



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Propuesta de un sistema fotovoltaica para abastecer energía eléctrica al sistema de bombeo del fundo Cholocal – Motupe – Lambayeque”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica**

**AUTORES:**

Chuquilin Carrasco Luis Edinson (ORCID: 0000-0002-5083-1019)

De La Cruz Hurtado Richard Joel (ORCID: 0000-0001-8847-0493)

Huamán Carranza Darwin Alonso (ORCID: 0000-0001-6535-0122)

Gómez Suclupe José Hernán (ORCID: 0000-0001-5508-0413)

**ASESOR:**

Dr. Salazar Mendoza Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Trasmisión y Distribución

**CHICLAYO – PERÚ**

**2020**

## Índice de contenidos

Índice de contenidos .....	ii
Índice de tablas .....	iii
Índice de figuras .....	iv
Resumen .....	v
Abstract .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	9
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	9
2.2. Las variables y operacionalización .....	9
2.3. Población, muestra y muestreo .....	9
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	9
2.4.1. Técnicas de recolección de datos .....	9
2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos .....	10
2.5. Procedimientos .....	10
2.6. Métodos de análisis de datos .....	10
2.7. Aspectos éticos .....	10
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
3.1. Resultados .....	12
3.2. Discusión .....	22
IV. CONCLUSIONES .....	24
V. RECOMENDACIONES .....	25
REFERENCIAS .....	26
ANEXOS .....	27

## Índice de tablas

Tabla 1. Mediciones de radiación tomadas en el Fundo Cholocal en Junio 2020.....	13
Tabla 2. Niveles de Radiación Solar Promedio Total en w.h/m <sup>2</sup> .....	15
Tabla 3. Niveles de radiación en kw.h/m <sup>2</sup> .....	17
Tabla 4. Selección de los conductores.....	19
Tabla 5. Presupuesto fotovoltaico .....	20
Tabla 6. Evaluación económica del sistema .....	20
<i>Tabla 7. Costo de inversión de siembra.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 8. Evaluación económica del proyecto .....</i>	<i>21</i>
Tabla 9. Evaluación del VAN y TIR .....	21
Tabla 10. Análisis del VAN y TIR.....	22

## Índice de figuras

Figura 1 Niveles de Radiación Solar Promedio Total en w.h/m2. ....	16
--	----

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo general Proponer un sistema fotovoltaica para lograr abastecer energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo Cholocal – Motupe – Lambayeque, por la necesidad de obtener agua utilizan métodos rústicos y de esfuerzo físico que limitan la obtención de este recurso básico. Esto conlleva a utilizar sistemas de bombeo de motores a gasolina o petróleo utilizando el agua de acequia o de río trayendo este recurso desde muy lejos lo cual resulta muy costoso. Los riegos son por inundación a sus campos y con ello una baja producción de sus productos. De tal manera que su producto no cumple con los modelos de calidad para la comercialización en el mercado local, para esto se determinó el requerimiento hídrico para abastecimiento siente este 19200 l/h, teniendo un nivel máximo de promedio de radiación solar con un valor de 7.63 kw.h/m<sup>2</sup> y el nivel mínimo de promedio un valor de 6.24 kw.h/m<sup>2</sup>, se calculó el dimensionamiento de los elementos electromecánicos del sistema fotovoltaico teniendo para esto un valor de implementación que asciende a la suma de S/. 94,988.00 (Noventa y Cuatro Mil Novecientos Ochenta y Ocho con 00/100 Soles).

**Palabras Claves:** sistema fotovoltaico, generación fotovoltaica, radiación solar, recurso hídrico.

## Abstract

The general objective of the investigation was to propose a photovoltaic system to Supply electrical energy to the pumping system of the Cholocal - Motupe - Lambayeque Farm, due to the need to obtain water, they use rustic methods and physical effort that limit the obtaining of this basic resource. This leads to the use of pumping systems for gasoline or oil engines using irrigation water or river water, bringing this resource from far away, which is very expensive. The risks are due to flooding to their fields and with it a low production of their products. In such a way that your product does not comply with the quality models for commercialization in the local market, for this the water requirement for supply felt this 19200 l / h, taking into account a maximum average level of solar radiation with a value of 7.63 kw.h / m<sup>2</sup> and the minimum average level a value of 6.24 kw.h / m<sup>2</sup>, the dimensioning of the electromechanical elements of the photovoltaic system was calculated taking into account this an implementation value that amounts to the sum of S /. 94,988.00 (Ninety-Four Thousand Nine Hundred Eighty-Eight with 00/100 Soles).

**Keywords:** photovoltaic system, photovoltaic generation, solar radiation, water resource.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, de forma constante la existencia de problemas en el uso de la energía en la sociedad actual nos presenta conceptos nuevos y no tan nuevos como los son energías limpias, alternativas, eficiencia energética, restricciones energéticas, etc. Las sociedades actualmente aceptan el concepto de que se cuenta o se tiene energía gratuita que proviene del sol en forma de luz llamada energía fotovoltaica (García, 2015, p. 2).

La crisis energética no es un tema nuevo en la sociedad actual, el consumo desmedido de energía y la utilización de recursos contaminantes para obtenerla hacen que se busquen alternativas de generación eléctrica que sean más amigables con el medio ambiente así surgen entre las posibles soluciones a este problema los sistemas fotovoltaicos que permiten mitigar costos de generación, logran alcanzar zonas que no pueden conectarse a las redes convencionales de energía y utiliza recursos ilimitados a medida que estén disponibles ya que la radiación solar fotovoltaica llega a todos los rincones del planeta (PNUD – Perú, 2013, p.60).

En los países que ya han desarrollado su sociedad y por ende su tecnología y entendimiento de la importancia de usar el recurso solar tienen sistemas fotovoltaicos que se utilizan en conjunto con los sistemas ya establecidos, en cambio las sociedades en vía de desarrollo o no desarrolladas utilizan los sistemas fotovoltaicos en su mayoría o totalidad para las zonas alejadas o aisladas de las redes eléctricas. Los sistemas aislados son muy flexibles para cargas específicas como el bombeo solar donde el agua se almacena elevándola en un contenedor esta se bombea en horas de sol y se le aumenta la energía potencial del fluido para la hora que se requiera, o la utilización de energía eléctrica para almacenarse en alguna acumulador o batería para poder utilizarla en cargas eléctricas cuando se le requiera esta energía como puede ser utilizada en cargas de características variables requiere más componentes electrónicos que permitan acondicionar la salida de energía a la entrada del dispositivo que se requiere utilizar (Practical Action, 2007, p. 3 – 4).

El interés por las energías limpias en el Perú se origina por la crisis que ha empezado desde un tiempo en el consumo del combustible fósil, así la orientación de utilizar el recurso renovables sobretodo el solar de manera directa ha abierto el

interés de todos los países ya que se deben buscar opciones para el fin de la era del petróleo, los sistemas de bombeo no son ajenos a esta crisis ya que la maquinaria que se utiliza debido a la falta de energía eléctrica en los sectores rurales es justamente el petróleo así la orientación a buscar otro tipo de energía también en este sector es conciso, siendo la energía eólica y fotovoltaica son las medidas más prometedoras . la aplicación de la tecnología solar tiene sus frutos y se muestran en Perú como por ejemplo los calentadores de agua en Arequipa o los secadores de maíz en el Valle Sagrada del Urubamba demuestran que el aprovechamiento del recurso solar es no solo viable si no también factible (Horn, 2006, p. 1).

