carga de la batería. Adaptado de “Componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas”. Elaborado por los autores.

Existen dos tipos de reguladores de carga, los cuales pueden ser PWM o MPPT, mismos que serán descritos a continuación en la Figura 15:

PWM (modulación por ancho de pulsos)	MPPT (seguidor del punto de máxima potencia)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es más económico y se recomienda para pequeños sistemas solares de bajo coste.</li> <li>• Solo puede utilizarse si la tensión nominal de las placas solares y las baterías es la misma, por ejemplo, con placas solares 12V y baterías 12V.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son mucho más eficientes ya que se encargan de ajustar la tensión entrante de paneles a la que precisa la batería según su etapa de carga, por ello pueden sacar alrededor de un 30% más de energía que un PWM.</li> <li>• El único requisito es una tensión nominal en paneles superior a la tensión de trabajo en baterías y son la única opción posible cuando se utilizan paneles con un voltaje no estándar.</li> </ul>

**Figura 15.** Diferencias entre los tipos de reguladores de carga. Adaptado de “¿Cuáles son los componentes de una instalación aislada?”. Elaborado por los autores.

#### 2.2.4.1.4. Inversor.

Es necesario que los inversores mantengan una conexión con la batería, estos realizan una conversión de corriente continua a alterna, la cual es comúnmente usada en los hogares, cuando se trata de inversores aislados, lo más común es que estos tengan capacidades de entre 12V y 48V, además es estrictamente necesario que estos produzcan ondas senoidales, para así evitar incurrir en averías, al momento de conectar algún dispositivo. A pesar de que existen varias opciones de potencias, lo normal son potencias de 1500W en 12V, unos 3000W a 24V y a partir de 4000 o 5000W a 48V. La práctica más común al implementar un sistema fotovoltaico es realizar una

integración entre el regulador y el inversor, además de las funciones propias de cargador. En sistemas aislados lo más habitual es contar con generadores que pueden ser a diésel o gasolina, lo que permite suplir la energía eléctrica generada a través de estos sistemas, en casos donde la producción de energía es relativamente baja. [16]

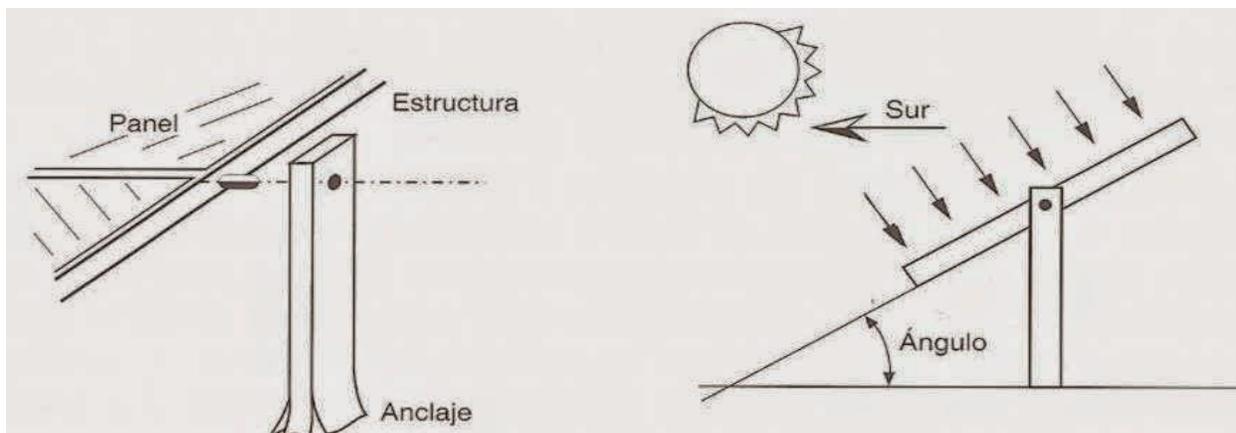
A continuación, en la figura 16, se presenta una imagen de un inversor para sistemas fotovoltaico:



**Figura 16.** Inversor. Adaptado de “Componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas”. Elaborado por los autores.

#### 2.2.4.1.5. Soportes.

Existen quienes no le dan la importancia necesaria, pero es necesario tener en cuenta que los soportes se encargan de fijar con firmeza los paneles solares en el espacio destinado, es preciso además no omitir los grados de inclinación y la dirección en la que estos estarán dispuestos, dado que, el rendimiento de sistema fotovoltaico depende en parte de estos aspectos. [17]

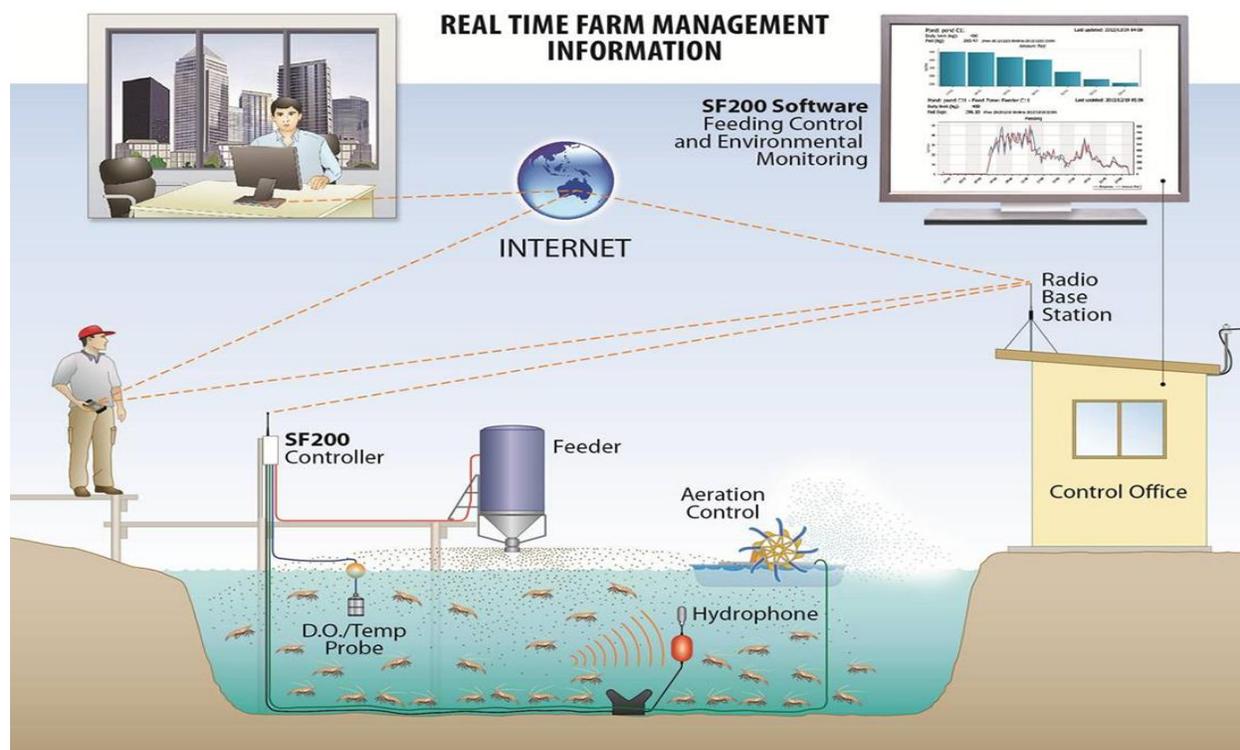


**Figura 17.** Soporte. Adaptado de “Componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas”. Elaborado por los autores.

### 2.2.5. AQ1 SYSTEM.

Estos son sistemas automáticos que se emplean para alimentar camarón, este trae intrínseco un conjunto de complejos algoritmos, que, a través del hidrófono, filtran los sonidos que comúnmente emiten los camarones al momento de alimentarse, para posteriormente a través de un algoritmo alimentación adaptada, dosificar el alimento de forma que se evita el desperdicio y por ende afectaciones en el agua generada por la descomposición del balanceado en el fondo del estanque. Los beneficios de estos sistemas es que se promueve el aprovechamiento del alimento, haciendo que el crecimiento se vea alentado y se reduzca la conversión alimenticia, de manera que se obtiene un camarón de calidad. [18]

A continuación, en la Figura 18, se puede visualizar el AQ1 SYSTEM:



**Figura 18.** AQ1 SYSTEM: Funcionamiento. Adaptado de “Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico”. Elaborado por los autores.

En términos más específicos se tiene que este sistema es la combinación de sensores sónicos y un software a través del cual, se dan seguimiento a cualquier variación que pueda aparecer en el comportamiento de los camarones al momento de alimentarse, además de puede operar las 24

horas del día durante los 7 días de la semana. A continuación en la Figura 19, se presentan los beneficios del AQ1 SYSTEM:

<b>Beneficios del AQ1 SYSTEM</b>	Esta tecnología pueden alimentar 24h /7días si y solamente cuando el camarón lo requiere.
	Esta tecnología puede reducir costo del personal o dedicar su personal a otras tareas más que nunca tenían tiempo realizar (mantenimiento preventivo).
	Puede evitar distribución cuando el camarón no quiere comer para evitar cualquier tipo de sobre consumo y/o desperdicio de alimento.
	Puede apuntar automáticamente los periodos más favorables, especialmente de noche (el camarón es bastante nocturno), sin importar la no disponibilidad de personal.
	Elimina los desperdicios de alimento que generalmente tienen impactos negativos sobre calidad del medio de cultivo y por consecuencia sobre la salud del camarón.

*Figura 19.* Beneficios de los sistemas de alimentación automática AQ1. Adaptado de “AQ1 SYSTEM”. Elaborado por los autores.

### **2.2.6. Tecnologías Acústicas para camarón.**

En términos generales las tecnologías acústicas son sistema diseñados para realizar un mejor control del crecimiento y calidad del camarón, esto tomando en consideración que el presente proyecto se enfoca en la implementación de un sistema fotovoltaico, que permita suministrar de energía a artefactos tecnológicos como son los AQ1 SYSTEM. Las tecnologías acústicas emplean sensores a través de los cuales aplican una medición de la intensidad con la que se realiza la alimentación en los estanques. [19]

Es preciso mencionar que los sistemas de tecnología acústica funcionan bajo un conjunto de algoritmos que les permite someter a análisis los sonidos generados por el camarón al momento de alimentarse, de manera que se realiza una relación entre el aporte del alimento y la intensidad con la que se desarrollará el proceso de alimentación. En casos donde se desea realizar un monitoreo en tiempo real, estos sistemas pueden ser equipados con sensores de diferente tipo como son sónicos, térmicos o de oxígeno disuelto, de manera que la determinación de la demanda de alimento este en función del horario, la calidad del agua y oxígeno en la zona de alimentación del estanque. [20]

### 2.2.6.1. Proceso de aplicación y distribución de alimentos para camarón.

La aplicación de los alimentos para granjas de camarón comúnmente se realiza a través de una distribución manual, a partir de discos o embarcaciones, las cuales recorren las dimensiones de la piscina ya sea de manera motorizada o por remos, existen casos donde se emplean sopladores que van sobre la embarcación o cualquier vehículo, el cual es remolcado a lo largo del disco. Existen aviones que fueron empleados como método de fumigación en el pasado pero que en la actualidad se emplean para la distribución del alimento, cabe mencionar que este se aplica para casos donde la dimensión de la piscina es superior a las 20 hectáreas. [13]

Para casos donde el tamaño de la piscina es menor a una hectárea como es el caso de estanques, contenedores o raceway, lo más común es que para la aplicación del alimento se empleen alimentadores automáticos mismos que traen incorporado un temporizador, si bien estos son una alternativa viable frente a la alimentación manual, existen aspectos que no deben quedar desatendidos, como son la observación y evaluación por parte de personal técnico. [19]

A diferencia de la alimentación manual, la alimentación mecánica permite atender a más de una piscina o estanque, con menor intensidad en el uso de la mano de obra, brinda mayor flexibilidad al planificar las horas de alimentación, ya que estos alimentadores pueden ser remolcados a través de los diques, es preciso mencionar que este remolque conlleva menor utilización de combustibles, lo que supone un ahorro en comparación con la alimentación manual donde se precisa recorrer cada rincón del estanque.

A continuación, en la Figura 20, se puede apreciar una imagen referencial del proceso:



**Figura 20.** Alimentación automática mediante AQ1 SYSTEM, primer modelo de tolva. Adaptado de “Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico”. Elaborado por los autores.

Aspectos claves que se toman en consideración al momento de proceder con la distribución de los alimentos, en la fase inicial de crecimiento el alimento debe ser distribuido de manera uniforme en cada rincón del estanque, conforme crezca el camarón es preciso tomar en cuenta factores tales como el espacio y tiempo, esto debido a que estos se mantendrán alejados donde exista concentración de sedimento o químicos tales como el sulfuro de hidrogeno, haciendo que estos se desplacen a zonas con mayor profundidad para evitar los rayos del sol. [13]

Tomando en consideración lo antes mencionado, aparecen los alimentadores automáticos, los cuales brindaron resultados alentadores entre los que constan una reducción considerable en cuanto al Índice de Conversión Alimenticia (FCR), mejoras en el crecimiento diario, uniformidad en el tamaño, menor presencia de daños en el camarón, mejora de la calidad del agua y menor intensidad de mano de obra. Hay que mencionar que estos alimentadores son operados a través de sistemas computarizados y la incorporación de micrófonos subacuáticos [20]. A continuación, se presentan mejoras referenciales, obtenidas en granjas de camarón a nivel mundial:

<b>Estanques</b>	<b>Crecimiento (%)</b>	<b>FCR (%)</b>	<b>Supervivencia (%)</b>	<b>t/ha (%)</b>
Estanques Intensivos (40-120PL/m <sup>2</sup> )	16.9	15.2	3.0	15.8
Estanques Semi Extensivos (8-15PL/m <sup>2</sup> )	18.6	25.1	23.0	31.1
Estanques Semi Intensivos (15-40PLm <sup>2</sup> )	34.9	18.3	14.5	36.0
Mejora promedio	23.5	19.5	13.5	27.6

**Tabla 3.** Mejoras obtenidas con la aplicación de tecnologías acústicas. Adaptado de “Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico”. Elaborado por los autores.

### **2.2.6.2. Frecuencia y horarios de alimentación.**

Cuando se trata de alimentos formulados es preciso tomar en consideración que estos deben ser suministrados a través de tasas de alimentación, este factor es lo que hace que las especies en cuestión crezcan de manera óptima y el alimento sea lo más eficiente, este rango puede variar dependiendo de la especie de camarón, la densidad de siembra, la calidad del recurso hídrico y el alimento del que se dispone entre otros factores. [19]

Es común que en las granjas de crianza de camarón la alimentación se base en estándares preestablecidos que no toman en cuenta los hábitos de alimentación de la especie. Realizar un

aumento en la frecuencia de alimentación supone cambios notorios, entre los cuales resaltan una disminución en la pérdida de nutrientes, uso eficiente del alimento y un crecimiento vertiginoso.

Hay que mencionar que aún no se ha determinado el número óptimo de veces para alimentar camarones durante un día, motivo por el cual, este varía en función de la experiencia de el encargado de la granja o de la cantidad de alimento del que se dispone. En cuanto a la hora de alimentación se debe considerar que los camarones pasan durante el día enterrados y en la noche, estos generan mayor cantidad de encimas digestivas, sin embargo, la alimentación tanto diurna como nocturna es igual de favorable, más si esta es potenciada con un aumento de la frecuencia ya que permite aumentar el tamaño. [20]

Una correcta distribución de la ración de balanceado permite conseguir una mejora en la conversión de alimentos, además de que disminuye el nivel de desperdicio de este, factor que tiende a deteriorar la calidad del agua y aumentar el nivel de sedimentación. En términos generales, la alimentación se puede dar dos veces al día en inicios de ciclo y conforme avanza se puede ir aumentado una vez más cada mes.

Para el cálculo de una ración diaria, se realiza a través de la estimación de factores tales como la densidad de siembra, el peso promedio del camarón, la tasa de supervivencia y la tasa de peso corporal, que deberá ser alimentada cada día, cabe mencionar que las tablas de supervivencia y alimentación no son un régimen preestablecido, las empresas camaroneras pueden elaborar sus propias tablas.

La mayor dificultad que pueden experimentar las empresas en estos cálculos es la determinación de la tasa de supervivencia, sobre todo cuando los estanques tienen tamaños inferiores a 5 has, puesto que, en este aspecto intervienen factores tales como la mala calidad del agua cuyo deterioro se debe a variaciones en el pH, gases tóxicos generados por alimento desaprovechado, la tasa de alimentación, temperaturas extremas entre otros.

### ***2.2.6.3. Calculo y ajuste de raciones.***

En los inicios de la explotación camaronera, el cálculo de las raciones se hacía en base a un calendario, mismo que estaba en función de peso del camarón y una estimación de la supervivencia dentro del estanque, en la actualidad este cálculo se hace en base a tablas, las cuales puedan variar

según la especie, la edad, el tamaño promedio, la intensidad de cultivo, la temperatura del estanque, frecuencia de alimentación o incluso la zona geográfica. [20]

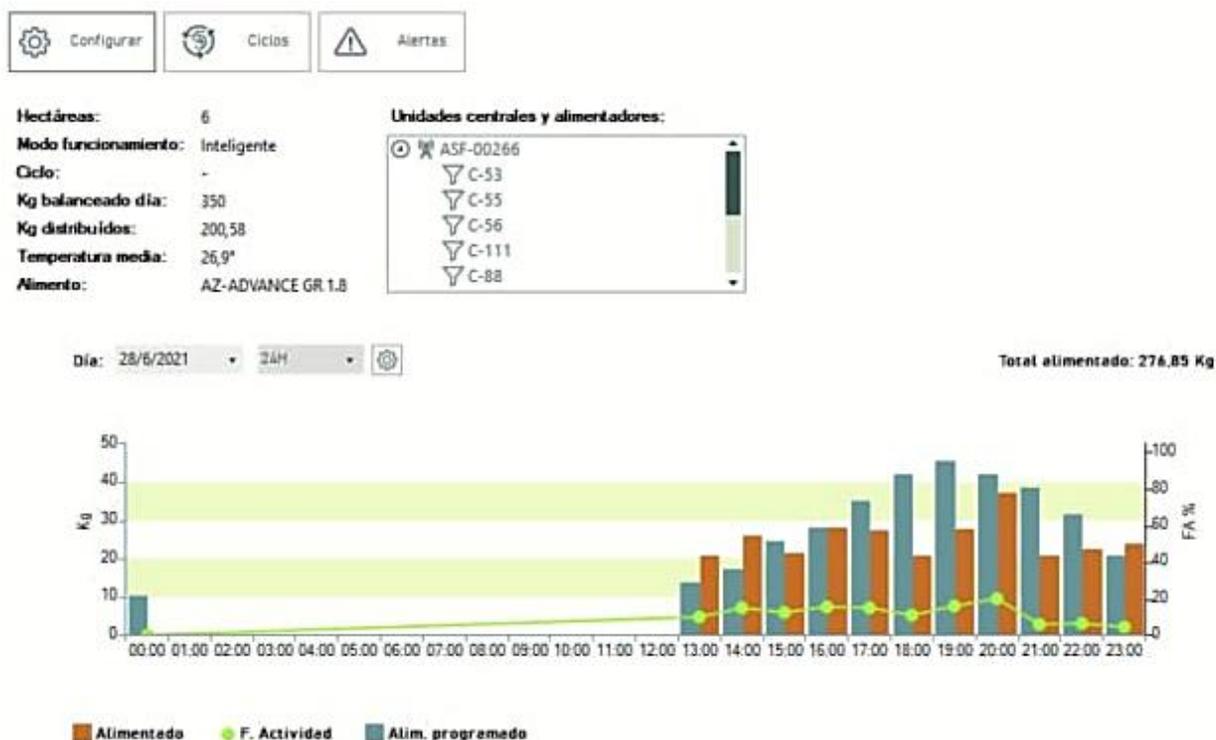


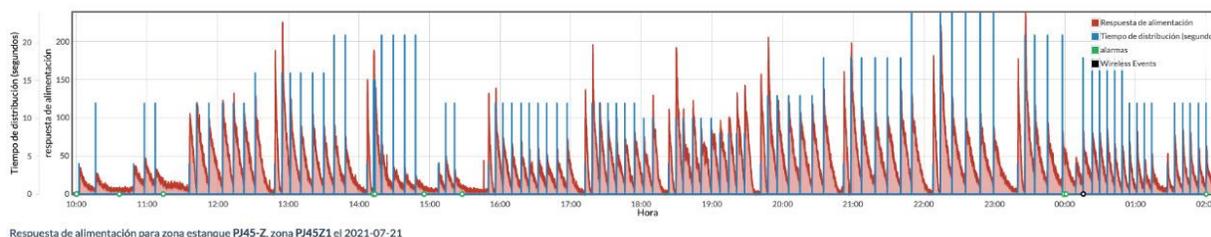
Figura 21. Calculo y ajuste de raciones. Adaptado de “Marine Instruments”. Elaborado por los autores.

Como se puede apreciar en la figura 21, en la programación de alimentadores automáticos con sensores de sonidos, para la fijación de las raciones se toma en cuenta la temperatura y la hora, donde se puede apreciar según las barras azules que, en las primeras horas de la noche, las raciones son mayores debido a que es el intervalo de tiempo en que los camarones generan mayor cantidad de encima digestivas, además de que durante el día, su alimentación se ve interrumpida por la aparición de depredadores.

#### 2.2.6.4. Alimentación sónica asistida por algoritmos de aprendizaje.

Estos sistemas se encargan de la dispensación de alimentos, lo novedoso es que, a través de este algoritmo, puede reducir la cantidad de alimento, cuando alcanza a captar variaciones inusuales en la actividad de sonido. Esto es posible gracias a que en el momento en que se genera el cambio de sonido, estos sistemas empiezan un proceso de adaptación conforme a la nueva demanda, de manera que no presenta un aumento inmediato de la tasa de alimentación [21].

A continuación, en la figura 22, se presenta la variación acústica, experimentada con el algoritmo de aprendizaje del controlador SF- 200 del AQ1 SYSTEM:



**Figura 22.** Algoritmo de aprendizaje en bloques de alimentación. Adaptado de “Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico”. Elaborado por los autores.

A continuación, se presenta una tabla comparativa sobre el rendimiento de camarones alimentados mediante sistemas sónicos con algoritmos de aprendizajes frente a la alimentación manual:

Parámetros	Sistema de sónico modificado	Manual
Área (HA)	2	4,7
Densidad de siembra (camarones/ha)	160000	150000
Días de cultivo	105	127
Peso cosecha (g)	25,2	24,2
Producción (lb/ha)	4176	2807
FCA	1,33	1,95
Supervivencia	47	35
Crecimiento lineal (g/semana)	1,67	1,32
Alimento acumulado (kg/ha)	5564	5477
Rendimiento (lb/ ha- día)	39,7	22,1

**Tabla 4.** Sistema Sónico con algoritmo de aprendizaje vs alimentación manual. Adaptado de “Beneficios económicos de la alimentación automática asistida por hidrófonos con algoritmos de aprendizaje”. Elaborado por los autores.

Como se puede apreciar en la comparativa de la Tabla 4, para una hectárea, se requirió de 2 alimentadores automáticos, mientras que, en el caso de la alimentación manual, se requiere casi 5 obreros, para lo cual, los alimentadores operaron en una densidad de siembra de 160.000 camarones por hectárea, que es 7%, más que en el caso de la alimentación manual. [13]

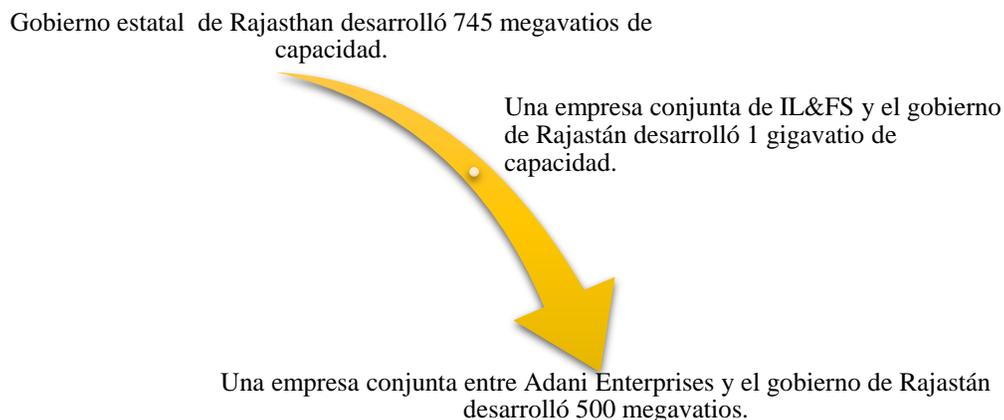
## **2.3.Marco Contextual.**

En el presente apartado se presentarán casos de aplicación exitosa de sistemas fotovoltaicos implementados a nivel mundial, con la intención de tomar un punto de referencia, que permita incorporar nuevos enfoques y conceptos, al momento de proceder con una implementación, además de que se revisará el contexto de aplicación de estos sistemas en el Ecuador, con lo cual, se busca reducir los errores comunes.

### **2.3.1.Sistemas Fotovoltaicos Aislados a nivel mundial.**

En la actualidad la generación de energía fotovoltaica, ya ha superado los 500GW, lo que le permite consolidarse como la energía renovable con mayor capacidad instalada en el mundo, cabe mencionar que existe una Organización No Gubernamental (ONG), que se encarga de llevar registro estadístico y de regular las acciones concernientes a la generación de este tipo de energía, esta es el Programa de Sistemas de Energía Fotovoltaica de la Agencia Internacional de la Energía (AIE PVPS), la cual en el 2018, realizó un primer análisis al mercado de energía fotovoltaica. Donde como dato relevante se tiene que esta energía aporta el 2.6% de la demanda energética a nivel mundial. [22]

Tomando en consideración la importancia que ha llegado a tener la energía fotovoltaica a nivel mundial, se considera necesaria proceder con la revisión de casos de implementación exitosa donde se toma como punto de partida, la Bhadla Solar Park., planta fotovoltaica más importante a nivel mundial, misma que se encuentra radicada en la India, este proyecto tiene la capacidad de producir 2.245 MW, para llegar a contar con esta capacidad, fue necesaria desarrollar varios subproyectos, mismos que fueron ejecutados por diferentes entes, que se muestran a continuación, en la Figura 23, su respectiva participación:



**Figura 23.** Participación de entes en el desarrollo de la capacidad del Parque solar de Bhadla. Adaptado de “Las 20 mayores plantas fotovoltaicas del mundo: India manda en el ranking y España entra en el Top 20”. Elaborado por los autores.

En España se encuentra radicado el parque solar Núñez de Balboa, mismo que fue construido a través de una filial del grupo Iberdrola, su capacidad máxima instalada es de 500 MWp, lo que le permite atender la demanda de al menos 250.000 habitantes, esta es referente a nivel europeo, hay que mencionar que 391 MW se producen a través de un sistema con conexión a la red, su extensión aproximada es de 1.000 hectáreas, dentro del cual se encuentran instalados 1.430.000 paneles, los cuales están suspendidos en unas 288.000 cimentaciones y cuyo peso es de 12.100 toneladas. La estructura se compone de 115 inversores y se emplearon 2.000 km de cables de media y baja tensión. [23]

Finalmente se tiene el caso de aplicación de México, donde está ubicado el Parque Solar PV Villanueva., cuya capacidad máxima es de 828 MW, siendo así el complejo energético más importante a nivel de Latinoamérica y el Caribe, fue desarrollado por Enel Green Power México (EGPM), para lo cual se requirió de una inversión que asciende a los \$ 710 millones USD, cuenta con un aproximado de 2.5 millones de paneles, cabe mencionar que esta empresa cuenta con la propiedad del 20% del total de la capacidad instalada, ya que, el restante 80% fue adquirido por la Caisse de Dépôt et Placement du Québec (CDPQ) y el CKD Infraestructura México SA de CV (CKD IM). [23]

Es preciso mencionar que estos solo fueron tres ejemplos exitosos concernientes a las diferentes regiones a nivel mundial, sin embargo, existen muchos complejos solares a nivel mundial, por lo que a continuación se presenta en la Figura 24, la lista de los 20 más importantes:

### Las 20 mayores plantas fotovoltaicas del mundo

1	Rewa Ultra Mega Solar. 750 MW. India
2	Pavagada Solar Park. 2.050 MW. India
3	Parque Solar del Desierto de Tengger. 1.500MW. China
4	Benban Solar Park. 1.650 MW. Egipto
5	Noor Abu Dhabi. 1.177 MW. Emiratos Árabes Unidos
6	Kurnool Ultra Mega Solar Park. 1.000 MW. India
7	Parque Solar Datong. 1.000 MW. China
8	NP Kunta Ultra Mega Solar Park. 900 MW. India
9	Longyangxia Hydro- Solar PV Station. 850 MW. China
10	Parque Solar PV Villanueva. 828 MW. México
11	Rewa Ultra Mega Solar. 750 MW. India
12	Charanka Solar Park. 690 MW. India
13	Planta fotovoltaica de Kamuthi. 648 MW. India
14	Parque Solar Mohammed bin Rashid Al Maktoum. 613 MW. Emiratos Arabes Unidos
15	Solar Star Solar Farm I y II. 597 MW. Estados Unidos
16	Copper Mountain. 552 MW. Estados Unidos
17	Desert Sunlightg Solar Farm. 550 MW. Estados Unidos
18	Topaz Solar Farm. 550 MW. Estados Unidos
19	Núñez de Balboa. 500 MW. España
20	Huanghe Hydropower Golmud Solar Park. 500 MW. China

**Figura 24.** Las 20 mayores plantas fotovoltaicas del mundo. Adaptado de “Las 20 mayores plantas fotovoltaicas del mundo: India manda en el ranking y España entra en el Top 20”. Elaborado por los autores.

### 2.3.2.Sistemas Fotovoltaicos Aislados en el Ecuador.

En nuestro país hasta el 2017, la generación de energía fotovoltaica era considerada como incipiente, puesto que, en ese año apenas se genera 0.36% de la energía eléctrica mediante paneles solares y se mantenía una alta dependencia de combustibles fósiles, donde 57.54% de la energía era generada a partir de estos, la situación era deplorable, aun cuando en el país existían al menos 22 concesiones. [24]

A partir del año 2019, en el Ecuador se establecieron una serie de beneficios a través de los cuales se buscaba, incrementar el nivel de aceptación de la energía fotovoltaica por parte de los usuarios, no obstante, no se experimentaron mejoras. A continuación, en la figura 25, se presentará los beneficios económicos y tributarios planteados por el Estado ecuatoriano:

## Beneficios económicos



**Costo cero en producción de energía eléctrica:** para la instalación de los equipos la inversión inicial será el único costo, la misma que será recuperada con el ahorro generado por la producción de energía eléctrica con costo cero. Una vez recuperada la inversión con el ahorro de energía se obtendrán beneficios muy significativos.

**Reducción altos rubros de consumo de energía eléctrica:** la producción de energía eléctrica con costo cero implica que en horas pico no se incurra en costos por consumo y por ende los valores de la planilla de luz se reducen.

**Utilización de energía solar como autoabastecimiento:** La ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de Electricidad) reduce la tarifa mensual a quienes consumen más de 2000kw hora y generan autoabastecimiento con una “microcentral” de hasta 500kw al mes.

**Ahorro significativo en el tiempo:** El ahorro será significativo en el transcurso del tiempo considerando que los índices macroeconómicos como la inflación tienden a aumentar, asimismo existen otros factores externos que ocasionarían un incremento en las tarifas de energía eléctrica como por ejemplo eliminación de subsidios, aumento en combustibles que producen energía eléctrica.

## Beneficios Tributarios



**Liberación de aranceles:** al momento de importar equipos relacionados con la generación de energía eléctrica fotovoltaica, estos estarán libres de aranceles con el fin de abaratar costos lo cual genera mucho interés a medida que se va conociendo este beneficio.

