



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer energía eléctrica a un sistema de bombeo del fundo Pimaguel, centro poblado Shonto del Distrito de Salas Departamento de Lambayeque”.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniera Mecánico Electricista

**AUTORA:**

Br. Shirley Karina Jiménez Chucas (ORCID 0000-0001-9487-9113)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Este trabajo de investigación se la dedico primeramente a Dios por ser el pilar fundamental de mi vida, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por darme el valor para seguir alcanzando mis metas, por darme la inteligencia y sabiduría para culminar satisfactoriamente mis estudios.

A mi familia, por ser mi gran soporte, y por brindarme su ayuda incondicional para culminar mi carrera profesional y por el gran amor, comprensión, paciencia que me dio fuerzas y los ánimos para seguir adelante.

**Shirley Karina Jiménez Chucas**

## **Agradecimiento**

En especial a Dios por ser pilar fundamental en la formación de mi vida tanto personal como profesional y por brindarme esta gran alegría de culminar este gran trabajo de investigación.

También expreso un profundo agradecimiento a mi madre, abuelitos y familiares por su apoyo espiritual e incondicional para poder culminar con éxito mi formación profesional.

**Shirley Karina Jiménez Chucas**

## **Página del Jurado**

## Declaratoria de Autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **JIMENEZ CHUCAS SHIRLEY KARINA**, estudiante de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N°42793458, con el trabajo de investigación titulada, **"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER ENERGÍA ELÉCTRICA A UN SISTEMA DE BOMBEO DEL FUNDO PIMAGUEL, CENTRO POBLADO SHONTO DEL DISTRITO DE SALAS DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"**

**Declaro bajo juramento que:**

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 12 de agosto del 2020



---

SHIRLEY KARINA JIMENEZ CHUCAS  
DNI N° 42793458

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice .....	vi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
<b>1.1 Realidad Problemática.....</b>	<b>1</b>
<b>A Nivel Internacional.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Trabajos previos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Teoría relacionada al tema.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.1 Efecto fotovoltaico .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.2 Modulo fotovoltaico .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.3 Energía solar (aplicaciones) .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.4 Sistema de bombeo de agua.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.5 Componentes de los Sistemas de Bombeo Fotovoltaico.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.6 Tipos de Bombas .....</b>	<b>9</b>
<b>1.3.7 Consumo de agua .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Formulación del problema .....</b>	<b>15</b>
<b>1.5 Justificación del estudio.....</b>	<b>15</b>
<b>1.6 Hipótesis.....</b>	<b>17</b>
<b>1.7 Objetivos .....</b>	<b>17</b>
<b>1.7.1 Objetivo general .....</b>	<b>17</b>
<b>1.7.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>17</b>
II. MÉTODO .....	18

2.1 Diseño de investigación.....	18
2.2 Variables, operacionalización.....	18
2.3 Población y muestra.....	21
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	21
2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos:.....	21
2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos:.....	22
2.4.3. Validez y Confiabilidad.....	22
2.5 Métodos de análisis de datos.....	23
2.6 Aspectos éticos.....	23
III. RESULTADOS.....	24
3.1 Radiación Solar en el Fundo Pimaguel en el Centro Poblado Shonto Alto en el Distrito Salas.....	24
3.2 Demanda de Agua para el uso Agrícola en el Fundo Pimaguel.....	38
3.2.1 Cálculo de la Demanda por día de Agua.....	38
3.2.2 Consumo de agua para hacen brillo de maíz.....	39
3.3 Selección de los Componentes para el Sistema de Bombeo Fotovoltaico.....	42
3.3.1 Selección de Bomba.....	42
3.3.2 Altura Manométrica.....	42
3.3.3 Perdidas en la Succión:.....	43
3.3.4 Perdidas en la impulsión:.....	44
3.3.5 Perdidas en el sistema de riego por goteo:.....	45
3.3.6 Energía Total de Bombeo:.....	47
3.3.7 Energía Requerida.....	47
3.3.8 Diseño del campo solar.....	49
3.3.9 Conexión de Paneles.....	50
3.3.10 Banco de Baterías.....	51
3.3.11 Regulador de Carga.....	52
3.3.12 Inversor de corriente.....	53
3.3.13 Conductores.....	53
3.4 Evaluación Económica del diseño propuesto.....	55
3.5 Evaluación Económica.....	57

IV. DISCUSIÓN.....	60
V. CONCLUSIONES.....	62
VI. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS.....	66
Anexo n° 01. Certificado de calibración de equipo solarímetro.....	66
Anexo N° 02. Coeficiente de HAZEN – WILLIAMS.....	68
Anexo N° 03. Curva de Trabajo de Bomba Sumergible.....	69
Anexo N° 04. Características eléctricas del módulo solar.....	70
ANEXO N° 10. Reporte de turnitin.....	77
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	79



## Índice de Figuras

Figura 1 Esquema de Funcionamiento de un Panel Solar .....	6
Figura 2. Sistema Típico de Bombeo Fotovoltaico .....	8
Figura 3. Esquema de Montaje Bombas Centrifugas Horizontales Succión Negativa .....	9
Figura 4. Esquema de Montaje Bombas Centrifugas Horizontales Succión Positiva.....	10
Figura 5. Esquema de Montaje Bombas Centrifugas Sumergibles .....	11
Figura 6. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 04/05/2019.....	25
Figura 7. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 05/05/2019.....	26
Figura 8. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 06/05/2019.....	27
Figura 9. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 07/05/2019.....	28
Figura 10. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 08/05/2019.....	29
Figura 11. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 09/05/2019.....	30
<b>Figura 12.</b> Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 10/05/2019.....	31
Figura 13. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 11/05/2019.....	32
Figura 14. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 12/05/2019.....	33
Figura 15. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 13/05/2019.....	34
Figura 16. Evolución del Promedio de Radiación Solar (Wh/m2).....	36
Figura 17. Radiación Solar en Kw.h/m2 .....	37

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Cantidad de Despóticos Sanitarios. ....	11
<b>Tabla 2.</b> Dotación de Agua por día. ....	12
<b>Tabla 3.</b> Dotación de Agua para Viviendas Multifamiliares. ....	13
<b>Tabla 4.</b> Dotación para Locales con Crianza de Animales. ....	13
<b>Tabla 5.</b> Variable Dependiente e Independiente. ....	19
<b>Tabla 6.</b> Nivel de Radiación Tomados en la Zona (w/m2). ....	24
<b>Tabla 7.</b> Mediciones Realizadas con Solarímetros in Situ el 04/05/2019. ....	25
<b>Tabla 8.</b> Mediciones Realizadas con Solarímetro In Situ el 05/05/2019. ....	26
<b>Tabla 9.</b> Mediciones Realizadas con Solarímetro In Situ el 06/05/2019. ....	27
<b>Tabla 10.</b> Mediciones Realizadas con Solarímetro In Situ el 07/05/2019. ....	28
<b>Tabla 11.</b> Mediciones Realizadas con Solarímetro In Situ el 08/05/2019. ....	29
<b>Tabla 12.</b> Mediciones Realizadas Con Solarímetro In Situ el 09/05/2019. ....	30
<b>Tabla 13.</b> Mediciones Realizadas con Solarímetro In Situ el 10/05/2019. ....	31
<b>Tabla 14.</b> Mediciones Realizadas con Solarímetro In Situ el 11/05/2019. ....	32
<b>Tabla 15.</b> Mediciones Realizadas Con Solarímetro In Situ el 12/05/2019. ....	33
<b>Tabla 16.</b> Mediciones Realizadas con Solarímetro In Situ el 13/05/2019. ....	34
<b>Tabla 17.</b> Determinación del Nivel de Radiación Promedio Solar en (kw.h/m2) ....	35
Tabla 18. Niveles de Radiación en kw.h/m2. ....	37
<b>Tabla 19.</b> Consumo Total de Agua por Persona Diario. ....	38
<b>Tabla 20.</b> Diferentes Etapas del Crecimiento por Hectárea del Maíz. ....	39
<b>Tabla 21.</b> Demanda de Agua para Diferentes Etapas del Crecimiento por Hectárea del Maíz. .....	40
<b>Tabla 22.</b> Demanda de Agua Diario por Hectárea de Maíz. ....	40
<b>Tabla 23.</b> Totalidad del Consumo de Agua por Consumo Agrícola en un Día. ....	41
<b>Tabla 24.</b> Demanda Hídrica Total el Fundo PIMAGUEL. ....	41
<b>Tabla 25.</b> Caudal que debe Entregar cada Pozo. ....	42
<b>Tabla 26.</b> Coeficiente de HAZEN – WILLIAMS. ....	43
<b>Tabla 27.</b> Longitud Total en la Succión .....	44
Tabla 28. Altura de Succión por Pérdidas en m.c.a. ....	44
<b>Tabla 29.</b> Longitud total en la Impulsión según Diámetro .....	44
Tabla 30. Altura de Impulsión por Pérdidas en m.c.a .....	45

<b>Tabla 31.</b> Longitud Total en el Sistema de Goteo según Diámetro.....	45
<b>Tabla 32.</b> Altura de para el Sistema por Goteo Pérdidas en m.c.a. ....	46
<b>Tabla 33.</b> Altura de Pérdida Total en m.c.a .....	46
<b>Tabla 34.</b> Energía Total de Bombeo .....	47
<b>Tabla 35.</b> Factor de Rendimiento Global para Corrección de Energía Total de Bombeo ..	48
<b>Tabla 36.</b> Energía Requerida para el Cálculo del Sistema Fotovoltaico .....	49
<b>Tabla 37.</b> Energía Requerida para el Cálculo del Sistema Fotovoltaico. ....	50
<b>Tabla 38.</b> Paneles en Serie .....	50
<b>Tabla 39.</b> Paneles en Paralelo. ....	51
<b>Tabla 40.</b> Capacidad del Banco de Baterías .....	52
<b>Tabla 41.</b> Intensidad Máxima en el Sistema Fotovoltaico.....	53
<b>Tabla 42.</b> Sección de Conductor de Acuerdo a Amperaje que Soportan. ....	53
<b>Tabla 43.</b> Presupuesto de Equipos y Materiales para la Instalación del Sistema de Bombeo Fotovoltaico. ....	55
<b>Tabla 44.</b> Costo Total de la Instalación del Sistema de Bombeo Fotovoltaico. ....	56
<b>Tabla 45.</b> Distribución de la Hectárea. ....	57
<b>Tabla 46.</b> Cantidad de Plantas por Hectárea. ....	57
<b>Tabla 47.</b> Cantidad de Plantas que se Regaran por cada Pozo. ....	58
<b>Tabla 48. Ingreso de la Venta por cada Cultivo.</b> .....	58
<b>Tabla 49.</b> Ingreso Anual de la Venta. ....	58
<b>Tabla 50.</b> Flujo de Caja.....	59
<b>Tabla 51.</b> TIR y el VAN. ....	59

## **RESUMEN**

El Fundo PIMAGUEL se encuentra en el Centro Poblado de Shonto Alto del Distrito de Salas del Departamento de Lambayeque; para lo cual el mencionado fundo perteneciente a la Señora María Chucas Paico, cuenta con aproximadamente 04 hectáreas de terreno para cultivo de maíz, yuca, lenteja, camote que solamente son aprovechadas en épocas de lluvias ya se cuenta con dos pozos de agua que se puede utilizar para riego de los cuales no se cuenta con equipamiento para bombeo, cuando se necesita de urgencia suministrar de agua al sembrío y no hay precipitaciones de forma natural se tiene que alquilar un equipo de bombeo para lo cual los costos son elevados con respecto al tiempo de uso del mismo.

El fundo PIMAGUEL se encuentra en el Centro Poblado de Shonto Alto del Distrito de Salas del Departamento de Lambayeque, tiene una distancia aproximada 50 km para llegar al Distrito de Salas evidenciando que el gran problema que se tiene es que no se cuenta con suministro de Energía Eléctrica para suministrar energía al sistema de bombeo que se tiene para lo cual se planteó como objetivo general “Diseñar un Sistema Fotovoltaico para abastecer con Energía Eléctrica al Sistema de Bombeo del Fundo PIMAGUEL del Centro Poblado Shonto del Distrito de Salas Departamento de Lambayeque”, teniendo que determinar el nivel de radiación in situ para lo cual se realizaron tomas de muestras con solarímetro marca AMBIENT WEATHER, modelo TM-206 siendo este debidamente calibrado, la recolección de datos in situ de las mediciones se realizaron en un lapso de 15 minutos por medición en un periodo de 10 días desde el 04/05/2019 al 13/05/2019, teniendo como resultado el valor correspondiente a 2.10 kw.h/m<sup>2</sup>, se determinó el consumo hídrico total del fundo teniendo como resultado 166.14 m<sup>3</sup>/día, para tal efecto se seleccionó la bomba sumergible modelo 4SR45G/75 marca PEDROLLO con una potencia de 7.5 HP. El presente proyecto tiene un costo total que asciende a la suma de S/. 53,003.56 Soles.

Palabras Claves: Radiación Solar, Bomba Sumergible, Sistema Fotovoltaico, Consumo Hídrico.

## **ABSTRACT**

The PIMAGUEL farm is located in the Shonto Alto Town Center of the Salas District of the Department of Lambayeque; for which the aforementioned fund belonging to Mrs. Maria Chucas Paico, has approximately 04 hectares of land for growing corn, yucca, lentils, sweet potatoes that are only used in rainy seasons and has two wells that can be used use for irrigation of which there is no equipment for pumping, when it is urgent to supply water to the crop and there is no precipitation naturally has to rent a pumping equipment for which costs are high with respect to time of use of it.

The PIMAGUEL farm is located in the Shonto Alto Town Center of the Salas District of the Department of Lambayeque, has an approximate distance of 50 km to reach the Salas District, evidencing that the great problem is that there is no Energy supply. Electric to supply energy to the pumping system that is had for which it was proposed as a general objective "Design a Photovoltaic System to supply with Electric Power to the Pumping System of the PIMAGUEL Farm of the Shonto Village Center of the Salas District of Lambayeque", having to determine the level of radiation in situ for which samples were taken with solar meter AMBIENT WEATHER brand, model TM-206 being this properly calibrated, the data collection in situ of the measurements were made in a lapse of 15 minutes per measurement in a period of 10 days from 04/05/2019 to 05/13/2019, resulting in the corresponding value  $e$  at 2.10 kw.h / m<sup>2</sup>, the total water consumption of the farm was determined, resulting in 166.14 m<sup>3</sup> / day, for this purpose the PEDROLLO model 4SR45G / 75 submersible pump with a power of 7.5 HP was selected. The present project has a total cost that amounts to the sum of S /. 53,003.56 Soles.

Keywords: Solar Radiation, Submersible Pump, Photovoltaic System, Water Consumption.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Realidad Problemática

### A Nivel Internacional.

En esta actualidad las utilidades en sistemas fotovoltaicos acoplados a la línea han tomado gran importancia, en muchos países del mundo, debido al gran potencial de radiación solar han optado por promover este tipo de energía renovable. Tal es el caso de Nueva Jersey ante la necesidad de incrementar la infraestructura eléctrica debido al crecimiento de la población y también al no poder contar con las distancias mínimas de seguridad para la instalación y/o mejoramiento de nueva infraestructura eléctrica.

En la actualidad casi la mitad de las personas que existen en el planeta radican en una ciudad siguiendo esta tendencia para el año 2050 este número llegaría al 65% aproximadamente, lo que cuasaría un gran déficit en el abastecimiento de energía eléctrica debido al incremento del consumo, se deben de tomar las medidas correspondientes a este problema. A nivel internacional la inversión en energías renovables llegó a una cantidad de \$ 330 000 millones de dólares, este monto se duplicaría considerando lo que se pudo invertir en el año 2008; En cuanto a la inversión que se realizó para la generación térmica este monto también sería el doble, Para la energía hidráulica el monto llegaría a ser hasta cinco veces más, Siendo para la energía nuclear hasta 10 veces mayor de lo invertido. En el Perú se cuenta con recursos que le dan la oportunidad de generar energía a precios muy competitivos no como las naciones mencionadas que realizaron sus inversiones a precios muy elevados en comparación con el mercado peruano (Temboury, 2016, párr.5-8).

### A Nivel Nacional

En la actualidad se está dando mucha trascendencia al rendimiento de las energías no convencionales, por ser más amigables con el ambiente que las energías convencionales, produciendo una energía fotovoltaica (energía solar). La fotovoltaica se tiende a ser una de las tecnologías más utilizadas para mejorar energía no contaminante; esta producción de energía

nos da más acceso a estos lugares más remotos para producir energía limpia. (LOSSIO, GUAYAMA, 2016 pág.9).

En el Perú el MEN, desarrollo un denominado “Plan Nacional de Electrificación Rural” donde menciona los índices cerrados de brecha según lo trabajo en el censo dio como resultados: Rural el 7.8%, Urbano 78% y en el Perú el 55.8%, en tal sentido se ha proyectado distintas coberturas en el pasar del tiempo. Por lo tanto el porcentaje faltante para electrificar se reafirma en este plan donde se pretende que la electrificación de los pueblos alejados de la urbe generen desarrollo social para su pobladores considerando una modernización en la educación, comunicaciones, salud y confort además de mejora proyectos para casos productivos en el tema de la agricultura (MEM, 2016 pág. 7).

El INEI, menciona entre los años 2013 y 2014 los hogares que reciben energía eléctrica del concesionario de la zona tubo un aumento del 1.1% siendo para el último año en mención del 89.2% para lo cual en el nororiente se tuvo un 3.4% y para la sierra 1.9%, ejecutado por “Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011-2014” realizada como un programa estratégico por la institución que se menciona, dentro la cual menciona o concluye gracias a las estadísticas que existe un gran margen tanto como debilidad y oportunidad para aprovechar la parte del sector de generación que se enfoca en energías no convencionales (INEI, 2015 pág. 33).