Aun teniendo el recurso a disposición el desarrollo en el Perú para el uso de estas tecnologías es poco solo el 23.7% al 2010 de la población en ese entonces 6.5 millones de peruanos carecían del servicio eléctrico en el territorio. Es en las zonas aisladas donde se encuentran la mayor parte de estas personas que el 67% de la población en el sector rural no disponen de energía eléctrica. Lo que acentúa las características de pobreza en este sector, y también establece una limitación en los pobladores para que puedan corregir o superar los problemas que se les presentan de manera cotidiana (Soluciones Prácticas, 2010, p. 9).

El fundo Cholocal Motupe en Lambayeque, se encuentra en el sector rural del distrito por lo que el servicio eléctrico no llega a los terrenos, este evidencia la necesidad de energía para poder satisfacer sus necesidades, sobre todo las de adquisición de agua que es suministrada por un pozo tubular, se logra extraer el recurso del pozo por medio de fuerza física lo que establece un limitante para la comunidad.

Cuando se requiere el recurso para la siembra o animales se utiliza equipos de bombeo a funcionan con combustibles fósiles tomando el recurso de las acequias resultando un servicio muy costoso debido a lo lejano que están los puntos de acceso al agua, establecen los riegos por medio artesanales el que utilizan en la zona en su mayoría es por inundación lo que trae una producción que se podría mejorar, y sus productos no logran alcanzar una calidad rentable para la comercialización de estos en los mercados cercanos

Por este motivo se establece o se desarrolla esta investigación que establece un sistema de bombeo fotovoltaico para el pozo del fundo Cholocal con el cual se

establece no solo el consumo de agua por parte de los habitantes del fundo sino también para el riego de las parcelas utilizando riego tecnificado para poder considerar el ahorro del agua. El uso de la energía fotovoltaica se determina como la solución más pertinente para el fundo Cholocal ya que el fundo se encuentra ubicado en una zona donde el recurso solar abunda durante todo el día y durante todo el año estableciendo un punto óptimo para la aplicación de la investigación, esto se demuestra en el desarrollo donde se obtiene que la energía es suficiente para cubrir las demandas de agua para el consumo humano y para la riego de las parcelas.

La presente investigación responderá a la siguiente formulación ¿Cómo diseñar un sistema de generación fotovoltaico para la aplicaciones de bombeo en el fundo Cholocal – Motupe – Lambayeque?

Por tal la investigación se justifica por las siguientes razones; técnica, por lo que es importante el desarrollo de esta investigación ya que permitiría una opción para la producción de energía eléctrica al centro poblado con lo cual se podrá mecanizar algunos procesos productivos y la generación de pequeñas industrias, conservar los alimentos y mejorar la productividad del fundo. Social, porque el fundo al contar con energía eléctrica mejorará la calidad de sus productos con una mejor calidad; ambiental, debido que esta investigación tiende a generar un impacto positivo en el ambiente en dos aspectos, el primero permitirá que se genere electricidad usando energías renovables, con lo cual se beneficia al medio ambiente y el otro es que con la electricidad se energizara el pozo y con riego tecnificado.

La investigación se traza como objetivo Proponer un sistema fotovoltaica para lograr abastecer energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo Cholocal – Motupe – Lambayeque; con objetivos específicos, determinar los requerimientos del recurso hídrico para el abastecimiento al fundo Cholocal; determinar el potencial solar fotovoltaico en las zonas aledañas al fundo Cholocal; diseñar el sistema de generación fotovoltaico para bastecer de energía al fundo Cholocal; Estimar la evaluación económica del sistema de generación eléctrica fotovoltaico.

Por tal al finalizar la investigación, se responderá a la siguiente hipótesis, Si es factible diseñar un sistema fotovoltaico para abastecer energía eléctrica al sistema de bombeo del fundo Cholocal – Motupe – Lambayeque

Entre los antecedentes referidos a la investigación se tiene; Piriz (2018)

“Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú” donde contempla el uso de las dos energías que brinda el sol la fotovoltaica en cuanto a su uso en la iluminación y la térmica en cuanto al calentamiento del agua en un módulo sanitario ecológico. Se valoró el rendimiento y eficiencia de los equipos realizando mediciones de sus parámetros, además se evaluó económicamente y financieramente la factibilidad económica. Como resultado de la investigación se realizó un prototipo del sistema diseñado y se colocó para la disposición de las personas que quieran acercarse a revisar y conocer cómo se puede dar el aprovechamiento solar de sus dos energías. La investigación demuestra la potencialidad del recurso solar lo que brinda una ventana a los gobiernos locales, regionales o nacional puedan desarrollar este tipo de tecnologías que utilicen el recurso renovable para zonas aisladas y que trabajen de manera amigable con el medio ambiente.

Gonzales (2015) “Comparación de los costos de sistemas fotovoltaicos para invernaderos y gastos de energía eléctrica de la red” se presenta un sistema fotovoltaico que está diseñado para proporcionar energía a comunidades aisladas que no están cerca de las redes de energía. La distribuidora tiene tarifas para el costo de la energía que varían entre 4.4% a 27% las cuales se evaluaros durante un periodo de 10 años y se realizó una proyección para 25 años más. Otra evaluación que se realizó fu para la tarifa denominada 9M que es para el sector agrícola, en esta evaluación se determinó que para periodos de 10 a 15 años el uso de los sistemas fotovoltaicos es factible aun para lugares que tienen ya servicio por parte de las redes eléctricas con consumos mayores a 4.8 kWh a 1.5 kWh diarios correspondientes a invernaderos ya que estos gastos de consumo proporcionado por redes eléctricas superan los gastos de instalación de los sistemas fotovoltaicos.

Benguela (2015) Fotovoltaicos para superficies pequeñas. Considerando que en la Republica de Angola se tiene una disposición de recurso solar y una fuerte carencia de generación de energía eléctrica por medios convencionales la investigación se justificó desde un inicio para generar un diseño fotovoltaico que pueda suministrar energía al riego tecnificado para la producción del tomate en el Valle de Cavaco en una parcela de 0.23 hectáreas para su experimentación, es aquí donde se estimó el recurso solar sobre un plano horizontal y sobre el plano inclinado del panel fotovoltaico que se estableció para que pueda suministrar

energía para el bombeo del agua suficiente para el cultivo, considerando los métodos del foto riego y del sistema autónomo.

Arija (2010) "Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas - universidad Carlos iii de Madrid, escuela politécnica superior departamento de ingeniería eléctrica" determina que para países de recursos reducidos la candidez de un sistema de bombeo se puede apreciar como un éxito en la investigación donde se desarrolló un ensayo que evidencia esta afirmación. Un sistema de bombeo donde se mueve eleva el agua llevándola de una posición a otra que se encuentra elevada para después tomarla por gravedad desde esta ubicación establece una de las maneras más factibles para suministrar del recurso a comunidades que se encuentran aisladas y que tienen necesidades diarias moderadas de agua ya sea para el consumo humano o para el regadío de parcelas.