**Paneles Solares gravan tarifa 0% del IVA:** el consumidor final no se verá afectado en su bolsillo debido a la tarifa del 0% del Impuesto al Valor Agregado que gravan estos productos.

**Deducción adicional del 100% en depreciación y amortización de equipos para generación de energía de fuente renovable (solar):** se deduce el 100% de forma adicional para la determinación de la base imponible para el cálculo del impuesto a la renta, dando origen a un ahorro significativo en el pago de este impuesto principalmente a las personas jurídicas. Es importante mencionar que este beneficio será válido durante la vida útil de estos equipos.

*Figura 25.* Beneficios económicos y tributarios del usar energía renovable en el Ecuador. Adaptado de “Beneficios económicos y tributarios de la energía solar en Ecuador”. Elaborado por los autores.

Estos incentivos permitieron que en el año 2020, se iniciaran las gestiones para la construcción del proyecto fotovoltaico Conolophus, el cual fue pensado para ayudar a satisfacer la demanda energética de los habitantes del archipiélago de Galápagos, cuenta con 20 hectáreas, este proyecto fue concesionado a 20 años y el monto de inversión necesario es de \$ 45 millones USD, donde hasta el cierre de la recepción de propuesta que se dio en marzo del 2021, solo se contaba con una empresa interesada, siendo esta Total Eren. [25]

Otro proyecto aprobado en el mismo periodo fue “El Aromo”, el cual estará ubicado en Manabí, será operado por la empresa Solarpack, originaria de España, el Estado tiene altas expectativas sobre este Proyecto, puesto que, se espera que se cambie la realidad de la energía solar en el Ecuador, el mismo contará con una extensión de 2.9 km<sup>2</sup>, ocupando un espacio destinado para la

construcción de una refinería, pero el Proyecto quedo sin efecto. Como se puede apreciar los avances en cuanto a la producción de energía fotovoltaica en el Ecuador, son casi nulos, puesto que, existe una alta dependencia de combustibles fósiles, no obstante, existe un caso de aplicación exitoso, el cual es la generación de energía solar con conexión a la red, que permite a la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL), agencia Sucumbíos, cubrir la demanda energética a través de energía fotovoltaica. [26]

## **2.4.Marco Legal.**

En el presente apartado se procede a citar fragmentos legales estrechamente relacionados con la temática abarcada, esto con la finalidad de realizar una sustentación legal del proyecto en cuestión, para lo cual, se recurre a legislación legal vigente, donde el punto de partida es la Constitución del Ecuador.

### **2.4.1. Constitución del Ecuador.**

En el Título II sobre Derechos, se establece en el Capítulo segundo, los Derechos del buen vivir, entre los cuales se encuentra el derecho a un ambiente sano, mismo que abarcado en la sección segunda, donde se deja por sentado que el Estado, se encargará de promover el uso de energías renovables tanto en el sector público como el privado, acotando que la soberanía energética, deberá ser alcanzada sin perjuicio de la soberanía alimentaria o los derechos al agua. [27]

Con la intención de fomentar el correcto entendimiento del fragmento legal presentado anteriormente y evitar cualquier distorsión de la realidad, a continuación, en la figura 26, se presenta el contenido textual del artículo 15:

---

<p><b>Título II</b>  <b>Derechos</b>  <b>Capítulo segundo</b>  <b>Derechos del buen vivir</b>  <b>Sección segunda</b>  <b>Ambiente sano</b>  <b>Art. 15.-</b></p>	<p>El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.</p>
---	--

---

*Figura 26.* Título II – Derecho. Adaptado de “Constitución del Ecuador”. Elaborado por los autores.

Dentro de la constitución del Ecuador en el Título VII sobre el Régimen del Buen Vivir, dentro del cual, se encuentra el capítulo segundo, donde se abarca el tema de biodiversidad y recursos naturales, mismo que a través de la sección séptima sobre Biosfera, ecología urbana y energías alternativas, establece que el Estado se encarga de realizar la promoción del uso de energías renovables, esto con la finalidad de encontrar un equilibrio ambiental. [27]

Con la intención de fomentar el correcto entendimiento del fragmento legal presentado anteriormente y evitar cualquier distorsión de la realidad, a continuación, en la figura 27, se presenta el contenido textual del artículo 413:

---

<b>Título VII</b>	
<b>Régimen del Buen Vivir</b>	
<b>Capítulo segundo</b>	
<b>Biodiversidad y recursos naturales</b>	
<b>Sección séptima</b>	
<b>Biosfera, ecología urbana y energías alternativas</b>	
<b>Art. 413.-</b>	El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

---

*Figura 27.* Título VII – Régimen del Buen Vivir. Adaptado de “Constitución del Ecuador”. Elaborado por los autores.

#### **2.4.2. Código Orgánicos del Ambiente.**

En esta ley se hace referencia a la producción y consumo sustentable, en el Título VI, donde en el artículo 245, establece la obligación para todos sobre el aprovechamiento de energía renovables. [28]

Con la intención de fomentar el correcto entendimiento del fragmento legal presentado anteriormente y evitar cualquier distorsión de la realidad, a continuación, en la figura 28, se presenta el contenido textual del artículo 245:

---

**Libro Tercero  
De La Calidad  
Ambiental**

**Título VI  
Producción y  
Consumo  
Sustentable**

**Art. 245.-** Obligaciones generales para la producción más limpia y el consumo sustentable. Todas las instituciones del Estado y las personas naturales o jurídicas, están obligadas según corresponda, a:

3. Fomentar y propender la optimización y eficiencia energética, así como el aprovechamiento de energías renovables;

---

**Art. 248.-** Fines. Los fines del Estado en materia de cambio climático serán:

9. Fomentar el uso y garantizar el acceso de energías renovables;

---

*Figura 28.* Producción y consumo sustentable. Adaptado de “Código Orgánicos del Ambiente”. Elaborado por los autores.

Dentro del Libro Cuarto que abarca temas referentes al cambio climático, a través del Título I, sobre el Cambio Climático, establece en el Capítulo I, Disposiciones Generales, entre las cuales consta la garantía de acceso a energías renovables, misma que se encuentran contenidas en el artículo 248. Por otro lado, en el Título II, que trata la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático, donde en el Capítulo II, se describen las Medidas mínimas para adaptación y mitigación, donde se menciona el fomento de las energías renovables en la cadena productiva, así como también incentivos para la producción de estas. [28]

Con la intención de fomentar el correcto entendimiento del fragmento legal presentado anteriormente y evitar cualquier distorsión de la realidad, a continuación, en la figura 29, se presenta el contenido textual de los artículos 245 y 261:

<b>Libro Cuarto Del Cambio Climático</b>	<b>Título I Del Cambio Climático Capítulo I Disposiciones Generales</b>	<b>Art. 248.-</b> Fines. Los fines del Estado en materia de cambio climático serán:  9. Fomentar el uso y garantizar el acceso de energías renovables;
	<b>Título II De la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático Capítulo II Medidas Mínimas Para Adaptación y Mitigación</b>	<b>Art. 261.-</b> De las medidas mínimas. La Autoridad Ambiental Nacional, como ente rector, coordinará con las entidades intersectoriales priorizadas para el efecto y en base a las capacidades locales, lo siguiente:  9. La promoción y el fomento de programas de eficiencia energética, dentro de toda la cadena, así como el establecimiento de incentivos económicos y no económicos de energías renovables convencionales y no convencionales;

*Figura 29.* Energías renovables para frenar el cambio climático. Adaptado de “Código Orgánicos del Ambiente”. Elaborado por los autores.

### **2.4.3. Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.**

En el Título IV de esta ley se abarca la Gestión de fuentes energéticas y energías renovables no convencionales, donde se plantea al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, como ente regulador encargado de la promoción del uso de este tipo de energías, cabe mencionar que para la producción de estas la ARCONEL establecerá regulaciones pertinentes. [29]

Con la intención de fomentar el correcto entendimiento del fragmento legal presentado anteriormente y evitar cualquier distorsión de la realidad, a continuación, en la figura 30, se presenta el contenido textual del artículo 26:

<b>Título IV Gestión de fuentes energéticas y energías renovables no convencionales</b>	Artículo 26.- Energías renovables no convencionales. - El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable promoverá el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, de conformidad con lo señalado en la Constitución que propone desarrollar un sistema eléctrico sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía. La electricidad producida con este tipo de energías contará con condiciones preferentes establecidas mediante regulación expedida por el ARCONEL.
---	--

*Figura 30.* Fuentes de energías renovables no convencionales. Adaptado de “Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica”. Elaborado por los autores.

#### 2.4.4. Regulaciones de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL).

Estas regulaciones aplican para consumidores que cuentan con capacidad instalada de hasta 100kW, no obstante, estos deben cumplir una serie de requisitos para proceder con la implementación de estos sistemas, cabe mencionar que estos consumidores deberán conectarse a las redes de bajo o medio voltaje de la empresa, además de que debe ser propietario de la vivienda, orientar el sistema a la reducción del consumo habitual en la red pública. [30]

Con la intención de fomentar el correcto entendimiento del fragmento legal presentado anteriormente y evitar cualquier distorsión de la realidad, a continuación, en la figura 31, se presentan los requisitos para proceder con la generación de energía fotovoltaica:

<b>Requisitos para tramitar la autorización de conexión instalación y operación de consumidores con SFV</b>	Última factura de pago del servicio electrónico, demuestre que el consumidor no mantiene deudas pendientes.
	Factibilidad de conexión vigente.
	Memoria técnica, entre los cuales deben existir los siguientes estudios: <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Diagrama unifilar de la instalación</li> <li>2.- Especificaciones generales del equipamiento.</li> <li>3.- Esquema de conexión a la red de distribución de medio o bajo voltaje.</li> <li>4.- Modo de conexión.</li> <li>5.- Estudio del sistema de protecciones y equipos de seccionamiento.</li> <li>6.- Aspectos técnicos complementarios respecto a la protecciones, a fin de cumplir con los estándares y requerimiento de la empresa de distribución.</li> <li>7.- Número y potencia de los paneles fotovoltaicos.</li> <li>8.- Potencia total Instalada del sistema fotovoltaico.</li> <li>9.- Estimación de la producción energética mensual y anual del proyecto.</li> <li>10.- Característica de los inversores.</li> <li>11.- Potencia de cortocircuito.</li> <li>12.- Las características del punto de entrega y medición.</li> <li>13.- Los niveles de voltaje máximos y mínimos de la red.</li> <li>14.- Punto propuesto para la conexión.</li> <li>15.- Cualquier otra información solicitada por la empresa de distribución.</li> </ol>

*Figura 31.* Requisitos para tramitar la autorización de conexión instalación y operación de consumidores con SFV. Adaptado de “Regulaciones de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL)”. Elaborado por los autores.

## 2.5. Marco Conceptual.

**Energía renovable.** – Son energías que se generan a través de acciones propias de la naturaleza tales como la luz solar, corrientes de viento o agua e inclusive el calor de la tierra.

**Energía fotovoltaica.** – Esta energía consiste en que, a través de un sistema de paneles solares, permite captar la irradiación solar y convertirla en energía eléctrica.

**Inversores.** – Son complementos del sistema fotovoltaico que hacen la conversión de corriente continua a corriente alterna.

**Reguladores de carga.** – Estos se encargan de evitar que los acumuladores o baterías en el sistema corran riesgos de sobre carga o sobre descarga.

**Acumuladores de energía.** – Son básicamente baterías que se recargan con la energía eléctrica obtenida a partir del sistema fotovoltaico.

**Sistema fotovoltaico aislado.** – Estos sistemas son empleados comúnmente para localidades donde existe un escaso o nulo acceso a la red pública de electricidad.

**Sistema fotovoltaico con conexión a la red.** – Estos posterior a la conversión a energía eléctrica la inyecta en la red pública de manera progresiva.

**Sistema fotovoltaico autónomo.** – Estos se caracterizan porque cuentan con un acumulador, que les permite almacenar electricidad y satisfacer una demanda energética específica.

**kilovatio (kW).** – Esta medida permite conocer cuál es el nivel de potencia de un sistema eléctrico y la cantidad suministrada.

**Sistemas AQ1.-** Son sistemas automáticos empleados para la alimentación de camarones en estanques, los cuales cuentan con un algoritmo que, en base al sonido producido por los animales al alimentarse, le permite determinar la cantidad de las raciones.

**Demanda energética.** – Se entiende que es la cantidad de energía requerida para satisfacer las necesidades insatisfechas de un grupo de habitantes, con respecto a electricidad

**Dependencia energética.** – Es la cantidad de energía primaria, que se consume de manera indispensable.

**Silicio.** – Es un mineral que se emplea en la actualidad para la elaboración de los paneles solares, como conductor.

**Selenio.** – En el caso de la variante gris es empleado por su alto nivel de conductividad en la generación de energía solar, este era el material empleado para los primeros paneles solares.

**Ley de Ohm.** – Esta hace referencia al nivel de intensidad de la corriente que pasa a través de un conductor, la cual, es inversamente proporcional a su resistencia.

**Paneles solares.** – Este es un complemento indispensable para la generación de la energía fotovoltaica, debido a que es el encargado a convertir la energía solar en energía eléctrica.

**Costos de producción.** – Son gastos intrínsecos de producir algo, en este caso la producción de energía fotovoltaica.

**Productividad.** – Es la cantidad de bienes fabricados o servicios prestados durante un determinado periodo de tiempo.

**Capacidad instalada.** – Es el potencial que tiene una empresa para producir un bien o prestar un servicio. En el área eléctrica hace referencia a la potencia nominal de una carga a energizar.

**Emisiones.** – Es la descargar de materiales o gases que pudieran ocasionar la contaminación del entorno.

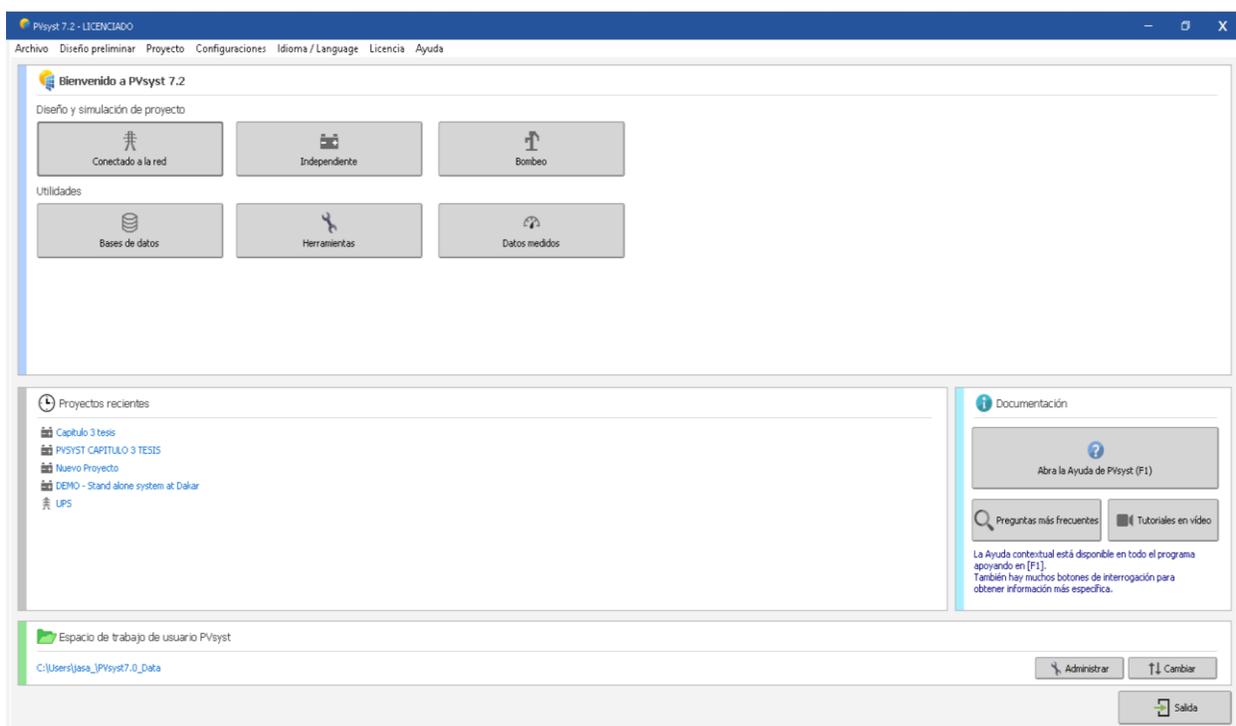
## Capítulo III

### 3. Diseño y simulación del sistema fotovoltaico aislado para alimentadores automáticos AQ1 SYSTEM.

#### 3.1. Antecedentes.

En el presente apartado se realizó el procedimiento de dimensionamiento del sistema fotovoltaico aislado para energizar el AQ1 SYSTEM para una piscina de 6 hectáreas, cabe recalcar que muchos de ellos se obtendrán mediante el software PVSYST. En este capítulo se procede a cumplir el objetivo general y el objetivo específico tal.

#### 3.1.1. PVSYST.



**Figura 32.** Portal de Software PVSYST 7. 2. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

El PVSYST 7.2, es un software de simulación y modelamiento fotovoltaico bastante funcional ya que permite el estudio y los análisis de datos obtenidos por medio de la ubicación geográfica del lugar cargada en su base de datos meteorológica se pueden obtener antecedentes sobre la radiación solar, lo cual es un parámetro fundamental al momento de dimensionar un sistema de energía solar fotovoltaico aislado.

En la Figura 32 se puede apreciar el entorno de desarrollo de distintos tipos de proyectos fotovoltaicos del software, donde resaltan la base de datos, herramienta en la que se pueden encontrar distintas ubicaciones geográficas globales, además de cargar la ubicación donde se realiza el trabajo, una opción de diseño preliminar que permite ejecutar pre-dimensionamientos breves si se requieren, es decir, obtener solo ciertos datos sin profundizar en el desarrollo del proyecto como tal.

### 3.1.2.Simulación.

Como primer paso en el proceso del desarrollo del proyecto, se selecciona el tipo, en el presente trabajo se escoge la opción Independiente representada por medio de una batería.



**Figura 33.** Pantalla de inicio de programa. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

Fuente: Autores.

Una vez seleccionada la opción del sistema Independiente, se llenan los campos con el nombre del proyecto, en la Figura 34, se observa el nombre “Capítulo 3 tesis”, además se observan datos fundamentales como los meteorológicos del sitio en la Figura 35, siguiendo con el ingreso de datos en los parámetros de dimensionamiento Orientación, Necesidades de Usuario, Sistema nótese en la Figura 36.

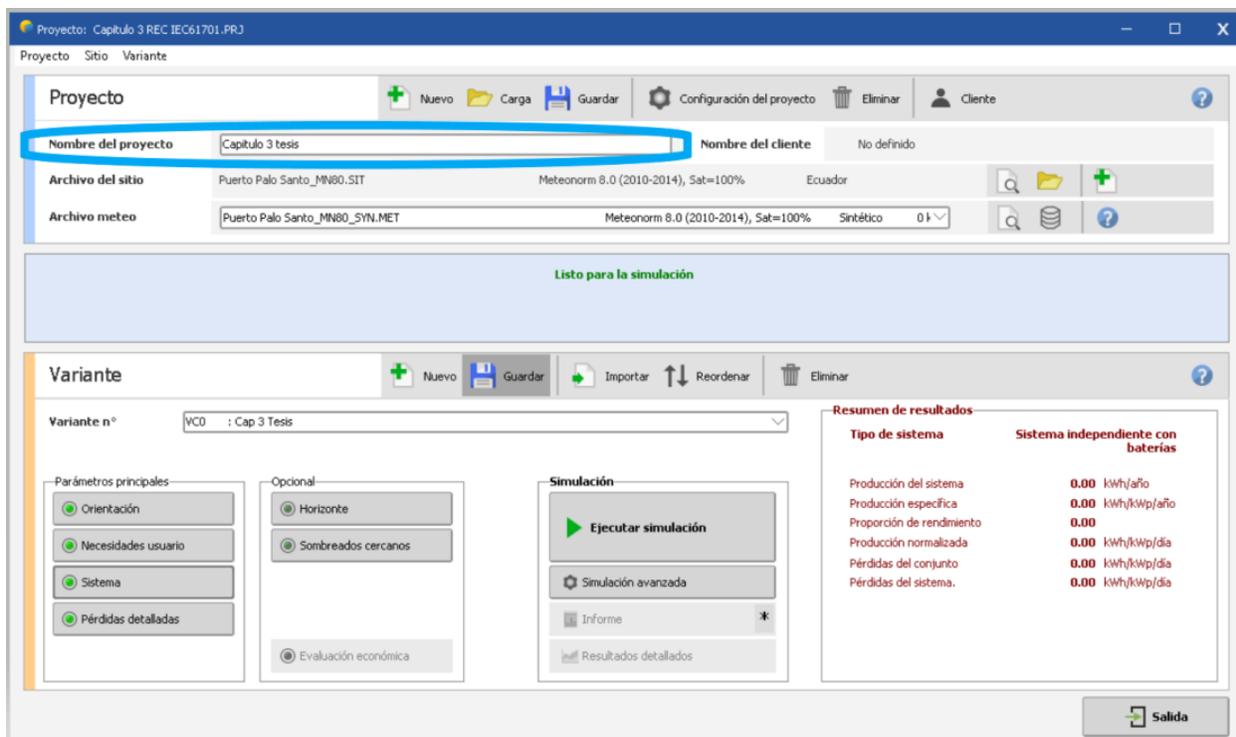


Figura 34. Nombre del proyecto. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

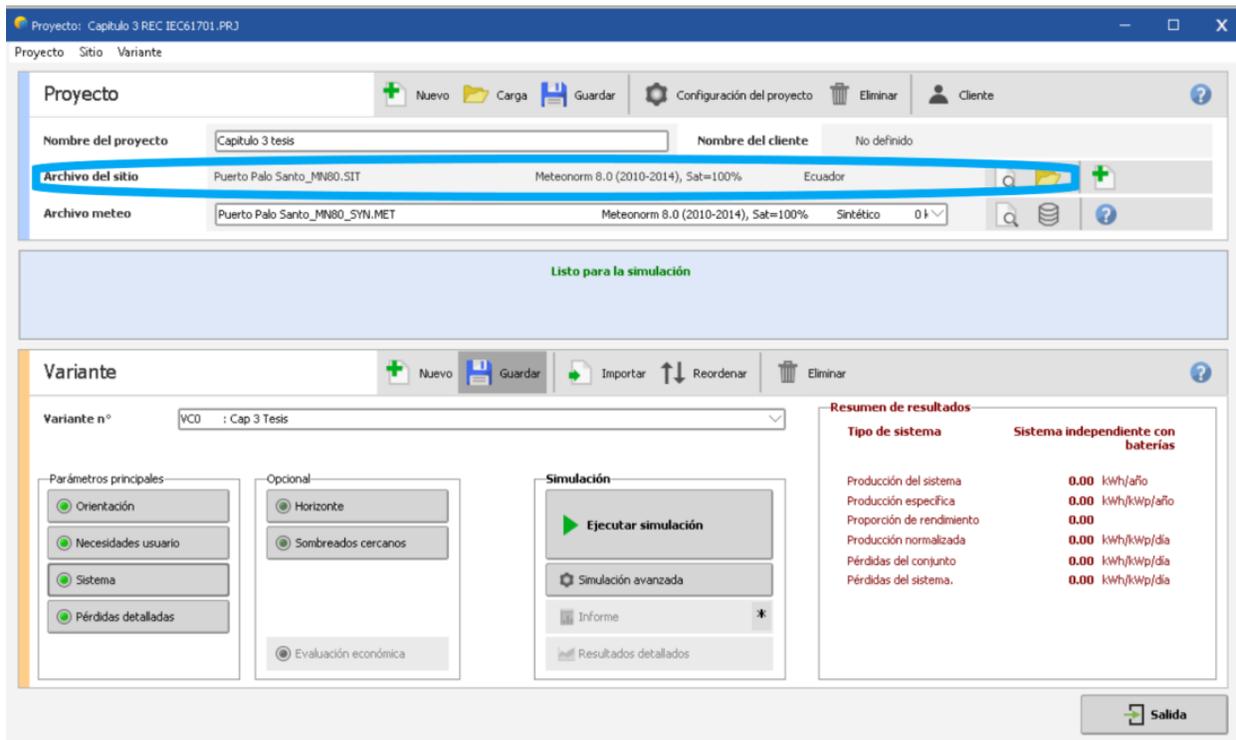


Figura 35. Datos de ubicación del sitio. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

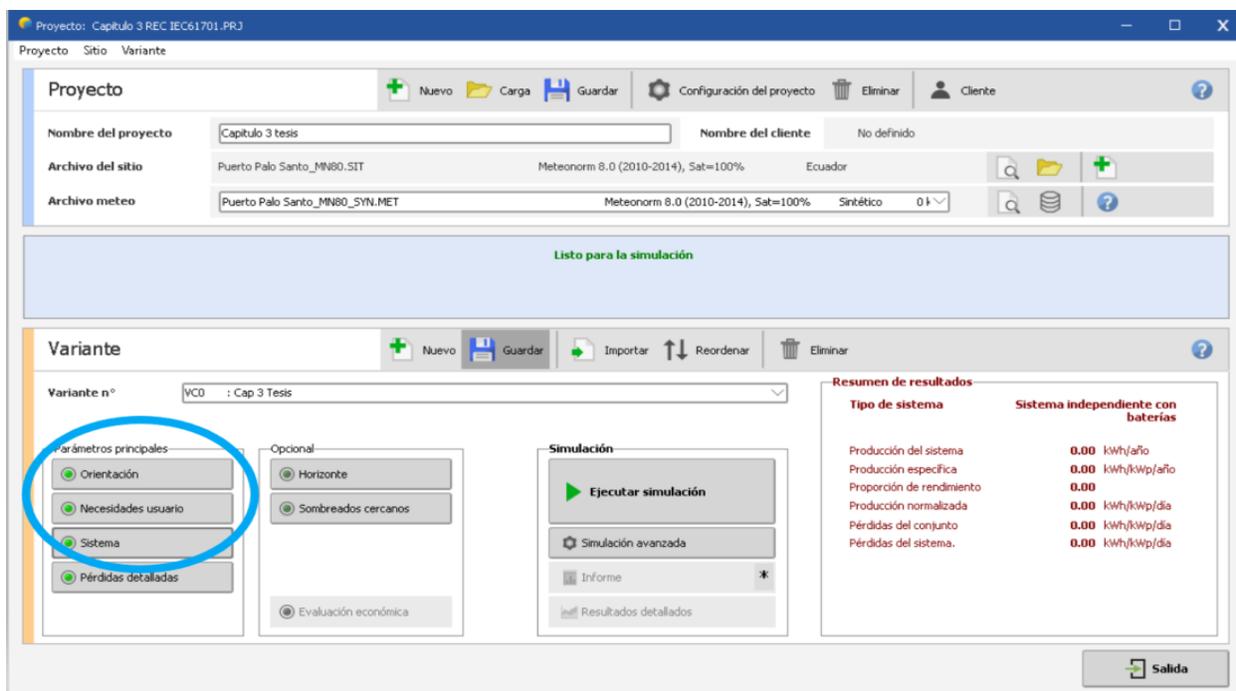


Figura 36. Parámetros de dimensionamiento. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

Una vez puesto el nombre del proyecto, en la Figura 34, se ingresan las coordenadas del sitio en el que se realizará la simulación, obteniendo con ello un bosquejo en el mapa interactivo del software.

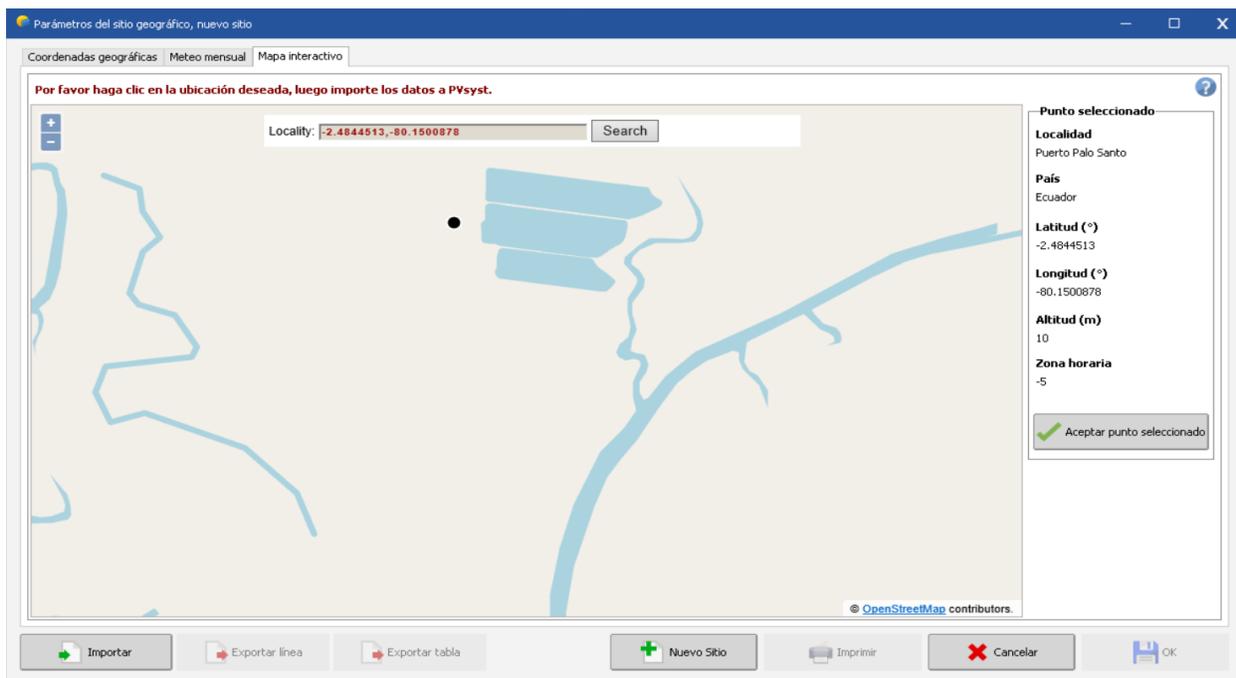


Figura 37. Ingreso de coordenadas geográficas del lugar. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

Al seleccionar la opción del Meteo mensual (datos meteorológicos mensuales) Figura 38, se observan los datos de la Irradiación de forma anual, este parámetro servirá para detectar el mes crítico y con este parámetro realizar el dimensionamiento.