### **A Nivel Regional**

En Lambayeque el Gobierno Regional tuvo ejecución una obra llamada “Electrificación Rural con Energía Solar Fotovoltaica de los Caseríos y anexos de Cañarís” cuyo contratista que la ejecuto fue la empresa contratista Consorcio de Energía Renovables del Norte esta obra tuvo como metas que se cumplieron la instalación de 51.34 KWp con un conjunto de 604 paneles fotovoltaicos individuales por domicilio lo cual cubrió una oferta nominal de 8.557 kWh mensual lo que conllevo a una inversión de S/. 3 819 578.00 lo que muestra que la intensión o dirección que tiene el Gobierno Regional también brinda espacio o desarrollo para las energías renovables. (RPP, Perú Actualidad Lambayeque)

## **A Nivel Local.**

El Fundo PIMAGUEL está ubicado en el Centro Poblado de Shonto Alto del Distrito de Salas del Departamento Lambayeque; para lo cual el mencionado fundo perteneciente a la Señora María Chucas Paico, cuenta con aproximadamente 04 hectáreas de terreno para cultivo de maíz, yuca, lenteja, camote que solamente son aprovechadas en épocas de lluvias ya se cuenta con un pozo de agua de consumo familiar pero se puede utilizar para regadillo de los cuales no se cuenta con equipamiento para bombeo (motobomba), cuando se necesita de urgencia suministrar de agua al sembrío y no hay precipitaciones de forma natural se tiene que alquilar un equipo de bombeo para lo cual los costos son elevados con respecto al tiempo de uso del mismo.

El Fundo PIMAGUEL, tiene una distancia aproximada 50 km para llegar al Distrito de Salas evidenciando que el gran problema que se tiene por el suministro de Energía Eléctrica para suministrar energía al sistema de bombeo que se tiene esto no existen redes de media tensión cerca, es por lo que disminuye las posibilidades de aprovechamiento de las áreas de cultivo ya que solo se aprovecha en épocas de lluvias, disminuyendo las posibilidades de crecimiento económico en dicho fundo.

## **1.2 Trabajos previos**

### **A Nivel Internacional**

En la investigación “Utilización de Energía Renovable en México: Hacia una Transición en la Generación de Energía Eléctrica” determina que las centrales generadoras se diferencian en recurso que toman a su disposición para la generación de energía se pueden determinar dos tipos las que utilizan recursos limitados que se acaban durante su uso denominados recursos no renovables los cuales son el carbón, el gas natural y el petróleo y aquellos que pueden considerarse infinitos ya que no se gastan mediante su uso llamados recursos renovables que son las energías provenientes del aire, sol, agua y el calor de la corteza terrestre ya que estos se recuperan en cortos periodos de tiempo

Las energías no renovables son las utilizadas en su totalidad en centrales termoeléctricas con procesos diferentes, pero con el mismo principio de generación el cual se desarrolla calentando un fluido para generar trabajo ya sea gas o vapor para impulsar una turbina que



genera trabajo mecánico la cual a anexar o unir a un generador se logra generar energía eléctrica. Para los generadores y la generación hidroeléctrica el fluido atraviesa una turbina diferente en ambos casos pero que cumple la función de generar energía mecánica y eléctrica al estar unida a generadores eléctricos, la energía solar utiliza en cambio la luz solar para la generación de energía por medio de Aprovechamiento de la energía de los corpúsculos que constituyen la luz del efecto fotovoltaico o también denominada radiación. (LOPEZ, 2009 pág. 9).

La tesis que se presentó para conseguir la categoría de magister en ciencias de la ingeniería denominada “Inserción de Generación de Energía Renovable en Redes de Distribución” se muestra el desarrollo donde intenta dar un análisis a los resultados de investigación dando una propuesta de solución al problema de inclusión de las tecnologías renovables en los distintos sistemas eléctricos de potencia siendo estas soluciones metodológicas y fácil de adquirir (MOHR, 2015 pág. 1).

En la investigación conserva que los sistemas no convencionales tienen un rol trascendental dentro de la visión de modelo energético teniendo en cuenta que según nuestra biodiversidad se puede contar con algún recurso renovable disponible que pueda complementar los diferentes sistemas energéticos de nuestro país. Teniendo en cuenta que estos sistemas suman una gran importancia al tema del cuidado ambiental ya que no contaminaría fomentando el desarrollo tanto social, ambiental y sobre todo económico (DOMINGUEZ, 2013. pág. 4).

### **A Nivel Nacional**

La investigación desarrollada denominada “Energía Solar Térmica y Fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú” llega a la conclusión que existe tener cuidado único para el cálculo de los niveles de radiación, basados en la confiabilidad de la información del recurso que no se tendría una ilusión de los resultados para el usuario. Se necesita asegurar las funciones intersectoriales en varios niveles de distribución pública para ayudar a la reserva energética cimentado en fuentes de energía no convencionales, ayudando de esta manera a la sensibilización de la comunidad y al ahorro de su economía, se podría aumentar la cantidad de usuarios así también aumentar las empresas que trabajen en proyectos, constituyendo una verdadera ocasión para progreso económico local (PEREZ, 2013 pág. 78).

## **A Nivel Regional**

En su investigación titulada “Diseño de Sistema Fotovoltaico de Agua Subterránea en Vivienda Ubicada en el Caserío la Ollería – Distrito de Salas” establece el recurso indispensable para la vida de cualquier ser viviente en el planeta es el agua, el agua en el caserío donde se desarrolla la investigación esta o se encuentra a una profundidad de muy pocos metros, el problema radica en que no se puede bombear el agua por la falta de servicio eléctrico, el poco ingreso económico que tienen las familias aumenta el problema ya que la manera más rápida de acceder a este servicio es por generadores eléctricos pero los gastos que estos generarían no podrían ser cubiertos por las familias del caserío lo que los tiene limitados al acceso del fluido vital. Ahora bien, estas familias han logrado extraer agua de del pozo que tiene su comodidad de manera artesanal durante todo el tiempo que han vivido en la zona en mención, Esta acción conlleva un gran gasto físico lo que limita el tener agua suficiente para la alimentación tanto de los animales como de la familia. Donde la causa principal de las enfermedades es la falta de agua. Estuvo haciendo quedado que cría de vida las falencias de agua no pueden entrar a los estándares de calidad para poder competir en el mercado local. (RUEDA, 2013 pág. 12).

## **A Nivel Local**

Dentro del Centro Poblado SHONTO del Distrito de SALAS, no se encontraron trabajos previos con respecto al tema de la investigación.

### **1.3 Teoría relacionada al tema.**

#### **1.3.1 Efecto fotovoltaico**

Es la conversión de energía luminosa solar por medio de células fotovoltaicas a energía eléctrica directa que puede ser utilizada por el ser humano. Las células fotovoltaicas es una tecnología constituida por materiales semiconductores que se logra dopando un lente de elementos químicos puros definidos con otro elemento que tenga mayor o menor electrones de valencia en la fase del lente (RODRÍGUEZ, 2000 pág. 109).

### 1.3.2 Modulo fotovoltaico

Es un conjunto de células fotovoltaicas contestadas entre sí. Estos se juntan en un encapsulado y se juntan en un bastidor marcado con un encapsulante polimerito etilenvinilacetato y recubierto por un polímero de TEDLAR, la parte anterior telescópico templado, suficientemente sólido para resistir a los golpes, la forma de la parte inferior es anti reflexiva y contiene bajo contenido de grafito con lo que acelera la capacidad de absorber, la parte exterior del cristal del panel debe ser lisa para evitar la incrustación y la acumulación de suciedad para es esta sea despejada durante las lluvias, la parte de rigidez la proporciona el marco de aluminio anodizado que en algunas ocasiones se hace lacado. El módulo debe estar protegido contundentemente de los agentes atmosféricos por lo que la hermeticidad del módulo debe ser fundamental, ya que el ingreso de estos al módulo ayudaría al deterioro y el desgaste de los contactos metálicos. En la laminada de TEDLAR o en el marco del módulo se fija la caja de conexiones donde se colocan los bornes negativo y positivo, en esta caja se adhieren unos diodos llamados diodos de derivación para evitar el riesgo de que se produzcan con corrientes una o varias células del modulo (RODRÍGUEZ, 2000 pág. 114).

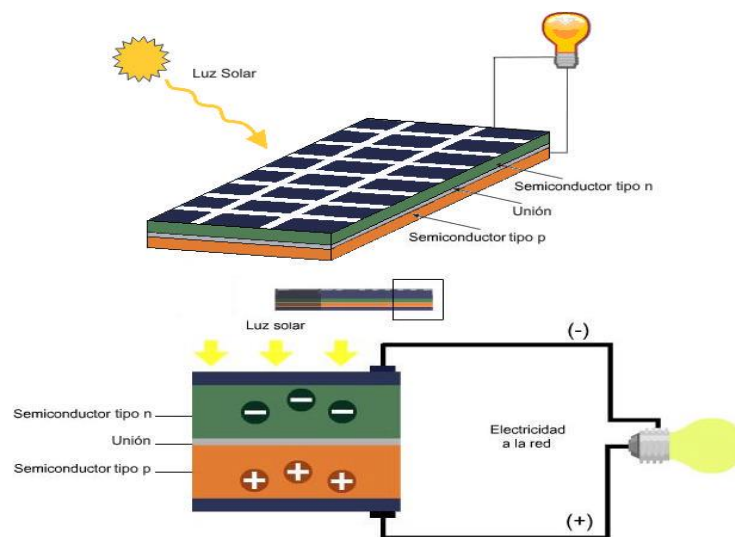


Figura 1 Esquema de Funcionamiento de un Panel Solar

### **1.3.3 Energía solar (aplicaciones)**

Los sistemas de abastecimiento eléctrico cuyo alternador está compuesto por uno o múltiples módulos fotovoltaicos se llaman cimentaciones fotovoltaicas. Entre sus principales conveniencias están las partida de teledifusiones tanto al ambiente como a las néctares o la unión, atmósfera como a las aguas o la tierra, la desaparición de intoxicación acústica, la descentralización al tolerar la extracción de resolución donde se necesita, su modularidad permite, normalmente, ampliaciones adeudadas al levantamiento de exigencias sin eliminar los componentes previamente antes instalados, la gratitud de la energía consumida una vez realizada la inversión, y el mínimo pero indispensable y necesario mantenimiento de las baterías si éstas pueden perder nivel de líquido o se pueden producir en las conexiones de sus bornes procesos de corrosión electroquímica.

La energía solar fotovoltaica es la que suministra a los sistemas eléctricos y electrónicos de los satélites y estaciones espaciales, la tecnología fotovoltaica ha ido reduciendo costes y mejorando el rendimiento y fiabilidad de los componentes, de manera que sus aplicaciones se han ido expandiendo. (RODRÍGUEZ, 2000 pág. 118)

### **1.3.4 Sistema de bombeo de agua**

La necesidad de elevación de agua en lugares remotos, más o menos alejados a la red eléctrica, puede ser cubierta en la actualidad con la tecnología desarrollada y comercializada dentro del campo de la energía solar fotovoltaica. Básicamente se trata de suministrar corriente eléctrica a los equipos moto bomba normalmente comercializado. Entre las posibles aplicaciones se encuentran las siguientes:

Suministro de agua.

Alimentación de agua para riego.

Suministro de agua potable para vivienda rural.

Circulación de agua en sistemas de calefacción.

Fuentes decorativas.

En estos medios de suministro de agua y nos dice que el volumen requerido no es suficiente para determinar el dimensionamiento de estos medios renovables sino que también se debe tener en cuentas ciertas especificaciones técnicas de diseño con respecto al dimensionamiento del sistemas de bombeo (CERVANTES, 2013 pág. 4).

### 1.3.5 Componentes de los Sistemas de Bombeo Fotovoltaico

Este sistema de generación de energía está compuesto mayormente de elementos electromecánicos como un generador solar, un convertidor de potencia, baterías, paneles solares y lo indispensable el sistema de bombeo que es una electrobomba ya sea sumergible o vertical (CERVANTES, 2013 pág. 7).

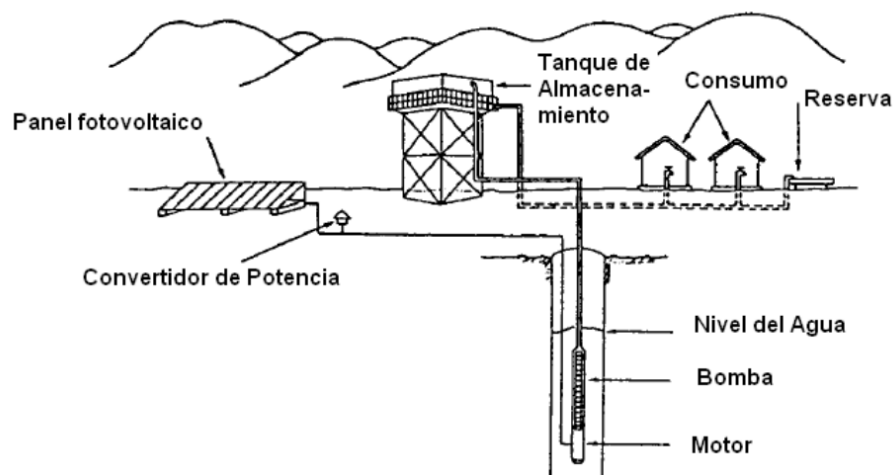


Figura 2. Sistema Típico de Bombeo Fotovoltaico

### 1.3.6 Tipos de Bombas

#### Bombas Centrifugas Horizontales

Los equipos son bombas que tienen un eje de transmisión en forma horizontal, la principal ventaja es que pueden ser instaladas en un lugar diferente de la fuente de donde se abastece el agua, lo que permite que se ubique en zonas protegidos de inundaciones, lugares secos, fácil acceso, en ventiladores y demás.

Este tipo de bombas deben ser empleadas en fuentes superficiales, embalses y cisternas. Debido a que tienen una gran facilidad para su mantenimiento y operación además del bajo costos que eso conlleva es muy apropiado para su uso en el ámbito rural. Estas bombas se pueden clasificar dependiendo la posición que tiene el eje de la bomba en referencia al nivel del agua en la cisterna de bombeo entre bombas de succión negativa si el agua está por debajo del eje y positiva si la posición es inversa (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2015 pág. 12)

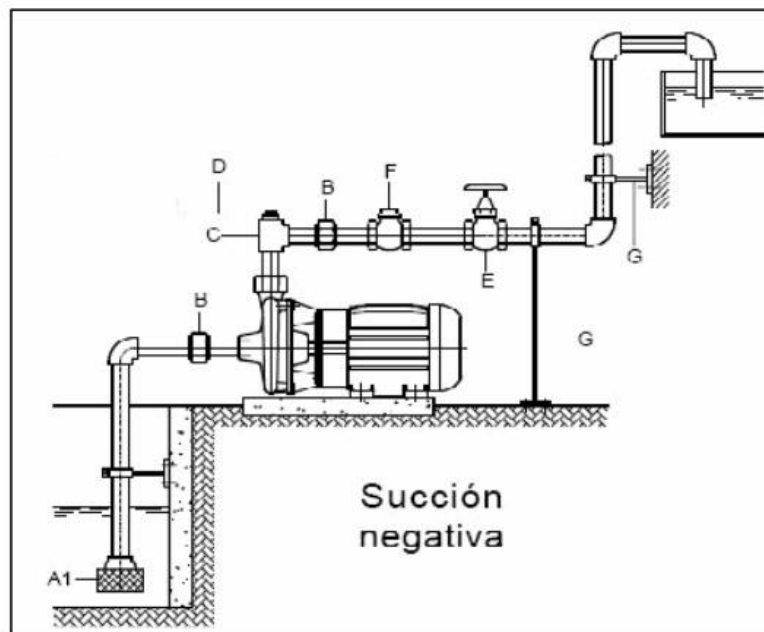


Figura 3. Esquema de Montaje Bombas Centrifugas Horizontales Succión Negativa

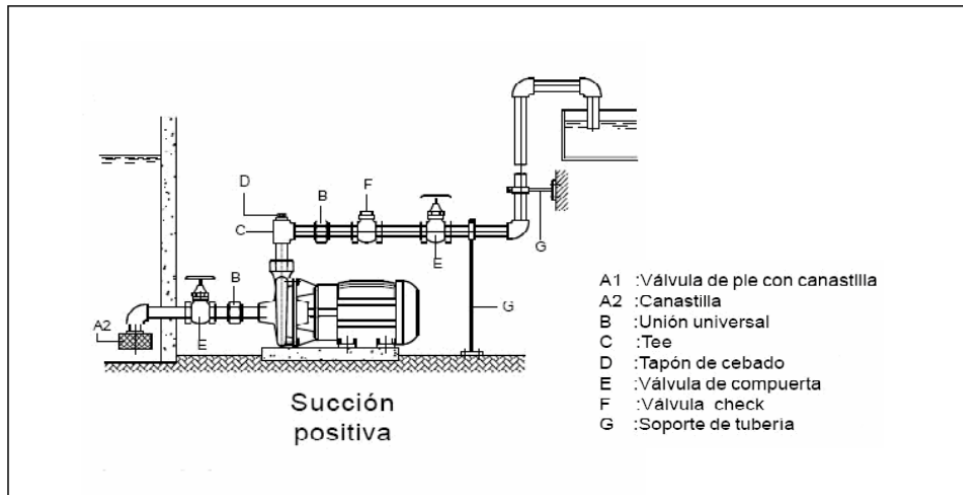


Figura 4. Esquema de Montaje Bombas Centrífugas Horizontales Succión Positiva

### Bombas Centrífugas Verticales

Estos equipos son máquinas de eje de transmisión en forma vertical el cual se montan número determinado de impulsores cuya función es levantar el agua en etapas. Los equipos se colocan sobre el punto de captación directamente, aspecto es el limitante para el uso de estas bombas e pozos profundos. Este tipo de bombas se fabrican con diámetros pequeños ya que deben ser introducidas en las perforaciones para pozos, donde se necesita diámetros pequeños por motivos en costos de perforación (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2015 pág. 14).