Una vez descrito los antecedentes de estudio, se presentan las teorías relacionadas al tema, la termodinámica, logra ser una rama de la física que se dedica a comprender las fuerzas de les movimiento de la energía de aquí es donde radica el nombre Calor (Thermos) y Fuerza (Dynamis), dicha ciencia estudia la transformación de la energía cuando de trabajo a calor y viceversa (Quezada, 2015, p- 33).

La primera ley de la termodinámica, es una de las más conocidas en todos los medios es la que cita que la energía no se puede crear ni destruir solo se puede transformar así como se interpreta que en un sistema termodinámico todo calor recibido se convierte en trabajo con remanentes de calor o que todo trabajo recibido se convierte en calor con remanentes de trabajo. La segunda ley de termodinámica, por tal que en la primera ley se establecía que en un sistema la energía total siempre va a ser cero, es decir que la suma de todas las energías tanto las que ingresan como las que salen es cero ya que esta se va a mantener, la segunda ley establece la dirección en la que se mueve la energía debido a que de manera natural la energía no puede moverse por un medio de una parte del sistema de menor temperatura a una parte del sistema de mayor temperatura (Quezada, 2015, p-37).

La transferencia de calor, si bien la termodinámica estudiaba y describía como se mueve el calor no definía el tiempo en el que lo hace así que la transferencia de

calor se debe establecer por tiempos. La transferencia de calor implica que la energía en forma de calor se transfiera de un cuerpo caliente a otro frío en un determinado tiempo ya que el calor no se puede almacenar como tal solo se origina en una transferencia este se puede entender como un fenómeno fugaz que aparece cuando un cuerpo caliente se acerca a un cuerpo frío (Quezada, 2015, p-37).

La conducción es un forma de transferencia de calor que se da por medio de un conducto físico es la principal forma de transferir calor entre los sólidos, cuando se calienta un extremo de un sólido el otro extremo se llegara a calentar en un momento determinado debido a que la materia que une los dos extremos está conectada con más materia, aunque se menciona que no se enciende como es que el calor se moviliza a nivel molecular entendiéndose que son los electrones libres los que transportan al energía calorífica de un lugar a otro (Quezada, 2015, p-38).

La convección , es el medio por el cual se transfiere calor en los fluidos, debido a la transferencia de calor los fluidos generan movimiento ya que la estructura molecular de los fluidos e muy débil, otra característica que se presenta cuando se transfiere calor en los fluidos es que la densidad varia es decir que estos son susceptibles al transporte de calor por su estructura molecular el movimiento justamente se genera debido que el cambio de densidad no se logra de manera inmediata por lo que la parte del fluido que es más densa sube y ocupa el espacio de la parte menos densa y esta ciclo se repite ocasionando que el fluido se mueva . (Quezada, 2015, p-40).

Radiación, es el tipo de transferencia de calor es diferente a los dos anteriores de convección y conducción, ya que se debe a un tipo de transferencia de calor entre sustancias que no están en contacto y se encuentran separadas por la nada o vacío. (Quezada, 2015, p-42).

La naturaleza de la energía solar, el sol es la estrella más cercana al planeta tierra de todas las que existen El sol es la estrella más cercana al planeta tierra de todas las que existen en la galaxia y sin lugar a dudas la más importante debido a que es la originaria y responsable de toda la vida que existe en la tierra (Quezada 2015, p-48).

La demanda de energía eléctrica en los domicilios tiene características generales como el comportamiento que presenta durante todo el día que es variable, la demanda se registra y se muestra para su entendimiento en un

diagrama denominado diagrama de carga el cual identifica los intervalos de alta y baja demanda que se conocen como periodos de consumo en horas punta y fuerza de punta según la demanda consumida (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN, 2016).

Oferta Eléctrica, Cuando se tiene un requerimiento de energía eléctrica por más mínimo que sea toda la cadena del sector eléctrico entre en funcionamiento empezando por las centrales generadoras que son las encargadas de transformar algún tipo de energía primaria como la caída de agua, la combustión de alguno hidrocarburo o biocombustible, la fuerza del viento, la fuerza del sol, etc. en energía eléctrica, en segunda instancia ingresa el sector de transición que se encarga de llevar la energía generada a través de largas distancias hasta las ciudades donde ingresa la tercera etapa que es la distribución de energía esta se encarga de repartir la energía a las ciudades y llegar a cubrir el consumo que se requiero en un momento así aunque sean un pequeño consumo todo el sector eléctrico funciona al unísono para poder entregar aunque sea la demanda más pequeña de energía (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN, 2016).

El sistema eléctrico, en dicho país el sistema de energía eléctrico comprante todos las actividades que permiten que la energía llegue a ser consumida, en este aspecto hablamos de cuatro sistemas que son los de generación, transmisión, distribución y utilización.

Las energías renovables Una fuente renovable de energía es una fuente que se considera inagotable o infinita cuando se realiza la comparación de su duración con la vida humana promedio y se determina que seguirán existiendo muchísimo tiempo en comparación con esta entre las más utilizadas está el calor de la corteza terrestre, la fuerza de los vientos, la obtenida del calor y la radiación solar, la fuerza de los ríos y de la inmensidad de los mares y los recursos orgánicos que se utilizan como biomasa.

El Efecto Fotovoltaico, dicho efecto se produce cuando la radiación solar incide sobre una superficie de material semiconductor y es transformada por este en energía eléctrica, de manera más específica se puede explicar que los fotones inciden en la superficie semiconductor de silicio u otro material y es absorbido por ella liberando un electrón debido al espacio que ocupa el fotón cuando se absorbe (Orbegozo, y otros, 2010a).

Los costos del sistema fotovoltaicos están directamente relacionados con la eficiencia de los paneles para producir energía debido a que los sistemas fotovoltaicos son sistemas de gran costo en la inversión debido al alto costo de los propios paneles fotovoltaicos (Orbegozo, y otros, 2010)

Sistemas Fotovoltaicos Aislados, este es un sistema que autoabastece de energía eléctrica que convierte por medio de un campo o panel fotovoltaico para una demanda necesaria a este tipo de sistemas también se le conoce como sistemas autónomos, un sistema fotovoltaico por si convierte energía solar en energía eléctrica del tipo continua generalmente en doce voltios aunque se puede tener configuración comunes de veinticuatro y cuarentaiocho voltios y sistemas más complicados donde se determina el voltaje a razón de los componentes que forman parte del sistema fotovoltaico (Pareja Aparicio, 2010).

## **II. METODOLOGÍA**

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

La presente investigación se estableció como no experimental debido a que los datos, se recogieron no se obtuvieron de la manipulación de ninguna de las dos variables, por tal estos se recogieron, de acuerdo en la realidad así que se establece la investigación también como descriptiva. Según los resultados que se encontraron la tesis es de tipo aplicada, ya que los resultados que se generan como conclusiones de la investigación pueden ser empleados directamente para solucionar el problema de falta de energía eléctrica en el Fundo Cholocal – Motupe – Lambayeque.