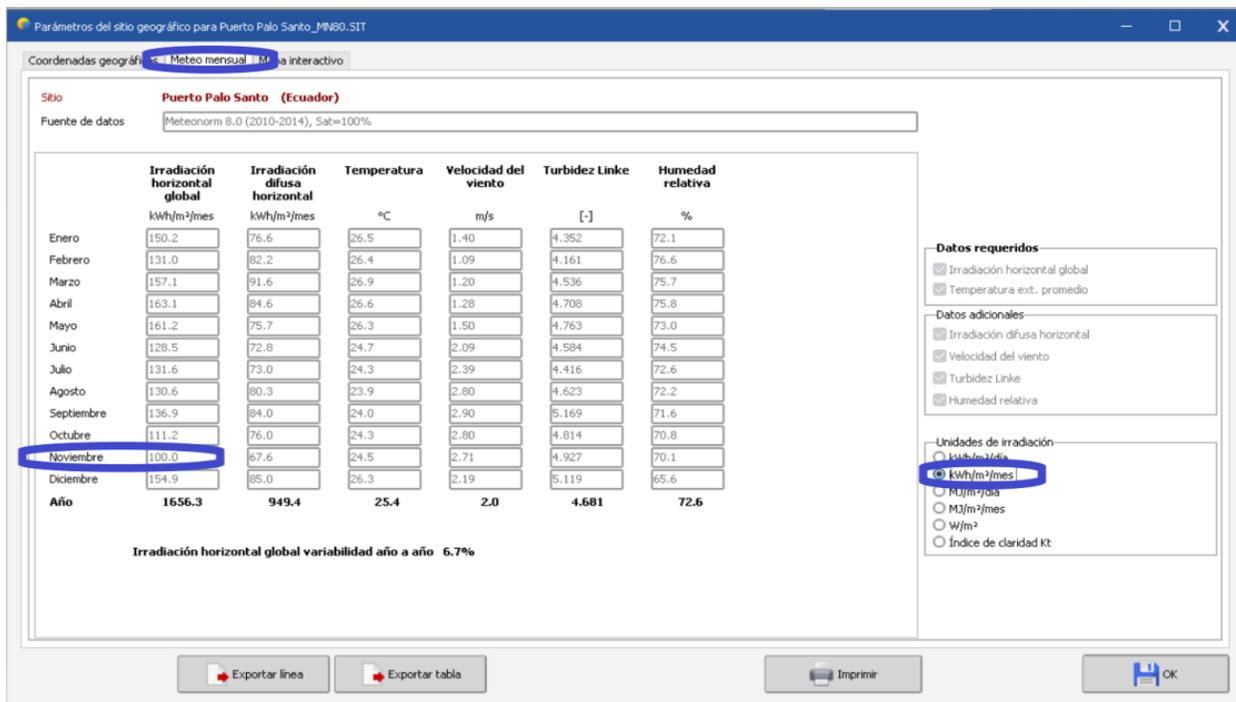


Figura 38. Datos Meteorológicos mensuales en un periodo de un año. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

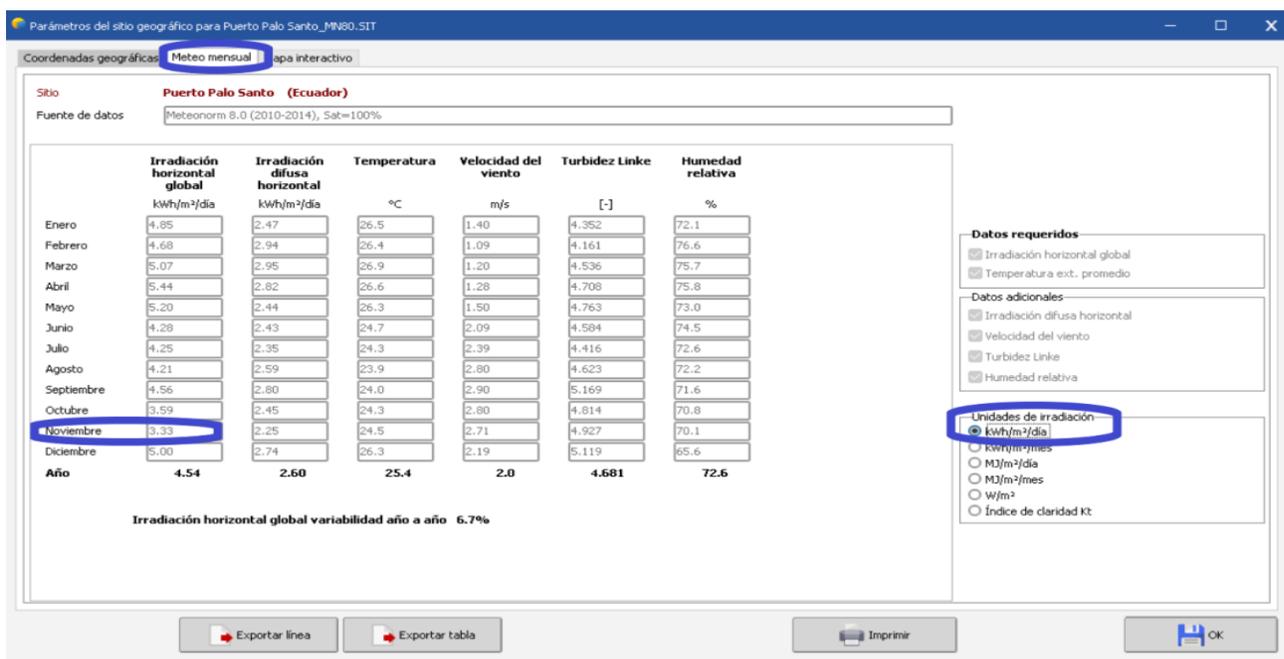
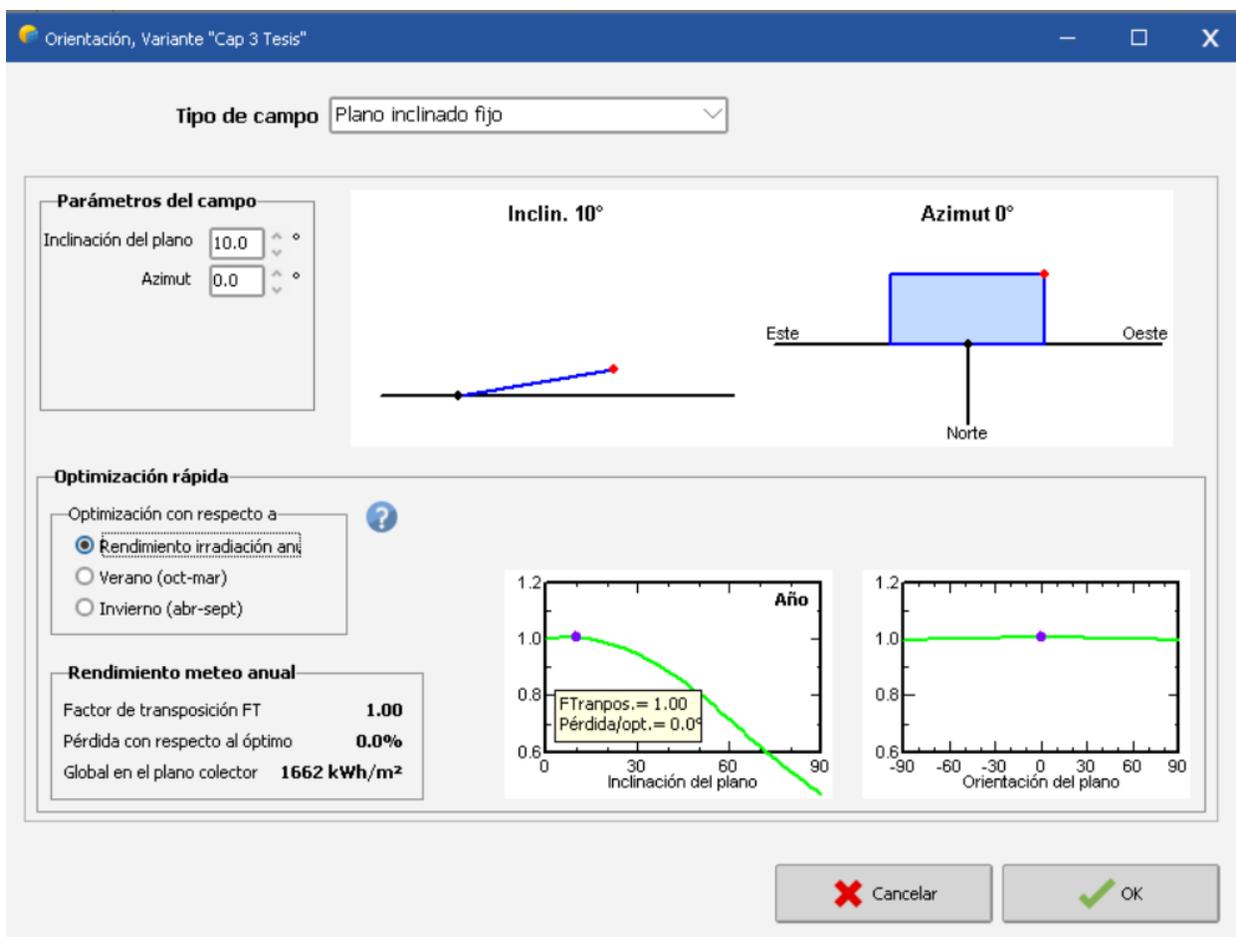


Figura 39. Horas Solares Pico por día. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

Por último, en esta sección, se selecciona la opción de Coordenadas geográficas, en la cual se obtiene el valor del parámetro de Latitud, que servirá al momento de calcular el ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos.

**Figura 40.** Coordenadas Geográficas del sitio. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

Seguidamente se procede a seleccionar la opción de orientación de la Figura 36 para con ello ingresar los datos de los parámetros mostrados en la Figura 41, donde se determina el tipo de campo, la inclinación y el azimut que forman los paneles solares.



**Figura 41.** Orientación de los paneles solares. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

En la Figura 42, se ingresan los parámetros:

Tipo de Campo: Plano inclinado fijo.

Parámetros del campo

Inclinación del plano: 10°

Azimut: 0°

Teniendo como resultado una pérdida con respecto al óptimo de 0.0% como se muestra en la Figura 41.

Con posterioridad, se ingresan las necesidades del usuario Figura 36, lo que se refiere al consumo diario de las cargas que se conectan al sistema como se evidencia en la Figura 42.

Uso diario de energía, variante "Cap 3 Tesis"

### Definición de consumos domésticos diarios para el año.

Consumo Distribución por hora

Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy
4	Motores (AC)	100 W/lámpara	2.0 h/día	OK	800 Wh
1	Controlador (DC)	40 W/apar.	24.0 h/día	OK	960 Wh
1	Factor de Seguridad	400 W/apar.	2.0 h/día	OK	800 Wh
0	Nevera / congelación profunda	0.00 kWh/día	0.0		0 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
<b>Energía diaria total</b>					<b>2584 Wh/día</b>
<b>Energía mensual</b>					<b>77.5 kWh/mes</b>

Info aparatos

**Definición de consumo por**

Años ?

Estaciones

Meses

**Fin de semana o uso semanal**

Usar solo durante

días en una semana

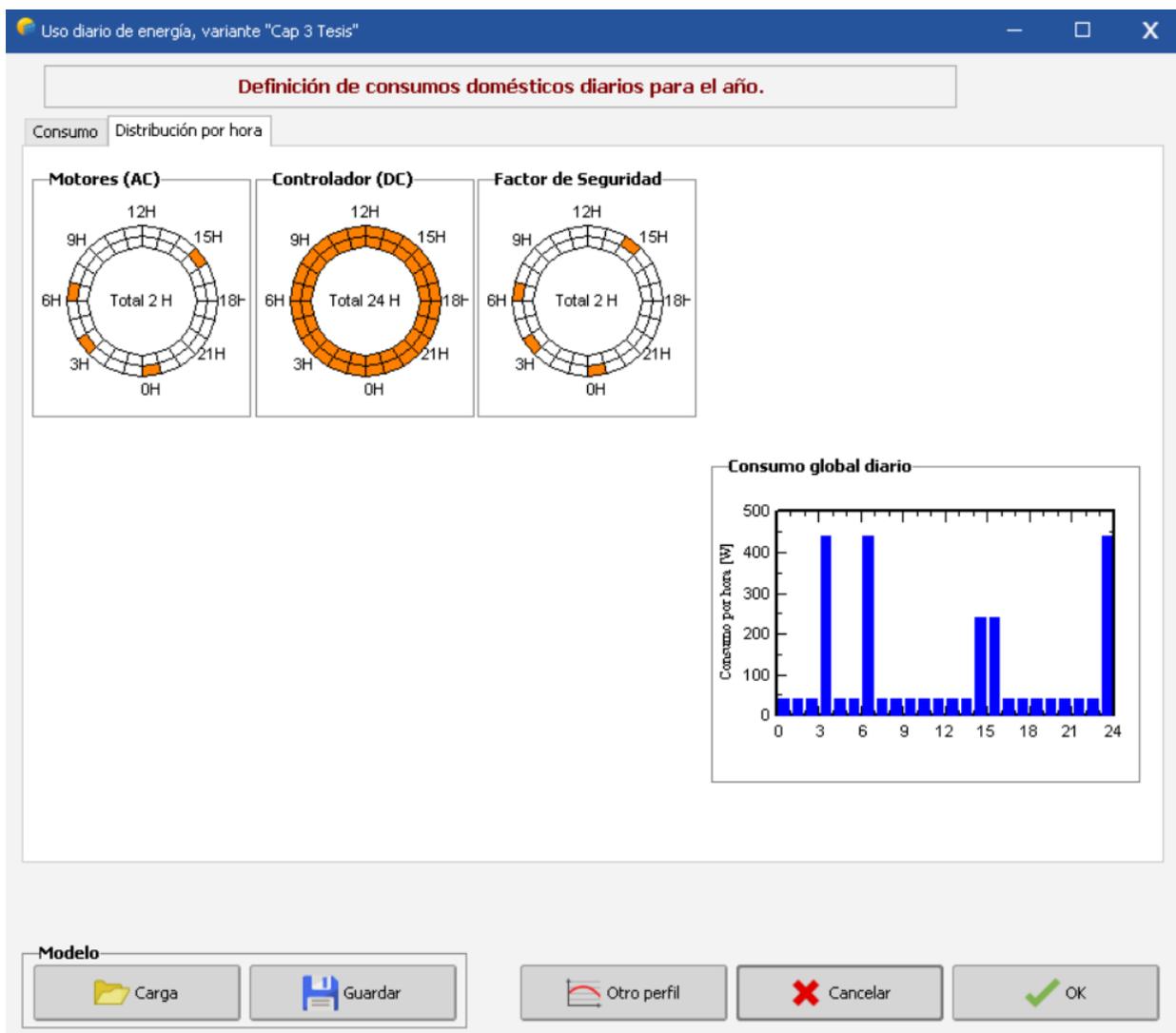
**Modelo**

Carga Guardar Otro perfil Cancelar OK

*Figura 422.* Consumo diario de energía. Adaptado de "PVsyst 7.2". Elaborado por los autores.

Como se muestra en la Figura 42, se ingresan los valores de las cargas, de tal forma que se tiene una carga de corriente alterna formada por 4 motores de 100 watts, una carga de corriente continua del controlador AQ1 SYSTEM de 40 watts, dado que se alimenta una carga inductiva se asume un factor de seguridad de 400 watts estimando así el pico de corriente de arranque del grupo de motores.

Después, el proceso continúa con la distribución por horas de cada carga tal como se muestra en la Figura 43.



**Figura 433.** Distribución por hora de las cargas. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

Una vez puesta la demanda de consumo de energía eléctrica de la carga, se continua con la opción sistema de la Figura 36, al seleccionarla permite ingresar datos tales como: días de autonomía, porcentaje de días en los que estoy dispuesto a trabajar sin energía solar, y voltaje del sistema fotovoltaico, escoger el modelo y marca del panel fotovoltaico, batería y controlador de carga solar, tal como se muestra en la Figura 44.

Definición de sistema independiente, Variante "Cap 3 Tesis", Variant "Cap 3 Tesis"

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado 3.0 %  
 2.6 kWh/día Ingrese autonomía solicitada 3.0 día(s)  
 Voltaje de la batería (usuario) 24 V  
 Capacidad sugerida 380 Ah  
 Potencia FV sugerida 986 Wp (nom.)

Almacenamiento | Conjunto FV | Respaldo | Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto  
 Nombre Conjunto FV  
 Oriente Plano inclinado fijo Inclinación 20° Azimut 0°

Ayuda de pre-dimensionamiento  
 Sin dimensionar  Ingrese potencia planeada 1.0 kWp  
 Redimens. ... o área disponible 6 m²

Seleccione el módulo FV  
 Disponible ahora Ordenar módulos Potencia Tecnología  
 Trina Solar 370 Wp 33V Si-mono TSM-DE14A-(III)-370 Desde 2020 Datasheets 2020  
 Voltajes de dimensionamiento: V<sub>mpp</sub> (60°C) 34.1 V  
 V<sub>oc</sub> (-10°C) 53.7 V

Seleccione el modo de control y el controlador  
 Controlador universal Victron  
 Convertidor de potencia MPPT  
 Corriente máx. de carga-descarga  
 Modo operativo: MPPT 880 W 24 V 30 A 30 A SmartSolar MPPT 100/30 24V D  
 Acoplamiento directo  Convertidor MPPT  Convertidor CC-CC  
 Número controladores 1 Voltaje de operación MPP 29-90 V Potencia controlador 880 W  
 Voltaje máximo de entrada 100 V Batería asociada 24 V

Diseño del conjunto FV  
 Número de módulos y cadenas debe ser/estar:  
 Mód. en serie 1 entre 1 y 1  
 Núm. de cadena 3 entre 3 y 4  
 Pérdida sobrecarga 0.0%  
 Proporción P<sub>nom</sub> 1.26  
 Núm. de módulos 3 Área 6 m²

Condiciones de operación:  
 Irradia. plano 1000 W/m²  
 V<sub>mpp</sub> (60°C) 34 V  
 V<sub>mpp</sub> (20°C) 41 V  
 V<sub>oc</sub> (-10°C) 54 V  
 I<sub>mp</sub> (STC) 33.4 A  
 I<sub>sc</sub> (STC) 29.9 A  
 I<sub>sc</sub> (en STC) 29.5 A  
 Potencia de funcionamiento máx. 1.3 kW  
 (en 1000 W/m² y 50°C)  
 Potencia nom. conjunto (STC) 1.1 kWp

<b>Necesid. usuario</b>	Hogar	Potencia prom.	108 W
	Proporción nocturna 50.0%	Energía día	2.58 kWh
<b>Paquete de baterías</b>	5 en paralelo, 24 V	Capacidad	500 Ah
	Autonomía 3.7 día	Energía almacenada	9.60 kWh
<b>Conjunto FV</b>	3 cadena(s) de 1 módulos	Potencia nom.	1110 Wp
	PV/PLoad 10.3	Energía prom. día	3.41 kWh
<b>Controlador</b>	Convertidor MPPT	Potencia nom.	880 W
	PV/PConv 1.26	Umbral	según los vol

Cancelar OK

Figura 444. Entorno de Sistema de dimensionamiento. Adaptado de "PVsyst 7.2". Elaborado por los autores.

En el entorno del software se ingresó:

- ❖ Porcentaje de días sin energía solar anual: 3%
- ❖ Días de autonomía: 3
- ❖ Voltaje nominal del sistema: 24V
- ❖ Marca Panel: REC
- ❖ Modelo: REC370TP2SM72
- ❖ Tecnología Controlador: MPPT
- ❖ Marca Controlador: Victron
- ❖ Modelo: SmartSolar MPPT 100/30 24V

Al ingresar los datos en el software, refleja los resultados del dimensionamiento, dando como resultado:

- ❖ Dimensionado de paneles PVSYST 7.2
- ❖ Tipo de Panel: REC de 370 Wp PERC.
- ❖ V<sub>mpp</sub> 60°C: 33.9 V
- ❖ V<sub>oc</sub> (-10°C): 51.9 V

- ❖ Numero de Paneles: 3

#### Dimensionado de Controlador de Carga PVSYST 7.2:

- ❖ Tipo de Controlador: MPPT 880W/ 24V/ 30A.
- ❖  $V_{mpp}$ : 29-90V
- ❖ V maximo de entrada: 100 V
- ❖ Potencia: 880 W
- ❖ Batería Asociada: 24 V
- ❖ Numero de Controladores: 1

#### Dimensionado de Baterías de Carga PVSYST 7.2:

- ❖ Tipo de Batería: Electrona 12V/100Ah.
- ❖ Voltaje Sistema: 24V.
- ❖ Capacidad Sistema: 400Ah.
- ❖ Batería Asociada: 24 V
- ❖ Numero baterías en serie: 2
- ❖ Numero de baterías en paralelo: 4
- ❖ Numero de total Baterías: 8

Hay que resaltar los resultados obtenidos por medio del software PVSYST, el cual indica que la capacidad sugerida es de 380 Ah en el sistema de almacenamiento, y de los módulos fotovoltaicos 1012 Wp, con los números indicados tanto en baterías como módulos se cubren las sugerencias del software debido que con las 8 baterías se tienen 400 Ah, y con los 3 paneles solares 1110 Wp, como se puede apreciar en la Figura 45.

Definición de sistema independiente, Variante "Cap 3 Tesis", Variant "Cap 3 Tesis"

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado 3.0 %  
 2.6 kWh/día Ingrese autonomía solicitada 3.0 día(s)  
 Voltaje de la batería (usuario) 24 V  
 Capacidad sugerida 380 Ah  
 Potencia FV sugerida 992 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  
 Electrola 12 V 100 Ah Pb Open Start Dural SC  
 Plomo-ácido  
 2 baterías en series Número de baterías 8 Voltaje paquete de baterías 24 V  
 4 baterías en paralelo Número de elementos 48 Capacidad global 400 Ah  
 100.0 % Estado inicial de desgaste (núm. de ciclos) Energía almacenada (80% DOD) 7.7 kWh  
 100.0 % Estado inicial de desgaste (estático) Energía total almacenada durante la vida útil de la batería 6819 kWh  
 Núm. de ciclos a 80% DOD 800  
 Peso total 356 kg

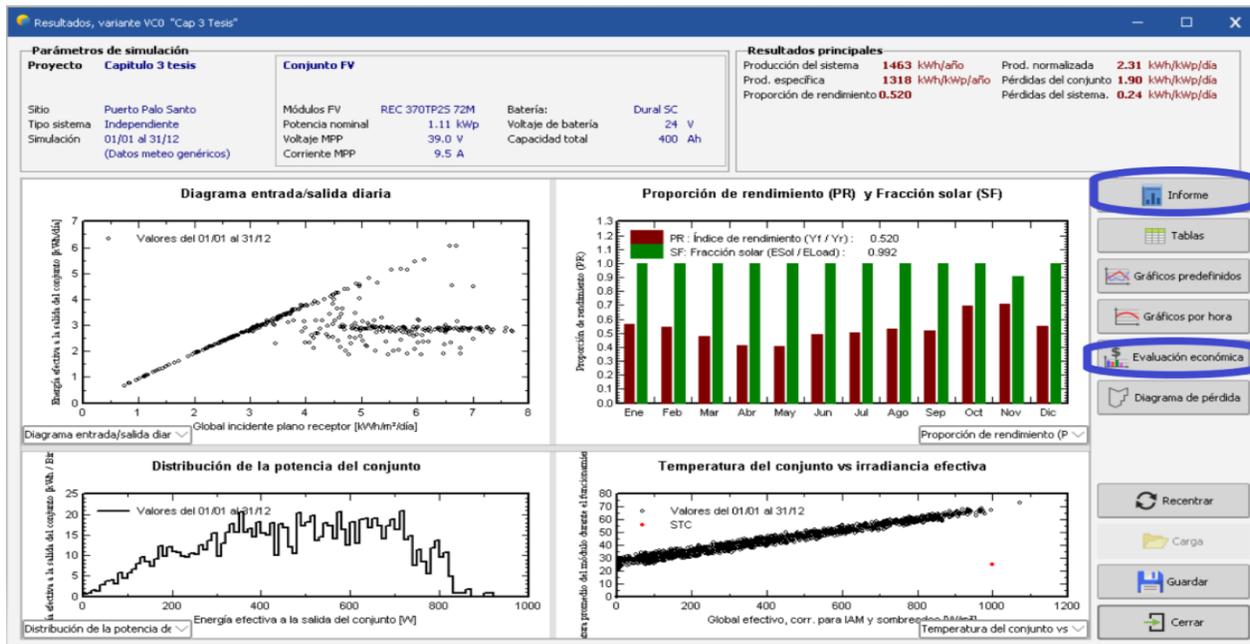
**Temperatura de funcionamiento de la batería**  
 Modo de temperatura Fijo (aire acondicionado)  
 Temperatura fija 20 °C  
 La temperatura de la batería es importante para el envejecimiento de la batería. Un aumento de 10 °C divide la vida útil de la batería "estática" por un Factor de diez

**Necesid. usuario** Hogar Potencia prom. 108 W  
 Proporción nocturna 50.0% Energía día 2.58 kWh  
**Paquete de baterías** 4 en paralelo, 24 V Capacidad 400 Ah  
 Autonomía 3.0 día(s) Energía almacenada 7.68 kWh  
**Conjunto FV** 3 cadena(s) de 1 módulos Potencia nom. 1110 Wp  
 FV/FVcoso 10.0 Energía prom. día 3.41 kWh  
**Controlador** Convertidor MPPT Potencia nom. 880 W  
 PV/PCconv 1.26 Umbralés según los vol

Cancelar OK

**Figura 45.** Capacidad de Almacenamiento de baterías del sistema fotovoltaico. Adaptado de "PVsyst 7.2". Elaborado por los autores.

Una vez culminado el proceso de ingreso de datos requeridos por el software de diseño, se procede con la simulación para obtener los resultados del diseño y el informe final, a su vez el software da la opción de la evaluación económica como se evidencia en la Figura 46, finalmente se obtiene el resultado de la final de la simulación, el cual se lo encuentra en *Anexo 1*.



**Figura 46.** Informe y Evaluación económica de Simulación PVSYST. Adaptado de "PVsyst 7.2". Elaborado por los autores.

### 3.2. Cálculo de Sistema Fotovoltaico Aislado a partir de simulación.

#### 3.2.1. Cálculo de inclinación de paneles fotovoltaicos.

Para realizar el cálculo óptimo del ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos hay que tener presente la siguiente fórmula:

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69|\phi|$$

$\phi =$  Latitud del lugar (Figura 40).

$\beta_{opt} =$  Angulo de inclinación óptimo.

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69|2,4845|$$

$$\beta_{opt} = 3,7 + 1,71$$

$$\beta_{opt} = 5,41^\circ$$

$$\beta_{opt} > 15^\circ$$

Hay que tener en cuenta la fórmula:

$$15^\circ < \beta \leq 90^\circ$$

Lo cual indica que el ángulo de inclinación óptimo para un generador fotovoltaico debe ser mayor a partir de  $15^\circ$ .

#### 3.2.2. Caso de estudio.

En el presente apartado se va a realizar un cálculo para una piscina de 6 hectáreas, la proporcionalidad alimentadora–hectárea es de 1.5, lo que quiere decir que un solo alimentador cubriría una demanda de 1.5 hectáreas del estanque.

Puntualizando en este escenario se tiene que para una piscina de 6 hectárea se necesitan 4 alimentadores AQ1 SYSTEM.

#### 3.2.3. Cálculos técnicos

Para continuar los cálculos de este apartado es indispensable el estudio de carga del sistema fotovoltaico aislado.

**Tabla 5.**  
*Cálculos de consumo de cargas.*

Unidades	Carga	Potencia Unitaria (W)	Horas de funcionamiento al día	Energía Necesaria (Wh)	Factor Seguridad 25%	Energía Total Necesaria (Wh)
4	Motores (AC)	100	2	800	1,25	1000
1	Controlador (DC)	40	24	960	1,25	1200
<b>Total</b>				<b>1760</b>		<b>2200</b>

Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

Con los factores obtenidos en la *Tabla 5* de cálculos, se adquiere el consumo medio diario de la instalación al que se le ha aplicado un 25% como factor de seguridad.

Para desarrollar un dimensionamiento, se tienen en cuenta valores para rendimiento de la batería de un 95%, del inversor un 90% y de los conductores un 100%.

#### 3.2.4. Cálculo del consumo total del sistema

Para este cálculo se establece que, para determinar la potencia absoluta de consumo del sistema fotovoltaico, primero se tiene que determinar la eficiencia de los equipos que intervienen en el sistema, mediante la ecuación 1, que para el cálculo de los consumos medios diarios (Lmd) se considera:

$$Lmd = \frac{Lmdcc + Lmdca/ninv}{nbat * ncond} (1)$$

**Lmd:** Consumo medio de energía diario.

**Lmdcc:** Consumo de energía diario en corriente continua.

**Lmdca:** Consumo de energía diario en corriente alterna.

**nbat:** Rendimiento de la batería valores.

**ninv:** Rendimiento del inversor.

**ncond:** Rendimiento del conductor. Con una eficacia del 90% presente en los equipos se obtienen estos resultados:

Consumo AQ1 SYSTEM:

$$Lmd = \frac{1200 + \left(\frac{1000}{0.95}\right)}{0,92 * 1}$$

$$Lmd = 2.448,51 \text{ w/h(1)}$$

### 3.2.5. Número total de módulos fotovoltaicos.

Para determinar los módulos fotovoltaicos se necesita obtener la potencia de los paneles con los que se procede a dimensionar el sistema. Para este caso de estudio se utilizarán paneles de 370 Wp (watts pico) Anexo 2.

$$Nt = \frac{Lmd}{Pmpp * HPScrit * PR} \quad (2)$$

**Lmd:** El consumo medio diario mensual para el mes crítico.

**Pmpp:** La potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC, en este caso, el modelo REC370TP2SM72 del fabricante REC SOLAR, tiene 370 watts de potencia pico en STC. (Anexo 2).

**HPScrit:** Son las horas de sol pico del mes crítico calculado a partir del meteo mensual del software PVSYST en la Figura 38 y Figura 39, es decir: Irradiación del mes crítico noviembre 100 kWh/m2/mes, y/o diario 3,33 kWh/m2/día.

**PR:** El factor global de funcionamiento que se mantiene entre 0.65 y 0.90. por lo cual se toma el 0.90 por defecto

$$Nt = \frac{2.448,51}{370 * 3,33 * 0.90}$$

$$Nt = 2,21$$

$$Nt \cong 3 \quad (3)$$

Obteniendo los cálculos de los paneles fotovoltaicos en serie o paralelo, teniendo en cuenta que el REC370TP2SM72 de REC SOLAR tiene un voltaje máximo  $V_{max}=39,8$  Volt. *Anexo 2.*

$$N_{serie} = \frac{V_{bat}}{V_{max}}$$

$$N_{serie} = \frac{24}{39.8}$$

$$N_{serie} = 0,60$$

$$N_{serie} \cong 1 \quad (4)$$

$$N_{paralelo} = \frac{Nt}{N_{serie}}$$

$$N_{paralelo} = \frac{3}{1}$$

$$N_{paralelo} = 3 \quad (5)$$

De esta forma se tiene un sistema fotovoltaico formado por 3 unidades de células solares conectadas en paralelo.

Los cálculos del número de paneles fotovoltaicos previamente obtenidos en este estudio, se da conociendo que el regulador o controlador de carga es de tipo MPPT (seguidor del punto de máxima potencia). se procede a realizar un cálculo en el escenario que se utilice un controlador PWM (convertidor de tensión corriente continua- corriente continua).

Se calcula el consumo medio de energía en Ah/día con la siguiente formula:

**QA<sub>h</sub>**: Consumo de energía en Amperios-Día.

$$QAh = \frac{Lmd}{Vbat}$$

$$QAh = \frac{2448,51}{24}$$

$$QAh = 102.021 \text{ Ah/dia} \quad (6)$$

De esta forma se tiene que, la corriente que debe generar el grupo de paneles solares conectados en las condiciones de radiación solar del mes critico es:

**IGFV, MPP:** La corriente generada por el campo de captación fotovoltaico.

$$IGFV, MPP = \frac{QAh}{HPScrit}$$

$$IGFV, MPP = \frac{102,021}{3,333}$$

$$IGFV, MPP = 30,609 \text{ A} \quad (7)$$

Con el resultado obtenido de la corriente generada por el campo de captación fotovoltaico se puede realizar el número total de paneles solares conectados en el sistema con un regulador PWM, teniendo en cuenta el REC370TP2SM72 de REC SOLAR tiene una corriente máxima  $I_{max}=9,30$  A. Anexo 2.

$$N_{paralelo} = \frac{IGFV, MPP}{IMOD, MPP}$$

$$N_{paralelo} = \frac{30,609}{9,30}$$

$$N_{paralelo} = 3,29$$

$$N_{paralelo} \cong 4 \quad (8)$$

Teniendo, así como resultado que con un controlador PWM necesita un grupo de 4 paneles solares conectados en paralelo.