### Bombas Sumergibles

Este tipo de máquinas tienen el motor y la bomba acoplados en una sola máquina de forma compacta, de tal forma que ambos pueden funcionar estando sumergidos dentro del punto de captación. La mayor desventaja de estas bombas es que poseen un relativamente baja eficiencia así, aunque el costo por la misma máquina es barato los costos de operación son respecto al consumo de energía suelen ser elevados ya que consumen demasiada energía. Otra desventaja que se le puede añadir a esta bomba es que al estar sumergidos y acoplados tanto el motor como las bombas no se le puede dar mantenimiento sin detener sin paralizar completamente el bombeo (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2015 pág. 15).

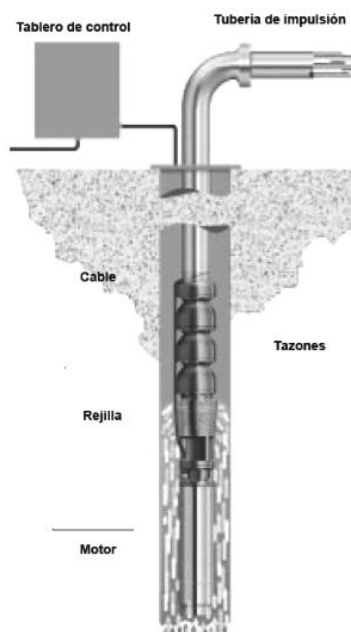


Figura 5. Esquema de Montaje Bombas Centrífugas Sumergibles

### 1.3.7 Consumo de agua

El reglamento nacional de edificaciones estipula que todo servicio sanitario debe tener un mínimo de aparatos sanitarios por cada edificación y debe ser proporcional al número de usuarios, pero como consideración mínima debe tener en toda unidad de vivienda unifamiliar o casa habitación por lo menos una ducha, un lavador y un inodoro, si es que existen locales comerciales serán de acuerdo al área del local condicionado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

**Tabla 1.** Cantidad de Despóticos Sanitarios.

Área del local (m2)		Hombres			Mujeres	
		Inod	Lav	Urin	Inod	Lav
0	60	1	1	1	1	1
61	150	1	1	1	1	1
151	350	2	2	1	2	2
351	600	2	2	2	3	3
601	900	3	3	2	4	4
901	1250	4	4	3	4	4
1251	por cada 400 m2 mas	1	1	1	1	1

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones



Las instalaciones que abastecen agua en una edificación están comprendidas desde la instalación del medidor hasta cada punto de consumo. Estas instalaciones deben diseñarse considerando el suministro de la red de agua externa, así se deben diseñar previendo que deben brindar las condiciones de calidad, como las condiciones de cantidad y presión suficiente para llegar a todos los puntos de consumo. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

Cantidad de agua que se le brinda a una vivienda se llama dotación estas están referidas en el Reglamento de Edificaciones del Perú de acuerdo al área total del lote se determina según la siguiente tabla (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

**Tabla 2.** Dotación de Agua por día.

Área total del lote		Dotación
m <sup>2</sup>		L/d
0	200	1500
201	300	1700
301	400	1900
401	500	2100
501	600	2200
601	700	2300
701	800	2400
801	900	2500
901	1000	2600
1001	1200	2800
1201	1400	3000
1401	1700	3400
1701	2000	3800
2001	2500	4500
2501	3000	5000
3001	mayores	5000 más 100 L por cada 100 m <sup>2</sup> adicionales

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

En las edificaciones que funcionan como casas multifamiliares es decir que cuentan con más de una familia, pero utilizan la misma edificación de manera separada para vivir y tienen el mismo sistema sanitario se tendrá en cuenta:

**Tabla 3.** Dotación de Agua para Viviendas Multifamiliares.

Numero de Dormitorios	Dotación por Dormitorio
	L/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

La dotación de agua que se utiliza para el ganado también está estipulada para establos, caballerizas, granjas, porquerizas.

**Tabla 4.** Dotación para Locales con Crianza de Animales.

Alojamiento de Animales	Dotación
	L/d por animal
Ganado Lechero	120
Bovino y equinos	40
Ovinos y porcinos	10
Aves	20

Fuente: Elaboración Propia

## CONSUMO DE AGUA

Los depósitos donde se reciben el agua o se almacena deben tener las condiciones previas para poder garantizar que preservaran la calidad de agua, en todas las edificaciones donde no se garantiza que el servicio de agua es continuo o que carezca de presión suficiente tendrá que contar obligatoriamente con un depósito de almacenamiento, estos depósitos se

instalan en la parte baja de la edificación y reciben el nombre de cisternas o sobre la edificación y reciben el nombre de tanque elevado, cuando solo existe uno de los dos recipientes este debe contar con por lo menos 1000 litros. Cuando se tiene el conjunto de ambos recipientes la capacidad de la cisterna no debe ser menor a 0.75 de la dotación diaria para la edificación y la capacidad del tanque elevado no debe ser menor a 1/3 también de la dotación diaria (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

## **ELEVACIÓN**

Los equipos de bombeo deben colocarse en estructuras de concreto que estén adecuadamente proyectadas para soportar las vibraciones que genera el funcionamiento del equipo de bombeo. En la tubería de impulsión debe instalarse una válvula de retención y una de interrupción cuando el equipo de bombeo no trabaje en con carga positiva. La capacidad con la que se debe contar en cada equipo de bombeo debe ser igual a la demanda simultanea de la edificación y debe tener siempre la capacidad de llenar el tanque elevado en un tiempo máximo de dos horas, además debe contar con todos los dispositivos hidromecánicos adecuados para el procedimiento de rellenado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

#### **1.4 Formulación del problema**

¿Cómo abastecer de energía eléctrica a un sistema de bombeo en el Fundo PIMAGEL, Centro Poblado Shonto del Distrito de Salas?

#### **1.5 Justificación del estudio.**

En la investigación que aquí presenta se construyó un gran aporte como punto de inicio a los futuros estudios que tengan relación con diseño de sistemas fotovoltaicos para la generación de energía y el aprovechamiento del recurso solar.

Este proyecto se encamino para familias de la localidad aislada de Shonto asumiendo una base los programas de inclusión social existentes, así como el aprovechamiento de la energía fotovoltaica que se puede adquirir del sol con la tecnología existente además de que este recurso es inagotable siendo la fuente de energía solar, proyectos como este ayudan a que la utilización de combustibles fósiles.

#### **Justificación Científica.**

Energía solar en la actualidad es aprovechable que ingresa dentro del margen de energías no convencionales que viene a ser una alternativa en la generación de energía.

Actualmente la necesidad en buscar nuevas formas de energía ha tenido como consecuencia el auge de estos sistemas para uso sobre todo en lugares donde existe mayor potencial de captación solar, así también se busca poder tener este tipo de generación de energía como una como fuentes para nuevos estudios científicos.

#### **Justificación Económica.**

Estos sistemas son punto fundamental en las investigaciones actuales debido a su gran rentabilidad además que actualmente debido a los diferentes usos que se le puede dar a la energía solar se logran grandes beneficios asiendo que este proyecto se vuelva muy viables logrando así traer muchos más beneficios a la población del caso.

En ese caso el estudio que se realizó se justificó económicamente debido a que se ha demostrado la gran capacidad que se tiene con respecto al registro energético contando con tecnología de primera con una menor inversión llevando de esta manera al mejor confort y la mayor reducción de costos.

### **Justificación Social.**

La presente investigación se justificó socialmente ya que la generación eléctrica en poblados aislados asegura el desarrollo social de los mismos ya que es fundamental para el desarrollo de la sociedad en todos los aspectos lo que permite que las personas de la población puedan desarrollarse y tener una mejor calidad de vida.

### **Justificación Tecnológica.**

Esta investigación tiene su justificación tecnológica ya brindara conocimientos de manera técnica con materiales de última generación.

El uso de la energía limpia es una tendencia que hoy en día a permitido la mejora de la tecnología en este ámbito debido a que la evolución de los paneles solares desde su aparición a la actualidad ha tenido un desarrollo en proporción a su eficiencia y costos muy aprovechable, lo que hace que la energía solar se pueda usar en diferentes áreas de desarrollo del ser humano mejorando mucho la generación de energía en el aspecto social e industrial.

### **Justificación Ambiental**

El usar la energía solar nos brinda beneficios tales como el cuidado del medio ambiente ya que estos sistemas solares no producen contaminación alguna permitiendo de esta manera eliminar las emisiones de gases que afectan nuestro ambiente.

Por otro lado, el uso de sistemas fotovoltaicos conlleva a generar impactos ambientales positivos debido a que suplanta el uso de combustibles fósiles los cuales son demasiados dañinos para el medio ambiente, mientras que los paneles fotovoltaicos no causan ninguna contaminación.

## **1.6 Hipótesis**

Si, realizamos el Diseño de un Sistema Fotovoltaico, entonces podremos abastecer de Energía Eléctrica al Sistema de Bombeo del Fundo PIMAGUEL, Centro Poblado Shonto del Distrito de Salas.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Diseñar un Sistema Fotovoltaico para abastecer con Energía Eléctrica al Sistema de Bombeo del Fundo PIMAGUEL del Centro Poblado Shonto del Distrito de Salas Departamento de Lambayeque.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

Determinar el nivel de radiación solar promedio en el Fundo Pimaguel del Centro Poblado Shonto Alto del Distrito de Salas.

Determinar los requerimientos de agua para el uso agrícola en el Fundo Pimaguel.

Seleccionar los componentes del Sistema Fotovoltaico para abastecer Energía Eléctrica en el Sistema de Bombeo.

Realizar la Evaluación Económica del proyecto propuesto.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación.

El tipo de estudio del proyecto de tesis de investigación Aplicada, empleando estudios realizados para resolver la situación problemática planteada; así mismo se puede decir que esta investigación es del **Tipo Descriptivo**.

Desarrolló mediante un diseño **No Experimental**, ya que no se manipularon la manera intencional la variable que se tomaron para el estudio, también se puede decir que la investigación es de **Tipo Propositivo** ya que se describirá la presente investigación realizando un método de solución con el propósito de resolver el problema.

### 2.2 Variables, operacionalización.

#### Identificación de Variables:

##### Variable Dependiente.

Sistema de Bombeo del Fundo Pimaguel del Centro Poblado Shonto Alto del Distrito de Salas del Departamento de Lambayeque.

##### Variable Independiente.

Diseño de un Sistema Fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica.

### Operacionalización de las Variables.

Tabla 5. Variable Dependiente e Independiente.

<i>VARIABLE DEPENDIENTE</i>	<i>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</i>	<i>DEFINICIÓN OPERACIONAL</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>ESCALA DE MEDICIÓN</i>
<p><b>Variable Dependiente:</b>  <b>Sistema de Bombeo del Fondo del Centro Poblado Shonto del Distrito de Salas del Departamento de Lambayeque.</b></p>	<p>Sistema de Bombeo es el equipamiento electromecánico que sirve para abastecer el agua mediante diferentes mecanismos ya sea de fuentes, subsuelo o reservorios siendo esta utilizada para consumo humano y consumo agrícola (Cervantes, 2013, p. 4)</p>	<p>El Sistema de Bombeo del Fondo PIMAGUEL del Centro Poblado de Salas, impulsará agua desde el subsuelo hasta el centro del consumo humano agrícola.</p>	<p>Agua necesaria al día.</p>	<p>- m<sup>3</sup>/s, Lt/s</p>



<i>VARIABLE INDEPENDIENTE</i>	<i>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</i>	<i>DEFINICIÓN OPERACIONAL</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>ESCALA DE MEDICIÓN</i>
<b>Variable Independiente:</b> <b>Diseño de un Sistema Fotovoltaico para Abastecer de Energía Eléctrica.</b>	Los sistemas fotovoltaicos son aquellos componentes electromecánicos que permiten aprovechar la energía proveniente del sol para convertir en energía eléctrica (Cervantes, 2013, p. 1).	El Diseño del Sistema Fotovoltaico del Fundo PIMAGEL, permitirá generar la energía que requiere el sistema de bombeo.	Selección de paneles solares. Diseño de capacidad de banco de baterías. Diseño y selección del inversor.  <b>Magnitudes eléctricas:</b> Potencia. Tensión. Corriente Energía Elementos que se encarga de regular la carga Área requerida Potencia necesaria	<b>- Paneles Solares: kW</b> <b>-Banco de Batería: Amperios-hora</b> <b>- Inversor: kVA, kW</b>

## **2.3 Población y muestra**

### **Población:**

Está conformado por los sistemas de generación de energía eléctrica fotovoltaica del Departamento de Lambayeque.

### **Muestra:**

Que se toma para el presente estudio está conformado por el sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica para el sistema de bombeo de agua del Fundo Pimaguel del Centro Poblado Shonto Alto del Distrito de Salas del Departamento de Lambayeque.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos:**

Embestida satelizaron los instrumentos y técnicas:

**Observación Directa:** Se realizará en campo donde se verificará todos los datos para la ejecución del proyecto.

**Análisis de documentos:** Esta técnica ayudo a recoger información sobre el tema en función de todo texto escrito como libros, otras investigaciones de pregrado y maestría además de artículos científicos relevantes tomados de internet.

**Encuestas:** Esta técnica aplica tipo de Encuestas a la población del Fundo Pimaguel, cuya finalidad fue decidir los datos de las necesidades de agua para uso agrícola del proyecto de investigación

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

**a. Ficha de Máxima Demanda:** Mediante este instrumento se podrá verificar toda la carga que se desea cubrir con el sistema fotovoltaico.

**b. Ficha de Análisis y Revisión de Documentos:** con este instrumento se podrá llevar un orden adecuado de toda la bibliografía utilizada (Tesis, Libros, Revistas, etc.), en el desarrollo de este proyecto.

**c. Fichas de Encuesta:** mediante este instrumento se tendrá conocimiento de la problemática que existe en el Fundo PIMAGUEL, Consta de dos partes en la primera parte se anotarán los datos correspondientes al dueño del fundo y del proyectista.  
En la segunda parte estarán las preguntas que se tendrán en cuenta.

#### **2.4.3. Validez y Confiabilidad**

**Validez:** La validación en instrumentos de recolección del dato, donde el estudio se realizó mediante el criterio de especialistas en el tema de generación fotovoltaica por lo cual en la investigación que se presenta denominada Diseño de un Sistema Fotovoltaico para abastecer Energía Eléctrica de un Sistema de Bombeo del Fundo Pimaguel del Centro Poblado Shonto Alto del Distrito de Salas del Departamento de Lambayeque, tuvo 2 especialistas en el tema, para revisar las instrumentos de recolección de datos que presentaron siendo consultado el procedimiento en todo momento con el jurado calificador y el asesor de la investigación según lo aprobó las guías la Universidad Cesar Vallejo.

**Confiabilidad:** la confiabilidad de los datos presentados se dará por medio de una declaración jurada donde se compromete al autor de esta investigación tener total responsabilidad en la originalidad de los datos y además de mantener respeto los derechos de autor dando a conocer en todo momento el autor de donde se tomaron datos que se requirieron.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

### **Descriptivo.**

En análisis de datos realizada de manera descriptiva es decir se realizó un análisis de los datos en una naturaleza existente, caracterizándolos y presentándolos tal como son para encontrar una solución factible (Tamayo, 2003, p.17).

## **2.6 Aspectos éticos**

Las convicciones políticas, morales y religiosas fueron factores primordiales para realizar esta investigación ya que se respetaron totalmente las creencias, así como las ideologías y se buscó siempre y en todo momento ser objetivo para mostrar los hechos tal y cual son sin ninguna inclinación del autor hacia una tendencia. También de mismo modo se respetó la biodiversidad y medio ambiente en todo momento.

Las aplicaciones de los instrumentos de recolección de datos se desarrollaron y se aplicaron tomando en cuenta cualquier susceptividad que se pueda herir, además de que los datos que fueron adquiridos de manera confidencial guardaron la reserva de las fuentes como se pidieron y en otro sentido los datos que fueron obtenidos de otras investigaciones fueron citados para dar referencia al autor y respetar sus derechos de originalidad.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Radiación Solar en el Fundo Pimaguel en el Centro Poblado Shonto Alto en el Distrito Salas.

Para realizar este objetivo se tomó una serie de muestras con un equipo llamado Solari metro para poder llenar los instrumentos que se plantearon durante el proyecto de tesis para recolección de datos. Con estás datos del oro establecer nivel de radiación en el Fundo Pimaguel del Centro Poblado el Shonto del Distrito de Salas, el solarimetro que se utilizo es de marca AMBIENT WEATHER, de un modelo TM-206 con un estado de calibrado (VER ANEXO N° 01).