### **2.2. Las variables y operacionalización**

- **Variable dependiente** Sistema de generación fotovoltaico.
- **Variable independiente.** Potencia generada para el sistema de bombeo en el Fundo Cholocal

Matriz de operacionalización (Ver anexo 01)

### **2.3. Población, muestra y muestreo**

La población y la muestra, estuvo cargas eléctricas Fundo Cholocal. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) sostiene que la población logra ser el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones, mientras que la muestra, es considerada el subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta.

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

#### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

En esta investigación se aplicó las siguientes técnicas:

La observación, se emplea como técnica para medir los diversos parámetros necesarios para el diseño del sistema de abastecimiento de energía solar fotovoltaico, como el con

- Observación, se emplea técnica para medir los diversos parámetros necesarios para el diseño del sistema de abastecimiento de energía solar fotovoltaico, como el consumo de energía actual del fundo Cholocal y la

proyección de estos consumos cuando se cuente con el servicio eléctrico.

- Entrevista, dicha técnica consiste en una conversación personalizada con algunos integrantes de la comunidad para poder establecer los consumos de las cargas especiales y la posibilidad de desarrollo de pequeñas industrias futuras, así como también los proyectos de inversión.

#### **2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.**

En los instrumentos de recolección de datos

- Ficha de control de radiación, dicho instrumento se pudo registrar las medidas de radiación en la zona del fundo Cholocal, esto se realizó con el objetivo de determinar el potencial de energía solar que existe en el fundo, en este instrumento se tomó los datos de GPS de la ubicación del fundo, se registró también el nombre de la persona que tomo la medida y las fechas de cada medida.
- Cuestionario, se desarrolló mediante un cuestionario de preguntas el cual se encontrará dirigido a algunas personas que habitan en el fundo Cholocal, primera parte contiene información general de los entrevistado y el segunda parte las preguntas referentes al requerimiento de energía actual y futuro.

#### **2.5. Procedimientos**

En la presente investigación, se empleará una estadística descriptiva, lo cual permitirá evaluar el comportamiento de las variables, la cual se tiene el consumo de energía y la auditoría energética. Además se tendrá que determinar la media, el promedio, los valores máximos y mínimos.

#### **2.6. Métodos de análisis de datos**

La investigación tendrá un método inductivo, por lo que se obtendrá conclusiones generales, al término de está. El método empleado en la investigación, se realizará con la observación de los registros, una derivación inductiva para los hechos y la contrastación de la hipótesis.

#### **2.7. Aspectos éticos**

En la investigación, se consideró los siguientes aspectos éticos, tales como:

Derechos de autor, en un estudio se obtuvo información de investigaciones realizadas, anteriormente por distintos autores por lo que se respetó los derechos de autor de acuerdo al Decreto Legislativo N° 822 – 1996, Ley sobre el derecho de autor, siguiendo las autorizaciones y permisos correspondientes, para tomar el material, que es empleado en la presente investigación.

Citaciones. En el estudio todo material referencial, que es empleado, se citó de acuerdo los estándares ISO 690 y 690 -2.

Respeto. Se mantuvo todo tipo de respeto, hacia todas las personas involucradas de manera directa e indirecta con el proyecto.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### 1. Establecer los requerimiento del recurso hídrico para el abastecimiento al fundo Cholocal

El fundo Cholocal en Motupe, no cuenta con servicio eléctrico para el bombeo de agua del pozo tubular. Por la necesidad de obtener agua utilizan métodos rústicos y de esfuerzo físico que limitan la obtención de este recurso básico.

Esto conlleva a utilizar sistemas de bombeo de motores a gasolina o petróleo utilizando el agua de acequia o de río trayendo este recurso desde muy lejos lo cual resulta muy costoso. Los riegos son por inundación a sus campos y con ello una baja producción de sus productos. De tal manera que su producto no cumple con los modelos de calidad para la comercialización en el mercado local.

Para ello se está implementando este proyecto de un diseño de un sistema de generación fotovoltaico para energizar este pozo del fundo san Cholocal e irrigar sus campos con riego tecnificado para el ahorro del agua, teniendo como objetivo la siembra de espárragos en un espacio de 2 hectáreas de terreno.

Para la información obtenida en campo, se cuenta con la siguiente:

- El espacio disponible total de 2 hectáreas para cultivo de palto.
- La distancia existente entre surco es de 2.5 m
- La distancia entre planta y planta es de 0.6 m.

##### a. Cálculo del número de surcos por hectárea

$$\text{Número de surcos} = \frac{100 \text{ metros de ancho}}{2.5 \text{ m espacio entre surco}}$$

$$\text{Número de surcos} = 40$$

##### b. Cálculo del total de plántones de paltos

$$\text{Número de plántones} = \frac{100 \text{ metros de largo}}{0.50 \text{ m espacio entre plantas}}$$

$$\text{Número de plántones} = 200 \text{ por surco}$$

$$\text{Total número de plántones por hectárea} = 200 \times 40$$

$$\text{Total número de plántones por hectárea} = 8000$$

##### c. Cálculo de caudal necesario de riego por hectárea

En el diseño del riego tecnificado, se cuenta con el gotero tiene un caudal de descarga de 1.2 l/h para lo cual se tiene:

$$Q = \text{Caudal de goteros} \times \text{Total de plantas}$$

$$Q = 1.2 \times 8000 \frac{l}{h} = 96000 \frac{l}{h}$$

Lo que se logra desprender que el caudal necesario de riego para las 2 hectáreas es de:

$$Q = 19200 \frac{l}{h}$$

## 2. Determinar el potencial solar fotovoltaico en las zonas aledañas al fundo Cholocal

Para que se determine el potencial solar promedio se ha tomado mediciones en el fundo Cholocal con un Solari metro marca AMBIENT WEATHER, modelo TM- 206 siendo este debidamente calibrado. Las mediciones se han tomado desde las 6:00 am hasta las 6:00 pm (12 horas), haciendo un total de muestras recolectadas de 5 por cada hora como se muestran en las tablas siguiente

Tabla 1. Mediciones de radiación tomadas en el Fundo Cholocal en Junio 2020

Fecha	Medida	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
15	1	20	72	496	634	711	881	865	819	894	833	721	370
	2	23	123	503	810	845	859	876	881	862	832	615	302
	3	25	341	569	834	836	873	872	894	884	790	575	284
	4	34	108	715	838	877	797	881	893	881	721	531	143
	5	72	491	666	813	799	880	869	893	835	602	420	83
	Promedio	37	229.4	589	787	815	857	874	873	872	754	574	238.4
16	1	1	11	72	625	744	702	835	715	690	805	552	265
	2	5	43	67	660	823	875	646	692	674	792	450	348
	3	8	28	142	809	800	703	758	746	727	722	607	257
	4	8	56	280	728	837	810	716	633	749	783	516	209
	5	15	81	255	751	781	854	783	803	765	715	585	57
	Promedio	7.6	43.6	165.6	712	799	789	747	716	722	762	540	228.8
17	1	26	77	502	642	718	890	875	821	892	835	724	373
	2	31	132	511	815	852	863	888	887	867	837	632	309
	3	34	349	577	840	839	881	875	891	890	797	582	290
	4	42	418	723	845	881	806	885	903	887	730	537	150
	5	80	496	641	824	844	888	871	899	839	609	426	87
	Promedio	42	296.4	592.8	792	825	865	880	879	877	762	579	245.2
18	1	5	40	69.2	620	736	698	828	714	678	797	543	249
	2	9	40	66.4	658	824	878	643	695	676	791	454	348
	3	14	27	214	807	794	797	753	736	725	718	601	249