### 3.2.6. Cálculo de la batería

En este apartado se realiza el dimensionamiento de la capacidad del grupo de baterías que estarán conectadas al sistema, teniendo en cuenta datos importantes que son la máxima profundidad de descarga estacional y diaria. El número de días de autonomía. Como parámetros generales se considera:

**Profundidad de Descarga Máxima Estacional (PD<sub>max, e</sub>) = 70% = 0,7**

**Profundidad de Descarga Máxima Diaria (PD<sub>max, d</sub>) = 15% = 0,15**

**Número de días de Autonomía (N) = 3**

La capacidad nominal de la batería se calcula con la ecuación de la descarga máxima diaria (C<sub>nd</sub>).

$$C_{nd} = \frac{L_{md}}{PD_{max}}$$

$$C_{nd} (Wh) = \frac{2448,51}{0,7}$$

$$C_{nd} (Wh) = 3497,871 Wh \quad (9)$$

$$C_{nd} (Ah) = \frac{3497,871}{24}$$

$$C_{nd} (Ah) = 145,745 Ah \quad (10)$$

Capacidad de la batería en función de la descarga máxima estacional (C<sub>ne</sub>):

$$C_{ne} (Wh) = \frac{2448,51 Wh * 3 \text{ días}}{0,7}$$

$$C_{ne} (Wh) = 10493,614 Wh \quad (11)$$

$$Cne (Ah) = \frac{10493,614}{24}$$

$$Cne (Ah) = 437,234 Ah \quad (12)$$

El número de baterías en serie que se usaran en este sistema es el siguiente:

$$Vsb = Ns * Vb$$

$$Ns = \frac{Vsb}{Vb}$$

$$Ns = \frac{24}{12}$$

$$Ns = 2 \quad (13)$$

**Ns:** Baterías en serie.

**Vb:** Voltaje batería.

Las baterías en paralelo que se utiliza en este sistema son:

$$Csb = Np * Cb$$

$$Np = \frac{Csb}{Cb}$$

$$Np = \frac{437,234 Ah}{100 Ah}$$

$$Np = 4,37Ah \quad (14)$$

**Np:** Baterías en paralelo.

**Csb:** Capacidad del sistema de baterías.

**Cb:** Capacidad de la batería.

### 3.2.7. Cálculo del Regulador.

En este estudio se calcula la corriente de entrada y de salida del regulador, teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito  $I_{sc} = 9,85 \text{ A}$  del módulo REC370TP2SM72 de REC SOLAR. *Anexo 2.*

#### Corriente de entrada al Regulador:

**In:** Corriente de entrada al regulador.

**Isc:** Corriente de cortocircuito del módulo.

**Np:** Número de paneles.

$$I_n = 1,25 * I_{sc} * N_p$$

$$I_n = 1,25 * 9,85 \text{ A} * 3 = 36,93 \text{ A} \quad (15)$$

#### Corriente de salida del Regulador:

**Iout:** Corriente de salida del regulador.

**PDC:** Potencia de la carga en corriente continua.

**PAC:** Potencia de la carga en corriente alterna.

**Ninv:** Eficiencia del inversor.

**Vsb:** Voltaje del sistema de baterías.

$$I_{out} = 1,25 * \frac{P_{DC} + \frac{P_{AC}}{n_{INV}}}{V_{SB}} \quad (16)$$

$$I_{out} = 1,25 * \frac{40 + \frac{100}{0,95}}{24}$$

$$I_{out} = 7,57 \text{ A}$$

### 3.2.8. Cálculo del inversor

Para desarrollar el cálculo del inversor se considera que toda la carga de corriente alterna tiene una potencia pico ya que son motores, por lo tanto, se realiza una modificación a la ecuación original.

$$P_{inv} = 1,2 * P_{AC} \quad (17)$$

$$P_{inv} = 1,2 * 4 P_{AC}$$

$$P_{inv} = 1920 W$$

El resultado final es un inversor comercial de potencia máxima de 2000 W.

### 3.2.9. Comparativa de Resultados

**Tabla 6.**

*Error Porcentual Valor Calculado vs Simulado*

PARÁMETROS	SOFTWARE PVSYST 7.2 (B)	MATEMATICOS (C)	C-B	C-B/C	*100%	%Error
Número de Paneles.	3	3,01	0,01	0,003	0,003	0,003
Angulo de Inclinación Paneles Solares. (°)	10	5,41	-4,59	-0,848	-0,848	0,848
Capacidad de almacenamiento del sistema (Ah).	400	437,234	37,234	0,085	0,085	0,085
Controlador (A).	30	36,93	6,93	0,188	0,188	0,188
Potencia de la Carga	2584	2200	-384	-0,175	-0,175	0,175

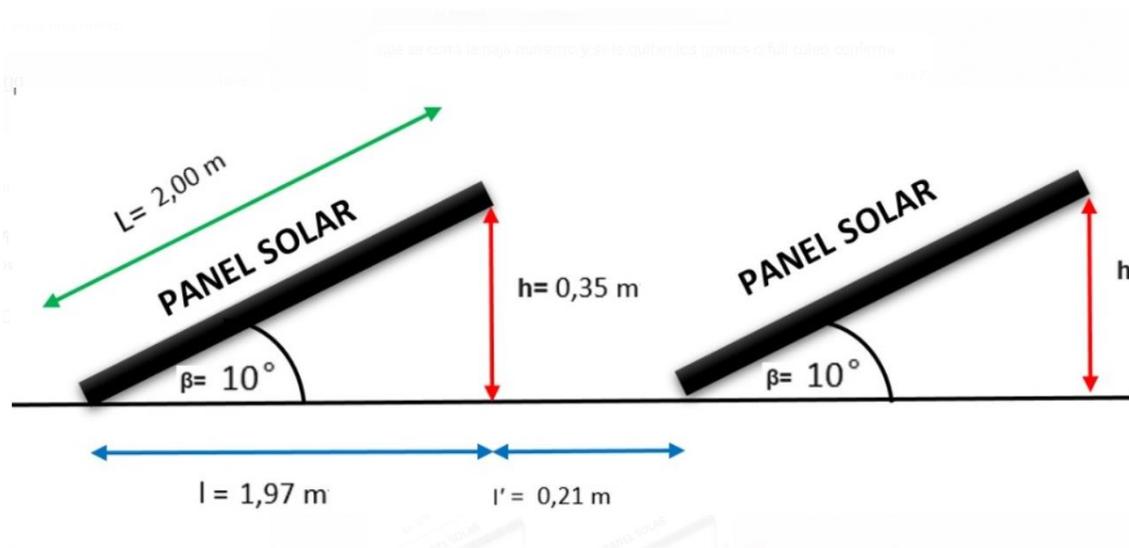
Adaptado de "PVsyst 7.2". Elaborado por los autores.

Como se evidencia en la Tabla 6, se aprecian leves diferencias en ciertos valores de parámetros abordados, por lo cual se establece un porcentaje de error porcentual entre lo obtenido por medio de fórmulas matemáticas y lo simulado por PVSyst 7.2 teniendo como resultados en: el ángulo de inclinación de paneles solares 0,848%, la capacidad de almacenamiento de las baterías 0,085%, la

capacidad del controlador de carga 0,188%, la potencia de la carga 0,175%, en base a los resultados se concluye que los valores obtenidos matemáticamente están realizados de forma correcta, pues el margen de error es mínimo.

### 3.2.10. Diagrama esquemático de ubicación de los paneles fotovoltaicos.

Para realizar un diagrama esquemático es necesario tener en cuenta el número de paneles que se van a utilizar, esto con el objetivo de reducir área en el lugar de instalación, cuando se necesita ubicar dos paneles uno detrás de otro se lo coloca como se muestra en la Figura 47. esto con el objetivo de evitar las sombras en el panel consecuente.



**Figura 47.** Distancia optima entre paneles fotovoltaicos. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

Donde,

$L$ = la longitud del panel solar.

$l$ = distancia proyectada del panel respecto al ángulo de inclinación.

$l'$ = distancia optima entre paneles solares.

$\beta$ = ángulo de inclinación panel fotovoltaico respecto al piso.

Los valores de cada una de las incógnitas se los obtiene relacionando la función seno para obtener la altura, dado que tengo la longitud del panel en la ficha técnica del mismo (*Anexo 2*), de igual forma la distancia que ocupa en el suelo, relaciono la función coseno con el ángulo de

inclinación obtenido de la Figura 41, en donde manifiesta que en esa inclinación no existen pérdidas.

De manera que:

$$l = 2 \text{ Cos}10^\circ$$

$$l = 1,97 \text{ m}$$

$$h = 2 \text{ Sen}10^\circ$$

$$h = 0,347 \text{ m}$$

para expresar la distancia mínima entre paneles y así evitar sombras, se toma la referencia del texto “Pliego de Condiciones técnicas de Instalaciones Aisladas de Red”, donde se establece una fórmula:

$$l' = \frac{h}{\tan (61^\circ - \Theta)}$$

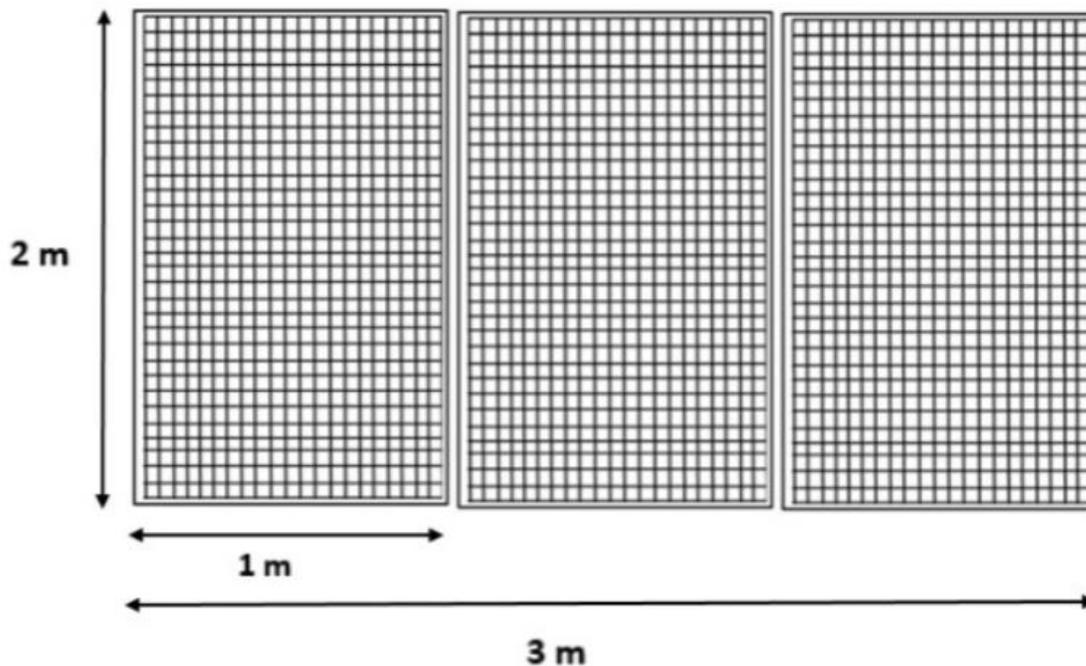
Donde  $\Theta$ , se refiere a la latitud del lugar, obtenido en la Figura 40, de acuerdo con la tabla de PVSYST 7.2, establece que es 2,485 S, de esta forma se determina que:

$$l' = \frac{0,347}{\tan (61^\circ - 2,485)}$$

$$l' = 0,2131 \text{ m}$$

Esto quiere decir que la distancia optima entre los paneles es de 0,213 m evitando así sombras entre filas de paneles, de ser el caso que se necesiten agrupar 2 o 3 paneles más por fila.

En el presente proyecto el resultado tanto de lo calculado como de lo simulado en paneles fotovoltaicos da un total de 3 unidades, por ende, se toma en consideración de los datos técnicos del panel REC370TP2SM72, presentes en el *Anexo 2*, donde indica la longitud y el ancho del panel.



**Figura 48.** Medidas de Paneles Fotovoltaicos. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

De esta manera se puede obtener el área que ocupa el arreglo fotovoltaico, siendo así el área total de los paneles:

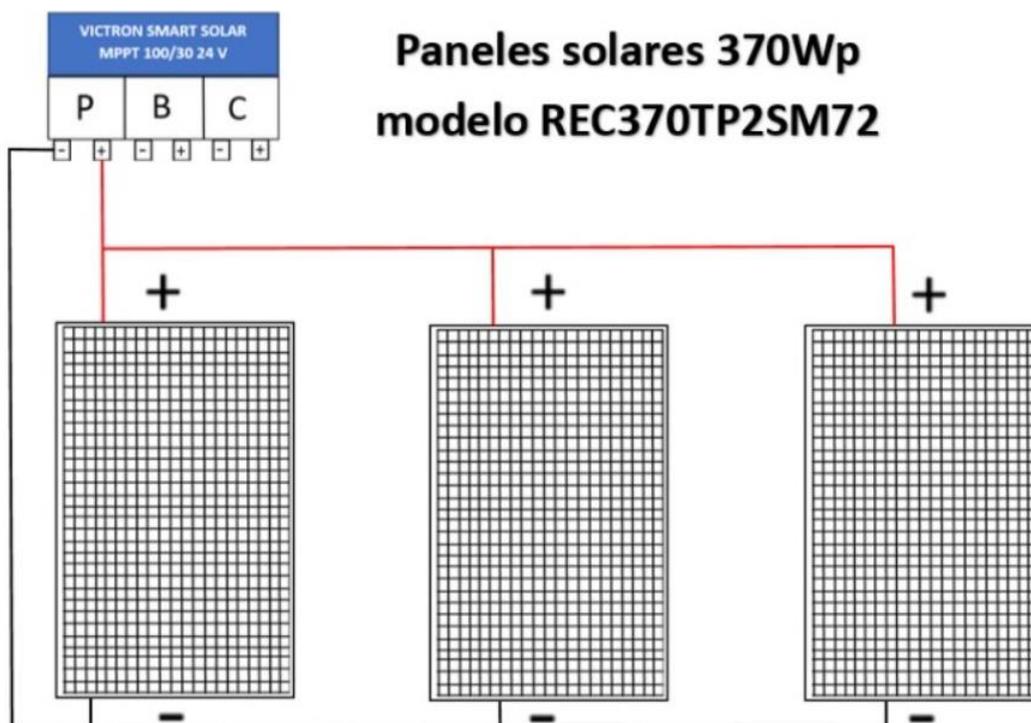
A: base x altura.

A: 3m x 2m.

A: 6m<sup>2</sup>.

### **3.3.Diagrama Esquemático de Conexión de Paneles Solares.**

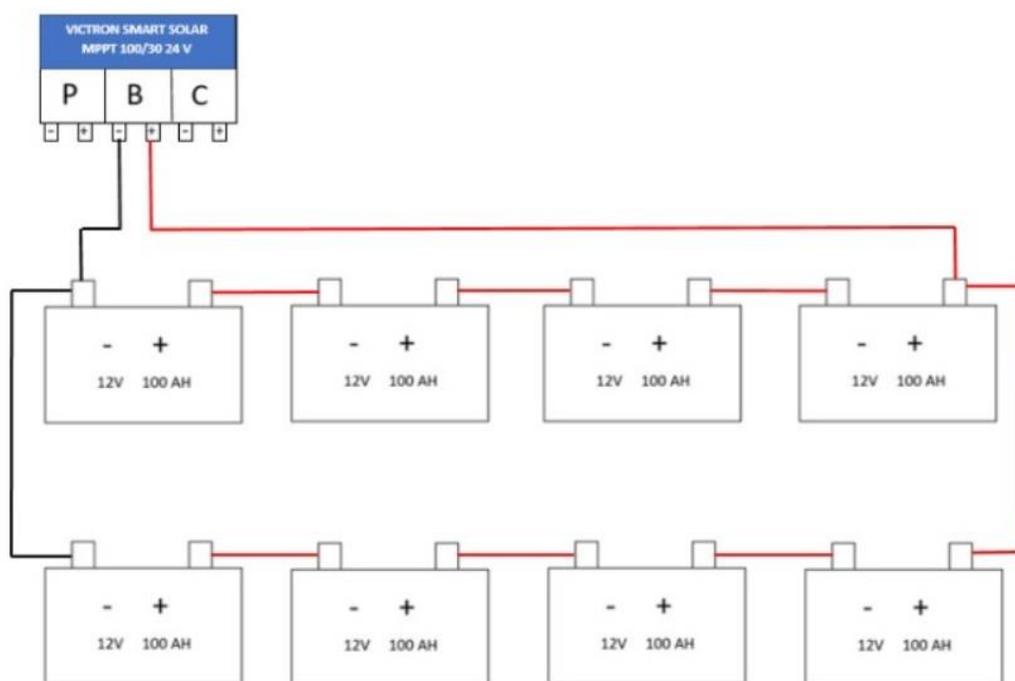
En la Figura 49, se puede apreciar la conexión de los paneles solares, alimentando el controlador de carga.



*Figura 49.* Conexión de Paneles Fotovoltaicos. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

### 3.4. Diagrama Esquemático de Conexión de baterías.

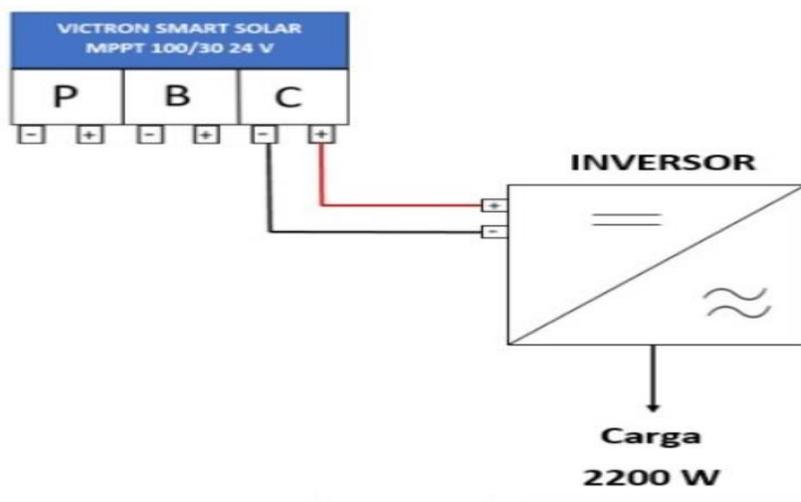
En la Figura 50, se aprecia la conexión del grupo de 8 baterías de 12 Vdc 100 Ah, en la que se obtienen 24Vdc 400 Ah.



**Figura 50.** Conexión de grupo de almacenamiento o baterías a controlador de carga. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

### 3.5. Diagrama Esquemático de Conexión de Inversor.

En la Figura 51, se aprecia la conexión desde la salida del controlador de carga al inversor.



**Figura 51.** Conexión de Inversor DC-AC. Adaptado de “PVsyst 7.2”. Elaborado por los autores.

## Capítulo IV

### 4. Resultados

#### 4.1. Certificación IEC61701.

##### 4.1.1. IEC 61701 – Corrosión por niebla salina, prueba de fotovoltaica

Los módulos fotovoltaicos son dispositivos eléctricos proyectados para su exposición en exterior de manera continua durante su tiempo de vida útil de trabajo. Ambientes marinos y húmedos altamente corrosivos, pueden descomponer componentes del módulo fotovoltaico (corrosión de partes metálicas, deterioro de las propiedades de algunos materiales no metálicos como capas protectoras, por asimilación de sales y plásticos entre otras) causando daños permanentes que presentaría un mal uso de su funcionamiento. [31]

La norma IEC61701 establece el procedimiento para determinar la resistencia del módulo a la corrosión producida por niebla salina considerando a su vez 6 niveles de resistencia. [31]

Este estudio determina la resistencia del módulo a la corrosión producida por niebla salina. El mismo que se utiliza para evaluar la compatibilidad de los materiales, la calidad y equivalencia de la cubierta protectora. [32]

Como primer punto se realiza una inspección visual, luego se expone los módulos al ambiente por 21 días esparciendo con una solución salina combinando 38.37 gramos de sal por cada litro de agua dulce, luego de los 21 días se realiza una inspección visual antes del lavado y otra después del lavado y secado del módulo. [32]

#### 4.2. Selección del Panel Fotovoltaico.

En la Tabla 9 se muestra los 4 tipos de paneles fotovoltaicos referenciados para realizar la mejor selección en base al escenario a presentar en el proyecto.

**Tabla 7.**  
*Comparativa de 4 marcas de paneles fotovoltaicos.*

<b>Fabricantes</b>	<b>REC</b>	<b>TRINA</b>	<b>ECO GREEN ENERGY</b>	<b>JINKO SOLAR</b>
<b>Tipo</b>	<b>PERC</b>	<b>Monocrystalino</b>	<b>Monocrystalino</b>	<b>PERC</b>
<b>Modelo</b>	REC 370TP2S 72M	TSM-DE14A- (II)-370	EGE 166-M-60- HC 370 Wp	
<b>Potencia</b>	370	370	370	370
<b>Tolerancia de Potencia.</b>	0 / + 5 vatios	0 / + 5 vatios	0 / + 5 vatios	0/+3%
<b>Eficiencia</b>	18,4%	19,3%	20.0 %	18.66%
<b>Coef. Temp. Max.</b>	-0.37 %/°C	- 0,39%/K	-0.36%/°C	-0.39%/°C
<b>Certificación IEC 61701.</b>	Nivel 6	✓	X	X
<b>Producción del Sistema Anual.</b>	1492 kWh/año	1477 kWh/año	1479 kWh/año.	1472 kWh/año
<b>Perdida del Conjunto Fotovoltaico Anual.</b>	281,05 kWh/año	259,15 kWh/año	255,5 kWh/año	262,8 kWh/año

Adaptado de "PVsyst 7.2". Elaborado por los autores.

Se realiza la comparación de 4 marcas en base a la potencia de 370 Wp, se elige la marca REC ya que cuenta con la certificación IEC61701 nivel 6 (*Anexo 2*), lo que la hace ser el panel fotovoltaico óptimo para alimentar el AQ1 SYSTEM.

#### 4.3. Costo de Instalación del Sistema Fotovoltaico Aislado.

Se realiza un presupuesto del costo de inversión inicial del sistema fotovoltaico aislado, para lo cual se citan datos del (*Anexo 1*), y así se establece un costo referencial estimado del sistema.

**Tabla 8.**

*Costo estimado de Inversión Inicial*

<b>Parámetros</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Módulos FV REC370TP2SM72</b>	3	\$300.00	\$900.00
<b>Soportes para módulos</b>	3	\$70.79	\$212.37
<b>Baterías</b>	8	\$200.00	\$1600.00
<b>Controladores</b>	1	\$370.00	\$370.00
<b>Inversor</b>	1	\$950.00	\$950.00
<b>IVA</b>			\$477.40
<b>Otros impuestos</b>			\$198.92
<b>Total</b>			\$4876,00

*Adaptado de "PVsyst 7.2". Elaborado por los autores.*

#### 4.4. Costo estimado del Mantenimiento Anual del Sistema Fotovoltaico Aislado.

Se realiza un presupuesto estimado del coste de mantenimiento en un periodo de 20 años, en los cuales se toman en consideración el cambio del grupo de 8 baterías, y el costo de la mano de obra.

**Tabla 9.**

*Costos estimados de Mantenimiento Sistema Fotovoltaico Aislado.*

<b>Parámetros</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Periodo</b>	<b>frecuencias</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Cambio de batería</b>	8	Cada 4 años	5	\$200.00	\$8000.00
<b>Mantenimiento</b>	20	Cada año	3	\$100.00	\$6000.00
<b>Total</b>					\$14000.00

*Adaptado de "PVsyst 7.2". Elaborado por los autores.*

#### 4.5. Tabla de Consumo de combustible de un generador eléctrico.

### CONSUMO GENERADORES DIESEL A 3000 RPM:

Consumo gasóleo A, GENERADORES ECTRICOS diésel 3000 RPM						
Datos promedio motores diésel: Lombardini – Yanmar - Hatz						
Potencia generador		GENERADORES Baja Tensión 400 - 230 V, 50 Hz				Promedio
COP, Potencia continua AS2789 DIN 6271 - ISO 8528 1:2005		CONSUMO Litros /HORA				Litros/KW/h
KVA	KW	% Carga conectada				100% carga
		25%	50%	75%	100%	
3.3	3		0.66	0.93	1.24	0.41
5.7	4.5		1.04	1.46	1.94	0.43
7.6	6.8		1.55	2.17	2.90	0.42
10.0	9.0		1.90	2.74	3.66	0.40
12.0	9.6		1.99	2.81	3.81	0.39
12.8	11.5		2.17	3.05	3.97	0.34

**Figura 52.** Consumo Generadores a diésel. Adaptado de “Grupo Bravo Generadores Eléctricos”. Elaborado por los autores.

Se verifica la Figura 52, tabla de consumo de generadores de distintas potencias, en la que se elige el de 3 kW, el consumo promedio de diésel de un generador de esta capacidad con la carga conectada a un 75%, teniendo un valor de 0.93 litros/hora.

#### 4.6. Gastos estimados de mantenibilidad anual de un generador eléctrico como fuente de suministro de energía para el AQ1 SYSTEM.

Se realiza una tabla con datos obtenidos en el capítulo 4.4., en la que se toma en consideración el valor de 0,93 lt/h, valores diarios, mensuales y anual del gasto en galones en diésel, teniendo en consideración el precio del galón de combustible para el sector agricultor, camaronero y ganadero que es de \$1,26.

**Tabla 10.**  
*Costo anual mantenibilidad de un generador eléctrico.*

Parámetros	Lt/h	Día	Mes	Trimestral	Anual	Galones	Precio Unitario	Total
Combustible	0,93	22,32	669,6		8035,2	2125,71	1,26	2678,40
Mantenimiento			700		8400			8400
Transporte				4			800	3200
Total								14278,4

Adaptado de “Grupo Bravo Generadores Eléctricos”. Elaborado por los autores.

#### **4.7. Costos estimados del mantenimiento de un generador eléctrico en un periodo de 20 años, tiempo de vida del proyecto fotovoltaico.**

Se realiza un presupuesto estimado en base a los costos del galón de diésel, se obtiene un valor total de los gastos de mantenimiento en un periodo de 20 años.

**Tabla 11.**  
*Costo del mantenimiento en 20 años de un generador eléctrico*

Parámetros	Meses	Años	Precio Unitario	Total
Mantenimiento	240	20	700	168000
Combustible	240	20	223,2	53568
Total				221568

Adaptado de “Grupo Bravo Generadores Eléctricos”. Elaborado por los autores.

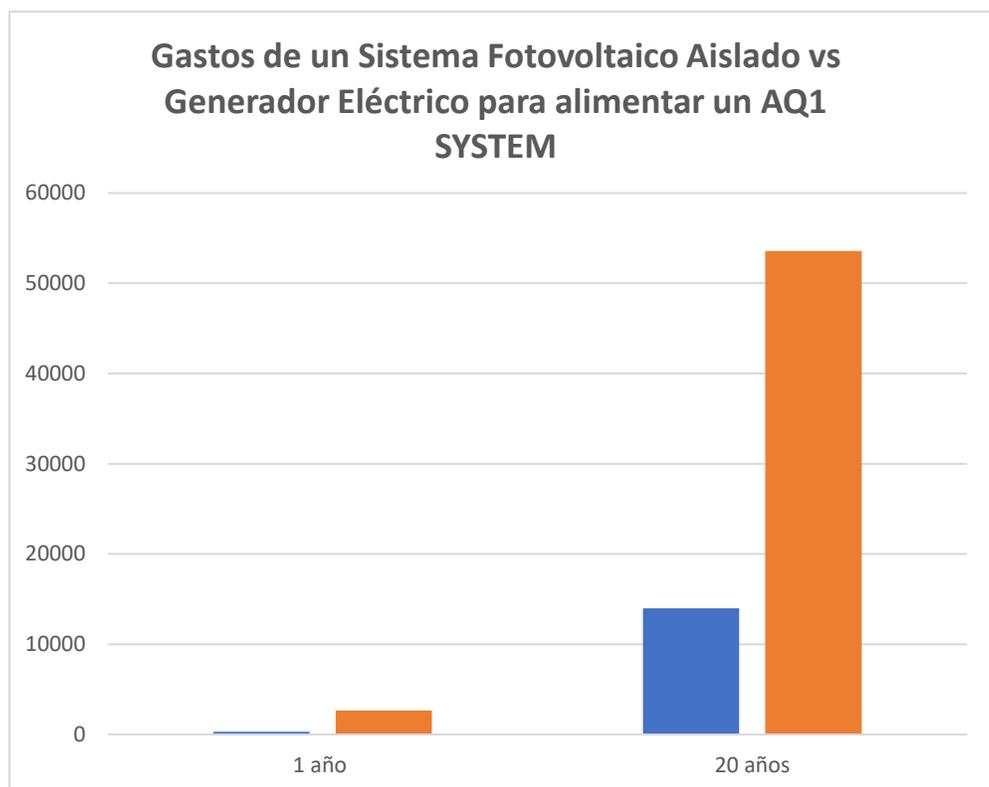
#### **4.8. Comparación monetaria del costo de mantenibilidad de energía eléctrica del Sistema Fotovoltaico Aislado y el Generador a diésel como fuente de energía eléctrica para alimentar AQ1 SYSTEM.**

En la comparativa que se muestra en la Tabla 15, se verifica el costo de producción de energía eléctrica, entre el sistema de generación a diésel Tabla 13, y el sistema fotovoltaico aislado, los detalles del mantenimiento del panel solar se describen en la Tabla 11.

**Tabla 12.**  
*Comparación de costos de mantenibilidad de energía eléctrica en ambos sistemas.*

Parámetros	1 año	20 años
Panel fotovoltaico	300	14000
Generador a diésel	2678,4	53568
Diferencia monetaria		39568

Adaptado de “Grupo Bravo Generadores Eléctricos”. Elaborado por los autores.



*Figura 533. Comparación monetaria de mantenibilidad. Adaptado de Tabla 15. Elaborado por los autores.*

En la figura 53, se verifica la comparación en relación con los costos de mantenibilidad de un sistema fotovoltaico aislado respecto a un generador a diésel, en un periodo anual y en una perspectiva de 20 años, en la que se nota la diferencia del costo beneficio que brinda el sistema fotovoltaico sobre el generador a combustión en el periodo de vida útil del sistema, representando así en 20 años un ahorro del 73,86%.

## Conclusiones.

Consiguientemente del proyecto realizado se aportan las siguientes conclusiones:

- Debido a que este proyecto de estudio se compara el dimensionamiento y simulaciones de diferentes tipos de marcas de paneles fotovoltaicos con la misma capacidad y características considerando realizar una futura implementación óptima, se llega a la conclusión de optar por el panel fotovoltaico REC370TP2SM72 que cuenta con la certificación IEC61701 nivel 6 construido para trabajar en un ambiente salino, corrosivo y hostil.
- Mediante fórmulas matemáticas, se realizó el dimensionamiento de cada uno de los elementos que intervienen en el diseño fotovoltaico aislado, mediante el uso de valores de los parámetros del lugar obtenidos con el software PVSYST 7.2.
- PVSYST 7. 2. es una gran herramienta de dimensionamiento ya que maneja una base de datos con diferentes tipos de marcas y modelos que facilitan un dimensionamiento óptimo, obteniendo una simulación y valoración económica.
- En este sistema fotovoltaico aislado a pesar de tener un costo de inversión inicial representativo termina siendo más lucrativo a mediano y largo plazo en lo que se refiere a la producción de energía eléctrica frente a un sistema suministrado por un generador eléctrico a diésel, dado que la mantenibilidad del sistema fotovoltaico aislado representa un 73,86%. de ahorro respecto al costo de mantenibilidad de un generador a diésel.

## Recomendaciones.

Consiguientemente del proyecto realizado se recomienda las siguientes acciones:

- Para el análisis de un estudio de campo en donde se realiza un levantamiento en el sitio de trabajo se debe tener en cuenta las características de los paneles fotovoltaicos, si cuenta con las certificaciones y normas pertinentes para su funcionamiento óptimo en el tipo de ambiente que se requiera.
- Persuadir a las empresas camaroneras que no sean dependientes del combustible diésel que contaminan el medio ambiente puesto a que existen energías renovables que reducen la contaminación y ahorro económico a futuro.
- Incentivar el uso de software de modelamiento como soporte y guía para realizar proyectos fotovoltaicos, debido a que se puede realizar simulaciones para diferentes tipos de escenarios.
- Revisar a partir del presente proyecto a futuro la implementación de sistemas de seguridad.