Las mediciones se realizaron cada 15 minutos por un periodo de 10 días continuos y se detallan a continuación:

**Tabla 6.** Nivel de Radiación Tomados en la Zona (w/m2).

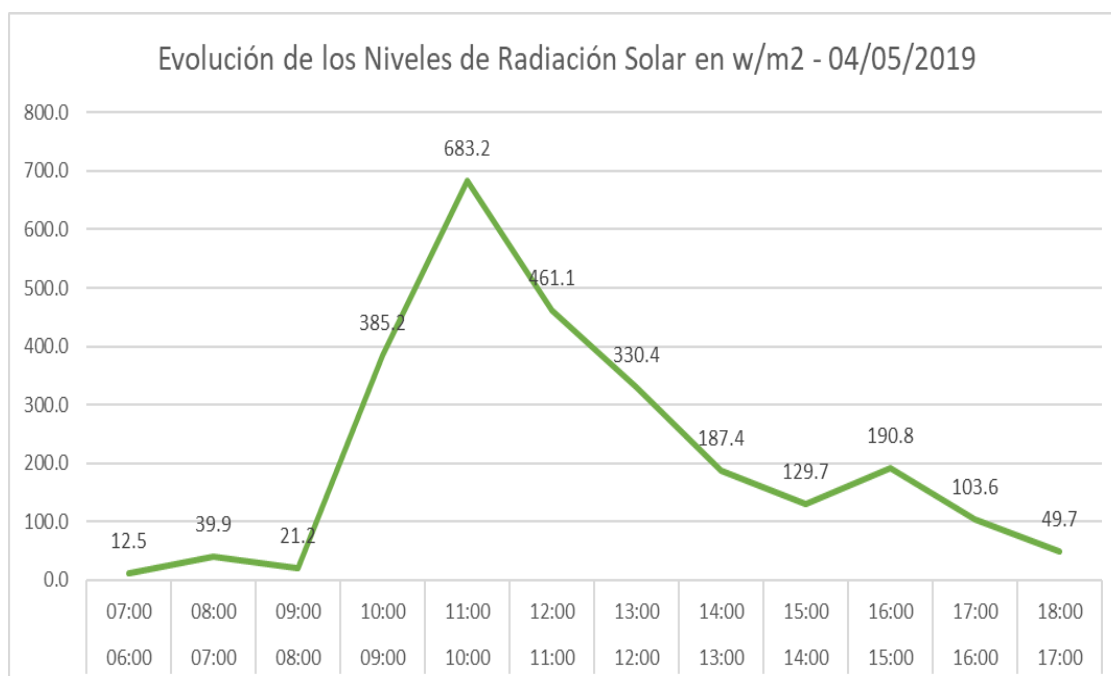
Intervalo de Recolección de Datos		Mediciones				
		1°	2°	3°	4°	5°
06:00	07:00	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00
07:00	08:00	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00
08:00	09:00	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00
09:00	10:00	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00
10:00	11:00	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00
11:00	12:00	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00
12:00	13:00	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00
13:00	14:00	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00
14:00	15:00	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00
15:00	16:00	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00
16:00	17:00	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00
17:00	18:00	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00

Fuente: Mediciones Realizadas Con Solarimetro In Situ el 04/05/2019

**Tabla 7.** Mediciones Realizadas con Solarimetro in Situ el 04/05/2019.

04/05/2019		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	5	7.22	13.44	20.14	16.68	12.5
07:00	08:00	16.65	66.88	56.8	33.87	25.21	39.9
08:00	09:00	24.5	33.2	23	12	13.26	21.2
09:00	10:00	11.59	341.49	108.93	780.74	683.24	385.2
10:00	11:00	682.92	824.29	725.38	646.45	537.17	683.2
11:00	12:00	537.64	535.85	417.76	475.88	338.57	461.1
12:00	13:00	338.96	337.61	419.6	309.1	246.78	330.4
13:00	14:00	246.75	36.78	305.2	176.58	171.75	187.4
14:00	15:00	171.52	167.97	124.25	80.83	104	129.7
15:00	16:00	104.41	610.41	71.11	85.84	82.3	190.8
16:00	17:00	82.21	147.06	121.52	69.84	97.39	103.6
17:00	18:00	97.42	56.56	50.77	30.3	13.24	49.7

Fuente: Mediciones Realizadas con Solarimetro.



**Figura 6.** Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 04/05/2019.

**Tabla 8.** Mediciones Realizadas con Solarimetro In Situ el 05/05/2019.

05/05/2019		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	11.14	13.01	18.56	19.75	22.86	17.1
07:00	08:00	22.6	53.97	65.9	171.28	113.47	85.4
08:00	09:00	114.61	109.43	291.04	58.09	138.93	142.4
09:00	10:00	138.26	205.85	270.49	266.85	277.55	231.8
10:00	11:00	277.45	289.67	177.49	278.68	320.15	268.7
11:00	12:00	319.78	380.08	410.85	367.35	320.52	359.7
12:00	13:00	321.19	477.25	364.19	348.64	433.59	389.0
13:00	14:00	433.3	247.81	222.05	179.82	151.55	246.9
14:00	15:00	151.02	182.43	240	175.21	127.94	175.3
15:00	16:00	127.96	51.92	136.37	100.79	96.21	102.7
16:00	17:00	97.27	67	109.23	92.29	107.66	94.7
17:00	18:00	106.27	78.13	43.41	35.09	13.49	55.3

Fuente: Mediciones Realizadas Con Solarimetro.

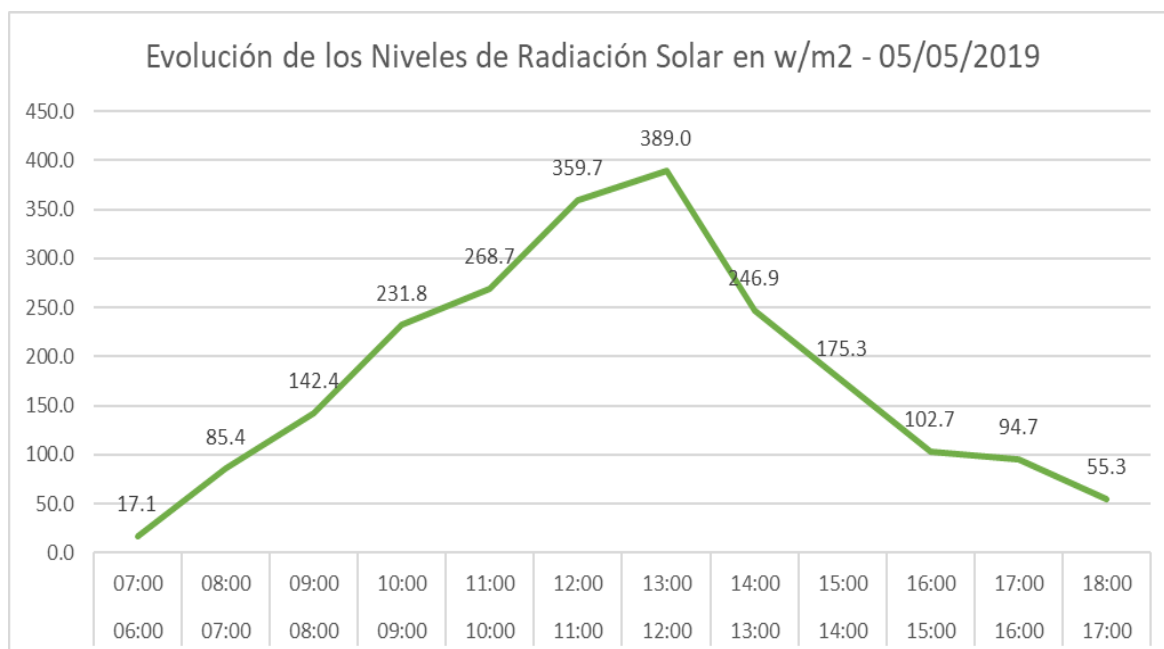
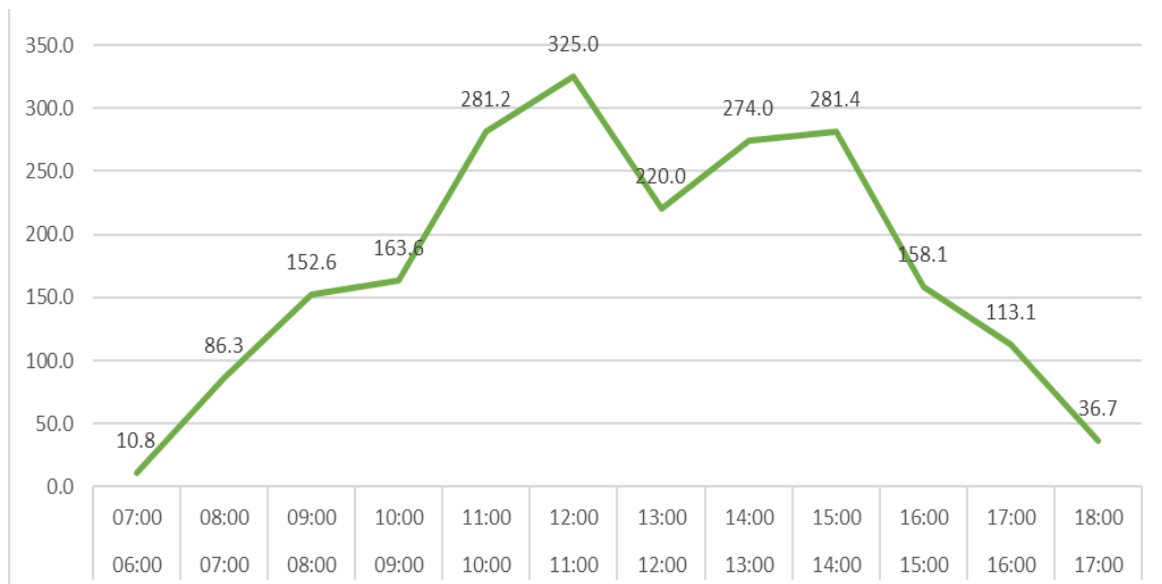


Figura 7. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 05/05/2019.

**Tabla 9.** Mediciones Realizadas con Solarimetro In Situ el 06/05/2019.

10		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	1.23	2.01	0.53	15.51	33.72	10.8
07:00	08:00	44.2	85.56	83.68	109.51	109.76	86.3
08:00	09:00	109.61	84.64	232.54	199.09	137.97	152.6
09:00	10:00	138.53	134.83	221.97	167.14	156.64	163.6
10:00	11:00	156.63	211.03	323.91	393.82	322.78	281.2
11:00	12:00	322.41	235.49	334.88	381.31	352.33	325.0
12:00	13:00	352.49	179.39	241.56	156.73	168.71	220.0
13:00	14:00	168.14	200.17	276.99	369.38	355.67	274.0
14:00	15:00	355.79	275.61	474.63	149.94	152.49	281.4
15:00	16:00	151.21	211.2	192.26	80.57	153.93	158.1
16:00	17:00	153.16	149.83	131.72	71.53	59.74	113.1
17:00	18:00	59.28	48.84	38.42	24.85	11.4	36.7

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 8.** Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 06/05/2019



**Tabla 10.** Mediciones Realizadas con Solarimetro In Situ el 07/05/2019.

07/05/2019		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	1.4	4.9	7.17	10.34	14.42	7.6
07:00	08:00	12.4	43.39	28.41	56.99	81.41	44.3
08:00	09:00	81.33	169.64	174.12	182.89	200.4	161.7
09:00	10:00	200.63	188.49	179.27	201.93	235.05	201.0
10:00	11:00	235.43	322.79	519.32	625.96	570.07	455.0
11:00	12:00	570.64	676.04	449.08	619.05	580.87	579.2
12:00	13:00	579.61	449.15	434.61	675.08	600.35	548.2
13:00	14:00	599.15	577.65	437.46	676.37	526.41	563.6
14:00	15:00	470.92	529.05	543.53	474.71	322.74	468.2
15:00	16:00	322.67	275.13	322.23	348.76	284.35	310.4
16:00	17:00	284.8	452.52	192.1	79.92	153.41	232.5
17:00	18:00	153.49	91.85	75.44	47.3	23.97	78.5

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 9.** Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 07/05/2019

**Tabla 11.** Mediciones Realizadas con Solarimetro In Situ el 08/05/2019.

08/05/2019		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	7	9	14	21	19	14
07:00	08:00	19	68	58	36.6	27.8	41.88
08:00	09:00	27.8	35	44	67	147.7	64.3
09:00	10:00	147.7	343	110	782	279	332.34
10:00	11:00	279	827	199	365	205	375
11:00	12:00	205	138	318	367	275	260.6
12:00	13:00	275	283	367	235	234	278.8
13:00	14:00	234	139	307	288	275	248.6
14:00	15:00	275	169	127	85	108	152.8
15:00	16:00	108	615	78	89	87	195.4
16:00	17:00	87	156	127	75	104	109.8
17:00	18:00	104	59	55.2	35.4	15.7	53.86

Fuente: Elaboración propia.

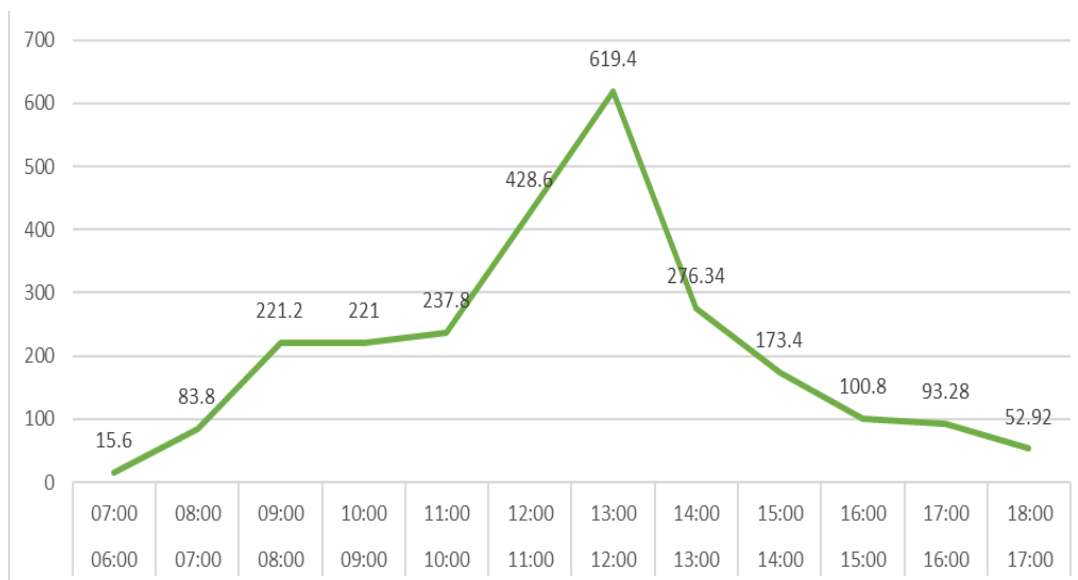


Figura 10. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 08/05/2019

**Tabla 12.** Mediciones Realizadas Con Solarimetro In Situ el 09/05/2019.

09/05/2019		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	10	12	16	18	22	15.6
07:00	08:00	22	51	64	170	112	83.8
08:00	09:00	221	208	290	157	230	221.2
09:00	10:00	230	203	215	218	239	221
10:00	11:00	239	155	291	247	257	237.8
11:00	12:00	257	357	445	665	419	428.6
12:00	13:00	419	477	578	789	834	619.4
13:00	14:00	834	148.9	123.9	123.9	151	276.34
14:00	15:00	151	180	237	174	125	173.4
15:00	16:00	125	49	135	100	95	100.8
16:00	17:00	95	66.5	113	87	104.9	93.28
17:00	18:00	104.9	75.7	41.6	30.7	11.7	52.92

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 11.** Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 09/05/2019

**Tabla 13.** Mediciones Realizadas con Solarimetro In Situ el 10/05/2019.

10/05/2019		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	2	4	8	10	14	7.6
07:00	08:00	12	44	28	56	81.6	44.32
08:00	09:00	81.6	170	175	182	200	161.72
09:00	10:00	200	189	179	201	236	201
10:00	11:00	236	323	520	626	570	455
11:00	12:00	570	575	350	520	570	517
12:00	13:00	570	450	435	676	600	546.2
13:00	14:00	600	578	437	676	527	563.6
14:00	15:00	470	530	543	475	323	468.2
15:00	16:00	323	275	322	348	284	310.4
16:00	17:00	284	452	193	79.6	154	232.52
17:00	18:00	154	92.7	75.6	47	23	78.46

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 12.** Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 10/05/2019

**Tabla 14.** Mediciones Realizadas con Solarimetro In Situ el 11/05/2019

11/05/2019		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	15	17	22	29	27	22
07:00	08:00	127	177	166	144	137	150.2
08:00	09:00	137	142	133	122	132	133.2
09:00	10:00	132	451	228	790	388	397.8
10:00	11:00	388	845	308	473	310	464.8
11:00	12:00	310	246	425	271	240	298.4
12:00	13:00	240	290	274	320	294	283.6
13:00	14:00	294	146	315	187	182	224.8
14:00	15:00	182	177	135	91	114	139.8
15:00	16:00	114	620	82	95	93	200.8
16:00	17:00	93	158	131	80	107	113.8
17:00	18:00	107	76.8	60	40.4	22.7	61.38

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 13.** Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 11/05/2019

**Tabla 15.** Mediciones Realizadas Con Solarimetro In Situ el 12/05/2019.

12/05/2019		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	17	19	24	42	59	32.2
07:00	08:00	59	168	158	136	127	129.6
08:00	09:00	127	135	126	113	114	123
09:00	10:00	114	434	210	978	379	423
10:00	11:00	379	927	299	465	305	475
11:00	12:00	305	238	418	267	237	293
12:00	13:00	237	283	367	312	287	297.2
13:00	14:00	287	139	407	288	275	279.2
14:00	15:00	275	269	227	185	208	232.8
15:00	16:00	208	715	178	189	187	295.4
16:00	17:00	187	256	127	75	104	149.8
17:00	18:00	104	59	55.2	35.4	15.7	53.86

Fuente: Elaboración propia.