	4	17	51	281	725	842	815	719	636	752	785	518	212
	5	23	82	261	751	785	857	787	806	768	715	582	58
	Promedi	16.2	47	178.1	713	795	807	744	719	720	764	539	222.8
19	1	4	13	73.2	626	743	700	836	716	688	808	554	266
	2	5	44	63.4	658	826	874	643	697	679	792	452	350
	3	7	30	141.3	812	805	705	756	743	732	724	608	257
	4	12	56	281	726	838	812	715	636	752	784	519	211
	5	14	80.6	259	755	781	853	786	807	765	719	583	59
	Promedi	6.6	46.32	165.9	713	801	789	746	719	722	767	542	230.8
20	1	11	22	81	630	762	715	852	738	680	828	571	285
	2	15	52	78	670	847	895	655	710	688	800	472	575
	3	19	40	141	827	813	717	778	764	741	734	628	279
	4	20	66	281	738	855	818	727	742	763	797	539	213
	5	26	92	271	762	797	868	797	959	778	726	612	46
	Promedi	15.6	55.2	171.6	724	816	804	758	784	728	779	566	278.4
21	1	1	95	352	701	754	859	888	906	896	723	589	401
	2	4	100	859	859	820	873	893	913	878	737	562	282
	3	10	178	856	817	836	873	898	917	843	675	521	166
	4	11	269	492	865	888	889	889	890	826	588	444	55
	5	95	354	701	753	859	887	905	898	725	590	400	23
	Promedi	23.8	198.4	650.2	800	830	874	894	905	832	661	503	184.2
22	1	14	95.2	354	701	755	856	885	914	843	727	596	400
	2	19	104.2	848	848	823	877	886	878	839	736	568	279
	3	23	185.2	846	812	837	886	890	881	821	672	530	170.1
	4	31	261	491	850	885	884	905	852	799	590	447	52.1
	5	93.2	355	702	752	857	887	911	844	727	594	401	25.1
	Promedio	36.6	200.5	646.2	795	830	877	898	876	806	662	507	188.2
23	1	18	57.2	293	891	641	836	892	621	685	649	525	357
	2	21	63	345	403	872	871	914	756	781	613	628	355
	3	23	141.1	413	541	829	862	948	790	688	565	279	194
	4	40	181.1	699	781	832	871	923	562	619	578	156	65.1
	5	55.2	292	895	639	839	890	620	687	646	523	361	35.2
	Promedio	30.8	146.2	527.2	651	803	865	856	683	683	584	388	203.4

Fuente. Elaboración propia

### 3. Determinación del nivel de radiación promedio solar en (Kw.h/m2)

Tabla 2. Niveles de Radiación Solar Promedio Total en w.h/m2

Fecha	Medida	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	Total
15	Promedio	37	229.4	589	787.2	815.2	857	874	873.2	872.8	754	574.6	238.4	7501.80
16	Promedio	7.6	43.6	165.6	712.4	799.2	789.8	747.4	716.2	722.8	762	540.8	228.8	6236.20
17	Promedio	42	296.4	592.8	792.2	825.6	865.6	880.4	879	877.2	762.4	579.6	245.2	7638.40
18	Promedio	16.2	47	178.12	713.4	795.2	807.4	744.8	719	720.8	764.4	539.6	222.8	6268.72
19	Promedio	6.6	46.32	165.98	713.4	801.2	789.8	746.4	719.2	722.8	767	542.8	230.8	6252.30
20	Promedio	15.6	55.2	171.6	724.8	816	804	758.8	784.4	728.2	779	56.6	278.4	6482.00
21	Promedio	23.8	198.4	650.2	800.6	830	874.4	894.2	905.6	832.4	661.8	50.3	184.2	7358.60
22	Promedio	36.64	200.52	646.2	795.8	830	877	898.4	876	806.8	662.6	507.6	188.26	7325.82
23	Promedio	30.84	146.28	527.2	651.4	803.8	865	856.8	683.8	683	584.2	38.8	203.46	6423.78
24	Promedio	20.5	112.2	332.82	640.8	765.6	836.2	721.2	807.2	778	638.8	382.6	205.64	6241.56

Fuente. Elaboración propia

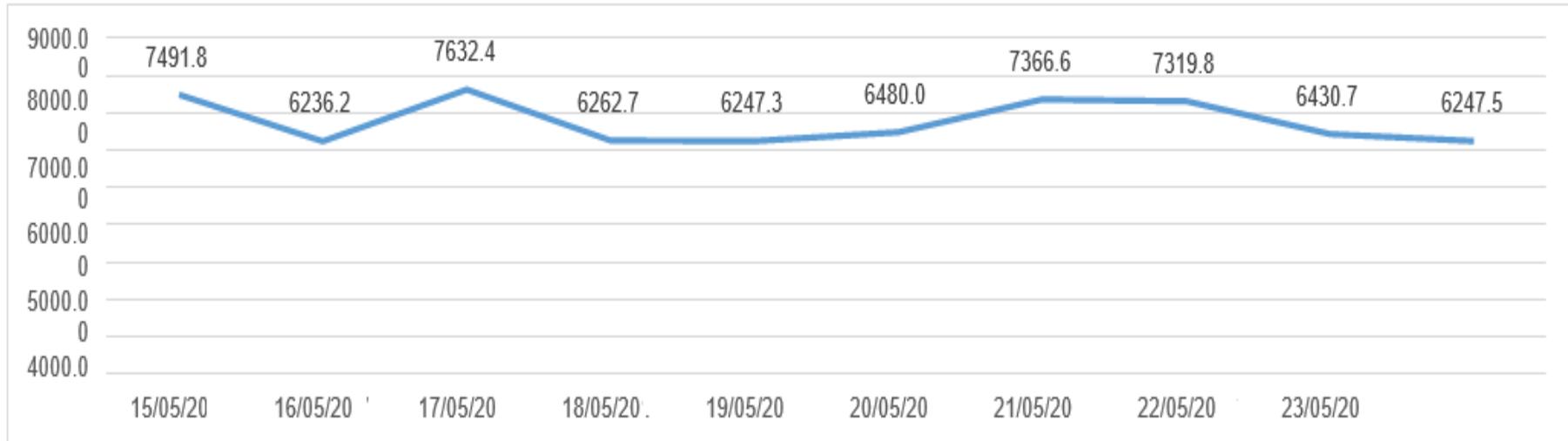


Figura 1 Niveles de Radiación Solar Promedio Total en w.h/m2. Fuente. Elaboración propia

## b. Niveles de radiación en kw.h/m<sup>2</sup>

Tabla 3. Niveles de radiación en kw.h/m<sup>2</sup>

Fecha	Radiación solar	
Mayo	wh/m <sup>2</sup>	kwh/m <sup>2</sup>
15	7501.8	7.5018
16	6236.2	6.2362
17	7638.4	7.6384
18	6268.72	6.26872
19	6252.3	6.2523
20	6482	6.482
21	7358.6	7.3586
22	7325.82	7.32582
23	6423.78	6.42378
24	6241.56	6.24156