## Bibliografía

- [1 A. Muñoz, «La fotovoltaica aislada: más que generación eléctrica,» 6 Marzo 2019. [En línea].  
] Available: <https://www.pv-magazine-latam.com/2019/03/06/la-fotovoltaica-aislada-mas-que-generacion-electrica/>.
- [2 ARCONEL, «regulacion electrica,» 23 Marzo 2016. [En línea]. Available:  
] <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/ecuador-posee-un-5155-de-energia-renovable/#:~:text=Ecuador%20posee%20un%2051%2C78%25%20de%20energ%C3%ADa%20renovable%20E2%80%93%20ARCONEL.>
- [3 J. Pesantez, A. Ríos y J. González, «Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector  
] Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro,» *Revista Politécnica*, vol. XLVII, n° 2, Mayo -Julio 2021.
- [4 E. Bohórquez y C. Márquez, Evaluación, selección e implementación de proyectos de  
] instalación de sistemas fotovoltaicos en piscinas camaroneras, Guayaquil: ESPOL, 2018.
- [5 L. Herrera y G. Solórzano, Planteamiento de una alternativa energética renovable para el  
] sistema de bombeo de agua en las camaroneras del ecuador enfocado en el consumo de diésel y su impacto ambiental, Quito : Escuela Politécnica Nacional , 2017.
- [6 VIVINT.Solar, «Historia de los Paneles Solares,» 2020. [En línea]. Available:  
] <https://www.vivintsolar.com/es/centro-de-aprendizaje/historia-de-la-energia-solar.>
- [7 V. Naranjo, «Energía solar - funcionamiento y componetes,» 10 Junio 2020. [En línea].  
] Available: <https://www.venergipwr.com/post/energia-solar-funcionamiento-y-componentes.>
- [8 C. Veloso, «Ley de OHM formula y ejemplos,» 9 Mayo 2017. [En línea]. Available:  
] <https://www.electrontools.com/Home/WP/ley-de-ohm-formula-y-ejemplos/>.
- [9 TWENERGY, «¿Qué son las energías renovables?,» 21 Agosto 2019. [En línea]. Available:  
] <https://twenergy.com/energia/energias-renovables/que-son-las-energias-renovables-516/>.

- [1 Acciona Business As Unusual, «Energías Renovables,» 3 Septiembre 2020. [En línea].  
0] Available: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>.
- [1 INGEOEXPERT, «¿Qué es la energía solar fotovoltaica y cómo se genera?,» 29 Marzo 2019.  
1] [En línea]. Available: <https://ingeoexpert.com/2019/03/29/que-es-la-energia-solar-fotovoltaica-y-como-se-genera/>.
- [1 ELECAM, «¿Qué es un sistema fotovoltaico? Tipos de sistemas.,» 22 Octubre 2019. [En  
2] línea]. Available: <https://elecama.net/que-es-un-sistema-fotovoltaico-tipos-de-sistemas-2/>.
- [1 A. Davis, C. Ullman, M. Rhodes y R. Novriadi, «Sistemas automatizados de alimentación en  
3] la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico,» 23 Abril 2018. [En línea].  
Available: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/sistemas-automatizados-de-alimentacion-en-la-produccion-en-estanques-de-camaron-blanco-del-pacifico/>.
- [1 F. Huerta, «¿Cómo funciona un sistema de paneles solares aislado?,» 16 Junio 2020. [En  
4] línea]. Available: <https://suncore.com.mx/paneles-solares/como-funciona-un-sistema-de-paneles-solares-aislado/>.
- [1 Sun Supply, «Componentes de un sistema de energía solar,» 2 Julio 2021. [En línea].  
5] Available: <https://www.sunsupplyco.com/componentes-de-un-sistema-de-energia-solar/>.
- [1 E. Sebastián, «Componentes de un sistema solar fotovoltaico,» 26 Junio 2018. [En línea].  
6] Available: <https://eliseosebastian.com/componentes-de-un-sistema-solar-fotovoltaico/>.
- [1 HOGARSENSE, «Componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas,» 8 Enero 2021. [En  
7] línea]. Available: <https://www.hogarsense.es/placas-solares/componentes-instalacion-fotovoltaica>.
- [1 Auto Solar , «¿Cuáles son los componentes de una instalación aislada?,» 17 Agosto 2020. [En  
8] línea]. Available: <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/cuales-son-los-componentes-de-una-instalacion-aislada>.

- [1 SUMACUA , «Alimentador automático con hidrofono AQ1,» 28 Julio 2020. [En línea].  
9] Available: [http://web.sumacua.com/Producto/2/ver\\_mas/](http://web.sumacua.com/Producto/2/ver_mas/).
- [2 C. Molina y M. Espinoza, «Beneficios económicos de la alimentación automática asistida por  
0] hidrófonos con algoritmos de aprendizaje,» 2020. [En línea]. Available:  
<https://issuu.com/revista-cna/docs/edicion135final/s/10777166>.
- [2 J. Darryl, «El correcto manejo de los alimentos comerciales para camarón, parte 2,» 3 Enero  
1] 2017. [En línea]. Available: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/el-correcto-manejo-de-los-alimentos-comerciales-para-camaron-parte-2/>.
- [2 P. Mosquera, «En el mundo ya hay medio teravatio de energía solar fotovoltaica instalada,»  
2] 17 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/en-el-mundo-ya-hay-medio-teravatio-20190417>.
- [2 J. Roca, «Las 20 mayores plantas fotovoltaicas del mundo: India manda en el ranking y España  
3] entra en el Top 20,» 18 Mayo 2020. [En línea]. Available:  
<https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/>.
- [2 El Universo, «La energía solar se abre terreno en Ecuador,» *El Universo*, 9 junio 2017.  
4]
- [2 M. Pacheco, «Gobierno impulsará la construcción de un proyecto de energía fotovoltaica en  
5] Galápagos,» *El Comercio*, 10 Marzo 2020.
- [2 T. Partidge, «El proyecto solar El Aromo y el reto de las renovables en Ecuador,» *Inter Press  
6] Service*, 3 Febrero 2021.
- [2 Asamblea Constituyente, Constitución del Ecuador, Montecristi , 2008.  
7]
- [2 Presidencia de la República, Código Orgánicos del Ambiente, Quito: LEXISFINDER, 2017.  
8]

[2 Asamblea Nacional, Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica., Quito: Registro Oficial, 2015.

[3 ARCONEL, Regulaciones de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad 0] (ARCONEL)., Quito, 2018.

## Anexos

Anexo 1. Informe de simulación PVSYST 7.2 caso de estudio tesis.



Versión 7.2.0

### PVsyst - Informe de simulación

Sistema independiente

Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

Sistema independiente con baterías

Potencia del sistema: 1110 Wp

Puerto Palo Santo - Ecuador

| Autor(a)



PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:  
18/09/21 12:32  
con v7.2.0

## Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

### Resumen del proyecto

<b>Sitio geográfico</b> Puerto Palo Santo Ecuador	<b>Situación</b> Latitud -2.48 °S Longitud -80.15 °W Altitud 10 m Zona horaria UTC-5	<b>Configuración del proyecto</b> Albedo 0.20
<b>Datos meteo</b> Puerto Palo Santo Meteonorm 8.0 (2010-2014), Sat=100% - Sintético		

### Resumen del sistema

<b>Sistema independiente</b>	<b>Sistema independiente con baterías</b>	
<b>Orientación campo FV</b> Plano fijo Inclinación/Azmut 10 / 0 °	<b>Necesidades del usuario</b> Consumidores domésticos diarios Constante durante el año Promedio 2.6 kWh/Día	
<b>Información del sistema</b>	<b>Paquete de baterías</b>	
<b>Conjunto FV</b> Núm. de módulos 3 unidades Pnom total 1110 Wp	Tecnología ácido, ventilado, arranque del vehículo Núm. de unidades 10 unidades Voltaje 24 V Capacidad 500 Ah	

### Resumen de resultados

Energía disponible 1492 kWh/año	Producción específica 1344 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 51.20 %
Energía usada 942 kWh/año		Fración solar (SF) 99.83 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Necesidades detalladas del usuario	5
Resultados principales	6
Diagrama de pérdida	7
Gráficos especiales	8
Costo del sistema	9
Análisis financiero	10



PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:

18/09/21 12:32

con v7.2.0

## Proyecto: Capítulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

## Parámetros generales

Sistema independiente	Sistema independiente con baterías	
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Configuración de cobertizos</b>	<b>Modelos usados</b>
Orientación	Sin escena 3D definida	Transposición Perez
Piano fijo		Difuso Perez, Meteororm
Inclinación/Azmut	10 / 0 *	Circunsolar separado
<b>Necesidades del usuario</b>		
Consumidores domésticos diarios		
Constante durante el año		
Promedio	2.6 kWh/Día	

## Características del conjunto FV

Módulo FV	REC	Batería	Electrona
Fabricante	REC	Fabricante	Dural SC
Modelo	REC 370TP2S 72M	Modelo	
(Base de datos PVsyst original)		Tecnología	Plomo-ácido, ventilado, arranque del vehículo
Unidad Nom. Potencia	370 Wp	Núm. de unidades	5 en paralelo x 2 en series
Número de módulos FV	3 unidades	Descarga mín. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	1110 Wp	Energía almacenada	9.6 kWh
Módulos	3 Cadenas x 1 En series	<b>Características del paquete de baterías</b>	
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Voltaje	24 V
Pmpp	1011 Wp	Capacidad nominal	500 Ah (C10)
U mpp	35 V	Temperatura	Fijo 20 °C
I mpp	29 A		
<b>Controlador</b>		<b>Control de gestión de la batería</b>	
Fabricante	Victron	Comandos de umbral como	Voltaje de batería
Modelo	SmartSolar MPPT 100/30 24V	Cargando	27.2 / 25.1 V
Tecnología	Convertidor MPPT	SOC corresp.	0.92 / 0.75
Coef. temp.	-2.7 mV/°C/Elem.	Descarga	23.6 / 24.4 V
Convertidor		SOC corresp.	0.19 / 0.45
Eficiencias máx y EURO	98.0 / 96.0 %		
<b>Potencia FV total</b>			
Nominal (STC)	1 kWp		
Total	3 módulos		
Área del módulo	6.0 m <sup>2</sup>		
Área celular	5.3 m <sup>2</sup>		

## Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica	Pérdidas de cableado CC	Pérdida diodos serie
Temperatura módulo según irradiancia	Res. conjunto global	Caída de voltaje
Uc (const)	21 mΩ	0.7 V
Uv (viento)	Fración de pérdida	Fración de pérdida
20.0 W/m <sup>2</sup> K	1.5 % en STC	1.8 % en STC
0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s		
<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>	<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>
Fración de pérdida	Fración de pérdida	Fración de pérdida
1.5 %	-0.4 %	2.0 % en MPP
<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>		
Fración de pérdida		
0.1 %		

**PVsyst V7.2.0**

VCO, Fecha de simulación:

18/09/21 12:32

con v7.2.0

Proyecto: Capítulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

**Pérdidas del conjunto****Factor de pérdida IAM**

Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	30°	45°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.974	0.907	0.832	0.688	0.445	0.000



PVsyst V7.2.0

VC0, Fecha de simulación:

18/09/21 12:32

con v7.2.0

## Proyecto: Capítulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

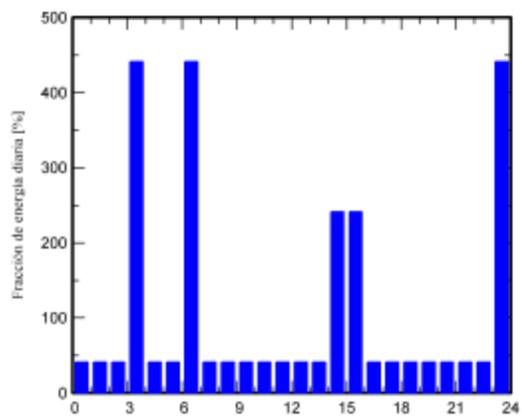
### Necesidades detalladas del usuario

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 2.6 kWh/día

#### Valores anuales

	Número	Potencia W	Uso Hora/día	Energía Wh/día
Motores (AC)	4	100W/lampara	2.0	800
Controlador (DC)	1	40W/apar.	24.0	960
Factor de Seguridad	1	400W/apar.	2.0	800
Consumidores en espera			24.0	24
Energía diaria total				2584Wh/día

#### Distribución por hora





PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:

18/09/21 12:32

con v7.2.0

## Proyecto: Capítulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

## Resultados principales

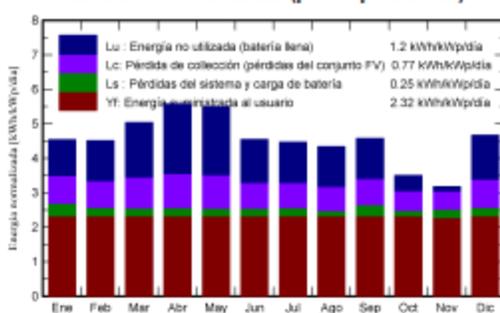
## Producción del sistema

Energía disponible	1492 kWh/año	Producción específica	1344 kWh/kWp/año
Energía usada	942 kWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	51.20 %
Exceso (sin usar)	486 kWh/año	Fración solar (SF)	99.83 %
<b>Pérdida de carga</b>		<b>Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)</b>	
Fración de tiempo	0.2 %	Ciclos SOW	93.2 %
Energía faltante	2 kWh/año	SOW estático	90.0 %
		Duración de vida de batería	10.0 años

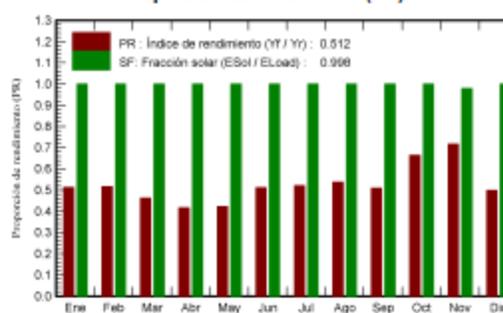
## Evaluación económica

<b>Inversión</b>		<b>Costo anual</b>		<b>LCOE</b>	
Global	5'108.69 USD	Anualidades	0.00 USD/año	Costo energético	0.11 USD/kWh
Específico	4.60 USD/Wp	Costos de funcionamiento	100.00 USD/año		
		Periodo de recuperación	9.1 años		

## Producciones normalizadas (por kWp instalado)



## Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	150.2	137.6	125.4	35.74	0.000	80.10	80.10	1.000
Febrero	131.0	123.6	113.8	36.20	0.000	72.35	72.35	1.000
Marzo	157.1	153.1	139.8	54.27	0.000	80.10	80.10	1.000
Abril	163.1	164.6	150.5	67.36	0.000	77.52	77.52	1.000
Mayo	161.2	168.1	153.9	68.61	0.000	80.10	80.10	1.000
Junio	128.5	134.0	124.2	41.71	0.000	77.52	77.52	1.000
Julio	131.6	136.0	125.9	40.42	0.000	80.10	80.10	1.000
Agosto	130.6	132.1	122.5	39.79	0.000	80.10	80.10	1.000
Septiembre	136.9	134.5	124.4	38.70	0.000	77.52	77.52	1.000
Octubre	111.2	105.9	97.4	15.15	0.000	80.10	80.10	1.000
Noviembre	100.0	93.0	84.5	4.19	1.648	75.87	77.52	0.979
Diciembre	154.9	141.4	129.8	44.01	0.000	80.10	80.10	1.000
<b>Año</b>	<b>1656.3</b>	<b>1624.0</b>	<b>1492.0</b>	<b>486.14</b>	<b>1.648</b>	<b>941.51</b>	<b>943.16</b>	<b>0.998</b>

## Legendas

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	Fración solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		

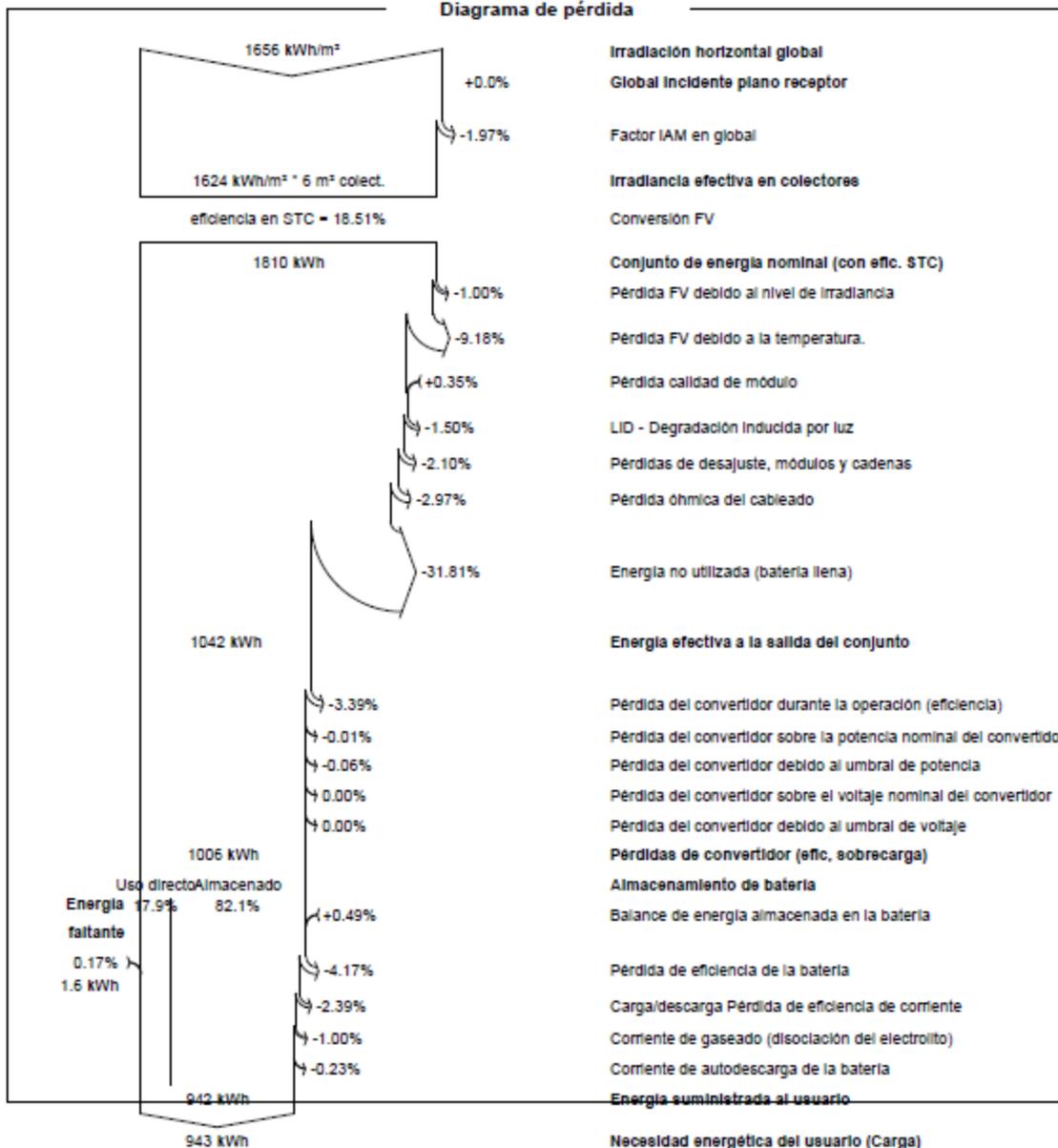


**PVsyst V7.2.0**  
 VCO, Fecha de simulación:  
 18/09/21 12:32  
 con v7.2.0

Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

**Diagrama de pérdida**





PVsyst V7.2.0

VC0, Fecha de simulación:

18/09/21 12:32

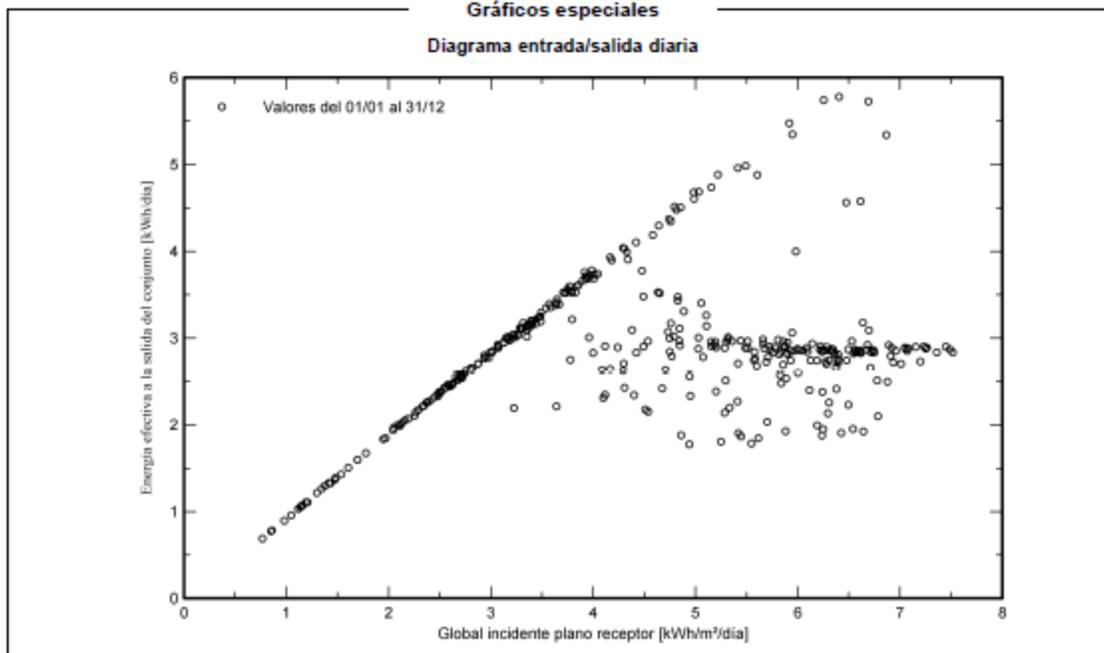
con v7.2.0

Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

### Gráficos especiales

#### Diagrama entrada/salida diaria





PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:  
18/09/21 12:32  
con v7.2.0

## Proyecto: Capítulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

### Costo del sistema

Costes de instalación			
Artículo	Cantidad unidades	Costo USD	Total USD
Módulos FV			
REC 370TP2S 72M	3	300.00	900.00
Soportes para módulos	3	70.79	212.37
Baterías	10	200.00	2'000.00
Controladores			370.00
Otros componentes			
Inversor	1	950.00	950.00
Impuestos			
IVA	1	0.00	477.40
Otros impuestos	1	0.00	198.92
<b>Total</b>			<b>5'108.69</b>
Activo amortizable			3'482.37
Costos de operación			
Artículo			Total USD/año
Mantenimiento			
Salarios			100.00
<b>Total (OPEX)</b>			<b>100.00</b>
Resumen del sistema			
Costo total de instalación		5'108.69 USD	
Costos de operación		100.00 USD/año	
Exceso de energía (batería llena)		486 kWh/año	
Energía solar usada		942 kWh/año	
Costo energético usado		0.356 USD/kWh	



PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:

18/09/21 12:32

con v7.2.0

## Proyecto: Capítulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

## Análisis financiero

## Período de simulación

Vida del proyecto 25 años Año de inicio 2021

## Variación del ingreso a lo largo del tiempo

Inflación 0.00 %/año

Variación de producción (envejecimiento) -0.70 %/año

Tasa de descuento 0.00 %/año

## Financiamiento

Fondos propios 5'108.69 USD

## Autoconsumo

Tarifa de consumo 0.70 USD/kWh

Evolución de tarifas 0.0 %/año

## Retorno de la inversión

Período de recuperación 9.1 años

Valor presente neto (VPN) 8'867.92 USD

Retorno de la Inversión (ROI) 173.6 %

## Resultados económicos detallados (USD)

	Costos de func.	Ahorro de autoconsumo	Cumul lucro	% amorti.
2021	100	650	-4'560	10.9%
2022	100	650	-3'991	21.9%
2023	100	650	-3'431	32.8%
2024	100	650	-2'872	43.8%
2025	100	650	-2'313	54.7%
2026	100	650	-1'754	65.7%
2027	100	650	-1'195	76.6%
2028	100	650	-636	87.5%
2029	100	650	-77	98.5%
2030	100	650	482	109.4%
2031	100	650	1'041	120.4%
2032	100	650	1'600	131.3%
2033	100	650	2'159	142.3%
2034	100	650	2'718	153.2%
2035	100	650	3'277	164.2%
2036	100	650	3'836	175.1%
2037	100	650	4'395	186.0%
2038	100	650	4'954	197.0%
2039	100	650	5'514	207.9%
2040	100	650	6'073	218.9%
2041	100	650	6'632	229.8%
2042	100	650	7'191	240.8%
2043	100	650	7'750	251.7%
2044	100	650	8'309	262.6%
2045	100	650	8'868	273.6%
Total	2'500	16'477	8'868	273.6%



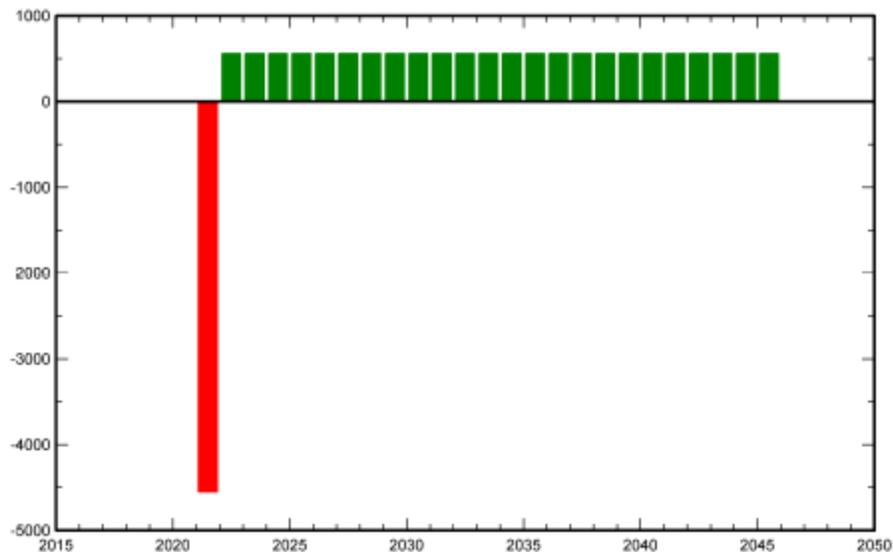
**PVsyst V7.2.0**  
VCO, Fecha de simulación:  
18/09/21 12:32  
con v7.2.0

### Proyecto: Capitulo 3 tesis

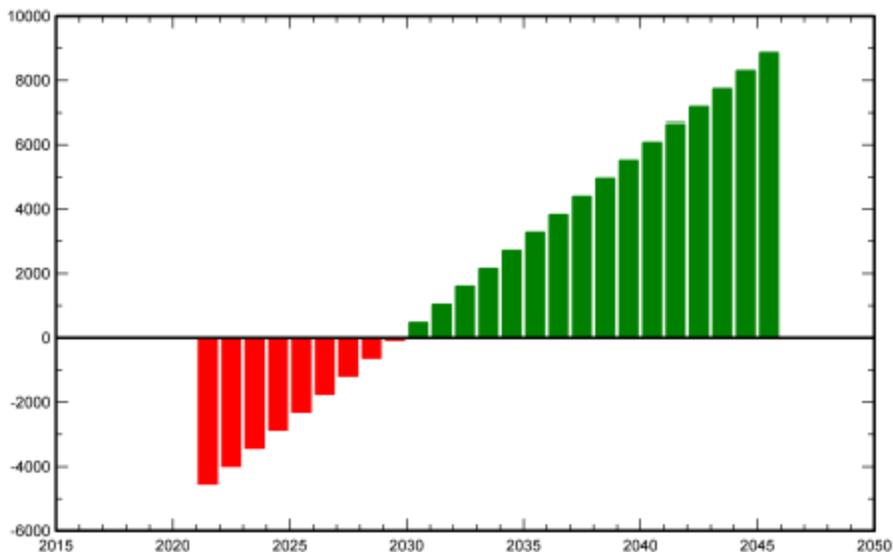
Variante: Cap 3 Tesis

#### Análisis financiero

Beneficio neto anual (USD)



Flujo de caja acumulativo (USD)



*Anexo 2. Datos técnicos de paneles fotovoltaicos citados en el proyecto.*

The image is a promotional graphic for REC solar panels. It features a background of a solar panel with a grid of cells. The top left corner has a green gradient. In the top right, the text "SOLAR'S MOST TRUSTED" is next to the REC logo, which consists of a stylized sun icon and the letters "REC". A large yellow box on the left contains the product name and key features. The text in the yellow box is as follows:

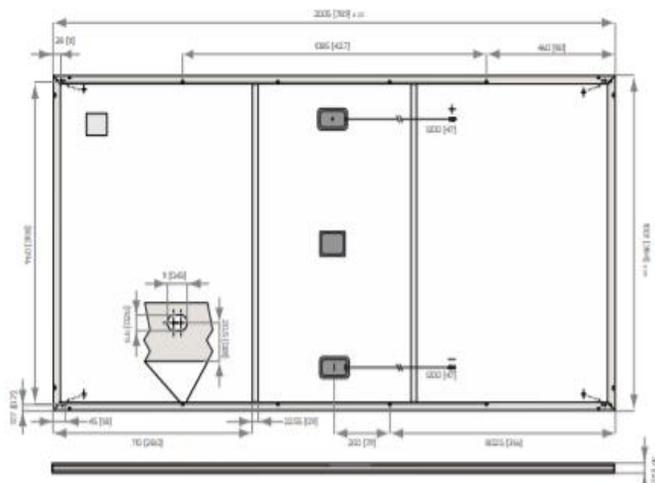
**REC TWINPEAK  
25 MONO 72  
SERIES**

**PREMIUM SOLAR PANELS  
100% MADE IN SINGAPORE**

REC TwinPeak 25 Mono 72 Series solar panels feature an innovative design with high efficiency and an industry-leading lightweight, yet robust construction, enabling customers to get the most out of the installation area.

Combined with the product quality and reliability of a strong and established European brand, REC TwinPeak 25 Mono 72 Series panels are ideal for all types of commercial rooftop and utility installations worldwide.

# REC TWINPEAK 25 MONO 72 SERIES



All measurements in mm [in]

### ELECTRICAL DATA @ STC

	Product code*: RECxxxTP25M 72						
Nominal Power - $P_{MPP}$ (Wp)	370	375	380	385	390	395	400
Watt Class Sorting - (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Nominal Power Voltage - $V_{MPP}$ (V)	39.8	40.1	40.3	40.5	40.7	40.9	41.1
Nominal Power Current - $I_{MPP}$ (A)	9.30	9.36	9.43	9.51	9.58	9.66	9.73
Open Circuit Voltage - $V_{OC}$ (V)	47.0	47.4	48.0	48.6	49.2	49.8	50.4
Short Circuit Current - $I_{SC}$ (A)	10.02	10.04	10.05	10.07	10.08	10.09	10.10
Panel Efficiency (%)	18.4	18.7	18.9	19.2	19.4	19.7	20.0

Values at standard test conditions STC (airmass AM 1.5, irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, cell temperature 77°F (25°C).  
At low irradiance of 200 W/m<sup>2</sup> (AM 1.5 and cell temperature 77°F (25°C)) at least 95% of the STC module efficiency will be achieved.  
\*xxx indicates the nominal power class ( $P_{MPP}$ ) at STC, and can be followed by the suffix XV for modules with a 1500 V maximum system rating.

### ELECTRICAL DATA @ NMOT

	Product code*: RECxxxTP25M 72						
Nominal Power - $P_{MPP}$ (Wp)	276	280	283	287	290	295	298
Nominal Power Voltage - $V_{MPP}$ (V)	37.1	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Nominal Power Current - $I_{MPP}$ (A)	7.44	7.49	7.54	7.60	7.66	7.73	7.78
Open Circuit Voltage - $V_{OC}$ (V)	43.7	44.1	44.7	45.3	45.8	46.4	46.9
Short Circuit Current - $I_{SC}$ (A)	8.02	8.03	8.04	8.06	8.06	8.07	8.08

Nominal cell operating temperature NOCT (800 W/m<sup>2</sup>, AM 1.5, windspeed 1 m/s, ambient temperature 68°F (20°C).  
\*xxx indicates the nominal power class ( $P_{MPP}$ ) at STC, and can be followed by the suffix XV for modules with a 1500 V maximum system rating.