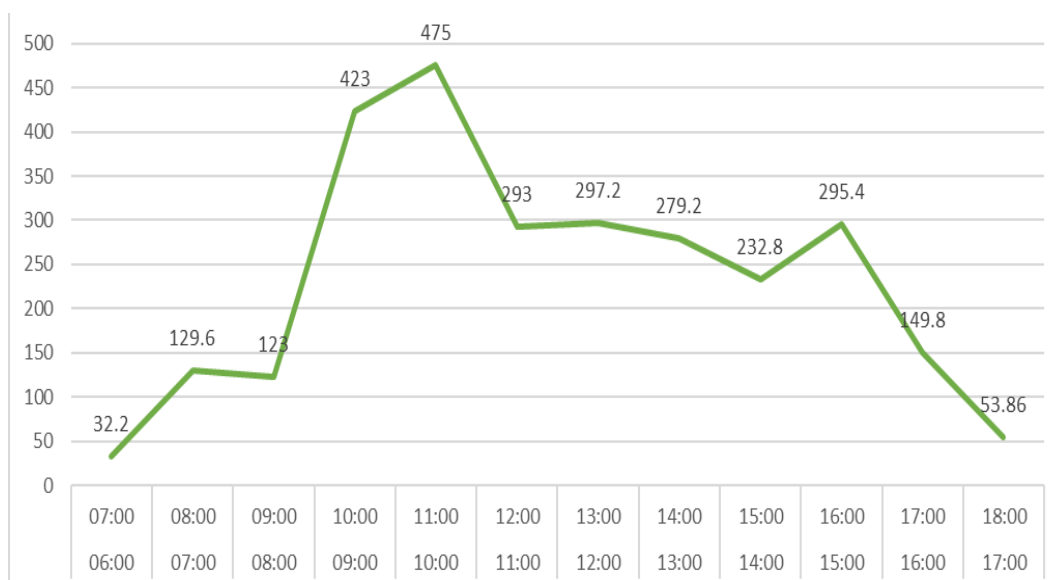
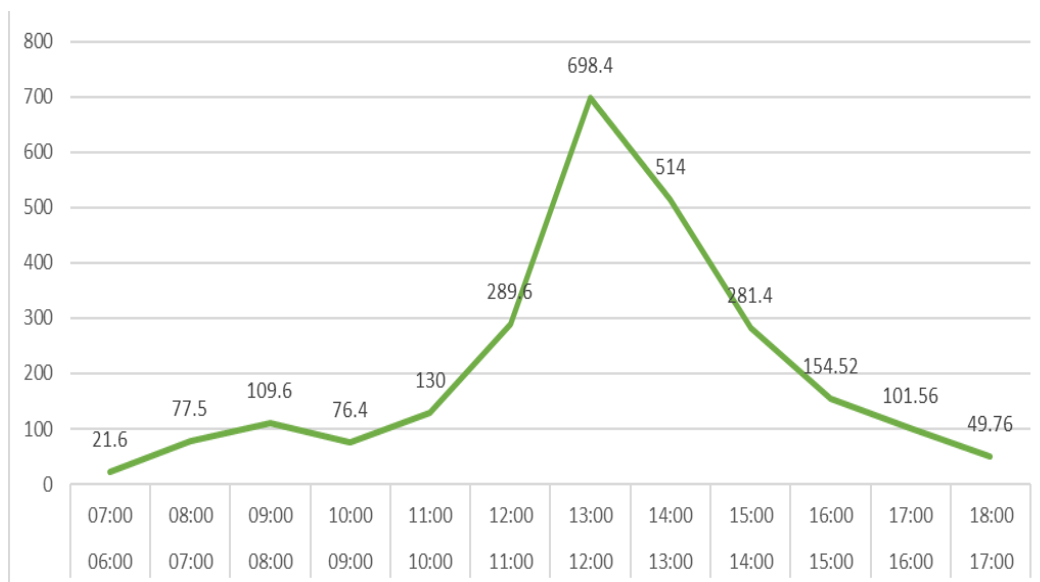


Figura 14. Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 12/05/2019

**Tabla 16.** Mediciones Realizadas con Solarimetro In Situ el 13/05/2019.

13/05/2019		Mediciones					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
06:00	07:00	12	18	15	19	44	21.6
07:00	08:00	44	65.5	82	92	104	77.5
08:00	09:00	104	94	133	99	118	109.6
09:00	10:00	118	34	106	68	56	76.4
10:00	11:00	56	111	167	194	122	130
11:00	12:00	122	136	234	481	475	289.6
12:00	13:00	475	673	728	888	728	698.4
13:00	14:00	728	641	476	369	356	514
14:00	15:00	356	276	474	149	152	281.4
15:00	16:00	152	212	193	79.6	136	154.52
16:00	17:00	136	149	131.9	71.1	19.8	101.56
17:00	18:00	79.8	68	59	24	18	49.76

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 15.** Evolución de los Niveles de Radiación Solar en w/m2 - 13/05/2019

## DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RADIACIÓN PROMEDIO SOLAR

**Tabla 17.** Determinación del Nivel de Radiación Promedio Solar en (kw.h/m<sup>2</sup>)

	Niveles Promedios de Radiación Solar (w/m <sup>2</sup> )												Radiación
	06:00 a.m.	07:00 a.m.	08:00 a.m.	09:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.	12:00 p.m.	01:00 p.m.	02:00 p.m.	03:00 p.m.	04:00 p.m.	05:00 p.m.	Solar en w.h/m <sup>2</sup>
<b>04/05/2019</b>	12.00	40.00	21.10	384.86	683.80	461.00	330.60	187.40	129.80	190.80	103.80	49.26	<b>2594.42</b>
<b>05/05/2019</b>	17.26	85.46	142.80	231.60	268.80	359.60	388.80	247.00	175.40	102.52	94.50	55.68	<b>2169.42</b>
<b>06/05/2019</b>	10.82	86.34	152.60	163.60	281.20	325.00	220.00	274.00	281.40	158.12	113.12	36.68	<b>2102.88</b>
<b>07/05/2019</b>	7.60	44.32	161.72	201.00	455.00	579.20	548.20	563.60	468.20	310.40	232.52	78.46	<b>3650.22</b>
<b>08/05/2019</b>	14.00	41.88	64.30	332.34	375.00	260.60	278.80	248.60	152.80	195.40	109.80	53.86	<b>2127.38</b>
<b>09/05/2019</b>	15.60	83.80	221.20	221.00	237.80	428.60	619.40	276.34	173.40	100.80	93.28	52.92	<b>2524.14</b>
<b>10/05/2019</b>	7.60	44.32	161.72	201.00	455.00	517.00	546.20	563.60	468.20	310.40	232.52	78.46	<b>3586.02</b>
<b>11/05/2019</b>	22.00	150.20	133.20	397.80	464.80	298.40	283.60	224.80	139.80	200.80	113.80	61.38	<b>2490.58</b>
<b>12/05/2019</b>	32.20	129.60	123.00	423.00	475.00	293.00	297.20	279.20	232.80	295.40	149.80	53.86	<b>2784.06</b>
<b>13/05/2019</b>	21.60	77.50	109.60	76.40	130.00	289.60	698.40	514.00	281.40	154.52	101.56	49.76	<b>2504.34</b>

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

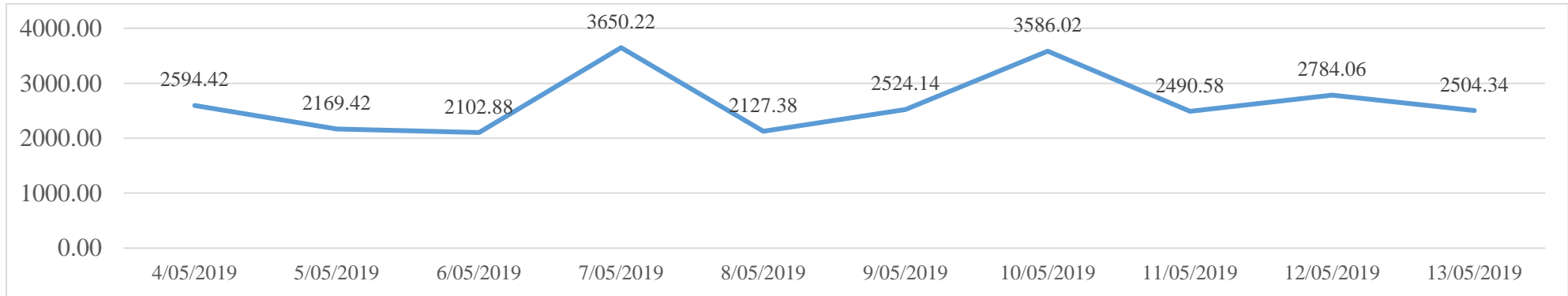


Figura 16. Evolución del Promedio de Radiación Solar (Wh/m<sup>2</sup>)

Tabla 18. Niveles de Radiación en kw.h/m2.

Fechas	Radiación (wh/m2)	Radiación (kwh/m2)
04/05/2019	2594.42	2.59
05/05/2019	2169.42	2.17
06/05/2019	2102.88	2.10
07/05/2019	3650.22	3.65
08/05/2019	2127.38	2.13
09/05/2019	2524.14	2.52
10/05/2019	3586.02	3.59
11/05/2019	2490.58	2.49
12/05/2019	2784.06	2.78
13/05/2019	2504.34	2.50

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la tabla presentada la radiación solar establecida en niveles de energía por área (kWh/m2) se encuentran entre el intervalo de 3.65 a 2.10 kWh/m2 siendo llegando a como nivel máximo es 3.65 kWh/m2.

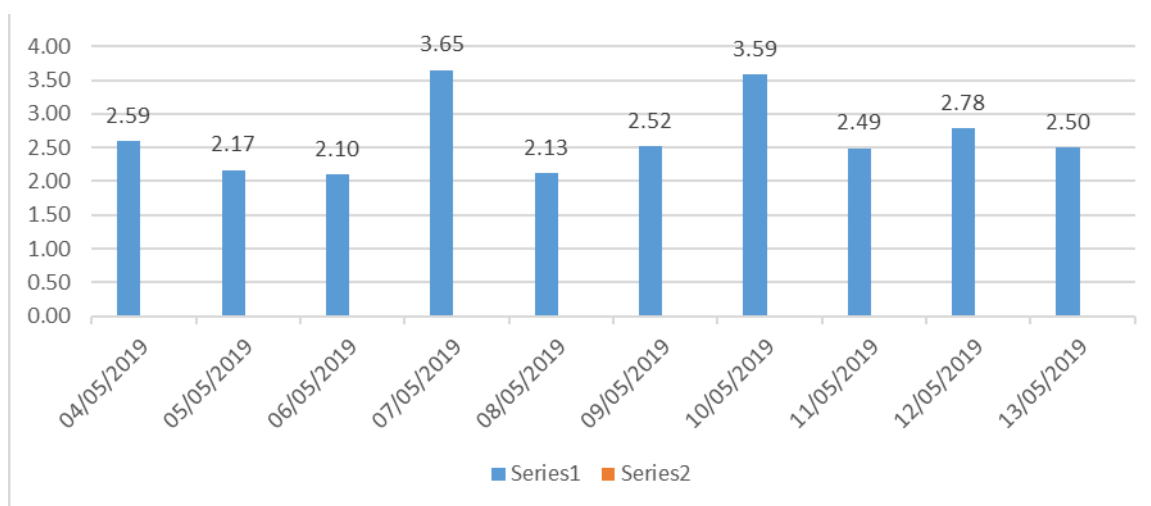


Figura 17. Radiación Solar en Kw.h/m2

Efectivamente dentro de las variaciones de la radiación solar según los datos tomados in situ se observa que tiene un valor mínimo de 2.10 kWh/m<sup>2</sup> que para poder desarrollar la investigación es el valor que se ha de tomar para los cálculos y poder determinar la selección de los mecanismos electromecánicos para el sistema de bombeo.

### 3.2 Demanda de Agua para el uso Agrícola en el Fundo Pimaguel.

#### 3.2.1 Cálculo de la Demanda por día de Agua.

Lo primero que se determinó para el dimensionamiento del sistema es el cálculo del agua requerida por el fundo, el caudal diario que se debe bombear es la sumatoria del consumo diario de agua por cada persona dentro del fundo además del consumo agrícola.

Teniendo en cuenta la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia el consumo de agua por persona es en promedio de 20 litros por día considerando fuentes de agua que no estén a más de un kilómetro por día. Con esta cantidad la persona podría satisfacer la higiene básica y la cantidad suficiente para beber, pero si se le incrementa la demanda de agua para lavar y para baño será de 50 litros por día por cada persona.

<b>CONSUMOS DE AGUA TÍPICO</b>
Consumo de agua día por persona: 50 L/día

**Tabla 19.** Consumo Total de Agua por Persona Diario.

Personas		5	
Demanda	Diaria	50	L/día
	Sub - Total	250	L/día
		0.25	m <sup>3</sup> /día
	Reserva	0.0125	m <sup>3</sup> /día
	Total	0.26	m <sup>3</sup> /día

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2 Consumo de agua para hacen brillo de maíz

El sembrío de maíz tiene un requerimiento de agua de aproximadamente 7 000 m<sup>3</sup> por hectárea, en el tipo de riego más frecuente que es el convencional por gravedad, cuando el riego se optimiza y se usa otro tipo de riego como el riego por goteo el consumo disminuye casi al 50% con un consumo entre 3500 y 3000 m<sup>3</sup> por hectárea.

Este proyecto involucra que en el fundo se tenga un sistema de riego tecnificado para que el recurso hídrico sea el menor posible, por lo tanto, se establece las etapas de la siembra el maíz de la siguiente manera:

**Tabla 20.** Diferentes Etapas del Crecimiento por Hectárea del Maíz.

Ciclo		Etapa de Cultivo	Estados Fenológicos
Nº	Día		
1	0	Siembra	20-Jul
2	35	Crecimiento	5 hojas
3	50		8 hojas
4	60		10 hojas
5	80	Floración	Inicio de floración masculina (14 hojas)
6	90		Floración femenina
7	105		Polinización cuaje
8	125	Llenado del Grano	Formación de Grano
9	135		Grano lechoso a grano dentado
10	150	Madurez	Madurez fisiológica
11	165	Cosecha	15-Ene

Fuente: Elaboración Propia.

Realizando una comparación de cada tipo de riego por cada etapa del ciclo de crecimiento del maíz se determina la cantidad de agua requerida.

**Tabla 21.** Demanda de Agua para Diferentes Etapas del Crecimiento por Hectárea del Maíz.

N°	Goteo	Surcos
	m3/ha	m3/ha
1	118.7	240
2	290.1	586
3	229.4	463.7
4	166.1	335.3
5	415.7	840.4
6	250.3	506.2
7	508.3	1026.8
8	753.8	1523.2
9	396.4	801.1
10	371	750.1
11	0	0
Total	3500	7072.9

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla que se expuesto se puede apreciar cómo se da el requerimiento del agua según el desarrollo del maíz con lo que se puede obtener la demanda por metro cúbico de agua para cada hectárea, considerando todo el lapso del crecimiento del maíz es decir se tiene un periodo de 165 días entre la cosecha y la siembra.

Se determina que según el estado fenológico de la “Formación Del Grano” del maíz amarillo la demanda del recurso hídrico requerida para el riego tecnificado con un sistema por goteo es de un promedio de 753.7 m<sup>3</sup> de agua por cada hectárea de cultivo además se tiene un periodo de 20 días en los que se extiende el mayor consumo de agua en la siembra del maíz. Si se considera este periodo de 20 días de riego calcula el volumen de agua diaria que requerirá el sembrío de maíz:

**Tabla 22.** Demanda de Agua Diario por Hectárea de Maíz.

Consumo hídrico total	753.7	m3/ha
Días	20	
Consumo hídrico diario	37.69	m3/ha. día

Fuente: Elaboración Propio.

Considerando que el fundo tiene cuatro hectáreas de terreno para la siembra de maíz el requerimiento diario total para el cultivo será de:

**Tabla 23.** Totalidad del Consumo de Agua por Consumo Agrícola en un Día.

Consumo hídrico diario	37.685	m3/ha. día
Hectáreas	4	ha
Factor de seguridad	1.1	
Consumo total diario	165.81	m3/día

Fuente: Elaboración Propio.

Ahora se realiza el cálculo para determinar el requerimiento total de recurso hídrico en el Fundo Pimaguel considerando el consumo de agua por personas y el requerido para el uso agrícola:

**Tabla 24.** Demanda Hídrica Total el Fundo PIMAGUEL.

DESCRIPCIÓN	DEMANDA	
Personas	0.26	m3/día
Cultivo	165.81	m3/día
Total	166.07	m3/día

Fuente: Elaboración Propio.

En este sentido lo que se requiere de agua para el Fundo Pimaguel es un total de 166.07 m3/día. Si teniendo en consideración que se cuenta con dos pozos que corresponden a uno por dos hectáreas del campo agrícola los dos pozos tienen las mismas características hídricas que se tomaron en consideración para el cálculo de cada bomba, a diferencia que el cálculo del campo solar ya que este será único el cual alimentará ambos sistemas de riego.

### 3.3 Selección de los Componentes para el Sistema de Bombeo Fotovoltaico.

Como se mencionó en el ítem anterior el nivel de radiación que se tomara fue el más bajo encontrado en las mediciones que corresponde a 2.10 kw.h/m<sup>2</sup>, este será el valor que se usara para dimensionar el sistema solar de bombeo.

#### 3.3.1 Selección de Bomba

El volumen requerido por día es de 166.07 m<sup>3</sup>, como se menciona la cantidad de pozos en el fundo es de dos cada uno regara dos hectáreas de cultivo de maíz ambos con tienen la misma característica de trabajo de 9 horas de bombeo por día por lo que el consumo de agua que se utilizó para la selección de la bomba por pozo es:

**Tabla 25.** Caudal que debe Entregar cada Pozo.

Total de Demanda diaria	166.07	m <sup>3</sup> /día
Cantidad de Pozos	2	pozos
Demanda por pozo	83.037	m <sup>3</sup> /día
Horas de trabajo	9	h/día
Caudal por pozo	9.2263	m <sup>3</sup> /h
	0.0026	m <sup>3</sup> /s
	2.5629	l/s

Fuente: Elaboración Propio.

#### 3.3.2 Altura Manométrica

Para determinar la altura manométrica se utiliza una ecuación empírica que es la ecuación de Hazen – Williams este parámetro en conjunto con el caudal requerido que se determinó en el título anterior son factores muy relevantes para que la bomba que se seleccione pueda satisfacer la demanda requerida de agua.

$$H = 10.674 \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.871}} \right] L$$

*Ecuación de Hazen – Williams*

Donde:

- Q : Caudal (m<sup>3</sup>/s).  
H : Altura Manométrica (m).  
D : Diámetro de la Tubería (m).  
C : Constante para PVC es 140.

**Tabla 26.** Coeficiente de HAZEN – WILLIAMS.

Tipo de Tubería	C
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro Galvanizado	100
Polietileno, Asbesto cemento	140
PVC	150

Fuente: Elaboración Propio.