Fuente. Elaboración propia

En la tabla se encuentran los niveles promedio de radiación solar en kw.h/m<sup>2</sup> teniendo el nivel máximo de promedio un valor de 7.63 kw.h/m<sup>2</sup> y el nivel mínimo de promedio un valor de 6.24 kw.h/m<sup>2</sup>

### 4. Diseñar el sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía al fundo Cholocal

#### a. Cálculo y selección de la bomba

Considerando un caudal necesario de riego para las 2 hectáreas es de 19200 l/h:

#### En la salida de la bomba se tiene lo siguiente:

- 10 metros de Tubo de 4"
- 2 Codos de 90° de 4", equivalente a 6.14 metros.
- 1 Tee de 4" equivalente a 2.05 m

Se realizó el cálculo en los puntos más alejados ya que son en donde mayor pérdida, fue:

- 450 metros de tubo de 4"
- 1 Tee de 4" equivalente a 2.05 metros
- 300 metros de tubo de 3"
- 2 Tee de 3" equivalente a 3.12 metros

Teniendo en cuenta el caudal necesario y la altura manométrica total calculada es por lo que se selecciona la bomba sumergible modelo 4SR45G/75 marca

PEDROLLO, la cual cumple con todas las especificaciones teniendo una potencia de 5.5 kW equivalente a 7.5 HP, con una intensidad de corriente igual a 31.7 A, está siendo por pozo siendo un total de 01 bombas que se conectaran en paralelo

**b. Paneles agrupados en paralelo**

$$Nt = \frac{\text{Número total de paneles}}{\text{Número de paneles en serie}} = \frac{7}{2} = 3.5 = 4 \text{ paneles}$$

Por lo que se evidencia que se tendrán 4 grupos de paneles conectados en paralelo cada grupo estará formado por 2 paneles conectados en serie haciendo un número total de 8 paneles.

**c. Cálculo y selección del sistema del acumulador**

Se realizó el cálculo de la capacidad de la batería mediante, la siguiente fórmula

$$Cn = \frac{E}{Vs} \times \frac{N}{Pd} =$$

Cn= Capacidad de la batería (Ah)

E= Energía real (wh)

N= días de autonomía=4

Pd= Profundidad de descarga= 0.8

Vs= Voltaje del sistema= 48 V

$$Cn = \frac{14100}{48} \times \frac{4}{0.8} = 1468.75(A. h.)$$

Se seleccionaron las baterías marca Ultracell, el modelo UCG 288-12, que cuentan con una capacidad de 288 Ah y un voltaje de operación de 12 voltios, se armaran cuatro baterías en serie para completar 48 voltios del sistema por lo que se tendrá 2 grupos de baterías puestas en paralelo para un total de 8 baterías con una capacidad de Ah más que suficiente para el sistema. Se tendrá en cuenta la ventilación de las baterías para evitar la acumulación de hidrógeno.

**d. Cálculo y selección del regulador de carga**

$$I_{max} = I_{cc} \times N_p$$

Dónde:

I max = Intensidad máxima

Icc= Intensidad del corto circuito del modulo

$N_p$  = Número de paneles en paralelo

$$I_{max} = 8.95 \times 4 = 35.8A$$

Se selecciona 1 regulador de marca: VICTRON ENERGY de 100 amperios modelo: MPPT 150/100. Estos reguladores de carga se colocarán en paralelo para que cumplan con lo requerido por el sistema.

**e. Cálculo y selección del inversor**

Se selecciona 1 regulador de marca: VICTRON ENERGY de 100 amperios modelo: MPPT 150/100. Estos reguladores de carga se colocarán en paralelo para que cumplan con lo requerido por el sistema.

**f. Selección de los conductores**

Tabla 4. Selección de los conductores

Tamo	Descripción	Selección del conductor
Conductor del Panel al Regulador de Carga	El conductor deberá soportar la corriente de cortocircuito del controlador teniendo una intensidad de 35.8 A.	conductor de 16 mm <sup>2</sup> en THW
Conductor a la Batería	El conductor deberá soportar el paso mínimo de una intensidad de 35.8 A	conductor de 16 mm <sup>2</sup> en THW
Conductor Batería al Inversor	El conductor deberá soportar la corriente que el inversor necesita para poder alimentar a la bomba sumergible que tiene un consumo de 63.4 A.	Conductor de 16 mm <sup>2</sup> en THW
Conductor Inversor a las Bombas	En este caso el conductor debe soportar la intensidad de corriente de los motores que es 31.7 A.	conductor de 4 mm <sup>2</sup> en THW

Fuente Elaboración propia

**5. Realizar la evaluación económica del sistema de generación del sistema de generación eléctrica fotovoltaico**

Tabla 5. Presupuesto fotovoltaico

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario S/.</b>	<b>Precio Total S/.</b>
Paneles Solares 370 watt	8	1,114.00	8,912.00
Estructuras de Panel solar	8	180	1,440.00
Inversor Bestsun de 4000 watts, 48 DC	1	4,570.00	4,570.00
Regulador de Carga solar Victron Energy de 100 A modelo MPPT 150/100	1	2,300.00	2,300.00
Electrobomba sumergible modelo 4SR45G/75, PEDROLLO de 7.5 HP	1	4,986.00	4,986.00
Batería TROJAN 8D-AGM, 254 Ah de 12V	8	980	7,840.00
Conductor THW de 4mm2	1 Rollo	160	160
Conductor THW de 16mm2	1 Rollo	380	380
Tubo PVC de 1 pulgada	200	8.5	1,700.00
Montaje Electromecánico	1	10,500.00	10,500.00
Transporte	1	4,500.00	4,500.00
Ferretería	1	2,700.00	2,700.00
Trabajos Civiles	1	75,000.00	45,000.00
<b>Presupuesto del módulo fotovoltaico</b>			<b>94,988.00</b>

Fuente. Elaboración propia

El presupuesto total para la implementación del sistema fotovoltaico asciende a la suma de S/. 94,988.00 (Noventa y Cuatro Mil Novecientos Ochenta y Ocho con 00/100 Soles).

**6. Evaluación económica del presupuesto del sistema fotovoltaico**

**- Ingresos**

Tabla 6. Evaluación económica del sistema

<b>Producción por hectárea de esparrago</b>	<b>Producción total en 2 hectáreas</b>	<b>Precio Unitario por Kg</b>	<b>Número de Cosechas al año</b>	<b>Producción por Año S/.</b>
6500 kilos de esparrago	13000 kilos de esparrago	S/. 3.50	2	S/. 91,000.00

Fuente. Elaboración propia

**- Egresos**

Se tiene lo siguiente:

- Gastos de salarios de Peones por siembra (10 peones a 30 soles por día x 5 días).
- Mantenimiento de Sembrío.