### CERTIFICATION



UL 1703, Fire classification: Type 1 (1500 V XV) Type 2 (1000 V).  
IEC 61215, IEC 61730, IEC 62804 (PID), IEC 62716 (Ammonia),  
IEC 61701 (Salt Mist level 6),  
ISO 9001:2015, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007

### WARRANTY

20 year product warranty  
25 year linear power output warranty  
Max. performance degradation of 0.5% p.a. from 97.5% in year 1  
See warranty conditions for further details.

**20.0% EFFICIENCY**  
**20 YEAR PRODUCT WARRANTY**  
**25 YEAR LINEAR POWER OUTPUT WARRANTY**

### GENERAL DATA

Cell type: 144 half-cut monocrystalline PERC cells  
6 strings of 24 cells in series  
Glass: 0.13" (3.2 mm) solar glass with anti-reflection surface treatment  
Backsheet: Highly resistant polymeric construction  
Frame: Anodized aluminum  
Support bars: Anodized aluminum  
Junction box: 3-part, 3 bypass diodes, IP67 rated in accordance with IEC 62790  
Cable: 4 mm<sup>2</sup> solar cable, 1.2 m + 1.2 m in accordance with EN 50618  
Connectors: Tonglin TL-Cable01S-F (4 mm<sup>2</sup>) in accordance with IEC 62852, IP68 only when connected  
Origin: Made in Singapore

### MAXIMUM RATINGS

Operational temperature: -40 ... +185°F (-40 ... +85°C)  
Maximum system voltage: 1000 V / 1500 V  
Design load (+) snow: 75.2 lbs/ft<sup>2</sup> (3600 Pa)  
Maximum test load (+): 112.8 lbs/ft<sup>2</sup> (5400 Pa)  
Design load (-) wind: 33.4 lbs/ft<sup>2</sup> (1600 Pa)  
Maximum test load (-): 50.1 lbs/ft<sup>2</sup> (2400 Pa)  
Max series fuse rating: 25 A  
Max reverse current: 25 A

\* Calculated using a safety factor of 1.5  
\* See installation manual for mounting instructions

### TEMPERATURE RATINGS

Nominal Module Operating Temperature: 44.6°C (±2°C)  
Temperature coefficient of  $P_{MPP}$ : -0.37 %/°C  
Temperature coefficient of  $V_{OC}$ : -0.28 %/°C  
Temperature coefficient of  $I_{SC}$ : 0.04 %/°C  
\*The temperature coefficients stated are linear values

### MECHANICAL DATA

Dimensions: 78.9" x 39.4" x 1.2" (2005 x 1000 x 30 mm)  
Area: 216 ft<sup>2</sup> (2.01 m<sup>2</sup>)  
Weight: 48.5 lbs (22 kg)

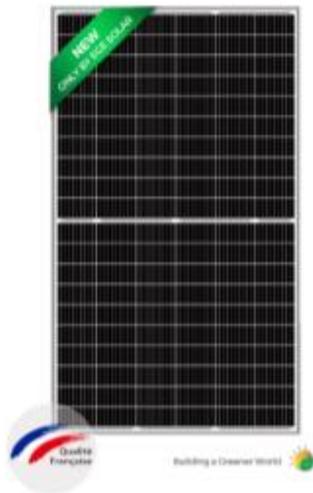
\* Specifications subject to change without notice. Ref: PIM05-01-23 Rev B 07.19



# HELIOS PLUS

360-380W / 120 Cells / 9 Bus Bars  
Monocrystalline Module

EGE 166-M-60-HC



Eco Green Energy's modules are only made of grade A solar cells with a very high efficiency and ensured more than 25 years lifespan.

### KEY FEATURES

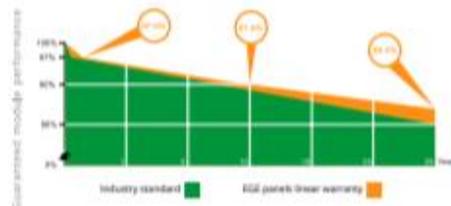
-  Reduce the temperature of the solar hot spot above 20 °C and current intensity between each cells, increase of the efficiency and power
-  Lower temperature coefficient
-  Lower LCOE (Levelized Cost of Energy), larger size of light receiving area and power
-  Reduction of the risk of Micro-cracks
-  Reducing the loss of current mismatch and resistance between each cells

### CERTIFICATES

ISO 9001:2015 / PV CYCLE / CE

### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

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



**25 YEARS** OUTPUT POWER WARRANTY

**12 YEARS** PRODUCT WARRANTY



**ELECTRICAL DATA AT STC\***

Power output (Pmax)	360 W	365 W	370 W	375 W	380 W
Power tolerance	0~+5 W				
Module efficiency	19.5 %	19.7 %	20.0 %	20.3 %	20.5 %
Maximum power voltage (Vmp)	33.70 V	33.90 V	34.10 V	34.30 V	34.50 V
Maximum power current (Imp)	10.69 A	10.77 A	10.86 A	10.95 A	10.04 A
Open circuit voltage (Voc)	40.90 V	41.10 V	41.30 V	41.50 V	41.70 V
Short circuit current (Isc)	11.20 A	11.28 A	11.37 A	11.46 A	11.55 A

\*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m<sup>2</sup> • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

**ELECTRICAL DATA AT NMOT\***

Power output (Pmax)	270 W	274 W	277 W	281 W	285 W
Maximum power voltage (Vmp)	31.30 V	31.50 V	31.60 V	31.80 V	32.00 V
Maximum power current (Imp)	8.64 A	8.71 A	8.77 A	8.84 A	8.91 A
Open circuit voltage (Voc)	38.40 V	38.50 V	38.70 V	38.90 V	39.10 V
Short circuit current (Isc)	9.09 A	9.17 A	9.19 A	9.21 A	9.23 A

\*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m<sup>2</sup> • Ambient temperature: 20°C • AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

**TEMPERATURE CHARACTERISTICS**

NMOT	41 °C ±3 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.36%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.28%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.05%/°C

**MAXIMUM RATINGS**

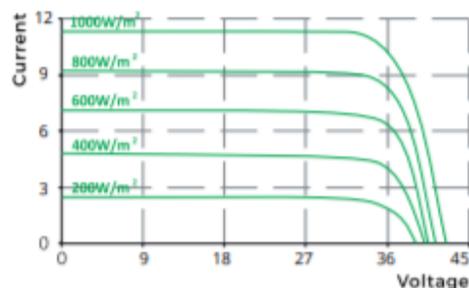
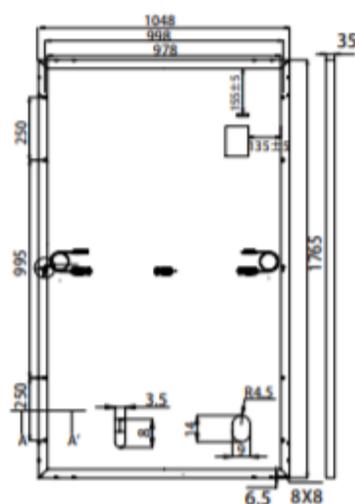
Operating temperature range	-40 °C ~+85 °C
Maximum system voltage	1000V / 1500V
Max series fuse rating	20 A
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

**MECHANICAL CHARACTERISTICS**

Cell type	Monocrystalline (166x83 mm)
Number of cells	120
Dimensions	1765x1048x35mm
Weight	20 kg
Glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68
Cable	4,0mm <sup>2</sup>
Connector	MC4 compatible

**PACKAGING**

Type	Pcs/ Type	Weight
Per Pallet	30 pcs	650 kg
20ft GP Container	350 pcs	7.6 t
40ft GP Container	736 pcs	16.0 t
40ft HQ Container	810 pcs	17.6 t

**I-V CURVES****ENGINEERING DRAWINGS (mm)**

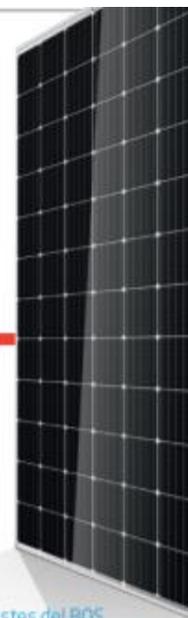
Eco Green Energy Group Ltd. 2018. All rights reserved.  
Add: 299 Xing Cheng Road, Chong Chuan District, Nantong,  
Jiangsu, China  
Tel: +86 513 6669088 / E-mail: info@eco-greenenergy.com

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

# TALLMAX<sup>M</sup> PLUS<sup>+</sup>

## TSM-DE14A (II)

## EL MÓDULO DE 72 CÉLULAS CON MARCO ( 1500 V)



### 72 CÉLULAS

MÓDULO MONOCRISTALINO

### 340-375W

RANGO DE POTENCIA

### 19,3%

MÁXIMA EFICIENCIA

### 0/+5W

TOLERANCIA POSITIVA  
DE POTENCIA

Trina Solar es un proveedor líder de soluciones fotovoltaicas. Creemos que la cooperación con nuestros socios es crítica para alcanzar el éxito. Trina Solar distribuye hoy sus productos a más de 60 países del mundo. Trina Solar es capaz de suministrar un servicio excepcional a cada cliente en cada mercado, y la innovación y fiabilidad de sus productos viene respaldadas por ser Trina Solar una compañía sólida y estable. Estamos comprometidos en construir colaboraciones estratégicas y mutuamente beneficiosas con instaladores, distribuidores y desarrolladores de proyectos de todo el mundo.

#### Productos detallados y certificados de sistema

IEC61215/IEC61730/UL1703/IEC61701/IEC62716  
ISO 9001: Sistema de gestión de calidad  
ISO 14001: Sistema de gestión medioambiental  
ISO14064: Verificación de gases efecto invernadero  
OHSAS 18001: Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional



## Trina solar



#### Ideal para grandes proyectos

- Mayor superficie con más potencia que disminuye el tiempo de instalación y los costes del BOS
- Reduzca el coste de BOS conectando más módulos por string
- Certificado UL 1500 V / IEC 1500 V



#### Excelente rendimiento en condiciones de poca luz en días nublados, mañanas y atardeceres

- Pasivación posterior de la célula
- Texturización avanzada de la superficie
- Emisor selectivo



#### Aprovecha el espacio con la máxima eficiencia

- Hasta 193 W/m<sup>2</sup> de densidad de potencia
- Coeficientes térmicos bajos para mayor producción energética a temperaturas de funcionamiento altas



#### Altamente fiable gracias a su riguroso control de calidad

- Más de 30 tests en fábrica (UV, TC, HF, y muchos más)
- Los tests en fábrica van más allá de los requisitos de certificación
- Todos los módulos han de pasar una inspección de electroluminiscencia
- Resistente a la degradación inducida por potenciales eléctricos

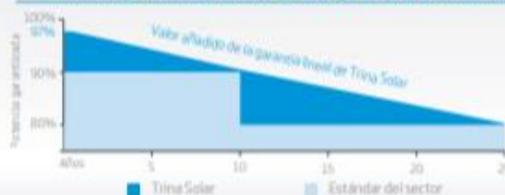


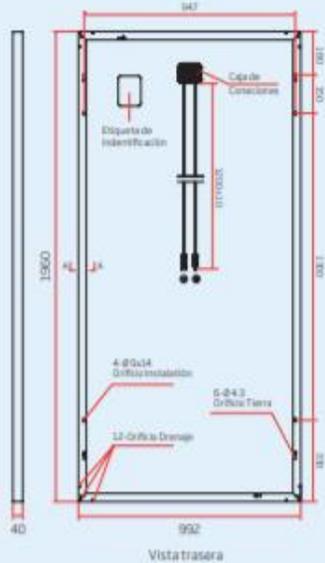
#### Certificados para condiciones medioambientales extremas

- Cargas de viento de 2400 Pa
- Cargas de nieve de 5400 Pa
- Piedras de granizo de 35 mm a 97 Km/h
- Resistencia al amoníaco
- Resistencia a la niebla salina
- Resistencia a la abrasión por arena y polvo

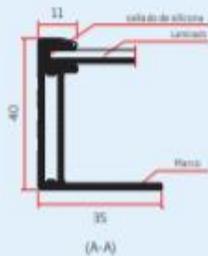
#### GARANTÍA DE POTENCIA LINEAL

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

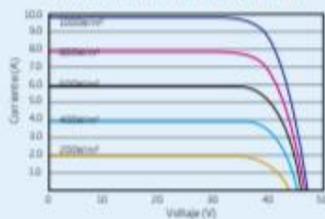
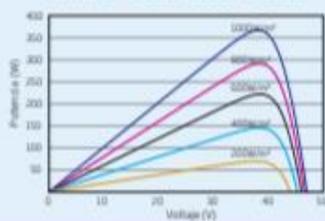


**DIMENSIONES DEL MÓDULO FV  
TSM-DE14A (II)**  
(Unidad: mm)


Vista trasera



(A-A)

**CURVAS I-V DEL MÓDULO FV (365W)**

**CURVAS P-V DEL MÓDULO FV (365W)**


DATOS ELÉCTRICOS EN CONDICIONES STC	TSM-340	TSM-345	TSM-350	TSM-355	TSM-360	TSM-365	TSM-370	TSM-375
Potencia nominal-P <sub>nm</sub> (Wp)*	340	345	350	355	360	365	370	375
Tolerancia de potencia nominal (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Tensión en el punto P <sub>máx-V<sub>mp</sub></sub> (V)	38,2	38,5	38,7	38,8	39,0	39,3	39,7	40,0
Corriente en el punto P <sub>máx-I<sub>mp</sub></sub> (A)	8,90	8,96	9,04	9,14	9,24	9,30	9,33	9,37
Tensión en circuito abierto-V <sub>oc</sub> (V)	46,2	46,7	47,0	47,4	47,7	48,0	48,3	48,5
Corriente de cortocircuito-I <sub>sc</sub> (A)	9,50	9,55	9,60	9,65	9,70	9,77	9,83	9,88
Eficiencia del módulo η <sub>m</sub> (%)	17,5	17,7	18,0	18,3	18,5	18,8	19,0	19,3

STC: Irradiancia 1000W/m<sup>2</sup>, temperatura de célula 25°C, masa de aire AM1.5

\*Tolerancia en la medida: ±3%

DATOS ELÉCTRICOS EN CONDICIONES TONC	TSM-340	TSM-345	TSM-350	TSM-355	TSM-360	TSM-365	TSM-370	TSM-375
Potencia máx.-P <sub>max</sub> (Wp)	253	257	261	264	268	272	276	279
Tensión en el punto P <sub>máx-V<sub>mp</sub></sub> (V)	35,4	35,7	35,9	36,0	36,2	36,4	36,8	37,1
Corriente en el punto P <sub>máx-I<sub>mp</sub></sub> (A)	7,15	7,20	7,26	7,34	7,42	7,47	7,50	7,53
Tensión en circuito abierto-V <sub>oc</sub> (V)	42,9	43,4	43,7	44,1	44,3	44,6	44,9	45,1
Corriente de cortocircuito-I <sub>sc</sub> (A)	7,67	7,71	7,75	7,79	7,83	7,89	7,94	7,98

TONC: Irradiancia a 800 W/m<sup>2</sup>, Temperatura ambiente 20 °C, Velocidad del viento 1 m/s.
**DATOS MECÁNICOS**

Células solares	Monocristalinas 156,75 × 156,75 mm
Distribución de las células	72 células (6 × 12)
Dimensiones del módulo	1960 × 992 × 40 mm
Peso	26,0 kg con cristal de 4,0 mm; 22,5 kg con cristal de 3,2 mm
Vidrio	Cristal de 4,0 mm para nuestro modelo Monocristalino PERC; Cristal de 3,2 mm para nuestro modelo estándar Monocristalino, alta transparencia, recubrimiento AR y vidrio solar templado
Capa trasera	Blanca
Marco	Aluminio anodizado
Caja de conexiones	IP67 o IP68
Cables	Resistente a los rayos UV, sección de cables 4,0 mm <sup>2</sup> , 1200 mm
Conector	MC4 EVO2/UTX/TS4

**LÍMITES DE TEMPERATURA**

Temperatura de Operación Nominal de la Célula (TONC)	44°C (±2K)
Coefficiente de temperatura de P <sub>max</sub>	-0,39%/K
Coefficiente de temperatura de V <sub>oc</sub>	-0,29%/K
Coefficiente de temperatura de I <sub>sc</sub>	0,05%/K

**LÍMITES OPERATIVOS**

Temperatura de operación	-40 a +85°C
Tensión máxima del sistema	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Capacidad máxima del fusible*	15 A (Potencia ≤ 350 W) 20 A (Potencia ≤ 355 W)
Carga de nieve	5400 Pa
Carga de viento	2400 Pa

\*No conectar fusibles en la caja de conexiones con dos o más strings en conexión paralela

**GARANTÍA**

10 años de garantía de fabricación

25 años de garantía de potencia lineal

(Consulte la garantía de producto para más información)

**CONFIGURACIÓN DE EMBALAJE**

Módulos por caja: 27 uds.

Módulos por contenedor de 40': 648 uds.



**Cheetah 72M**  
**370-390 Vatios**  
 MÓDULO MONO PERC

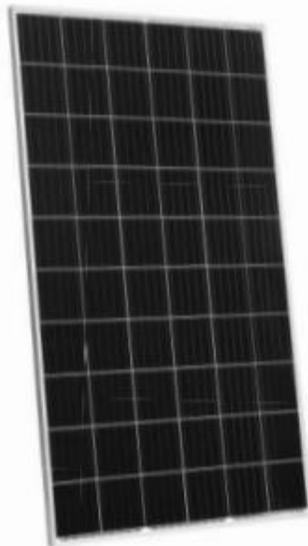
Tolerancia positiva 0/+3%

Fábrica con certificado ISO9001:2008  
 ISO 14001:2004 -OHSAS18001

Productos con certificación IEC61730, UL1703  
 IEC61215



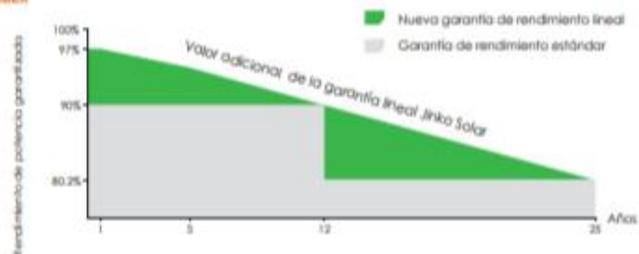
### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS



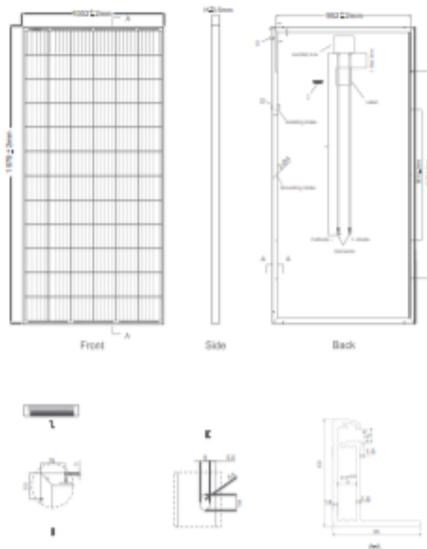
- 
**Célula Solar 5 bus bar**  
 La célula solar 5 bus bar adopta una nueva tecnología para mejorar la eficiencia de los módulos, ofrece un mejor aspecto estético, lo que es perfecto para su instalación en los tejados.
- 
**Alta eficiencia**  
 Alta eficiencia de conversión del módulo (hasta 19.67%), gracias a una nueva tecnología de producción.
- 
**Garantía Anti-Degradación Potencial Inducida (PID)**  
 El excelente rendimiento Anti-PID garantiza una degradación limitada de la potencia del módulo.
- 
**Rendimiento con baja irradiación lumínica**  
 El avanzado cristal y el texturizado de la superficie de la célula fotovoltaica permiten un resultado excelente en condiciones de baja irradiación lumínica.
- 
**Resistencia en condiciones climatológicas adversas**  
 Certificado para soportar rachas de viento (2400 Pascal) y cargas de nieve (5400 Pascal).
- 
**Resistencia en condiciones ambientales extremas**  
 Alta resistencia a la brisa marina y al amoníaco, certificado por TÜV NORD.

### GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL

10 Años de garantía del producto • 25 Años de garantía de potencia lineal



## Dibujos técnicos

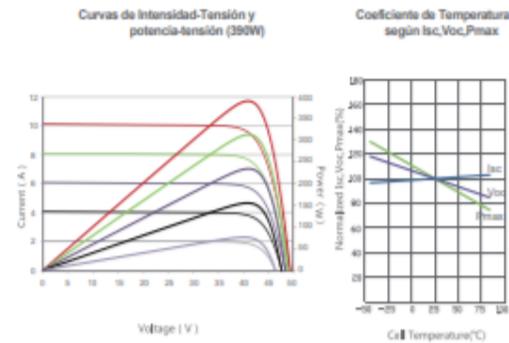


## Embalaje

( Dos cajas = un pallet)

26pcs/caja, 52pcs/caja, 572pcs/40'HQ Contenedores

## Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



## Características mecánicas

Tipo de Célula	Mono PERC 158.75x158.75mm
Nº de células	72 (6x12)
Dimensiones	1979x1002x40mm (77.91x39.45x1.57 pulgadas)
Peso	22.5 kg (49.6 libras)
Vidrio Frontal	3.2mm, Alta Transmisión, Bajo contenido en hierro, Vidrio templado
Estructura	Aleación de Aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP67
Cables de salida	TUV 1x4.0mm <sup>2</sup> , Longitud 1200mm o Longitud personalizada

## ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM370M-72		JKM375M-72		JKM380M-72		JKM385M-72		JKM390M-72	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (Pmax)	370Wp	278Wp	375Wp	282Wp	380Wp	286Wp	385Wp	290Wp	390Wp	294Wp
Tensión en el punto P-máx VMPP (V)	39.9V	38.1V	40.2V	38.3V	40.5V	38.6V	40.8V	38.8V	41.1V	39.1V
Corriente en el punto P-máx-IMPP (A)	9.28A	7.30A	9.33A	7.36A	9.39A	7.42A	9.44A	7.48A	9.49A	7.54A
Tensión en circuito abierto VOC (V)	48.5V	47.0V	48.7V	47.2V	48.9V	47.5V	49.1V	47.7V	49.3V	48.0V
Corriente de cortocircuito ISC (A)	9.61A	7.75A	9.68A	7.82A	9.75A	7.88A	9.82A	7.95A	10.12A	8.02A
Eficiencia del módulo (%)	18.66%		18.91%		19.16%		19.42%		19.67%	
Temperatura en funcionamiento (°C)	-40°C~+85°C									
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)									
Valores máximos recomendables de los fusibles	20A									
Tolerancia de Potencia Nominal	0~+3%									
Coefficiente de Temperatura de Pmax	-0.39%/°C									
Coefficiente de Temperatura de Voc	-0.29%/°C									
Coefficiente de Temperatura de Isc	0.048%/°C									
Temperatura Operacional Nominal de célula (NOCT)	45±2°C									

STC: ☀️ Radiación 1000W/m<sup>2</sup> 📦 Célula módulo 25°C ☁️ AM=1.5

NOCT: ☀️ Radiación 800W/m<sup>2</sup> 📦 Ambiente Módulo 20°C ☁️ AM=1.5 🌬️ Velocidad del viento 1m/s

\* Tolerancia de medición de potencia : ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. EN-JKM-PERC-390M-72\_v1.0\_rev2018

*Anexo 3. Casos de estudio, ejemplo de dimensionamientos fotovoltaicos para alimentadores AQ1 SYSTEM en 3 diferentes escenarios.*

## Caso de estudio 2

En el presente apartado se va a realizar un cálculo para una piscina de 6 hectáreas, la proporcionalidad alimentadora–hectárea es de 1.2, lo que quiere decir que un solo alimentador cubriría una demanda de 1.2 hectáreas del estanque.

Puntualizando en este escenario se tiene que para una piscina de 6 hectárea se necesitan 5 alimentadores AQ1 SYSTEM.

### Cálculos técnicos

Para continuar los cálculos de este apartado es indispensable el estudio de carga del sistema fotovoltaico aislado.

Unidades	Carga	Potencia Unitaria (W)	Horas de funcionamiento al día	Energía Necesaria (Wh)	Factor Seguridad 25%	Energía Total Necesaria (Wh)
5	Motores (AC)	100	2	1000	1,25	1250
1	Controlador (DC)	40	24	960	1,25	1200
			Total	1960		2450

Con los factores obtenidos en esta tabla de cálculos, se adquiere el consumo medio diario de la instalación al que se le ha aplicado un 25% como factor de seguridad.

Para destacar un dimensionamiento, se tiene en cuenta un rendimiento de la batería de un 95%, del inversor un 90% y de los conductores un 100%.

### Cálculo del consumo total del sistema

Para este cálculo se establece que la potencia absoluta del consumo de todo el método fotovoltaico se determina primero la eficiencia de los equipos que intervienen en el sistema mediante la ecuación 1, para el cálculo de los consumos medios diarios ( $L_{md}$ ) se considera la siguiente ecuación:

$$Lmd = \frac{Lmdcc + Lmdca/ninv}{nbat * ncond} \quad (1)$$

**Lmd:** Consumo medio de energía diario.

**Lmdcc:** Consumo de energía diario en corriente continua.

**Lmdca:** Consumo de energía diario en corriente alterna.

**nbat:** Rendimiento de la batería valores.

**ninv:** Rendimiento del inversor.

**Ninv:** Rendimiento del conductor.

Con una eficacia del 90% presente en los equipos se obtienen estos resultados:

Consumo AQ1 SYSTEM:

$$Lmd = \frac{1200 + \left(\frac{1250}{0.95}\right)}{0,92 * 1}$$

$$Lmd = 2.734,55 \text{ w/h(1)}$$

### Número total de módulos fotovoltaicos.

Para determinar los módulos fotovoltaicos se necesita obtener la potencia de los paneles con los que se procede a dimensionar el sistema. Para este caso de estudio se utilizarán paneles de 370 Wp (watts pico).

$$Nt = \frac{Lmd}{Pmpp * HPScrit * PR} \quad (2)$$

**Lmd:** El consumo medio diario mensual para el mes crítico.

**Pmpp:** La potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC, en este caso, estamos utilizando el modelo REC370TP2SM72 del fabricante REC SOLAR, con 370 watts de potencia pico en

**HPScrit** Son las horas de sol pico del mes crítico calculado a partir del meteo mensual del software PVSYST en la Figura xxxx, es decir: Irradiación del mes crítico (Noviembre 15°) / 1000 W/m<sup>2</sup> = 3,33.

**PR:** El factor global de funcionamiento que se mantiene entre 0.65 y 0.90. utilizamos el 0.90 por defecto.

$$Nt = \frac{2.734,55}{370 * 3,33 * 0.90}$$

$$Nt = 2,46$$

$$Nt \cong 3 \quad (3)$$

Obteniendo los cálculos de los paneles fotovoltaicos en serie o paralelo, teniendo en cuenta que el REC370TP2SM72 de REC SOLAR tiene un voltaje máximo  $V_{max}=39,8$  Volt.

$$N_{serie} = \frac{V_{bat}}{V_{max}}$$

$$N_{serie} = \frac{24}{39.8}$$

$$N_{serie} = 0,60$$

$$N_{serie} \cong 1 \quad (4)$$

$$N_{paralelo} = \frac{Nt}{N_{serie}}$$

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{3}{1}$$

$$N_{\text{paralelo}} = 3 \quad (5)$$

De esta forma se tiene un sistema fotovoltaico formado por 3 grupos (ramas de células solares) conectadas en paralelo, cada rama con 1 solo panel.

Los cálculos del número de paneles fotovoltaicos previamente obtenidos en este estudio, se da conociendo que el regulador o controlador de carga sería de tipo MPPT (seguidor del punto de máxima potencia). se procede a realizar un cálculo en el escenario que se utilice un controlador PWM (convertidor de tensión corriente continua- corriente continua).

Se calcula el consumo medio de energía en Ah/día con la siguiente formula:

**QAh:** Consumo de energía en Amperios-Dia.

$$QAh = \frac{Lmd}{Vbat}$$

$$QAh = \frac{2734,55}{24}$$

$$QAh = 113,93 \text{ Ah/dia} \quad (6)$$

De esta forma la corriente que debe generar el grupo de paneles solares conectados en las condiciones de radiación solar del mes critico sería:

**IGFV, MPP:** La corriente generada por el campo de captación fotovoltaico.

$$IGFV, MPP = \frac{QAh}{HPScrit}$$

$$IGFV, MPP = \frac{113,93}{3,333}$$

$$IGFV, MPP = 34,182 \text{ A} \quad (7)$$

Con el resultado obtenido de la corriente generada por el campo de captación fotovoltaico se puede realizar el número total de paneles solares conectados en el sistema con un regulador PWM, teniendo en cuenta el REC370TP2SM72 de REC SOLAR tiene una corriente máxima  $I_{max}=9,30$  A.

$$N_{paralelo} = \frac{IGFV, MPP}{I_{MOD, MPP}}$$

$$N_{paralelo} = \frac{34,182}{9,30}$$

$$N_{paralelo} = 3,67$$

$$N_{paralelo} \cong 4 \quad (8)$$

consiguiendo así que con un controlador PWM necesita un grupo de 4 paneles solares conectados en paralelo.

### **Cálculo de la batería**

En este apartado se realiza el dimensionamiento de la capacidad del grupo de baterías que estarán conectadas al sistema, teniendo en cuenta datos importantes que son la máxima profundidad de descarga estacional y diaria. El número de días de autonomía. Como norma general se tiene:

**Profundidad de Descarga Máxima Estacional (PD<sub>max, e</sub>) = 70% = 0,7**

**Profundidad de Descarga Máxima Diaria (PD<sub>max, d</sub>) = 15% = 0,15**

**Número de días de Autonomía (N) = 3**

La capacidad nominal de la batería se calcula con la ecuación de la descarga máxima diaria (Cnd).

$$Cnd = \frac{Lmd}{PDmax}$$

$$Cnd (Wh) = \frac{2734,55}{0,7}$$

$$Cnd (Wh) = 3906,5 Wh \quad (9)$$

$$Cnd (Ah) = \frac{3906,5}{24}$$

$$Cnd (Ah) = 162,77 Ah \quad (10)$$

Capacidad de la batería en función de la descarga máxima estacional (Cne):

$$Cne (Wh) = \frac{2734,55 Wh * 3 \text{ días}}{0,7}$$

$$Cne (Wh) = 11719,5 Wh \quad (11)$$

$$Cne (Ah) = \frac{11719,5}{24}$$

$$Cne (Ah) = 488,312 Ah \quad (12)$$

El número de baterías en serie que se usaran en este sistema es el siguiente:

$$Vsb = Ns * Vb$$

$$Ns = \frac{Vsb}{Vb}$$

$$Ns = \frac{24}{12}$$

$$N_s = 2 \quad (13)$$

Ns: Baterías en serie.

Vb: Voltaje batería.

Las baterías en paralelo que se utiliza en este sistema son:

$$C_{sb} = N_p * C_b$$

$$N_p = \frac{C_{sb}}{C_b}$$

$$N_p = \frac{488,312 \text{ Ah}}{100 \text{ Ah}}$$

$$N_p = 4,88 \text{ Ah} \quad (14)$$

Np: Baterías en paralelo.

Csb: Capacidad del sistema de baterías.

Cb: Capacidad de la batería.

### **Cálculo del Regulador**

En este estudio se calcula la corriente de entrada y de salida del regulador, teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito  $I_{sc} = 10,02 \text{ A}$  del módulo REC370TP2SM72 de REC SOLAR.