### 3.3.3 Perdidas en la Succión:

La tubería que se utilizara en la succión es una tubería de 2 pulgadas de 8 metros de diámetro mientras que los accesorios que se tendrán será un codo de 90° del mismo diámetro al igual que una válvula check también de 2 pulgadas se suman las longitudes del tubo con las longitudes equivalentes de las pérdidas en los accesorios:



**Tabla 27.** Longitud Total en la Succión

Descripción	Longitud
Tubería	8
Codo 90	1.58
Check	5.25
Total	14.83

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando la ecuación ya establecida se calcula la altura para la succión:

Tabla 28. Altura de Succión por Pérdidas en m.c.a.

H	0.105	m
Q	0.0013	m <sup>3</sup> /s
C	140	
D	2	pulg
	0.0545	m
L	14.83	m

Fuente: Elaboración Propia.

La altura estática del pozo es de 4 m

### 3.3.4 Pérdidas en la impulsión:

Para las pérdidas en la impulsión se considera según el diseño de la instalación una tubería de 4 pulgadas y una tubería de 2 así como un codo de 4 pulgadas una T de también de 4 pulgadas y dos codos de dos pulgadas así se suman las longitudes equivalentes de los accesorios y las longitudes de las tuberías teniendo:

**Tabla 29.** Longitud total en la Impulsión según Diámetro

Descripción	Diámetro (pulgadas)	Longitud (m)
Tubería	4	8
Codo 90°		6.14
T		2.05
Total		16.19
Tubería	2	8
Codo 90°		3.15
Total		11.15

Fuente: Elaboración Propia.

Calculando las pérdidas para cada diámetro se tiene

Tabla 30. Altura de Impulsión por Pérdidas en m.c.a

H	0.015	0.079	m
Q	0.0026	0.00128	m <sup>3</sup> /s
C	140		
D	4	2	pulg
	0.1084	0.0545	m
L	16.19	11.15	m

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.5 Perdidas en el sistema de riego por goteo:

Para determinar las perdidas en el sistema de riego por goteo se identifican los puntos de entrega de agua más alejados que serán donde se tendrá mayor pérdida, para estos según el diseño del sistema y la posición de los goteros se tendrá tubería de 4 y 2 pulgadas, y accesorios para 4 pulgadas solamente 2 “T” y en diámetro de 2 pulgadas también 2 “T” y 2 válvulas, así se establece también la suma de las longitudes con las longitudes equivalentes de cada accesorio por diámetro establecido.

Tabla 31. Longitud Total en el Sistema de Goteo según Diámetro.

Descripción	Diámetro (pulgadas)	Longitud (m)
Tubería	4	450
T		4.09
Total		454.09
Tubería	2	350
T		3.12
Válvula		7.02
Total		360.14

Fuente: Elaboración Propia

Calculando las pérdidas para cada diámetro de tubería y se tiene:

**Tabla 32.** Altura de para el Sistema por Goteo Pérdidas en m.c.a.

H	0.409	2.557	m
Q	0.00256	0.00128	m <sup>3</sup> /s
C	140		
D	4	2	pulg
	0.1084	0.0545	m
L	454.09	360.14	m

Fuente: Elaboración Propia

Según el fabricante en los goteros se tendrá una altura equivalente de 20.7 m.c.a. considerando todos los goteros y para el filtro es de 4 m.c.a así se determina la altura manométrica total que requerirá ofrecer la bomba.

**Tabla 33.** Altura de Pérdida Total en m.c.a

Descripción	Altura (m.c.a)
Succión	0.105
Implosión	0.015
	0.079
Sistema de goteo	0.409
	2.557
Goteros	20.7
Filtro	4
Total	27.86

Fuente: Elaboración Propia

Sumándole la altura estática de 4 metros se requerirá que la bomba otorgue por lo menos 31.86 m.c.a por lo que se determina utilizar una bomba modelo **4SR45G/75** marca **PEDROLLO** que es una bomba sumergible adecuada para el riego, teniendo en cuenta el caudal requerido para el bombeo y la altura manométrica de la instalación que se calculó anteriormente, la bomba seleccionada cumple con los requerimientos y tiene una potencia de 5.5 kW lo que equivale a 7.5 HP siendo seleccionada una bomba para cada pozo se requerirán dos bombas del mismo modelo y potencia en total (VER ANEXO N° 03).

En el presente se realizará el cálculo y dimensionamiento para un solo pozo

### 3.3.6 Energía Total de Bombeo:

La electrobomba seleccionada tiene una potencia de 5.5 kW por lo que al determinar las horas que tendrá que trabajar se podrá calcular la energía requerida en el bombeo la cual se denominará energía total.

$$Et = Pb \times Hd$$

Donde:

Et : Energía total de bombeo (kWh)

Pb : Potencia de la bomba (kW)

Hd: Tiempo de bombeo diario (h)

Se calcula:

**Tabla 34.** Energía Total de Bombeo

Et	8.28	kWh
Pb	5.5	kW
Hd	1.5	h

### 3.3.7 Energía Requerida.

La energía que se requiere abastecer con el sistema fotovoltaico se determina como energía requerida ya que debido a los parámetros del sistema fotovoltaico la energía total del sistema de bombeo debe ser corregida por los factores que influyen en la generación fotovoltaicas, así primer se determinara el factor de rendimiento global que debe considerarse para corregir la energía total de bombeo.

El factor de rendimiento global se determina considerando las pérdidas en la batería debido al rendimiento de esta deben estar en el rango de 0.05 a 1 ( $K_b$ ) y a la autodescarga ( $K_a$ ) que se toma entre los valores de 0.002, 0.005, 0.012 según el tipo de baterías que se utilizara que pueden ser en el mismo orden de níquel - cadmio o de plomo - ácido que son las más comunes

o para otros tipo de baterías que altas autodescarga, las perdidas en el convertidor debido al rendimiento que presentara este se proponen según la documentación establecida como 0.05 para ondas sinusoidales puras y de 0.1 para otros tipos de trabajo ( $K_c$ ), se deben considerar las perdidas por otros variables como lo son el efecto joule o el rendimiento de las redes o alguna otra que no se está considerando estas deben comprenderse en el orden de 0.05 a 0.15 ( $K_v$ ). como referencia. Además de estos factores por perdidas se debe considerar dos aspectos más como la autonomía del sistema es decir cuantos días podrá el sistema trabajar si es que no se encuentra la radiación requerida o la establecida para el dimensionamiento del campo solar debido a la radiación de la zona se determinó que los días de autonomía serán 4 (N), un último factor que se debe tomar en cuenta es la profundidad de descarga de la batería (Pd) que para sistemas como los fotovoltaicos al utilizarse baterías de descarga profunda podrá tenerse una descarga hasta del 80% asegurando el buen funcionamiento de dicho componente, considerando todos estos aspectos se calcula el factor de rendimiento global como sigue :

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left(1 - \frac{K_a \times N}{P_d}\right)$$

Se establecen los valores para los diferentes factores y parámetros del diseño del sistema fotovoltaico:

**Tabla 35.** Factor de Rendimiento Global para Corrección de Energía Total de Bombeo

R	0.78
Kb	0.05
Kc	0.05
Kv	0.1
Ka	0.005
N	4
Pd	0.8

Se calcula la energía requerida para diseñar el sistema fotovoltaico dividiendo la energía total de bombeo entre el factor global de pérdidas:

$$E = \frac{E_T}{R} (Wh)$$

Donde:

$E$  = Energía Real

$E_T$  = Energía Total

$R$  = Parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

Se determina:

**Tabla 36.** Energía Requerida para el Cálculo del Sistema Fotovoltaico

E	10.58	kWh
Et	8.25	kW
R	0.78	

### 3.3.8 Diseño del campo solar

Se calcula la cantidad de paneles solares considerando la energía que debe entregar el sistema que es la energía requerida para el cálculo del sistema fotovoltaico que debe ser entregado en una cantidad de horas que son las horas solares pico, la potencia del módulo que se selecciona para la instalación y se le agrega un factor más de diseño para considerar factores aleatorios que podrían presentarse y que no se estén tomando en cuenta en este punto.

$$N_t = \frac{E}{P_p \times H_{ps} \times P_g}$$

Donde:

$N_t$  : Numero tota de paneles

$H_{ps}$  : Horas pico solar (h)

$E$  : Energía requerida para el cálculo (kWh)

$P_g$  : Factor de diseño

$P_p$  : Potencia del panel (kW)

Se calcula:

**Tabla 37.** Energía Requerida para el Cálculo del Sistema Fotovoltaico.

Nt	15.13	
E	10.58	kWh
Pp	0.37	kW
Hps	2.1	h
Pg	0.9	

Como se aprecia en la tabla mostrada los paneles que se necesitan para generar la energía requerida para el cálculo son 15.13 debido a que los paneles no se pueden fraccionar se tomaran un numero entero y para asegurar que se podrá generar la energía requerida será el superior más próximo al calculado así se deberá tener 16 paneles para poder generar la energía mencionada. El panel seleccionado es un panel Tainwei Group de 370 Wp del tipo policristalino modelo TWxxxxp260 su ficha técnica se adjunta en los anexos 4 y 5.

### 3.3.9 Conexión de Paneles

Después de haber determinado cuantos paneles se requieren para generar la energía correspondiente en la cantidad de horas de sol que se tienen se debe determinar las conexiones en serie y paralelo en las cuales se deben configurar los paneles para lograr los parámetros correspondientes del sistema.

La cantidad de paneles en serie se determina considerando el voltaje del sistema (Vs) y el voltaje del panel (Vp):

$$N_s = \frac{V_s}{V_p}$$

El voltaje del sistema se selecciona de 48 V por considerarse el más oportuno para este sistema fotovoltaico así con el voltaje del panel se establece:

**Tabla 38.** Paneles en Serie

Ns	1.548	
Vs	48	V
Vp	31	V

Debido a que no se pueden colocar paneles fraccionados como se comentó con anterioridad se deberán usar dos paneles en serie. Para establecer la cantidad de paneles en paralelo se determina:

$$N_p = \frac{N_T}{N_s}$$

Considerando los cálculos de paneles totales y paneles en serie:

**Tabla 39.** Paneles en Paralelo.

Np	8
Nt	16
Ns	2

Con lo que se establece 8 bloques de paneles colocados en paralelo siendo cada uno de estos conformadores por dos paneles en serie, lo que hace que se requieran un total de 16 paneles.

### 3.3.10 Banco de Baterías

La capacidad que debe tener el banco de baterías o el sistema de acumulación de energía es establecida el producto entre la cantidad de energía requerida para el cálculo y los días de autonomía que el banco de baterías debe abastecer al sistema si es que no se encontrara la radiación solar requerida, entre el bójale del sistema y la profundidad de descarga al que se plantea hacer trabajar al banco de baterías.

Se realiza el cálculo de la capacidad de la batería mediante la siguiente expresión:

$$C_n = \frac{E N}{P_d V_s}$$

- Cn : Capacidad del banco de baterías (Ah)
- Pd : Profundidad de descarga
- E : Energía requerida para el cálculo (kWh)
- Vs : Voltaje del sistema (V)
- N : Días de autonomía



Se calcula:

**Tabla 40.** Capacidad del Banco de Baterías

Cn	1102.1	Ah
E	10580	Wh
Vs	48	V
N	4	
Pd	0.8	

Los acumuladores que se determinaron son TROJAN, se establece el modelo 8 D – AGM, los cuales tienen una capacidad de 316 Ah y un voltaje en los bornes de la batería de 12 V, el banco de acumuladores se forma de 4 baterías en serie para poder obtener los 48 V a los cuales se diseñó el sistema siendo la capacidad de los acumuladores más que suficiente para el sistema (VER ANEXO N° 06).

En el momento de la instalación se tendrá en consideración que deben tener suficiente espacio para la ventilación de los acumuladores debido a que una mala ventilación podría provocar acumulación de hidrogeno y malograr antes de su tiempo de vida útil a la batería.

### 3.3.11 Regulador de Carga

El regulador de carga se selecciona mediante la intensidad a la que trabajara el sistema así se establece con la máxima intensidad que se podría presentar siendo esta la intensidad de cortocircuito del panel que es la más alta que podría suministrar multiplicada por la cantidad de paneles que se colocaran.

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

Donde:

- Imax : Intensidad máxima (A)
- Icc : Intensidad cortocircuito (A)
- Np : Numero de paneles en paralelo

Se determina la intensidad máxima que podría presentarse en el sistema diseñado:

**Tabla 41.** Intensidad Máxima en el Sistema Fotovoltaico.

Imax	71.6	A
Icc	8.95	A
Np	8	

Solo se requerirá un controlador de carga de 100 amperios de marca y modelo VICTRON ENERGY - MPPT 150/100, en el anexo 7 se adjunta la ficha técnica de dicho controlador.

### 3.3.12 Inversor de corriente

Se tiene que la energía a una electrobomba de 5.5 kw, teniendo en cuenta que todo motor al iniciar su arranque tiene una corriente de pico y teniendo un sistema de 48 voltios se selecciona la marca BESTSUN de 4 kw – 48 DC. Se tiene además una corriente máxima del sistema fotovoltaico de 71.6 A y según las especificaciones técnicas del inversor seleccionado (VER ANEXO N° 08), se indica que la Máxima Corriente de Carga = 120 A así que solo se requerirá un inversor.

### 3.3.13 Conductores

En el anexo 9 se proporcionan las características técnicas de los conductores que se han seleccionado estos se establecen en 6 tramos como se menciona a continuación.

**Tabla 42.** Sección de Conductor de Acuerdo a Amperaje que Soportan.

Tramo		Intensidad	Sección
		A	mm <sup>2</sup>
Panel	Regulador	71.6	25
Regulador	Batería	71.6	25
Batería	Inversor	55.56	10
Inversor	Cargas	27.78	4
Carga	Motor	27.78	4

En la tabla se seleccionó los conductores a partir del amperaje que soportan debido a que en cada tramo se tiene amperajes diferentes se tendrá también seccionas diferentes de conductor estas secciones se proponen en la última columna.

Para justificar la selección se realiza el cálculo de cada caída de tensión así se podrá establecer que el cable seleccionado es correcto.

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times I \times L \times \text{Cos}\phi}{S \times V} \times 100$$

Donde:

- I : Intensidad de Corriente (A).
- V : Tensión de Línea (V).
- Cos  $\phi$  : Factor de potencia
- L : Longitud del cable(m).
- S : Sección del Conductor (mm<sup>2</sup>).

### **Conductor del Panel al Regulador de Carga**

$$\Delta V(\%) = \frac{0.0309 \times 71.6 \times 12 \times 0.90}{25 \times 48} \times 100 = 1.99$$

$$\Delta V (\%) = 1.99 < 3\% \quad \text{ok}$$

### **Conductor Regulador a la Batería**

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 71.6 \times 7 \times 0.90}{25 \times 48} \times 100 = 1.16$$

$$\Delta V (\%) = 1.16 < 3\% \quad \text{ok}$$

### Conductor Batería al Inversor

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 55.56 \times 5 \times 0.90}{10 \times 48} \times 100 = 1.61$$

$$\Delta V (\%) = 1.61 < 3\% \quad \text{ok}$$

### Conductor Inversor a las Cargas

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 27.78 \times 12 \times 0.90}{4 \times 220} \times 100 = 1.05$$

$$\Delta V (\%) = 1.05 < 3\% \quad \text{ok}$$

## 3.4 Evaluación Económica del diseño propuesto.

### Presupuesto

Para realizar la evaluación económica primero se debe establecer el costo de todos los equipos y materiales que se emplearan para la instalación del sistema de bombeo solar fotovoltaico que se calculó en los títulos anteriores así se tiene.

**Tabla 43.** Presupuesto de Equipos y Materiales para la Instalación del Sistema de Bombeo Fotovoltaico.

Descripción		Cantidad	unidad	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
Paneles Fotovoltaico	370 Wp	16	Unidad	1,078.95	17,263.20
Inversor	Betsun 4 kW-48 VDC	1	unidad	4,600.00	4,600.00
Regulador de Carga	Victron Energy 100A-MPPT150/100	1	unidad	2,000.00	2,000.00

Electrobomba Sumergible	4SR45G/75- Pedrollo - 7.5 HP	1	unidad	4,800.00	4,800.00
Batería	Trojan 8D- AGM - 254 Ah/12V	4		976	3,904.00
Conductor THW	4 mm2	15	metros	16	240.00
	10 mm2	10	metros	9	90.00
	25 mm2	25	metros	30	750.00
Tubería PVC	1 pulgada	200	metros	7.2	1,440.00
<b>Total</b>					<b>35,087.20</b>

Además, el gasto que se debe considerar es el de montaje que se estableció por medio de proveedores de la zona y el transporte hasta el punto de izaje o de instalación

**Tabla 44.** Costo Total de la Instalación del Sistema de Bombeo Fotovoltaico.

Descripción	Precio Total S/.
Costo de materiales y equipos	35,087.20
Montaje Electromecánico	16,000.00
Transporte	2,000.00
Presupuesto Servicios	53,087.20

Como se aprecia en la tabla el costo total que se requerirá para poner en funcionamiento el sistema de bombeo solar fotovoltaico para el fundo Pimaguel del Centro Poblado Shonto es de S/ 53 087.20 en total.

### 3.5 Evaluación Económica

Para establecer la evaluación económica se debe desarrollar un flujo de caja que es la diferencia del ingreso económico y el egreso económico por periodo de tiempo en este caso se establece en años así que primero se determinaran los ingresos.

#### Ingresos

se considera el ingreso la venta de maíz debido a que es un cultivo comercial que se venderá como comida para ganado así que determinándose el costo de la venta del cultivo de maíz se podrá determinar el ingreso al fundo. Se determina la cantidad de maíz que se podrá sembrar por hectárea.