- Gastos de Operación y Mantenimiento.
- Gastos de salarios de Peones (3 peones a 30 soles por día x 30 días)

Tabla 7. Costo de inversión de siembra

Descripción	Costo por Siembra	Costo por Año
Gasto de peones por Siembra de Maíz	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00
Mantenimiento de Sembrío	S/. 1,000.00	S/. 2,000.00
Gastos de Operación y Mantenimiento	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00
Gastos de Salarios de Peones por cosecha	S/. 2,700	S/. 5,400.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 8. Evaluación económica del proyecto

AÑOS	0	1	2	3	4	5
	Inversión	Ingresos	Ingresos	Ingresos	Ingresos	Ingresos
<b>INGRESOS</b>	(Costo de Proyecto)	Trabajos realizados				
Ingresos	94988	91000	91000	91000	91000	91000
Otros		0	0	0	0	0
<b>Total Ingresos</b>	<b>94988</b>	<b>91000</b>	<b>91000</b>	<b>91000</b>	<b>91000</b>	<b>91000</b>
<b>EGRESOS</b>						
Gastos de Salario por sembrío		-3000	-3000	-3000	-3000	-3000
Mantenimiento de sembrío		-2000	-2000	-2000	-2000	-2000
Operación y mantenimiento		-3000	-3000	-3000	-3000	-3000
Gastos Salario de peones cosecha		-5400	-5400	-5400	-5400	-5400
<b>Total Egresos</b>		<b>13400</b>	<b>13400</b>	<b>13400</b>	<b>13400</b>	<b>13400</b>
<b>INGRESO NETO</b>	<b>-94988</b>	<b>77600</b>	<b>77600</b>	<b>77600</b>	<b>77600</b>	<b>77600</b>

Fuente. Elaboración propia

Tabla 9. Evaluación del VAN y TIR

<b>VAN S/</b>	39,689.69
<b>TIR</b>	40.03%
<b>Tasa de descuento</b>	10%

Fuente. Elaboración propia

Tabla 10. Análisis del VAN y TIR

Valor Actual Neto (VAN)	39,689.69	Se acepta	Si VAN $\geq 0$ : se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	40.03%	Se acepta	Si TIR $> t = 10\%$ : se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza.

Fuente. Elaboración propia

### 3.2. Discusión

En la investigación sobre el prototipo de un sistema fotovoltaico para los proyectos de cooperación de la Universidad Carlos III desarrollada por Arija en el año 2010 se estableció que según la ingenuidad de un sistema de bombeo que se determinó de manera directa se pudo notar que es una tecnología muy sencilla y de bajo costo que puede ser utilizada en países en vías de desarrollo con carentes recursos económicos. Por lo que se manifiesta según los resultados de esta investigación que un bombeo solar directo donde no se utilicen tecnologías de conversión de corriente directa a alterna y sistemas de almacenamiento de energía establecerá tecnologías de bajo costo que resultaran muy beneficiosas para los usuarios, la comparación es porque el procedimiento de ambos trabajos son similares en cuanto a la manipulación y cálculos de demandas ya que el proyecto presentado también justifica el riego en parcelas de maíz

Según la investigación de que se toma como antecedente donde se establece una comparación entre el gasto que involucra la instanciación de sistemas fotovoltaicos en invernaderos y el gasto de instalar una red pública para la misma carga, se estableció que dicho trabajo presenta un método de investigación propuesto donde establece el consumo y distancia mínima como función de que tan distante esa la red del sistema interconectado existente, mediante este método se establece que la instalación de sistemas fotovoltaicos son justificadores si se tiene la comparación entre la instalación del propio sistema fotovoltaico y la instalación de toda la implementación de una sistema de posterío y conductores para conectarlos a una red interconectada a la Red de Energía Eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad por sus siglas determinado como CFE, se

determinó que has una capacidad de consumo de energía de 30 kWh se establecieron como aceptables para utilizar sistemas fotovoltaicos, el cálculo se determinado mediante una software desarrollado por una es cual de postgrado IAUIA en la Universidad Austral de Chile. En el caso de esta investigación el consumo de energía es de 11 kWh diarios con lo que se respalda la aplicación de que sistemas fotovoltaicos de consumo menor a los 30 kWh son más rentables que la conexión a las redes de distribución interconectados.

Como lo menciona Moran Facchini y Doña en su investigación del 2010 la integración de los sistemas de generación fotovoltaicos a las redes de energía de los sistemas interconectados es posible, y esto permitiría que las redes interconectadas de energía se dejaran de comportar como redes pasivas, lo que alteraría la estructura que se tiene hasta el momento de manera jerárquica tradicional donde la energía es distribuida desde los centros de generación convenciones que se encuentran en gran parte concentrados y es difícil que llegue de manera ideal a todos los consumidores finales. S se inyecta una fuente de generación a las redes de distribución la energía ya no fluiría de un sitio a otro de manera lineal sino en forma de anillo entonces de acuerdo a la investigación que se genera en este informe se determina que la energía fotovoltaica se puede generar en fundos o parcelar agropecuarios menores y queda la situación de analizar su inyección a los sistemas de distribución así la generación propuesta podría funcionar como sistemas de generación distribuidas y contribuir a la descentralización de la generación eléctrica.

#### **IV. CONCLUSIONES**

- Se determinó el consumo hídrico necesario para el abastecimiento en el fundo Cholocal es de  $Q = 9600$  l/h, pero como son 2 hectáreas entonces el requerimiento hídrico total sería  $Q = 19200$  l/h
- En la toma de mediciones de 9 días desde el 15 al 24 de junio del año 2020, se tiene un potencial promedio de entre 7.63 kWh/m<sup>2</sup> y 6.25 kWh/m<sup>2</sup> tomándose para los cálculos precedentes el menor valor para establecer un criterio de la radiación más crítica.
- Los cálculos se determinaron que este SFV utilizará un total de 4 grupos de paneles solares conectados en paralelo la cual cada grupo tendrá 2 paneles conectados en serie haciendo un total de 8 paneles totales, se utilizaron 2 grupos de baterías y cada grupo está conformado por 4 baterías conectadas en serie haciendo un total de 8 baterías, se utilizarán 1 regulador y 1 inversor.
- El presupuesto que se determinó como inversión inicial para la instalación del SFV tuvo el monto de S/. 94,988.00 la evaluación económica dio un evaluador TIR de 40.03% y un evaluador VAN de S/. 39689.99 lo que hace el sistema fotovoltaico rentable

## **V. RECOMENDACIONES**

- Para poder realizar alguna corrección en los cálculos del sistema debió a una ampliación o reducción del sistema se debe tomar siempre la radiación menor de la zona que en este caso es de 6.25kWh/m<sup>2</sup>, ya que si se toma una radiación mayor cuando se presente la mínima el sistema no tendrá la capacidad de satisfacer la demanda de energía.
- Se recomienda que si se ejecuta la investigación como algo real se utilicen tecnologías con las mismas capacidades técnicas es decir los paneles solares deben tener como mínimo una potencia pico de 370 W, las baterías deben tener una capacidad de 288 Ah para que se utilicen solamente 8, el regulador debe tener una capacidad de 100 amperios con una configuración MPPT, el inversor debe ser como mínimo de 4 kW y 48 voltios en DC.
- Se determina que la universidad recomiende al fundo San Cholocal ejecutar el proyecto como un proyecto de inversión debido a que la evaluación económica salió positiva con sus indicadores TRI y VAN

## REFERENCIAS

**ORTIZ, Poblano y Santos , Edilberto.** Comparación de los costos de sistemas fotovoltaicos para invernaderos y gastos de energía eléctrica de la red. chapingo, estado de méxico : s.n., revista mexicana de ciencias agrícolas, vol. 6, págs. 679-693. mayo del 2015.