#### **Corriente de entrada al Regulador:**

In: Corriente de entrada al regulador.

Isc: Corriente de cortocircuito del módulo.

Np: Número de paneles.

$$I_n = 1,25 * I_{sc} * N_p$$

$$I_n = 1,25 * 10,02 \text{ A} * 4 = 50,1 \text{ A} \quad (15)$$

#### **Corriente de salida del Regulador:**

Iout: Corriente de salida del regulador.

PDC: Potencia de la carga en corriente continua.

PAC: Potencia de la carga en corriente alterna.

Ninv: Eficiencia del inversor.

Vsb: Voltaje del sistema de baterías.

$$I_{out} = 1,25 * \frac{PDC + \frac{P_{AC}}{n_{INV}}}{V_{SB}} \quad (16)$$

$$I_{out} = 1,25 * \frac{40 + \frac{100}{0,95}}{24}$$

$$I_{out} = 7,57 \text{ A}$$

### Cálculo del inversor

Para desarrollar el cálculo del inversor se considera que toda la carga de corriente alterna tiene una potencia pico ya que son motores, por lo tanto, se realiza una modificación a la ecuación original.

$$P_{inv} = 1,2 * P_{AC} \quad (17)$$

$$P_{inv} = 1,2 * 4 P_{AC}$$

$$P_{inv} = 1,2 * 4(500)$$

$$P_{inv} = 2400 \text{ W}$$

El resultado final es un inversor comercial de potencia máxima de 2500 W.

### Caso de estudio 3

En el presente apartado se va a realizar un cálculo para una piscina de 10 hectáreas, la proporcionalidad alimentadora–hectárea es de 1.5, lo que quiere decir que un solo alimentador cubriría una demanda de 1.5 hectáreas del estanque.

Puntualizando en este escenario se tiene que para una piscina de 10 hectárea se necesitan 7 alimentadores AQ1 SYSTEM.

#### Cálculos técnicos

Para continuar los cálculos de este apartado es indispensable el estudio de carga del sistema fotovoltaico aislado.

Unidades	Carga	Potencia Unitaria (W)	Horas de funcionamiento al día	Energía Necesaria (Wh)	Factor Seguridad 25%	Energía Total Necesaria (Wh)
7	Motores (AC)	100	2	1400	1,25	1750
1	Controlador (DC)	40	24	960	1,25	1200
<b>Total</b>				<b>2360</b>		<b>2950</b>

Con los factores obtenidos en esta tabla de cálculos, se adquiere el consumo medio diario de la instalación al que se le ha aplicado un 25% como factor de seguridad.

Para destacar un dimensionamiento, se tiene en cuenta un rendimiento de la batería de un 95%, del inversor un 90% y de los conductores un 100%.

#### Cálculo del consumo total del sistema

Para este cálculo se establece que la potencia absoluta del consumo de todo el método fotovoltaico se determina primero la eficiencia de los equipos que intervienen en el sistema mediante la ecuación 1, para el cálculo de los consumos medios diarios ( $L_{md}$ ) consideramos la siguiente ecuación:

$$Lmd = \frac{Lmdcc + Lmdca/ninv}{nbat * ncond} (1)$$

**Lmd:** Consumo medio de energía diario.

**Lmdcc:** Consumo de energía diario en corriente continua.

**Lmdca:** Consumo de energía diario en corriente alterna.

**nbat:** Rendimiento de la batería valores.

**ninv:** Rendimiento del inversor.

**Ninv:** Rendimiento del conductor.

Con una eficacia del 90% presente en los equipos se obtienen estos resultados:

Consumo AQ1 SYSTEM:

$$Lmd = \frac{1200 + \left(\frac{1750}{0.95}\right)}{0,92 * 1}$$

$$Lmd = 3.306,63 \text{ w/h}(1)$$

### Número total de módulos fotovoltaicos.

Para determinar los módulos fotovoltaicos se necesita obtener la potencia de los paneles con los que se procede a dimensionar el sistema. Para este caso de estudio se utilizarán paneles de 370 Wp (watts pico).

$$Nt = \frac{Lmd}{Pmpp * HPScrit * PR} (2)$$

**Lmd:** El consumo medio diario mensual para el mes crítico.

**Pmpp:** La potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC, en este caso, estamos utilizando el modelo REC370TP2SM72 del fabricante REC SOLAR, con 370 watts de potencia pico en

**HPScrit** Son las horas de sol pico del mes crítico calculado a partir del meteo mensual del software PVSYST en la Figura xxxx, es decir: Irradiación del mes crítico (Noviembre 15°) / 1000 W/m<sup>2</sup> = 3,33.

**PR:** El factor global de funcionamiento que se mantiene entre 0.65 y 0.90. utilizamos el 0.90 por defecto.

$$N_t = \frac{3.306,63}{370 * 3,33 * 0.90}$$

$$N_t = 2,98$$

$$N_t \cong 3 \quad (3)$$

Obteniendo los cálculos de los paneles fotovoltaicos en serie o paralelo, teniendo en cuenta que el REC370TP2SM72 de REC SOLAR tiene un voltaje máximo  $V_{max}=39,8$  Volt.

$$N_{serie} = \frac{V_{bat}}{V_{max}}$$

$$N_{serie} = \frac{24}{39.8}$$

$$N_{serie} = 0,60$$

$$N_{serie} \cong 1 \quad (4)$$

$$N_{paralelo} = \frac{N_t}{N_{serie}}$$

$$N_{paralelo} = \frac{3}{1}$$

$$N_{paralelo} = 3 \quad (5)$$

De esta forma se tiene un sistema fotovoltaico formado por 3 grupos (ramas de células solares) conectadas en paralelo, cada rama con 1 solo panel.

Los cálculos del número de paneles fotovoltaicos previamente obtenidos en este estudio, se da conociendo que el regulador o controlador de carga sería de tipo MPPT (seguidor del punto de máxima potencia). se procede a realizar un cálculo en el escenario que se utilice un controlador PWM (convertidor de tensión corriente continua- corriente continua).

Se calcula el consumo medio de energía en Ah/día con la siguiente formula:

**QA<sub>h</sub>**: Consumo de energía en Amperios-Dia.

$$QA_h = \frac{Lmd}{Vbat}$$

$$QA_h = \frac{3.306,63}{24}$$

$$QA_h = 137,77 \text{ Ah/dia} \quad (6)$$

De esta forma la corriente que debe generar el grupo de paneles solares conectados en las condiciones de radiación solar del mes critico sería:

**IGFV, MPP**: La corriente generada por el campo de captación fotovoltaico.

$$IGFV, MPP = \frac{QA_h}{HPScrit}$$

$$IGFV, MPP = \frac{137,77}{3,333}$$

$$IGFV, MPP = 41,33 \text{ A} \quad (7)$$

Con el resultado obtenido de la corriente generada por el campo de captación fotovoltaico se puede realizar el número total de paneles solares conectados en el sistema con un regulador PWM, teniendo en cuenta el REC370TP2SM72 de REC SOLAR tiene una corriente máxima  $I_{max}=9,30$  A.

$$N_{paralelo} = \frac{IGFV, MPP}{IMOD, MPP}$$

$$N_{paralelo} = \frac{41,33}{9,30}$$

$$N_{paralelo} = 4,44$$

$$N_{paralelo} \cong 5 \quad (8)$$

consiguiendo así que con un controlador PWM necesita un grupo de 5 paneles solares conectados en paralelo.

### **Cálculo de la batería**

En este apartado se realiza el dimensionamiento de la capacidad del grupo de baterías que estarán conectadas al sistema, teniendo en cuenta datos importantes que son la máxima profundidad de descarga estacional y diaria. El número de días de autonomía. Como norma general se tiene:

**Profundidad de Descarga Máxima Estacional (PDmax, e) = 70% = 0,7**

**Profundidad de Descarga Máxima Diaria (PDmax, d) = 15% = 0,15**

**Número de días de Autonomía (N) = 3**

La capacidad nominal de la batería se calcula con la ecuación de la descarga máxima diaria (Cnd).

$$Cnd = \frac{Lmd}{PDmax}$$

$$Cnd (Wh) = \frac{3306,63}{0,7}$$

$$Cnd (Wh) = 4723,75 Wh \quad (9)$$

$$Cnd (Ah) = \frac{4723,75}{24}$$

$$Cnd (Ah) = 196,82 Ah \quad (10)$$

Capacidad de la batería en función de la descarga máxima estacional (Cne):

$$Cne (Wh) = \frac{3306,63 Wh * 3 \text{ días}}{0,7}$$

$$Cne (Wh) = 14171,27 Wh \quad (11)$$

$$Cne (Ah) = \frac{14171,27}{24}$$

$$Cne (Ah) = 590,469 Ah \quad (12)$$

El número de baterías en serie que se usaran en este sistema es el siguiente:

$$Vsb = Ns * Vb$$

$$Ns = \frac{Vsb}{Vb}$$

$$Ns = \frac{24}{12}$$

$$Ns = 2 \quad (13)$$

Ns: Baterías en serie.

Vb: Voltaje batería.

Las baterías en paralelo que se utiliza en este sistema son:

$$Csb = Np * Cb$$

$$Np = \frac{Csb}{Cb}$$

$$Np = \frac{590,469 Ah}{100 Ah}$$

$$N_p = 5,90 \text{ Ah} \quad (14)$$

$N_p$ : Baterías en paralelo.

$C_{sb}$ : Capacidad del sistema de baterías.

$C_b$ : Capacidad de la batería.

### **Cálculo del Regulador.**

En este estudio se calcula la corriente de entrada y de salida del regulador, teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito  $I_{sc} = 10,02 \text{ A}$  del módulo REC370TP2SM72 de REC SOLAR.

### **Corriente de entrada al Regulador:**

$I_n$ : Corriente de entrada al regulador.

$I_{sc}$ : Corriente de cortocircuito del módulo.

$N_p$ : Número de paneles.

$$I_n = 1,25 * I_{sc} * N_p$$

$$I_n = 1,25 * 10,02 \text{ A} * 5 = 62,62 \text{ A} \quad (15)$$

### **Corriente de salida del Regulador:**

$I_{out}$ : Corriente de salida del regulador.

$P_{DC}$ : Potencia de la carga en corriente continua.

$P_{AC}$ : Potencia de la carga en corriente alterna.

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

$V_{sb}$ : Voltaje del sistema de baterías.

$$I_{out} = 1,25 * \frac{P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{INV}}}{V_{SB}} \quad (16)$$

$$I_{out} = 1,25 * \frac{40 + \frac{100}{0,95}}{24}$$

$$I_{out} = 7,57 \text{ A}$$

### **Cálculo del inversor**

Para desarrollar el cálculo del inversor se considera que toda la carga de corriente alterna tiene una potencia pico ya que son motores, por lo tanto, se realiza una modificación a la ecuación original.

$$P_{inv} = 1,2 * P_{AC} \quad (17)$$

$$P_{inv} = 1,2 * 4 P_{AC}$$

$$P_{inv} = 1,2 * 4(700)$$

$$P_{inv} = 3360 \text{ W}$$

El resultado final es un inversor comercial de potencia máxima de 3500 W.

### **Caso de estudio 4**

En el presente apartado se va a realizar un cálculo para una piscina de 12 hectáreas, la proporcionalidad alimentadora–hectárea es de 1.2, lo que quiere decir que un solo alimentador cubriría una demanda de 1.5 hectáreas del estanque.

Puntualizando en este escenario se tiene que para una piscina de 12 hectárea se necesitan 10 alimentadores AQ1 SYSTEM.

### **Cálculos técnicos**

Para continuar los cálculos de este apartado es indispensable el estudio de carga del sistema fotovoltaico aislado.

Unidades	Carga	Potencia Unitaria (W)	Horas de funcionamiento al día	Energía Necesaria (Wh)	Factor Seguridad 25%	Energía Total Necesaria (Wh)
10	Motores (AC)	100	2	2000	1,25	2500
1	Controlador (DC)	40	24	960	1,25	1200
<b>Total</b>				<b>2960</b>		<b>3700</b>

Con los factores obtenidos en esta tabla de cálculos, se adquiere el consumo medio diario de la instalación al que se le ha aplicado un 25% como factor de seguridad.

Para destacar un dimensionamiento, se tiene en cuenta un rendimiento de la batería de un 95%, del inversor un 90% y de los conductores un 100%.

### Cálculo del consumo total del sistema

Para este cálculo se establece que la potencia absoluta del consumo de todo el método fotovoltaico se determina primero la eficiencia de los equipos que intervienen en el sistema mediante la ecuación 1, para el cálculo de los consumos medios diarios ( $L_{md}$ ) se considera la siguiente ecuación:

$$L_{md} = \frac{L_{mdcc} + L_{mdca}/n_{inv}}{n_{bat} * n_{cond}} (1)$$

**L<sub>md</sub>**: Consumo medio de energía diario.

**L<sub>mdcc</sub>**: Consumo de energía diario en corriente continua.

**L<sub>mdca</sub>**: Consumo de energía diario en corriente alterna.

**n<sub>bat</sub>**: Rendimiento de la batería valores.

**n<sub>inv</sub>**: Rendimiento del inversor.

**N<sub>inv</sub>**: Rendimiento del conductor.

Con una eficacia del 90% presente en los equipos se obtienen estos resultados:

Consumo AQ1 SYSTEM:

$$Lmd = \frac{1200 + \left(\frac{2500}{0.95}\right)}{0,92 * 1}$$

$$Lmd = 4.164,75 \text{ w/h(1)}$$

### 3.1.5. Número total de módulos fotovoltaicos.

Para determinar los módulos fotovoltaicos se necesita obtener la potencia de los paneles con los que se procede a dimensionar el sistema. Para este caso de estudio se utilizarán paneles de 370 Wp (watts pico).

$$Nt = \frac{Lmd}{Pmpp * HPScrit * PR} \quad (2)$$

**Lmd:** El consumo medio diario mensual para el mes crítico.

**Pmpp:** La potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC, en este caso, estamos utilizando el modelo REC370TP2SM72 del fabricante REC SOLAR, con 370 watts de potencia pico en STC.

**HPScrit** Son las horas de sol pico del mes crítico calculado a partir del meteo mensual del software PVSYST en la Figura xxxx, es decir: Irradiación del mes crítico (Noviembre 15°) / 1000 W/m<sup>2</sup> = 3,33.

**PR:** El factor global de funcionamiento que se mantiene entre 0.65 y 0.90. utilizamos el 0.90 por defecto.

$$Nt = \frac{4164,75}{370 * 3,33 * 0.90}$$

$$Nt = 3,75$$

$$Nt \cong 4 \quad (3)$$

Obteniendo los cálculos de los paneles fotovoltaicos en serie o paralelo, teniendo en cuenta que el REC370TP2SM72 de REC SOLAR tiene un voltaje máximo  $V_{max}=39,8$  Volt.

$$N_{serie} = \frac{V_{bat}}{V_{max}}$$

$$N_{serie} = \frac{24}{39.8}$$

$$N_{serie} = 0,60$$

$$N_{serie} \cong 1 \quad (4)$$

$$N_{paralelo} = \frac{Nt}{N_{serie}}$$

$$N_{paralelo} = \frac{4}{1}$$

$$N_{paralelo} = 4 \quad (5)$$

De esta forma se tiene un sistema fotovoltaico formado por 4 grupos (ramas de células solares) conectadas en paralelo, cada rama con 1 solo panel.

Los cálculos del número de paneles fotovoltaicos previamente obtenidos en este estudio, se da conociendo que el regulador o controlador de carga sería de tipo MPPT (seguidor del punto de máxima potencia). se procede a realizar un cálculo en el escenario que se utilice un controlador PWM (convertidor de tensión corriente continua- corriente continua).

Se calcula el consumo medio de energía en Ah/día con la siguiente fórmula:

**QA<sub>h</sub>**: Consumo de energía en Amperios-Día.

$$QAh = \frac{Lmd}{Vbat}$$

$$QAh = \frac{4164,75}{24}$$

$$QAh = 173,53 \text{ Ah/dia} \quad (6)$$

De esta forma la corriente que debe generar el grupo de paneles solares conectados en las condiciones de radiación solar del mes critico seria:

**IGFV, MPP:** La corriente generada por el campo de captación fotovoltaico.

$$IGFV, MPP = \frac{QAh}{HPScrit}$$

$$IGFV, MPP = \frac{173,53}{3,333}$$

$$IGFV, MPP = 52,06 \text{ A} \quad (7)$$

Con el resultado obtenido de la corriente generada por el campo de captación fotovoltaico se puede realizar el número total de paneles solares conectados en el sistema con un regulador PWM, teniendo en cuenta el REC370TP2SM72 de REC SOLAR tiene una corriente máxima  $I_{max}=9,30$  A.

$$N_{paralelo} = \frac{IGFV, MPP}{IMOD, MPP}$$

$$N_{paralelo} = \frac{52,06}{9,30}$$

$$N_{paralelo} = 5,59$$

$$N_{\text{paralelo}} \cong 6 \quad (8)$$

consiguiendo así que con un controlador PWM necesita un grupo de 6 paneles solares conectados en paralelo.

### Cálculo de la batería

En este apartado se realiza el dimensionamiento de la capacidad del grupo de baterías que estarán conectadas al sistema, teniendo en cuenta datos importantes que son la máxima profundidad de descarga estacional y diaria. El número de días de autonomía. Como norma general se tiene:

**Profundidad de Descarga Máxima Estacional (PD<sub>max, e</sub>) = 70% = 0,7**

**Profundidad de Descarga Máxima Diaria (PD<sub>max, d</sub>) = 15% = 0,15**

**Número de días de Autonomía (N) = 3**

La capacidad nominal de la batería se calcula con la ecuación de la descarga máxima diaria (C<sub>nd</sub>).

$$C_{nd} = \frac{L_{md}}{PD_{max}}$$

$$C_{nd} (Wh) = \frac{4164,75}{0,7}$$

$$C_{nd} (Wh) = 5949,64 Wh \quad (9)$$

$$C_{nd} (Ah) = \frac{5949,64}{24}$$

$$C_{nd} (Ah) = 247,90 Ah \quad (10)$$

Capacidad de la batería en función de la descarga máxima estacional (C<sub>ne</sub>):

$$C_{ne} (Wh) = \frac{4164,75 Wh * 3 \text{ días}}{0,7}$$

$$Cne (Wh) = 17848,92 Wh \quad (11)$$

$$Cne (Ah) = \frac{17848,92}{24}$$

$$Cne (Ah) = 743,70 Ah \quad (12)$$

El número de baterías en serie que se usaran en este sistema es el siguiente:

$$Vsb = Ns * Vb$$

$$Ns = \frac{Vsb}{Vb}$$

$$Ns = \frac{24}{12}$$

$$Ns = 2 \quad (13)$$

Ns: Baterías en serie.

Vb: Voltaje batería.

Las baterías en paralelo que se utiliza en este sistema son:

$$Csb = Np * Cb$$

$$Np = \frac{Csb}{Cb}$$

$$Np = \frac{743,70 Ah}{100 Ah}$$

$$Np = 7,43 Ah \quad (14)$$

Np: Baterías en paralelo.

Csb: Capacidad del sistema de baterías.

Cb: Capacidad de la batería.

### **Cálculo del Regulador.**

En este estudio se calcula la corriente de entrada y de salida del regulador, teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito  $I_{sc} = 10,02 A$  del módulo REC370TP2SM72 de REC SOLAR.

### **Corriente de entrada al Regulador:**

In: Corriente de entrada al regulador.

Isc: Corriente de cortocircuito del módulo.

Np: Número de paneles.

$$I_n = 1,25 * I_{sc} * N_p$$

$$I_n = 1,25 * 10,02 A * 6 = 75,15 A \quad (15)$$

### Corriente de salida del Regulador:

Iout: Corriente de salida del regulador.

PDC: Potencia de la carga en corriente continua.

PAC: Potencia de la carga en corriente alterna.

Ninv: Eficiencia del inversor.

Vsb: Voltaje del sistema de baterías.

$$I_{out} = 1,25 * \frac{PDC + \frac{P_{AC}}{n_{INV}}}{V_{SB}} \quad (16)$$

$$I_{out} = 1,25 * \frac{40 + \frac{100}{0,95}}{24}$$

$$I_{out} = 7,57 A$$

### Cálculo del inversor

Para desarrollar el cálculo del inversor se considera que toda la carga de corriente alterna tiene una potencia pico ya que son motores, por lo tanto, se realiza una modificación a la ecuación original.

$$P_{inv} = 1,2 * P_{AC} \quad (17)$$

$$P_{inv} = 1,2 * 4 P_{AC}$$

$$P_{inv} = 1,2 * 4(1000)$$

$$P_{inv} = 4800 W$$

El resultado final es un inversor comercial de potencia máxima de 5000 W.

Anexo 4. Informe de resultados de dimensionamientos fotovoltaicos con las 3 marcas restantes citadas en el proyecto.



PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:  
11/09/21 13:33  
con v7.2.0

Proyecto: Capítulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

#### Parámetros generales

Sistema independiente	Sistema independiente con baterías	
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Configuración de cobertizos</b>	<b>Modelos usados</b>
Orientación	Sin escena 3D definida	Transposición Perez
Plano fijo		Difuso Perez, Meteororm
Inclinación/Azmut		Circunsolar separado
<b>Necesidades del usuario</b>		
Consumidores domésticos diarios		
Constante durante el año		
Promedio	2.6 kWh/Día	

#### Características del conjunto FV

Módulo FV		Batería	
Fabricante	Jinkosolar	Fabricante	Electrona
Modelo	JKM 370M-72	Modelo	Dural SC
(Base de datos PVsyst original)		Tecnología	Plomo-ácido, ventilado, arranque del vehículo
Unidad Nom. Potencia	370 Wp	Núm. de unidades	5 en paralelo x 2 en series
Número de módulos FV	3 unidades	Descarga mín. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	1110 Wp	Energía almacenada	9.6 kWh
Módulos	3 Cadenas x 1 En series	<b>Características del paquete de baterías</b>	
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Voltaje	24 V
Pmpp	1005 Wp	Capacidad nominal	500 Ah (C10)
U mpp	36 V	Temperatura	Fijo 20 °C
I mpp	28 A		
<b>Controlador</b>		<b>Control de gestión de la batería</b>	
Fabricante	Victron	Comandos de umbral como	Voltaje de batería
Modelo	SmartSolar MPPT 100/30 24V	Cargando	27.2 / 25.1 V
Tecnología	Convertidor MPPT	SOC corresp.	0.92 / 0.75
Coef. temp.	-2.7 mV/°C/Elem.	Descarga	23.6 / 24.4 V
<b>Convertidor</b>		SOC corresp.	0.19 / 0.45
Eficiencias máx y EURO	98.0 / 96.0 %		
<b>Potencia FV total</b>			
Nominal (STC)	1 kWp		
Total	3 módulos		
Área del módulo	5.8 m <sup>2</sup>		
Área celular	5.1 m <sup>2</sup>		

#### Pérdidas del conjunto

<b>Factor de pérdida térmica</b>	<b>Pérdidas de cableado CC</b>	<b>Pérdida diodos serie</b>	
Temperatura módulo según Irradiancia	Res. conjunto global	Caída de voltaje	0.7 V
Uc (const)	22 mΩ	Fración de pérdida	1.7 % en STC
Uv (viento)	Fración de pérdida		
20.0 W/m <sup>2</sup> K	1.5 % en STC		
0.0 W/m <sup>2</sup> K/mvs			
<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>	
Fración de pérdida	Fración de pérdida	Fración de pérdida	0.1 %
-0.8 %	2.0 % en MPP		
<b>Factor de pérdida IAM</b>			
Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo(1/cos I - 1)			
Parám. bo			
0.05			



PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:  
11/09/21 13:33  
con v7.2.0

## Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

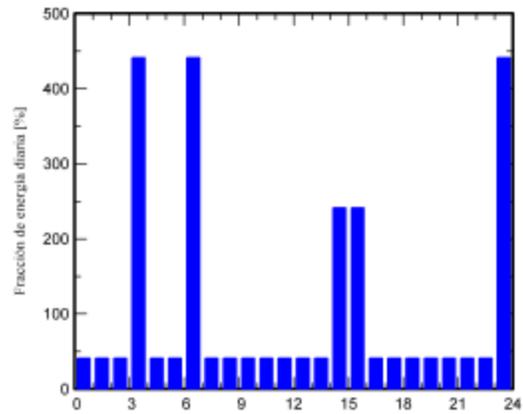
### Necesidades detalladas del usuario

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 2.6 kWh/día

#### Valores anuales

	Número	Potencia W	Uso Hora/día	Energía Wh/día
Motores (AC)	4	100W/lampara	2.0	800
Controlador (DC)	1	40W/apar.	24.0	960
Factor de Seguridad	1	400W/apar.	2.0	800
Consumidores en espera			24.0	24
Energía diaria total				2584Wh/día

#### Distribución por hora





PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:

11/09/21 13:33

con v7.2.0

## Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

## Resultados principales

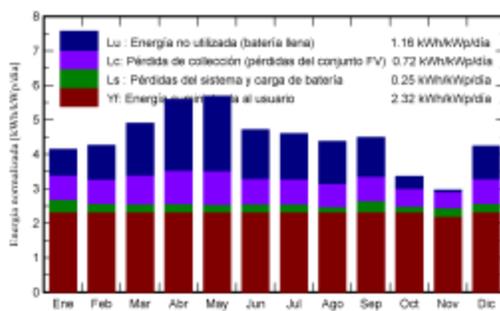
## Producción del sistema

Energía disponible	1472 kWh/año	Producción específica	1326 kWh/kWp/año
Energía usada	939 kWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	52.15 %
Exceso (sin usar)	469 kWh/año	Fracción solar (SF)	99.56 %
<b>Pérdida de carga</b>		<b>Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)</b>	
Fracción de tiempo	0.4 %	Ciclos SOW	93.3 %
Energía faltante	4 kWh/año	SOW estático	90.0 %
		Duración de vida de batería	10.0 años

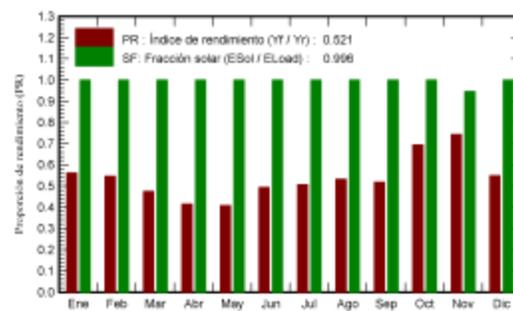
## Evaluación económica

<b>Inversión</b>		<b>Costo anual</b>		<b>LCOE</b>	
Global	4'183.69 USD	Anualidades	0.00 USD/año	Costo energético	0.05 USD/kWh
Específico	3.77 USD/Wp	Costos de funcionamiento	50.00 USD/año		
		Periodo de recuperación	6.9 años		

## Producciones normalizadas (por kWp instalado)



## Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	E_Avall kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	150.2	123.2	114.9	25.52	0.000	80.10	80.10	1.000
Febrero	131.0	115.1	108.1	30.56	0.000	72.35	72.35	1.000
Marzo	157.1	147.4	137.0	51.54	0.000	80.10	80.10	1.000
Abril	163.1	163.9	152.0	68.80	0.000	77.52	77.52	1.000
Mayo	161.2	172.5	159.8	74.65	0.000	80.10	80.10	1.000
Junio	128.5	138.1	129.8	47.22	0.000	77.52	77.52	1.000
Julio	131.6	139.1	130.6	45.28	0.000	80.10	80.10	1.000
Agosto	130.6	132.3	124.7	42.10	0.000	80.10	80.10	1.000
Septiembre	136.9	130.8	123.3	37.58	0.000	77.52	77.52	1.000
Octubre	111.2	100.2	94.1	11.67	0.000	80.10	80.10	1.000
Noviembre	100.0	85.4	79.4	1.48	4.197	73.32	77.52	0.946
Diciembre	154.9	125.9	118.2	32.54	0.000	80.10	80.10	1.000
<b>Año</b>	<b>1656.3</b>	<b>1573.7</b>	<b>1471.8</b>	<b>468.94</b>	<b>4.197</b>	<b>938.96</b>	<b>943.16</b>	<b>0.996</b>

## 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_Avall	Energía solar disponible	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		

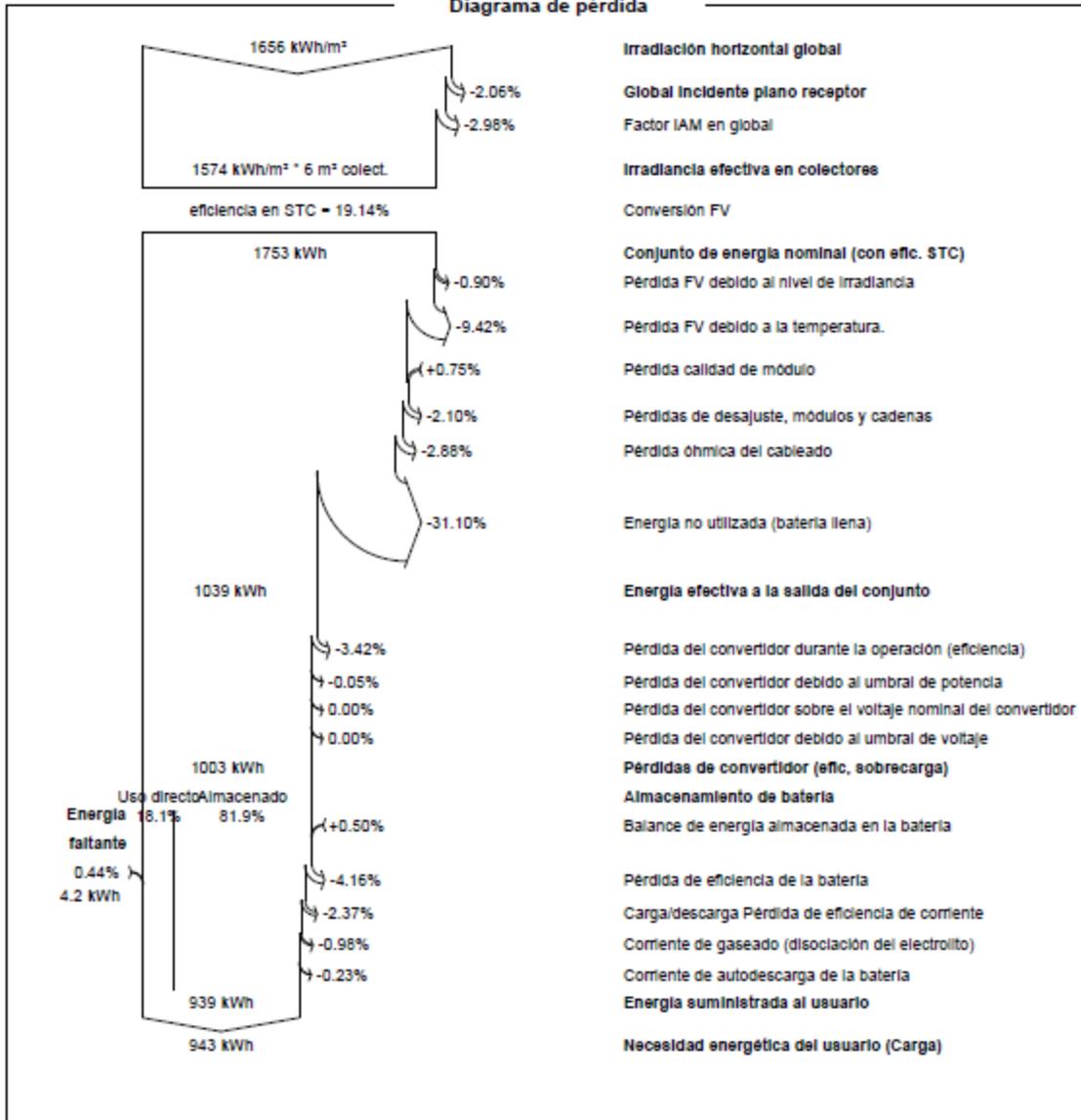


**PVsyst V7.2.0**  
 VCO, Fecha de simulación:  
 11/09/21 13:33  
 con v7.2.0

**Proyecto: Capitulo 3 tesis**

Variante: Cap 3 Tesis

**Diagrama de pérdida**





PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:

11/09/21 15:45

con v7.2.0

## Proyecto: Capítulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

### Parámetros generales

Sistema independiente	Sistema independiente con baterías	
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Configuración de cobertizos</b>	
Orientación	Sin escena 3D definida	<b>Modelos usados</b>
Plano fijo		Transposición Perez
Inclinación/Azmut 20 / 0 °		Difuso Perez, Meteonorm
		Circunsolar separado
<b>Necesidades del usuario</b>		
Consumidores domésticos diarios		
Constante durante el año		
Promedio 2.6 kWh/Día		

### Características del conjunto FV

Módulo FV	Eco Green Energy	Batería	Electrona
Fabricante	Eco Green Energy	Fabricante	Electrona
Modelo	EGE 166-M-60-HC 370 Wp	Modelo	Dural SC
(Base de datos PVsyst original)		Tecnología	Plomo-ácido, ventilado, arranque del vehículo
Unidad Nom. Potencia	370 Wp	Núm. de unidades	5 en paralelo x 2 en series
Número de módulos FV	3 unidades	Descarga mín. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	1110 Wp	Energía almacenada	9.6 kWh
Módulos	3 Cadenas x 1 En series	<b>Características del paquete de baterías</b>	
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje	24 V
Pmpp	1016 Wp	Capacidad nominal	500 Ah (C10)
U mpp	31 V	Temperatura	Fijo 20 °C
I mpp	33 A		
<b>Controlador</b>		<b>Control de gestión de la batería</b>	
Fabricante	Victron	Comandos de umbral como	Voltaje de batería
Modelo	SmartSolar MPPT 100/30 24V	Cargando	27.2 / 25.1 V
Tecnología	Convertidor MPPT	SOC corresp.	0.92 / 0.75
Coef. temp.	-2.7 mV/°C/Elem.	Descarga	23.6 / 24.4 V
Convertidor		SOC corresp.	0.19 / 0.45
Eficiencias máx y EURO	98.0 / 96.0 %		
<b>Potencia FV total</b>			
Nominal (STC)	1 kWp		
Total	3 módulos		
Área del módulo	5.5 m²		
Área celular	5.0 m²		

### Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica	Pérdidas de cableado CC	Pérdida diodos serie
Temperatura módulo según Irradiancia	Res. conjunto global 15 mΩ	Caída de voltaje 0.7 V
Uc (const) 20.0 W/m²K	Fración de pérdida 1.5 % en STC	Fración de pérdida 2.1 % en STC
Uv (viento) 0.0 W/m²K/mvs		
<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>
Fración de pérdida -0.8 %	Fración de pérdida 2.0 % en MPP	Fración de pérdida 0.1 %



## Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:

11/09/21 15:45

con v7.2.0

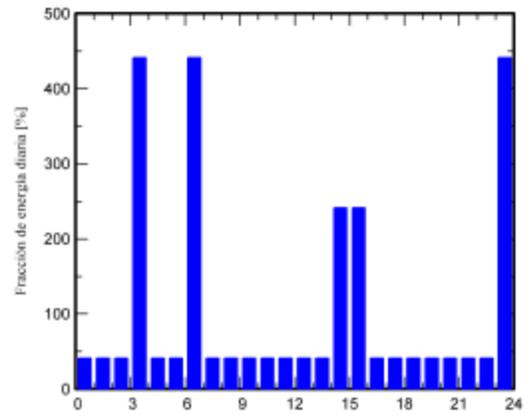
### Necesidades detalladas del usuario

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 2.6 kWh/día

#### Valores anuales

	Número	Potencia	Uso	Energía
		W	Hora/día	Wh/día
Motores (AC)	4	100W/lampara	2.0	800
Controlador (DC)	1	40W/apar.	24.0	960
Factor de Seguridad	1	400W/apar.	2.0	800
Consumidores en espera			24.0	24
Energía diaria total				2584Wh/día

#### Distribución por hora





PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:

11/09/21 15:45

con v7.2.0

## Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

## Resultados principales

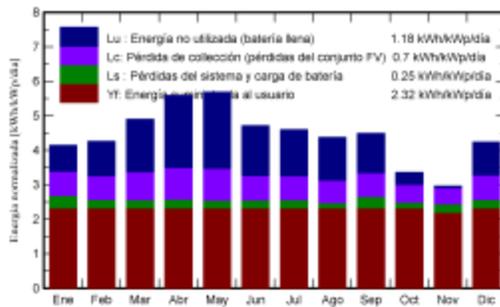
## Producción del sistema

Energía disponible	1479 kWh/año	Producción específica	1333 kWh/kWp/año
Energía usada	939 kWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	52.14 %
Exceso (sin usar)	476 kWh/año	Fracción solar (SF)	99.54 %
<b>Pérdida de carga</b>		<b>Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)</b>	
Fracción de tiempo	0.4 %	Ciclos SOW	93.3 %
Energía faltante	4 kWh/año	SOW estático	90.0 %
		Duración de vida de batería	10.0 años

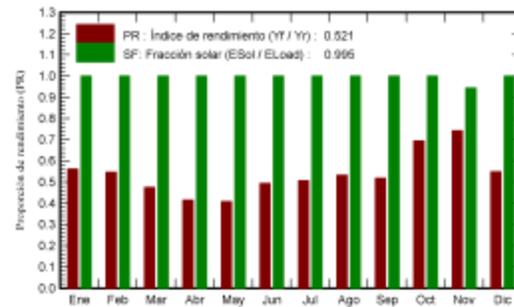
## Evaluación económica

<b>Inversión</b>		<b>Costo anual</b>		<b>LCOE</b>	
Global	4'222.69 USD	Anualidades	0.00 USD/año	Costo energético	0.05 USD/kWh
Específico	3.80 USD/Wp	Costos de funcionamiento	50.00 USD/año		
		Periodo de recuperación	7.0 años		

## Producciones normalizadas (por kWp instalado)



## Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	E_Avall kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	150.2	122.6	115.2	25.83	0.000	80.10	80.10	1.000
Febrero	131.0	114.7	108.5	31.02	0.000	72.35	72.35	1.000
Marzo	157.1	147.1	137.8	52.35	0.000	80.10	80.10	1.000
Abril	163.1	163.5	153.3	69.99	0.000	77.52	77.52	1.000
Mayo	161.2	172.3	161.3	76.11	0.000	80.10	80.10	1.000
Junio	128.5	137.9	130.8	48.17	0.000	77.52	77.52	1.000
Julio	131.6	138.9	131.4	45.89	0.000	80.10	80.10	1.000
Agosto	130.6	132.0	125.3	42.75	0.000	80.10	80.10	1.000
Septiembre	136.9	130.5	123.7	38.03	0.000	77.52	77.52	1.000
Octubre	111.2	99.8	94.1	11.77	0.000	80.10	80.10	1.000
Noviembre	100.0	85.0	79.4	1.60	4.351	73.17	77.52	0.944
Diciembre	154.9	125.3	118.6	32.93	0.000	80.10	80.10	1.000
<b>Año</b>	<b>1656.3</b>	<b>1569.5</b>	<b>1479.3</b>	<b>476.43</b>	<b>4.351</b>	<b>938.81</b>	<b>943.16</b>	<b>0.995</b>

## 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_Avall	Energía solar disponible	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		

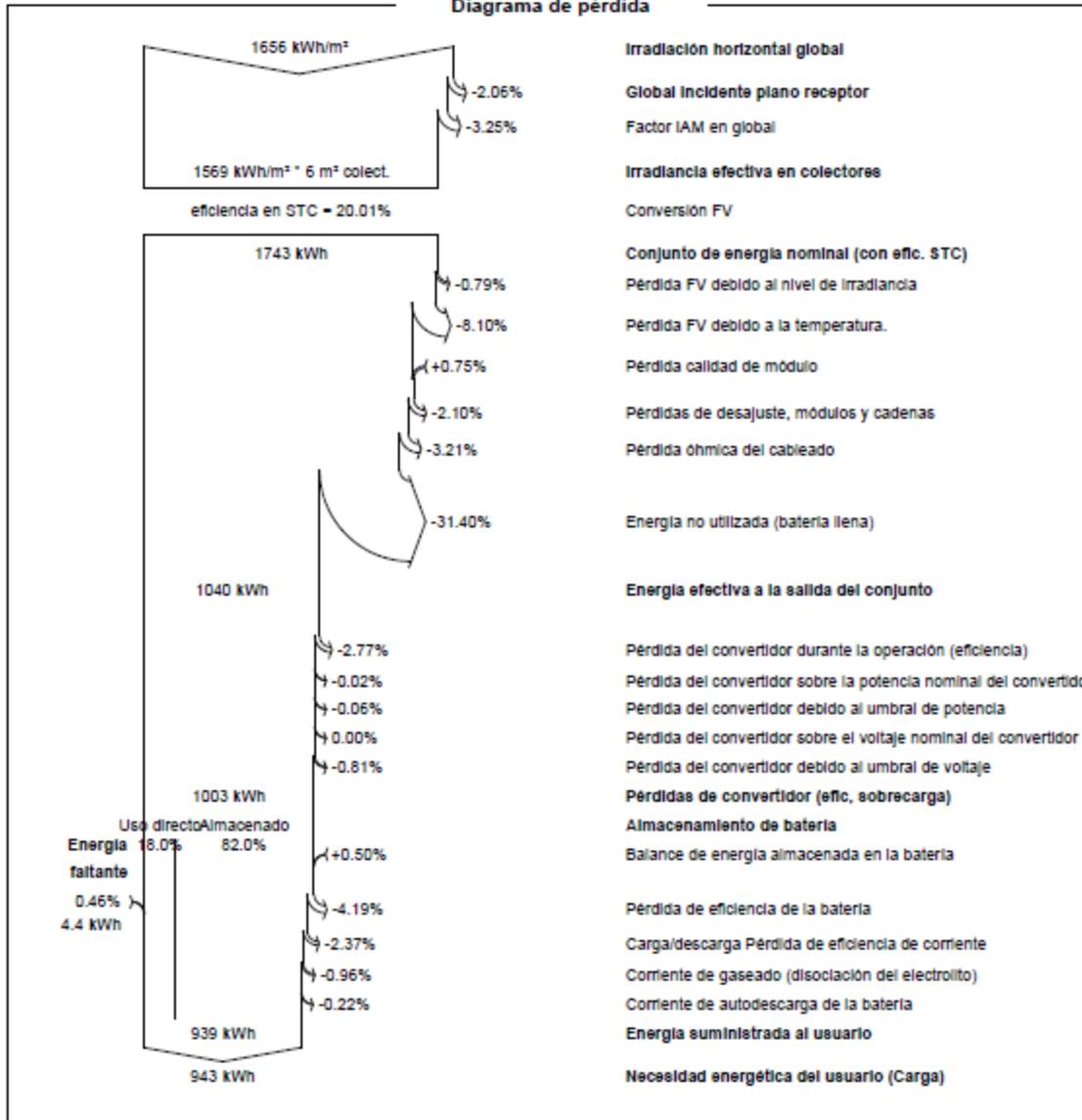


**PVsyst V7.2.0**  
 VCO, Fecha de simulación:  
 11/09/21 15:45  
 con v7.2.0

Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

**Diagrama de pérdida**





PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:  
11/09/21 15:59  
con v7.2.0

## Proyecto: Capítulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

## Parámetros generales

Sistema independiente	Sistema independiente con baterías	
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Configuración de cobertizos</b>	
<b>Orientación</b>	Sin escena 3D definida	<b>Modelos usados</b>
Plano fijo		Transposición Perez
Inclinación/Azmut 20 / 0 °		Difuso Perez, Meteorom Circunsolar separado
<b>Necesidades del usuario</b>		
Consumidores domésticos diarios		
Constante durante el año		
Promedio 2.6 kWh/Día		

## Características del conjunto FV

Módulo FV	Trina Solar	Batería	Electrona
Fabricante	Trina Solar	Fabricante	Electrona
Modelo	TSM-DE14A-(II)-370	Modelo	Dural SC
(Base de datos PVsyst original)		Tecnología	Plomo-ácido, ventilado, arranque del vehículo
Unidad Nom. Potencia	370 Wp	Num. de unidades	5 en paralelo x 2 en series
Número de módulos FV	3 unidades	Descarga mín. SOC	19.4 %
Nominal (STC)	1110 Wp	Energía almacenada	9.7 kWh
Módulos	3 Cadenas x 1 En series	<b>Características del paquete de baterías</b>	
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje	24 V
Pmpp	1003 Wp	Capacidad nominal	500 Ah (C10)
U mpp	36 V	Temperatura	Fijo 20 °C
I mpp	28 A		
<b>Controlador</b>		<b>Control de gestión de la batería</b>	
Fabricante	Victron	Comandos de umbral como	Voltaje de batería
Modelo	SmartSolar MPPT 100/30 24V	Cargando	27.2 / 25.1 V
Tecnología	Convertidor MPPT	SOC corresp.	0.92 / 0.75
Coef. temp.	-2.7 mV/°C/Elem.	Descarga	23.6 / 24.4 V
<b>Convertidor</b>		SOC corresp.	0.19 / 0.45
Eficiencias máxi y EURO	98.0 / 96.0 %		
<b>Potencia FV total</b>			
Nominal (STC)	1 kWp		
Total	3 módulos		
Área del módulo	5.8 m²		
Área celular	5.2 m²		

## Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica	Pérdidas de cableado CC	Pérdida diodos serie
Temperatura módulo según Irradiancia	Res. conjunto global 21 mΩ	Caída de voltaje 0.7 V
Uc (const) 20.0 W/m²K	Fración de pérdida 1.5 % en STC	Fración de pérdida 1.8 % en STC
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s		
<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>
Fración de pérdida -0.8 %	Fración de pérdida 2.0 % en MPP	Fración de pérdida 0.1 %



PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:  
11/09/21 15:59  
con v7.2.0

## Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

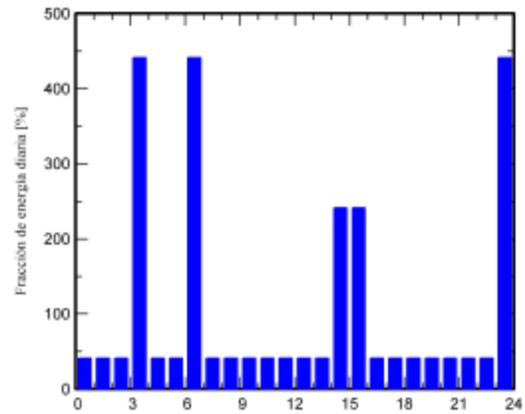
### Necesidades detalladas del usuario

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 2.6 kWh/día

#### Valores anuales

	Número	Potencia W	Uso Hora/día	Energía Wh/día
Motores (AC)	4	100W/lampara	2.0	800
Controlador (DC)	1	40W/apar.	24.0	960
Factor de Seguridad	1	400W/apar.	2.0	800
Consumidores en espera			24.0	24
Energía diaria total				2584Wh/día

#### Distribución por hora





PVsyst V7.2.0

VCO, Fecha de simulación:  
11/09/21 15:59  
con v7.2.0

## Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

## Resultados principales

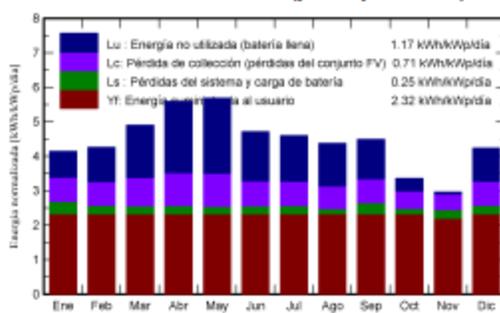
## Producción del sistema

Energía disponible	1477 kWh/año	Producción específica	1330 kWh/kWp/año
Energía usada	939 kWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	52.14 %
Exceso (sin usar)	474 kWh/año	Fracción solar (SF)	99.55 %
<b>Pérdida de carga</b>		<b>Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)</b>	
Fracción de tiempo	0.4 %	Ciclos SOW	93.3 %
Energía faltante	4 kWh/año	SOW estático	90.0 %
		Duración de vida de batería	10.0 años

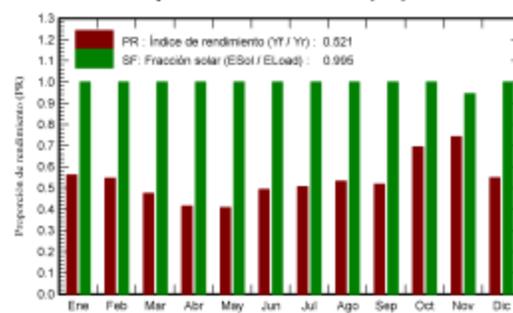
## Evaluación económica

<b>Inversión</b>		<b>Costo anual</b>		<b>LCOE</b>	
Global	4'003.69 USD	Anualidades	0.00 USD/año	Costo energético	0.05 USD/kWh
Específico	3.61 USD/Wp	Costos de funcionamiento	50.00 USD/año		
		Periodo de recuperación	6.6 años		

## Producciones normalizadas (por kWp instalado)



## Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	150.2	123.8	115.3	25.92	0.000	80.10	80.10	1.000
Febrero	131.0	115.6	108.5	30.99	0.000	72.35	72.35	1.000
Marzo	157.1	148.1	137.4	51.93	0.000	80.10	80.10	1.000
Abril	163.1	164.5	152.5	69.24	0.000	77.52	77.52	1.000
Mayo	161.2	173.2	160.3	75.13	0.000	80.10	80.10	1.000
Junio	128.5	138.7	130.3	47.65	0.000	77.52	77.52	1.000
Julio	131.6	139.7	131.0	45.50	0.000	80.10	80.10	1.000
Agosto	130.6	132.8	125.0	42.45	0.000	80.10	80.10	1.000
Septiembre	136.9	131.4	123.6	37.92	0.000	77.52	77.52	1.000
Octubre	111.2	100.7	94.4	12.24	0.000	80.10	80.10	1.000
Noviembre	100.0	85.8	79.7	1.62	4.267	73.25	77.52	0.945
Diciembre	154.9	126.7	118.7	33.10	0.000	80.10	80.10	1.000
<b>Año</b>	<b>1656.3</b>	<b>1581.0</b>	<b>1476.6</b>	<b>473.69</b>	<b>4.267</b>	<b>938.89</b>	<b>943.16</b>	<b>0.995</b>

## 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		

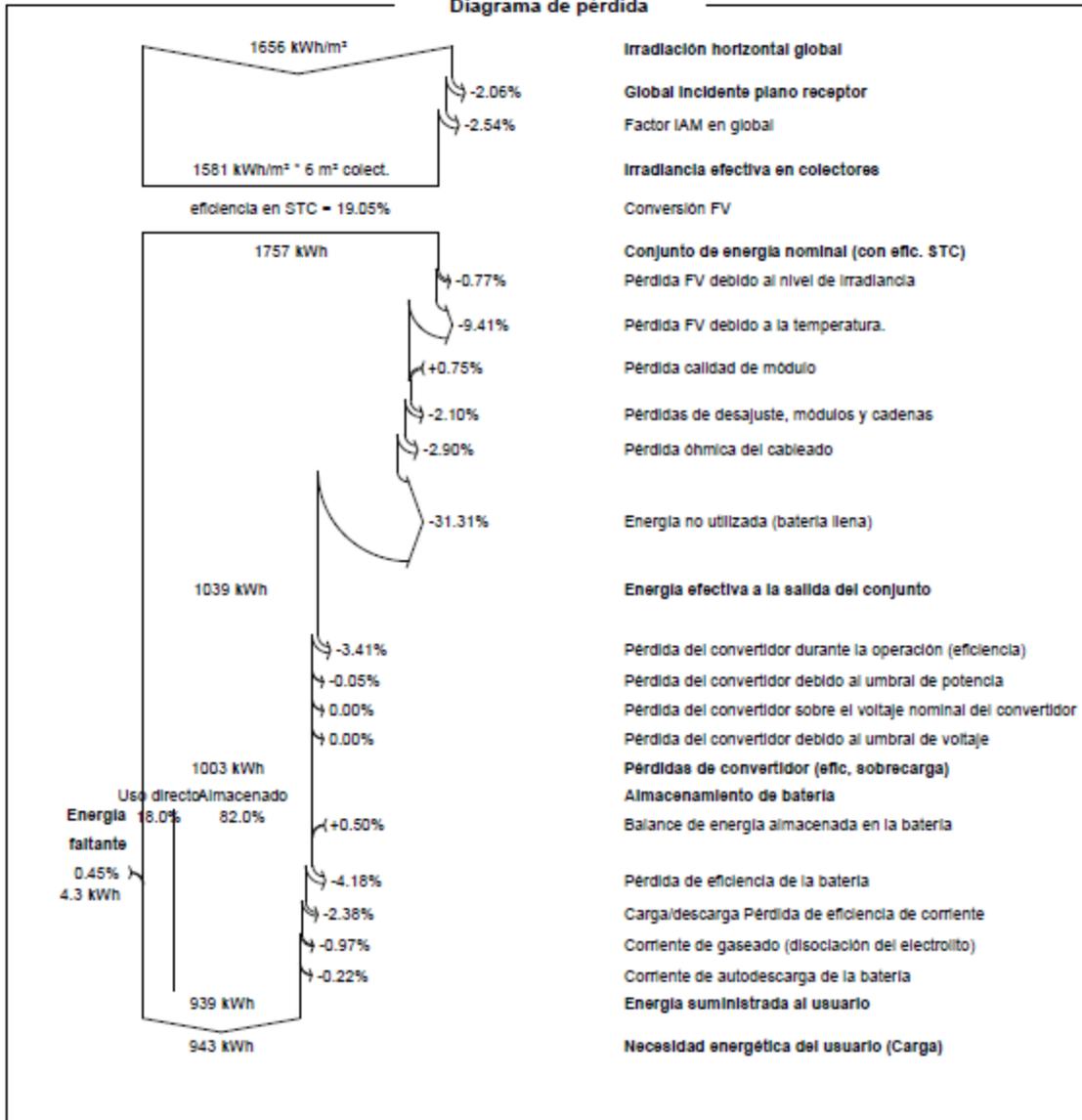


Proyecto: Capitulo 3 tesis

Variante: Cap 3 Tesis

PVsyst V7.2.0  
 VCO, Fecha de simulación:  
 11/09/21 15:59  
 con v7.2.0

Diagrama de pérdida



Anexo 5. Elementos del sistema fotovoltaico citados en el proyecto.

## REC Solar Alpha Series REC370AA Negro > 370 vatios panel solar Mono - Todos Negro



Larger Photo

Email a Friend

Nuestro Precio : \$ 332.00

Garantía: 25 años

Voltios: 38,3 V Código de producto: REC-SOLAR-REC370AA-BLACK

Choose your options...

### Paneles solares - Envío de carga

Seleccione para reconocer (obligatorio):

**Pedidos de paneles solares sujetos a revisión**

Debe hacer clic aquí para reconocer que los pedidos de menos de 5 módulos están sujetos a revisión o cancelación si determinamos que es probable que se produzcan daños durante el transporte. [Política de LTL](#)

Cant.:

ADD TO CART >



Soporte Triangular Para Paneles Solares (1650x1000) - Vertical

Desde 70,79 €

## Controladores de carga SmartSolar MPPT 100/30 & 100/50

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


**Controlador de carga SmartSolar  
MPPT 100/50**



**Detección de Bluetooth  
Smart Battery Sense**



**Detección de Bluetooth  
BMV-712 Smart Battery Monitor**



### Bluetooth Smart Integrado

La solución inalámbrica para configurar, controlar, actualizar y sincronizar los controladores de carga SmartSolar.

### VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

### Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT).

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

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

En caso de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga. Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo. El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

### Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.  
Corriente de salida completa hasta los 40°C (104°F).

### Algoritmo de carga flexible

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

### Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.  
Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.  
Protección de corriente inversa FV.

### Sensor de temperatura interna

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

### Sensor opcional de la tensión y de la temperatura externas de la batería vía Bluetooth

Se puede usar un sensor Smart Battery Sense o un monitor de baterías BMV-712 Smart para comunicar la tensión y la temperatura de la batería a uno o más controladores de carga SmartSolar.

### Función de recuperación de baterías completamente descargadas

Empezará a cargar incluso si la batería está descargada hasta cero voltios.  
Se reconectará a una batería de ion litio completamente descargada con función de desconexión interna.

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 100/30	MPPT 100/50
Tensión de la batería	Selección automática 12/24V	
Corriente de carga nominal	30A	50A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	440W	700W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	880W	1400W
Tensión máxima del circuito abierto FV	100V	100V
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A	60A
Eficacia máxima	98%	98%
Autoconsumo	12V: 30 mA 24V: 20 mA	
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4V / 28,8V (ajustable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8V / 27,6V (ajustable)	
Algoritmo de carga	adaptativo multifase	
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.	
Protección	Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión	
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)	
Humedad	95%, sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web	
<b>CARCARA</b>		
Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales de conexión	16 mm <sup>2</sup> / AWG6	
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	1,3 kg	
Dimensiones (al x an x p)	130 x 186 x 70 mm	
<b>NORMATIVAS</b>		
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2	

1) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.  
1) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador.  
Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.  
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar al controlador.

## Regulador MPPT Blue Solar 100V 50A VICTRON



**311,14€**

SIN IVA  
257,14 €

★★★★★  
3 Opiniones

Envío: Entrega gratuita en España!

Entrega: Recíbelo el martes 14 de septiembre

Fabricante: Victron | Cod. Artículo: 2008091

Cantidad: - 1 +

Financiación: Calcular cuota

AÑADIR AL CARRITO

COMPRAR

Hoiger Santillan



Publicado por Baterias&Llantas Carrillo

## \$2000 SOLAR PREMIUM MILLENIUM

\$145,00 ~~\$225,00~~ Ahorras \$80,00 (36%)

Enviar mensaje

Guardar



Detalles



## Inversores Phoenix Smart

www.victronenergy.com

1600 VA – 5000 VA



**Inversor Phoenix Smart 12/3000**



### Bluetooth incorporado: totalmente configurable con una tableta o smartphone

- Alarma de tensión baja en la batería
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida: 210 - 245V
- Frecuencia: 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO
- Relé de alarma

### Seguimiento:

- Tensión de entrada y salida, carga y alarmas

### Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct) para configurar y monitorizar los mismos parámetros.

### Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

### Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

### Modo ECO

En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado. Una vez en espera, el inversor se activará brevemente cada 2,5 segundos (ajustable). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

### Interruptor on/off remoto

Se puede conectar un interruptor o relé On/Off remoto a un conector bifásico.

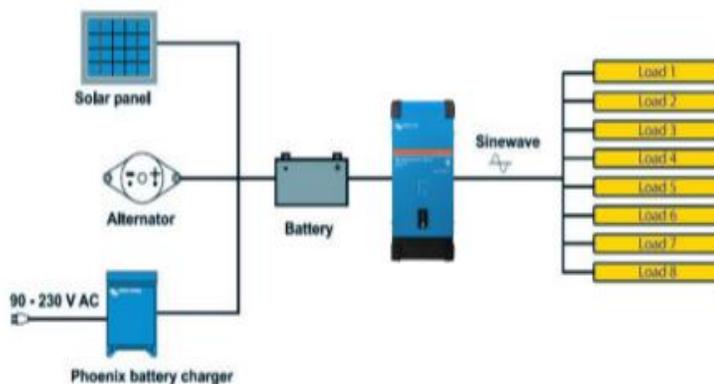
Alternativamente, el terminal H (izquierda) del conector bifásico puede cambiarse al positivo de la batería, o el terminal L (derecha) del conector bifásico puede cambiarse al negativo de la batería (o al chasis de un vehículo, por ejemplo).

### Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

### Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción. Como alternativa, utilice un MultiPlus con interruptor de transferencia incorporado.



Inversor Phoenix Smart	12/1600 24/1600 48/1600	12/2000 24/2000 48/2000	12/3000 24/3000 48/3000	24/5000 48/5000
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	No			
<b>INVERSOR</b>				
Rango de tensión de entrada	9.3 – 17 V 18.6 – 34 V 37.2 – 68 V			
Salida	Tensión de salida: 230 VCA ±2% 50 Hz o 60 Hz ± 0.1% (1)			
Potencia cont. de salida a 25°C (1)	1600 VA	2000 VA	3000 VA	5000 VA
Potencia cont. de salida a 25°C	1300 W	1600 W	2400 W	4000 W
Potencia cont. de salida a 40°C	1200 W	1450 W	2200 W	3700 W
Potencia cont. de salida a 65°C	800 W	1000 W	1700 W	2800 W
Pico de potencia	3000 W	4000 W	6000 W	10000 W
Desconexión dinámica (según carga) por CC baja (totalmente ajustable)	Desconexión dinámica, ver <a href="https://www.victronenergy.com/live/ve-direct-phoenix-inverters-dynamic-cut-off">https://www.victronenergy.com/live/ve-direct-phoenix-inverters-dynamic-cut-off</a>			
Eficacia máx. 12 / 24 / 48 V	92 / 94 / 94%	92 / 94 / 94%	93 / 94 / 95%	95 / 96%
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V	8 / 9 / 11 W	8 / 9 / 11 W	12 / 13 / 15 W	18 / 20 W
Consumo en vacío en modo ECO	0.6 / 1.3 / 2.1 W	0.6 / 1.3 / 2.1 W	1.5 / 1.9 / 2.8 W	2.2 / 3.2 W
<b>GENERAL</b>				
Relé programable (2)	Sí			
Potencia de parada y arranque modo-ECO	ajustable			
Protección (3)	a – g			
Comunicación inalámbrica por Bluetooth	Para monitorización remota e integración del sistema			
Puerto de comunicación VEDirect	Para monitorización remota e integración del sistema			
On/Off remoto	Sí			
Características comunes	Temperatura de trabajo: -40 a +65°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): máx. 95%			
<b>CARCASA</b>				
Características comunes	Material y color: acero (azul RAL 5012; y negro RAL 9017) Categoría de protección: IP 21			
Conexión de la batería	Pernos M8	Pernos M8	12 V/24 V: 2+2 Pernos M8 48 V: Pernos M8	24 V: 2+2 Pernos M8 48 V: Pernos M8
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo			
Peso	12kg	13kg	19kg	29kg / 28kg
Dimensiones (al x an x p)	485 x 219 x 125mm	485 x 219 x 125mm	533 x 285 x 150mm (12 V) 485 x 285 x 150mm (24 V/48 V)	595 x 295 x 160mm (24 V) 555 x 295 x 160mm (48 V)
<b>NORMAS</b>				
Seguridad	EN 60335-1			
Emisiones/Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2/ IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3			
Directiva de automoción	ECE R10-5			
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como alarma general, subtensión CC o función de señal de arranque/parada del generador. Capacidad nominal CA: 230 V / 4 A Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC	3) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja e) temperatura demasiado alta f) 230 V CA en salida del inversor g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta			



#### Panel de control del Inversor Phoenix

Este panel ha sido diseñado para el control remoto On/Off de todos los inversores Phoenix VEDirect.



#### Color Control GX

Proporciona seguimiento y control a distancia. De forma local, y también a distancia a través del [portal VRM](#).



#### VE.Direct a interfaz USB

Se conecta a un puerto USB.



#### Comunicación inalámbrica por Bluetooth

Se conecta a un smartphone (iOS y Android).

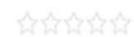


#### Monitor de baterías BMV-712 Smart

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar con exactitud el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

 Inversor Phoenix Smart 24V 2000VA Victron Energy

**780,70€** SIN IVA  
645,21 €



Envío: **Entrega gratuita en España!**

Entrega: **Recíbelo el martes 14 de septiembre** >

Fabricante: **Victron** | Cod. Artículo: 3005114

Cantidad:    >

Financiación: [Calcular cuota](#)

**AÑADIR AL CARRITO**

**COMPRAR**

Anexo 6. Placa de datos de motor AQ1 SYSTEM



Anexo 7. Tarjeta electrónica de control en motores AQ1 SYSTEM