Se considera la distribución de cada hectárea como sigue:

**Tabla 45.** Distribución de la Hectárea.

Área	10000	m <sup>2</sup>
Longitud	100	m
Ancho	100	m
Distancia entre surco	0.8	m
Distancia entre puntos	0.5	m

Conspirando estas medidas se establece el cálculo de plantas que se podrán sembrar por cada hectárea. Primero se determina la cantidad de surcos dividiendo la longitud de la hectárea entre la separación por surco y la cantidad de puntos por surco se determina dividiendo el ancho de la hectárea entre la distancia entre puntos así los productos de cantidad de surcos por la cantidad de puntos por cada surco establecen la cantidad de puntos en cada hectárea, y determinando que se siembran tres plantas por cada punto se tendrá la cantidad de plantas en cada hectárea:

**Tabla 46.** Cantidad de Plantas por Hectárea.

Cantidad de surcos por hectárea	125
Cantidad de puntos por surco	200
Cantidad de puntos total	25000
Plantas por punto	3
Plantas total	75000

Considerando que cada pozo riega la mitad de hectáreas para cada pozo se tendrá 2 hectáreas así la cantidad de plantas de maíz que se podrán sacar de las dos hectáreas de cada pozo son:

**Tabla 47.** Cantidad de Plantas que se Regaran por cada Pozo.

Plantas total por hectárea	75000
Hectáreas	2
Plantas totales por pozo	150000

Considerando que el maíz se cultiva tres veces por año y que la venta se desarrolla en un promedio de 8 platonos por S/1.00 se calcula el ingreso al año. La cantidad de plantones del terreno regado por cada pozo.

**Tabla 48.** Ingreso de la Venta por cada Cultivo.

Plantas totales por pozo	150000
Plantones por plantas	8
Platones por pozo	18750
Costo por plantón	S/1.00
Costo total por pozo	S/18,750.00

Considerando los cultivos al año se tiene.

**Tabla 49.** Ingreso Anual de la Venta.

Costo total por pozo	S/18,750.00
Cultivos al año	3
Ingreso por cultivos anuales	S/56,250.00

## Egresos

Los gastos en que se incurre para realizar el funcionamiento del sistema de riego son los gastos del pago del personal para la siembra que son de 15 peones que tienen un cobro de 50 soles por día durante 7 días y una cuadrilla de 7 peones al mismo jornal durante 10 días que será suficiente para determinar el cultivo, esto da un gasto de S/. 5 250.00 por año para la siembra y un gasto de S/. 10 500.00 anual por el salario del resto de peones

Además, se incurrirá en otros gastos que requiere el cultivo para poder producir que son los gastos por mitigación de plaga siendo de S/. 6 000.00 y los gastos de operación y mantenimiento de S/. 3 000.00 anuales.

### Evaluadores Económicos

Se establece primero el flujo de caja confrontando los ingresos con los ingresos que se tendrá cuando el sistema esté funcionando, con lo que se tiene:

**Tabla 50.** Flujo de Caja.

Año	Inversión	Gastos				Ingreso	Ingreso neto
		Salario para siembra	Mitigación de plagas	Operación y mantenimiento	Pago de peones		
0	S/53,003.56						- S/53,003.56
1		S/5,250.00	S/6,000.00	S/3,000.00	S/10,500.00	S/56,250.00	S/31,500.00
2		S/5,250.00	S/6,000.00	S/3,000.00	S/10,500.00	S/56,250.00	S/31,500.00
4		S/5,250.00	S/6,000.00	S/3,000.00	S/10,500.00	S/56,250.00	S/31,500.00
5		S/5,250.00	S/6,000.00	S/3,000.00	S/10,500.00	S/56,250.00	S/31,500.00

Con este flujo de caja se calcula el TIR y el VAN considerado un interés del 12% anual y se tiene:

**Tabla 51.** TIR y el VAN.

<b>VAN S/</b>	66,406.22	Tenemos VAN mayor que cero, SE ACEPTA
<b>TIR</b>	52.14%	TIR mayor del 12%, SE ACEPTA
<b>TASA DE DESCUENTO</b>	10%	Proyecto Viable y Rentable



#### IV. DISCUSIÓN

La investigación presentada se terminó sistema de bombeo para poder llevar agua en el fundo establecido cómo parte del problema de la investigación. La toma de datos para esta investigación se realizó por medio de una ficha de observación directa la cual se llenó con la radiación solar de la zona medida por un solarímetro durante 10 días, durante estos días se tomaron varias mediciones que se utilizaron para llenar la ficha de observación directa.

El consumo de agua total se establecen dos criterios primeros se terminó el consumo de agua para el consumo humano estableciéndose la cantidad de personas de la familia que hay en el fundo y después se terminó el consumo de la parcela en la cual se siembra cómo producto casi toda la temporada maíz teniendo sí el consumo total en la suma de ambos consumos diarios. Qué hay este consumo total se le sumo un factor de diseño para poder tener una sobredimensión de los requeridos como respaldo por alguna necesidad o alguna variable que se presente que no sé este considerando.

En los últimos dos objetivos específicos se establecieron la selección de los componentes para todo el sistema es decir para el sistema fotovoltaico y sistema de bombeo y en el último objetivo se terminó una evaluación económica para ver qué tan rentable resulta la instalación de este sistema cómo solución el problema planteado.

En la investigación de López se plantea existen dos clases de energía que se pueden utilizar para poder generar electricidad se pueden clasificar en dos grupos energías consumibles las que se acaba la energía primaria y energía ilimitada que son las energías de fuentes renovables, en la investigación que se presente en este informe se considera utilizar la energía de la segunda forma la energía no convencional específicamente la energía solar fotovoltaica la cuál convierte la radiación solar en energía eléctrica del tipo de corriente continua después por medio de la tecnología electrónica que se adecua está se convierten energía alterna y se utiliza para poder accionar la carga de corriente alterna en el caso de este bombeo solar fotovoltaico que utilizo una bomba de corriente alterna sumergible para lograr bombear agua a la superficie.

De acuerdo lo que presenta en su investigación MOHR la tecnología fotovoltaica es fácil de adquirir actualmente y conlleva un buen respaldo para poder acondicionarlo a un nuevo suministro de energía como la energía convencional que se presente en la zona por lo tanto te considera oportuno la opinión del investigador en el aspecto de investigación.

Al igual que DOMÍNGUEZ su investigación dónde plantea qué recurso renovable es de gran impacto positivo para el medio ambiente, la investigación muestra de la misma manera ya que la tecnología fotovoltaica es muy amigable para trabajar en el medio ambiente y no causa impacto negativo lo que representa un gran respaldo un una ampliación en la matriz energética del país ya que al llegar un suministrado de otra forma de energía en la zona está no se pierde sino que genera una respaldo o se adiciona dicha distribución generando “Generación Distribuida” dentro de las zonas que están lejos de la línea eléctrica.

En consistencia con información la investigación de PÉREZ del cuál patenta qué se debe tener cuidado al hora de que se cuantifica la radiación ya que pueden tomar datos que no son los correctos lo que establece que el diseño del proyecto puede estar por debajo de la capacidad real, en esta investigación cómo se mencionó en el objetivo uno se toma para poder realizar el cálculo de todos los componentes de soporte fotovoltaico la menor radiación establecida de acuerdo a las medidas tomadas en los 10 días dentro de la zona lo que determina que aun en el menor pico de radiación el sistema va a poder generar la energía correspondiente para la carga que se necesita.

## V. CONCLUSIONES

El nivel mínimo de radiación según los datos que se tomaron en el fundo fue de 2.10 kWh/m<sup>2</sup> el cual se tomó para los efectos del cálculo de todos los dispositivos electromecánicos para la generación del sistema fotovoltaicos y el bombeo fotovoltaico de la misma manera.

Del cálculo del consumo hídrico se tiene que el requerimiento total que se necesita de agua para abastecer la necesidad del recurso hídrico en el fundo PIMAGUEL del Centro Poblado EL SHONTO es de 166.14 m<sup>3</sup>/día teniendo para este fin 02 pozos tubulares de abundante caudal.

Según la manométrica y el caudal requerido total calculado se seleccionó 01 bomba sumergibles modelo 4SR45G/75 marca PEDROLLO de 7.5 HP, un total de 16 paneles de 370 w policristalino, 4 acumuladores con una capacidad de 316 Ah, se seleccionaron 1 inversor de 4kw-48DC y 1 regulador de carga de 100 A.

De los cálculos efectuados se concluye que el monto total para la implementación de dicho proyecto asciende a la suma de S/. 53,003.56 Soles.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Los niveles de radiación según los datos tomados en situ se desprenden valores máximos y valores mínimos para lo cual se recomienda que para efectos de cálculo en el dimensionamiento de los componentes eléctricos y mecánicos, sistema de bombeo fotovoltaico tomar como valor principal el valor mínimo correspondiente a 2.10 kw.h/m<sup>2</sup> ya que al diseñar el sistema de bombeo fotovoltaico se está garantizando el correcto funcionamiento del sistema integral a su máxima capacidad.

Se tiene un requerimiento de agua para abastecimiento hídrico en el fundo de 166.14 m<sup>3</sup>/día teniendo para este fin 02 pozos tubulares de abundante caudal para lo cual se recomienda que las bombas seleccionadas sean conectadas en paralelo y entrar en funcionamiento en forma simultanea para cumplir con los requerimientos establecidos.

Se recomienda tener en cuenta el dimensionamiento de elementos electromecánicos del sistema de bombeo fotovoltaico ya que con estos elementos se está garantizando el correcto funcionamiento del sistema y cumplir con los requerimientos necesarios para abastecer de agua al fundo PIMAGUEL del Centro Poblado EL SHONTO del Distrito de Salas del departamento de Lambayeque.

Teniendo un monto para la implementación de dicho proyecto donde es la suma de S/. 53,003.56 Soles se realizó la evaluación económica aun periodo de evaluación de 5 años para lo que los indicadores económicos arrojaron los siguientes valores VAN igual a S/. 66,406.22 y TIR del 52.14% por lo que el proyecto a ese periodo de evaluación es viable y rentable para lo cual se recomienda su implementación.

## REFERENCIAS

- ALVARADO BUSTAMANTE , EDER J. 2018.** *ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR EL SISTEMA DE RIEGO AGRICOLA EN EL CASERIO DE LA VICTORIA PROVINCIA DE UTCUBAMBA, 2018.* LAMBAQUEQUE : s.n., 2018. p. 32.
- CERVANTES, José. 2013.** *Estudio de sistemas de bombeo fotovoltaicos.* Cuernavaca, México. : s.n., 2013. p. 108.
- DOMINGUEZ, Francisco. 2013..** *La Integración Económica y Territorial de las Energías Renovables y Los Sistemas de Información Geográfica.* Universidad Complutense de Madrid. Madrid. : s.n., 2013. p. 450. ISBN: 84-669-1976-7.
- INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2015.** *Encuesta nacional de programas estratégicos 2011 - 2014.* Lima - Jesús María : s.n., 2015. p. 162.
- LOPEZ, Edgar. 2009.** *Utilización de energías renovables en Mexico: Hacia una transición en la generación de energía eléctrica.* Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. México, D.F. : s.n., 2009. p. 205.
- LOSSIO, GUAYAMA , LUIS. 2016.** *DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA SUMINISTRAR DE ENERGIA ELECTRICA AL CASERIO SEÑOR DE LA HUMILDAD DISTRITO DE INCAHUASI-LAMBAYEQUE.* CHICLAYO : s.n., 2016.
- MEM, MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. 2016.** *Plan nacional de electrificación rural PNER 2013 - 2022.* Lima : s.n., 2016. p. 34.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2006.** *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima, Perú : s.n., 2006.
- MOHR, Richard. 2015.** *Inserción de generación de energía renovable en redes de distribución.* Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería. Santiago de Chile : s.n., 2015. p. 133.
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. 2015.** *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable.* Organización Panamericana de la Salud. Lima : s.n., 2015. p. 39.
- PEREZ, Imanol. 2013.** *Energía Solar Térmica y Fotovoltaica Aislada para Pequeñas Comunidades en el Perú.* Escola de Camins UPC. Perú : s.n., 2013. p. 80.
- RODRÍGUEZ, MARIO ORTEGA. 2000.** *ENERGIA RENOVBABLES.* [ed.] TERESA GOMEZ. MEXICO : PARANINFO, 2000. Vol. I.

—. 2000. *ENERGIAS RENOVABLES*. [ed.] CONSUELO GARCIA ASENCIO. MEXICO Y AMERICA CENTRAL : PARANINFO, 2000. p. 114. Vol. I.

—. 2000. *ENERGIAS RENOVABLES*. [ed.] TEREZA GOMEZ -MASCARAQUE PÉREZ. MEXICO : PARANINFO, 2000. p. 118. Vol. I.

**RPP, Perú Actualidad Lambayeque.**

**RUEDA, Ricardo. 2013.** *Diseño de Sistema Fotovoltaico para Bombeo de Agua Subterránea en Vivienda Ubicada en el Caserío la Ollería, Distrito de Morrope.* Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. : s.n., 2013. p. 90.

**VALDERA SANTISTEBAN, FELIPE. 2016.** *PROPUESTA DE UN DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMNISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL C.P. CALERITA-CHICLAYO,2016.* TRUJILLO : s.n., 2016. p. 17.

## ANEXOS

### Anexo n° 01. Certificado de calibración de equipo solarimetro



METROLOGÍA E INGENIERÍA

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

O.T. : 0560-2019  
N° EXPEDIENTE : 0756-2019

Página : 1 de 2  
Fecha : 2019-04-29

**1 CLIENTE** : UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Dirección : CAL. JUAN XXIII NRO. 391 CERCADO LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE

**2 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MEDIDOR DE POTENCIA SOLAR  
Marca : AMBIENT WEATHER  
Modelo : TM-206  
Serie : 120901868  
Alcance : 2000 W/m2  
Procedencia : Taiwan

**3 FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN**  
Fecha : 2019-04-29  
Lugar de Calibración : Laboratorio de Calibraciones ENERLAB SAC

**4 METODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados trazables a INACAL-DM.

#### 5 PATRON DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
GENERADOR DE FORMAS DE ONDA	RIGOL	DG 4062	LTF-C-103-2018	INACAL-DM
TERMOHIGROMETRO	LUFFT	OPUS 20	LH-062-2019	INACAL-DM
MULTIMETRO	FLUKE	8846A	LE-084-2019	INACAL-DM

#### 6 CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,3 °C	23,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,8 %	64,6 %

#### 7 OBSERVACIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza aproximado de 95%.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".  
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Ing. Máximo Oriundo Cordero  
CIP: 94415  
Gerencia Técnica



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima  
Metrología (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038  
ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe  
Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CLE-0229-2019**

Página : 2 de 2  
Fecha : 2019-04-29

**RESULTADOS DE CALIBRACIÓN**

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
Test de Prueba		Conforme
Verificacion de Panel de Control		Conforme
Verificacion de sensor		Conforme
Prueba de OFF-SET (Cero)		Conforme

**Medicion de Potencia Solar (W/m2)**

VALOR PATRON (W/m2)	VALOR EQUIPO (W/m2)	FACTOR DE CORRECCION (W/m2)	INCERTIDUNBRE (W/m2)
50,0	50,7	-0,7	0,1
100,0	100,9	-0,9	0,1
190,0	191,3	-1,3	0,1

VALOR PATRON (W/m2)	VALOR EQUIPO (W/m2)	FACTOR DE CORRECCION (W/m2)	INCERTIDUNBRE (W/m2)
500	502	-2	1
1000	1005	-5	1
1500	1506	-6	1

FIN DE DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.Á.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima

Metrologia (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038

ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe

Ingenieria (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe



## Anexo N° 02. Coeficiente de HAZEN – WILLIAMS

Material	Coeficiente de Hazen-Williams
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 – 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 – 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 – 90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 -140
Aluminio	130

### Longitudes equivalentes para los distintos tipos de accesorios

Friction Loss in Pipe Fittings in Terms of Equivalent Length Straight Pipe												
ITEM	SIZE											
	0.5	0.75	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8
BEND, 45 miter	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.63	3.09	3.84	5.13	6.44	7.75	9.98
BEND, 90 miter	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10.34	12.35	15.34	20.13	25.24	30.33	39.91
BEND, 90 weld r/d=1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.45	4.12	5.11	6.71	8.41	10.11	12.35
BEND, 90 weld r/d=2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.09	2.51	3.12	3.95	4.99	6.07	8.08
BEND, close return	2.59	3.43	4.37	5.75	6.71	8.61	10.29	12.78	16.78	21.03	25.27	33.25
ELBOW, LR 90	0.83	1.10	1.41	1.83	2.17	2.72	3.31	4.12	5.33	6.70	8.09	10.45
ELBOW, std. 45	0.83	1.10	1.41	1.83	2.17	2.72	3.31	4.12	5.33	6.70	8.09	7.60
ELBOW, std. 90	1.56	2.06	2.62	3.45	4.03	5.17	6.17	7.67	10.07	12.62	15.16	19.95
TEE, std. branch	3.11	4.12	5.25	6.90	8.05	10.34	12.35	15.34	20.13	25.24	30.33	39.91
TEE, std. thru	1.04	1.37	1.75	2.30	2.68	3.45	4.12	5.11	6.71	8.41	10.11	13.30
VALVE, angle	7.78	10.30	13.11	17.25	20.13	25.84	30.86	38.35	50.33	63.09	75.81	99.76
VALVE, ball	0.15	0.22	0.27	0.37	0.38	0.54	0.57	0.71	0.99	1.31	1.68	1.90
VALVE, butterfly	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	9.26	11.51	15.20	18.93	22.91	29.93
VALVE, foot hinged	3.84	5.22	6.46	8.89	10.86	12.69	16.00	19.89	25.66	31.54	37.06	52.26
VALVE, foot poppet	21.69	28.84	36.87	48.61	56.22	72.53	86.87	107.95	140.12	176.12	212.28	280.29
VALVE, gate	0.42	0.55	0.68	0.94	0.96	1.36	1.60	1.99	2.76	3.15	4.04	5.23
VALVE, globe	17.66	23.35	29.65	39.20	45.36	58.93	69.73	86.64	114.46	143.00	171.84	228.03
VALVE, plug 3-way branch	4.67	6.18	7.87	10.35	12.08	15.50	18.52	23.01	30.20	37.85	45.49	59.86
VALVE, plug 3-way thru	1.56	2.06	2.62	3.45	4.03	5.17	6.17	7.67	10.07	13.80	15.16	19.95
VALVE, plug std. straight	0.94	1.24	1.56	2.09	2.43	3.08	3.66	4.55	6.12	7.62	9.10	11.88
VALVE, swing check	5.18	6.87	8.74	11.50	13.42	17.23	20.58	25.57	33.55	42.06	50.54	66.51