**GIRAUDY, Arafet y Massipe, Carlos.** factibilidad de instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red; ingeniería energética, vol. xxxv, págs. 141-148. issn 1815 -5901. agosto de 2014.

**MORÁN, Federico A., Facchini, marco I. y doña, victor.** Impacto de la generación fotovoltaica distribuida en los niveles de tensión. aplicació caso real. san juan, argentina : s.n., avances en energías renovables y medio ambiente, vol. 14. issn 0329-5184. 2010.

**ORBEGOZO, c. y Arivilca, r.** Energía solar fotovoltaica, manual técnico para instalaciones domiciliarias. 2010.

**ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA - OSINERGMIN.** La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aporte al crecimiento económico del país. magdalena del mar, lima : s.n., 2016.

**PAREJA Aparicio, Miguel.** Energía sola fotovoltaica: cálculo de una instalación aislada. barcelon : marcombo s.a., isbn: 978-84-267-1596- 8.,2010.

**PIRIZ sagahon, Imanol yalli.** Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú. lima -perú : escola de camins - universidad agraria la molina, 2013.

**MOSSANDEI, rogerio anaclides, brown manrique, oscar y mujica cervantes, albi.** Riego por goteo con energía solar para el tomate en cavaco, benguela, angola, Ciego de Avila, Cuba : s.n., , Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 24, págs. 11-17. ISSN -1010-2760. Abri, Mayo, junio de 2015.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Independiente.</b> Sistema de Generación Fotovoltaico	Sistema que genera energía eléctrica por medio de la radiación solar que incide sobre el.	Este sistema se aplica para suministrar energía eléctrica al fundo Cholocal, el cual actualmente no cuenta con este servicio.	Demanda de Energía.	KWh  KW
<b>Variable Dependiente.</b> Calidad de energía para abastecer	Es el requerimiento de energía eléctrica que cumple con las condiciones para poder ser utilizada .	Control de los parámetros en el suministro de energía eléctrica	Energía Voltaje Amperaje	KW V A

Fuente. Elaboración propia

## Anexo 2. Sistema del montaje solar



### Montaje para suelo rústico

#### Componentes

Guía K2-Solid LS

#### Garantía

12 años

#### Material

Aluminio 6063 T66

**Medidas disponibles:** Según necesidad

**Peso:** 2,95 Kg/m

#### Pórtico

#### Garantía

12 años

#### Material

Aluminio 6063 T66

**Medidas disponibles:** Según necesidad

**Peso:** Según modelo

Tornillo de cimentación (opcional)

#### Garantía

12 años

#### Material

Acero galvanizado

**Medidas disponibles:** Aprox. 1500mm

**Peso:** Según modelo



### K2 Systems

Creada en 2004, K2 Systems, con sede en la ciudad alemana de Leonberg, es una de las compañías líderes en la producción de sistemas de montaje en aluminio para instalaciones fotovoltaicas. Desde su constitución, el fabricante cuenta con un crecimiento continuo por lo que ha abierto tres oficinas, una en Italia y dos en Francia.

Las estructuras K2 Systems están fabricadas en aleación de aluminio 6063 T66 AlMgSi 05 F22. Esta combinación ha demostrado ser especialmente resistente al agua del mar y también en ambientes salubres, por lo que, además, está recomendada para instalaciones en lugares costeros.

Este sistema incorpora un estudio personalizado y a medida del cliente, que incluye análisis de la zona de carga de viento y nieve, con ángulos de inclinación a petición del cliente dependiendo de sus necesidades. Tiene una garantía de 12 años y está disponible de inmediato. A pesar de que más del 90% del sistema está fabricado en aluminio 6063 (excepto tornillería y piezas de agarre que están fabricadas en acero inoxidable), el precio del sistema encaja perfectamente en el mercado español.

## Anexo 3. Control de carga

### Vervolg specificaties

BlueSolar-laadcontroller	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Accuspanning	12/24/48V Auto Select (36 V: handmatig)	
Maximale accustroom	85 A	100A
Maximale PV-stroom, 12V 1a,b)	1200 W	1450W
Maximale PV-stroom, 24V 1a,b)	2400 W	2900W
Maximale PV-stroom, 36V 1a,b)	3600W	4350W
Maximale PV-stroom, 48V 1a,b)	4900W	5800W
Maximale PV-nullastspanning	150V	
Piekefficiëntie	98%	
Eigen verbruik	Minder dan 35mA @ 12V / 20mA @ 48V	
Laadspanning 'absorptielading'	Standaardinstelling: 14,4V / 28,8V / 43,2V / 57,6V (regelbaar)	
Laadspanning 'egalisatie'	Fabrieksinstelling: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (regelbaar)	
Laadspanning 'druppellading'	Standaardinstelling: 13,8V / 27,6V / 41,4V / 55,2V (regelbaar)	
Laadalgoritme	meertraps adaptief (acht voorgeprogrammeerde algoritmes)	
Temperatuurcompensatie	-16mV/°C / -32mV/°C / -48mV/°C / -64mV/°C	
Beveiliging	Omgekeerde polariteit accu (zekering, niet toegankelijk voor gebruiker) Kortsluiting uitgang / Overtemperatuur	
Bedrijfstemperatuur	-30 tot +60°C (volledig nominaal vermogen tot 40°C)	
Vocht	95%, niet condensierend	
Maximale hoogte	2000m	
Omgevingsomstandigheden	Binnen, natuurlijk	
Verontreinigingsgraad	PD3	
Datacommunicatiepoort en aan/uit op afstand	VE.Direct Zie het witboek over datacommunicatie op onze website	
Parallele werking	Ja, maar niet gesynchroniseerd	
<b>BEHUIZING</b>		
Kleur	Blauw (RAL 5012)	
PV-aansluitingen 2)	35mm <sup>2</sup> / AWG2 (Tr-modellen), of dubbele MC4-stekkers (MC4-modellen)	
Accu-aansluitingen	35mm <sup>2</sup> / AWG2	
Beschermingsklasse	IP43 (elektronische componenten) IP 22 (aansluitingsgebied)	
Gewicht	4,5 kg	
Afmetingen (h x b x d)	Tr-modellen: 216 x 295 x 103 mm MC4-modellen: 246 x 295 x 103 mm	
<b>NORMEN</b>		
Veiligheid	NEN-EN-IEC 62109	
1a) Als meer PV-stroom wordt aangesloten, beperkt de controller het ingangsvermogen tot het maximale vermogen. 1b) De controller start pas als de PV-spanning Vaccu + 5V overschrijdt. Daarna bedraagt de minimale PV-spanning Vaccu + 1V. 2) MC4-modellen: er zijn meerdere splitterparen nodig om de aders van de zonnepanelen parallel te laten lopen		