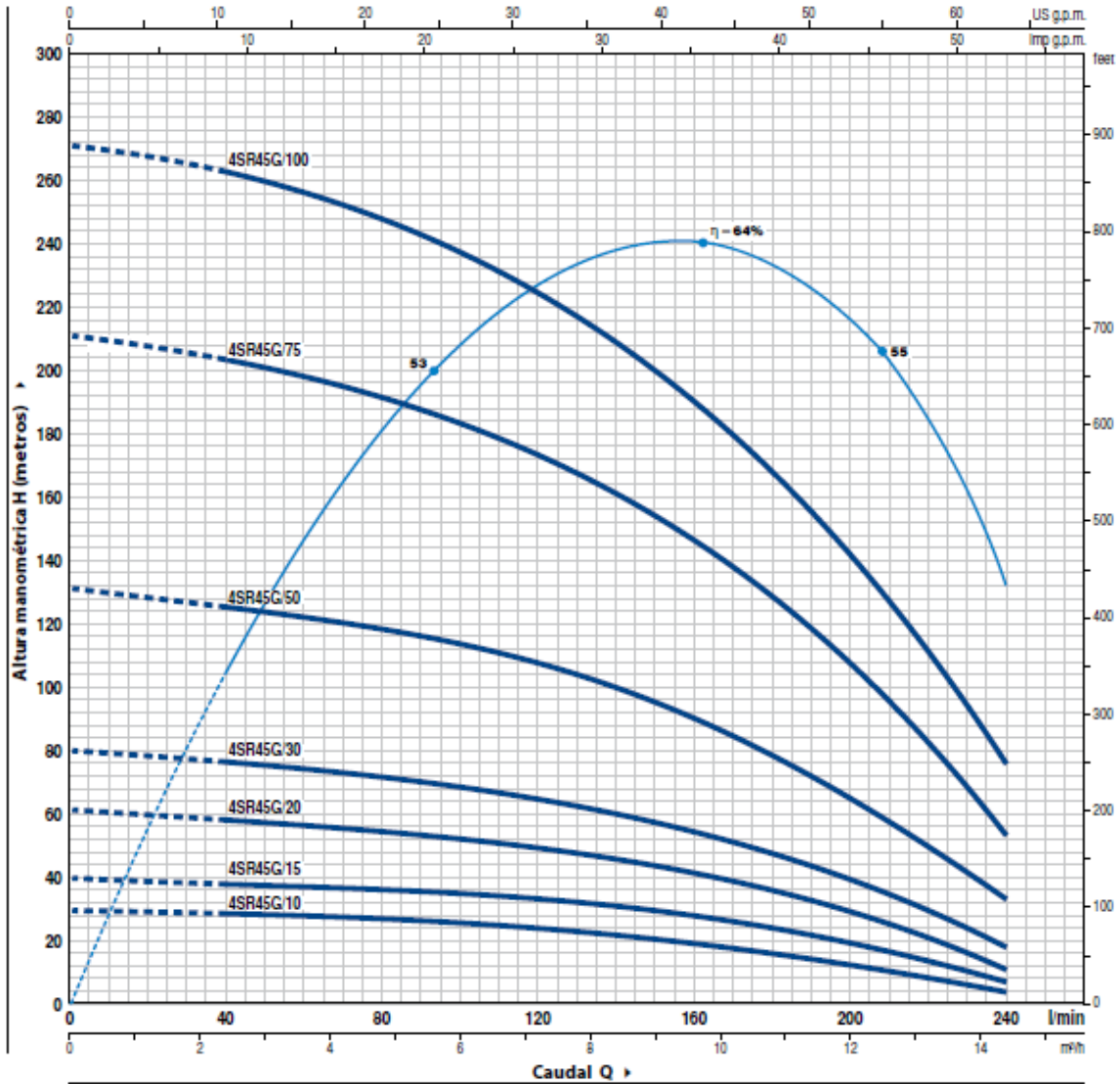
## Anexo N° 03. Curva de Trabajo de Bomba Sumergible

# 4SR45G



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P2)		Q m³/h l/min	H metros						
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	2.4	4.8	7.2	9.6	12.0	14.4
4SR45Gm/10	4SR45G/10	0.75	1	0	40	80	120	160	200	240	
				30	28	26	24	20	15	6	
				40	39	36	33.5	28.5	20	9	
				61	57	54	50	42.5	31.5	12	
				79	76	73	65	55	41.5	19	
-	4SR45G/50	3.7	5	131	126	120	107	91	67	34	
-	4SR45G/75	5.5	7.5	210	204	191	173	149	109	54	
-	4SR45G/100	7.5	10	270	262	249	226	192	140	76	

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

## Anexo N° 04. Características eléctricas del módulo solar

TWxxxP660 (xxx=230-260)

### Características eléctricas

	230	235	240	245	250	255	260
Potencia máxima (Pmax)	230	235	240	245	250	255	260
Potencia máxima Voltaje (Vmp)	29.5	30	30	30	30.5	30.5	31
Potencia máxima corriente (Imp)	7.8	7.83	8	8.17	8.2	8.36	8.39
Voltaje de circuito abierto (Voc)	36.6	37.2	37.2	37.5	37.7	37.8	38.2
Corriente corto circuito (Isc)	8.40	8.52	8.64	8.72	8.84	8.92	8.95
Eficiencia de las celdas encapsuladas (%)	18.9	18.3	18.6	18.9	17.3	17.6	18
Eficiencia el modulo (%)	14.1	14.44	14.75	15.1	15.4	15.67	16
Tolerancia de potencia (W)							0~5
Máximas series sin protección (A)							15
Máximo voltaje del sistema (TUV)							DC 1000V
Temperatura de operación normal (°C)							45±3

Características eléctricas testeadas a Estándar Test Conditions (STC) definido como: Radiación: 1000w/m2, espectro AM1.5 y temperatura a 25°C.

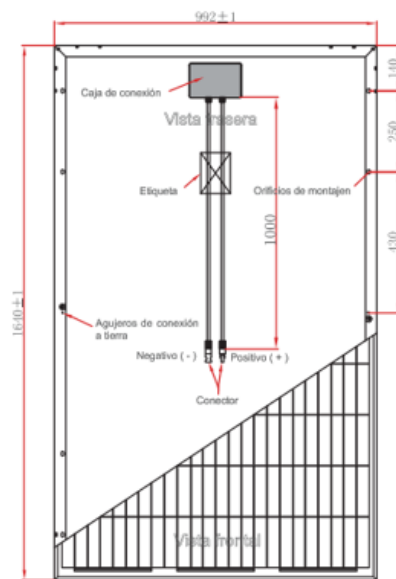
### Especificaciones mecánicas

Dimensiones	1640×992×40mm
Peso	19.5kg
Max. Carga estática, frente (nieve y viento)	5400Pa
Max. Carga estática, espalda (viento)	2400Pa
Max. Impacto de granizo (diámetro/velocidad)	25mm / 23m/s

### Materiales de construcción

Cubierta (material, tipo, espesor)	Alta transmisión, bajo nivel de hierro, vidrio templado 3.2mm
Celda (Cantidad, material, tipo, dimensiones)	60 piezas (6*10) / Polycristalino/156mm x 156mm
Marco (material/color/anodización, color)	aleación de aluminio anodizado/ plata/claro
Caja de conexión (grado de protección)	IP67
Cable (largo/ sección transversal de área)	1000mm (800,900,1100mm)/ 4mm <sup>2</sup>

### Dimensiones



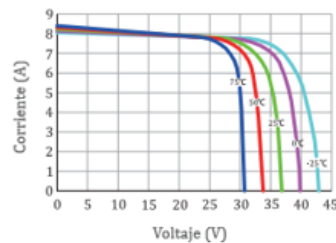
### Características de temperatura

Coefficiente de temperatura de Isc (TK Isc)	0.02%/°C
Coefficiente de temperatura de Voc (TK Voc)	-0.32%/°C
Coefficiente de temperatura de Pmax (TK Pmax)	-0.43%/°C
Temperatura de operación (°C)	-40°C to +85°C
Temperatura de almacenamiento (°C)	-20°C to +40°C

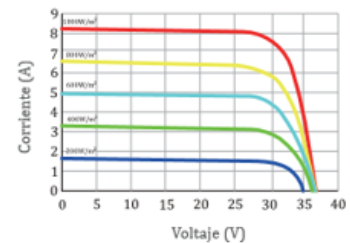
### Embalaje

Modulos/palle	26 piezas
Pallets/container	28 pallets
Modulos/container	728 piezas

### Variación de temperatura



### Variación de radiación



## Anexo N° 05. Sistema de Montaje del módulo 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 N° 06. Especificaciones técnicas del acumulador seleccionado

## PRODUCT SPECIFICATIONS

BCI GROUP SIZE	TYPE	CAPACITY <sup>A</sup> Minutes	CRANKING Performance		CAPACITY <sup>B</sup> Amp-Hours (AH)				ENERGY (kWh)	TERMINAL Type <sup>G</sup>	DIMENSIONS <sup>C</sup> Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
		@25 Amps	C.C.A. <sup>B</sup> @0°F	C.A. <sup>E</sup> @32°F	5-Hr Rate	10-Hr Rate	20-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate		Length	Width	Height <sup>F</sup>	
<b>12 VOLT DUAL PURPOSE AGM BATTERY</b>														
8D	8D-AGM	460	1450	1850	179	210	230	254	3.05	6	20.47 (520)	10.64 (270)	9.08 (231)	161 (73)


- A. The number of minutes a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) and maintain a voltage above 1.75V/cell. Capacities are based on peak performance.
- B. The amount of amp-hours (AH) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) for the 20-Hour rate and 80°F (30°C) for the 5-Hour rate and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.
- C. Dimensions are based on nominal size. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal. Batteries to be mounted with .5 inches (12.7 mm) spacing minimum.
- D. C.C.A. (Cold Cranking Amps) - the discharge load in amperes which a new, fully charged battery can maintain for 30 seconds at 0°F at a voltage above 1.2 V/cell.
- E. C.A. (Cranking Amps) - the discharge load in amperes which a new, fully charged battery can maintain for 30 seconds at 32°F at a voltage above 1.2 V/cell. This is sometimes referred to as marine cranking amps @ 32°F or M.C.A. @ 32°F.
- F. Dimensions taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.
- G. Terminal images are representative only. Trojan's battery testing procedures adhere to both BCI and IEC test standards.

## CHARGING INSTRUCTIONS

CHARGER VOLTAGE SETTINGS (AT 77°F/25°C)				
System Voltage	12V	24V	36V	48V
Daily Charge	14.1 – 14.7	28.2 – 29.4	42.3 – 44.1	56.4 – 58.8
Float	13.5	27	40.5	54

Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery.

## TERMINAL CONFIGURATIONS

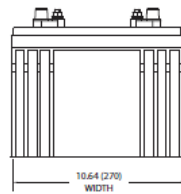
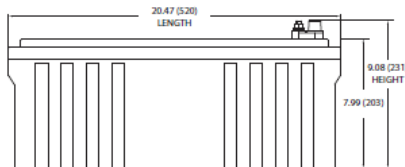
6	DT	Automotive Post & Stud Terminal
	Terminal Height Inches (mm)	.79 (20)
	Torque Values in-lb (Nm)	Stud: 95 – 105 (11 – 12) AP: 50 – 70 (6 – 8)
	Bolt Size	5/16"

## CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

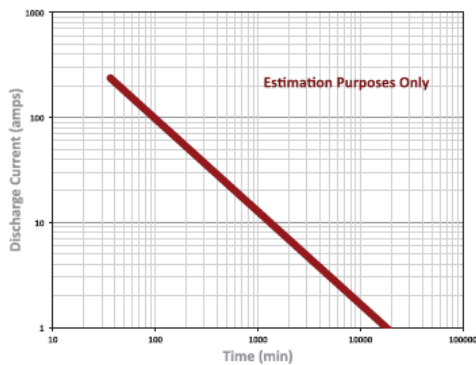
028 VPC for every 10°F (5.55°C) above or below 77°F (25°C)
add .028 VPC for every 10°F (5.55°C) below 77°F and subtract .028 VPC for every 10°C above 77°F

## OPERATIONAL DATA

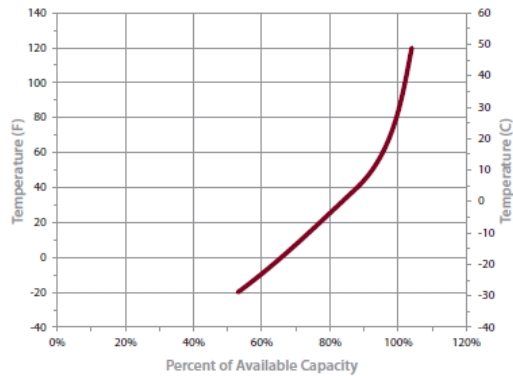
Operating Temperature	Self Discharge
-4°F to 131°F (-20°C to +55°C). At temperatures below 32°F (0°C) maintain a state of charge greater than 60%.	Less than 3% per month depending on storage temperature conditions.



## TROJAN 8D-AGM PERFORMANCE



## PERCENT CAPACITY VS. TEMPERATURE





## Anexo N° 07. Especificaciones técnicas del Controlador de Carga

### Vervolg specificaties

BlueSolar-jaadcontroller	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)	
Laad algoritme	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 condenserend	
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 $V_{accu} + 5V$ overschrijdt. Daarna bedraagt de minimale PV-spanning $V_{accu} + 1V$ .		
2) MC4-modellen: er zijn meerdere splitterparen nodig om de aders van de zonnepanelen parallel te laten lopen		



victron energy

1

## Anexo N° 08. Especificaciones técnicas del Inversor

Product Specification		Bestsun				
Solar Power System		Technical Parameters				
MODEL		BPS-1000M	BPS-2000M	BPS-3000M	BPS-4000M	BPS-5000M
Default Battery System Voltage		24VDC			48VDC	
INVERTER OUTPUT	Rated Power	1000VA/ 800W	2000VA/ 1600W	3000VA/ 2400W	4000VA/ 3200W	5000VA/ 4000W
	Surge Power	2000VA	4000VA	6000VA	8000VA	10000VA
	Waveform	Pure sine wave				
	AC Voltage Regulation (Batt.Mode)	230VAC±5%				
	Inverter Efficiency (Peak)	90%	93%			
	Transfer Time	10ms(For Personal Computers) 20ms(For Home Appliances)				
AC INPUT	Voltage	230VAC				
	Selectable Voltage Range	170-280VAC(For Personal Computers) 90-280VAC(For Home Appliances)				
	Frequency Range	50Hz/60Hz (Auto sensing)				
BATTERY	Nominal voltage	24VDC			48VDC	
	Floating Charge Voltage	27VDC			54VDC	
	Overcharge Protection Maximum PV Array Open Circuit Voltage	31VDC			60VDC	
SOLAR CHARGER & AC CHARGER	PV Array MPPT Voltage Range	75VDC 30-60VDC			145VDC 60-118VDC	
	Standby Power Consumption	3W				
	Rated Power	600W			1000W	
	Maximum Solar Charge Current	30A			60A	
	Maximum Efficiency	98%				
	Maximum AC Charge Current	15A or 20A	20A or 30A			60A
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Maximum Charge Current	25A	30A			120A
	Dimension,W*H*D(mm)	272*372*131			295*526*141	
OTHER	Net Weight(kg)	7.4	7.6	8	12.5	13.5
	Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)				
	Operating Temperature Storage Temperature	0°C -55 °C -15 °C -40 °C				

**Anexo N° 09. Especificaciones del cableado según la capacidad de corriente permisible en amperios**

## CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMISIBLE EN AMPERES

Temperatura ambiente: 30 °C

Temperatura admisible en el conductor: 70 °C (TW-70; TWF-70; TWT-70)

Temperatura admisible en el conductor: 90 °C (THW-90; THWF-90; XHHW-90; CAI; CAI-S)

CONDUCTOR		CAPACIDAD DE CORRIENTE Ampere			
Calibre AWG-MCM	Sección mm <sup>2</sup>	Instalaciones en Tubo Máximo Tres Conductores		Instalaciones al Aire Libre	
		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR			
		70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
18	0,821	9	14	13	18
	1,0	11	16	16	24
16	1,31	13	18	19	24
	1,5	15	22	23	27
14	2,08	20	25	28	35
	2,5	20	27	28	35
12	3,31	25	30	33	40
	4	26	34	35	46
10	5,26	34	40	48	55
	6	36	42	50	60
8	8,37	47	55	66	80
	10	47	60	74	83
6	13,3	62	75	90	105
	16	71	78	100	115
4	21,15	81	95	120	140
	25	90	100	133	150
2	33,63	110	130	160	190
	35	114	130	165	190
1	42,41	124	150	185	220
	50	138	150	210	230
1/0	53,51	143	170	220	260
	2/0	67,44	166	195	250
3/0		70	171	195	255
	4/0	85,02	190	225	295
250		95	204	225	315
	300	107,2	219	260	340
350		120	233	260	360
	400	126,7	242	290	385
500		150	271	300	420
	600	152,0	271	320	420
750		177,4	295	350	480
	1000	185	304	350	490
1500		202,7	318	380	520
	2000	240	357	400	565
2500		253,4	361	430	590
	3000	300	400	455	655
3500		304,0	400	475	655
	4000	380,0	450	535	745
4500		400	465	535	775
	5000	500	518	595	890
5500		506,7	518	615	890