



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer la
demanda hidráulica al fundo Guevara en el caserío Humedades –
Salas”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista.

AUTOR:

Vásquez Oblitas, Melvin (ORCID: 0000-0003-4664-0778)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión, transmisión, distribución.

Chiclayo – Perú.

2020

Dedicatoria

Anhelar un sueño es llegar a conocerlo, perseguir lleva tiempo, para realizarlo se necesita de una lucha constante. ¡Obtenerlo es decir ya! ¡El sueño está cumplido! Por eso, hoy quiero dedicar esta investigación a mi madre, quien en silencio hizo la parte más importante de mi vida, formarme en valores, darme amor incondicional en todos los aspectos, motivarme para luchar por mi sueño. A mis compañeros de estudio, docentes y amigos, miles de gracias, ya que con su apoyo fue posible realizar este trabajo.

Con todo el cariño del mundo les dedico estas palabras.

Melvin Vásquez Oblitas

Agradecimiento

A Dios, al único e inconmensurable que me acompaña siempre, quien cada día me regala aliento de vida, que, sin Él no fuera quien soy, vaya a Él mis infinitas gracias.

También, mis más sinceros agradecimientos a la Universidad César Vallejo, a los docentes y a la plana administrativa por brindarme el apoyo necesario en la etapa de formación profesional, logrando con ello, que objetivos y deseos de desarrollo profesional sean hoy realidad.

Melvin Vásquez Oblitas

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Diseño de investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población y muestra.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	18
3.5. Metodología para analizar datos.....	20
3.6. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS	21
4.1. Determinar la máxima demanda hídrica necesaria para los productos que se siembran en el fundo Guevara.....	21
4.2. Evaluar el potencial de radiación solar en el lugar estudiado.....	24
4.3. Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer con agua el fundo Guevara en el caserío Humedades.....	26
4.4. Realizar el análisis económico del proyecto usando el TIR y el VAN.....	35
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 1. Fuente de potencia	4
Tabla 2. Eficiencia alcanzada	9
Tabla 3. Estudio muestral.....	17
Tabla 4. Cuadro operacional	18
Tabla 5. Técnicas e instrumentos.....	18
Tabla 6. Referencia en consumo	21
Tabla 7. Cuantía en consumo	21
Tabla 8. Periodos de crecimiento	22
Tabla 9. Agua total requerida	23
Tabla 10. Cantidad hídrica en beneficio del Fundo Guevara	23
Tabla 11. Evaluación de la potencia solar en el lugar de investigación	24
Tabla 12. Mediciones realizadas con Solarímetro in situ.....	24
Tabla 13. Número de medidas con Solarímetro a lo niveles de radiación solar	25
Tabla 14. Coeficiente de HAZEN - WILLIAMS.....	27
Tabla 15. Materiales a usar en la succión de agua.....	27
Tabla 16. Materiales a usar para la salida de la bomba.....	28
Tabla 17. Materiales donde se identifica la mayor pérdida	28
Tabla 18. Estimación en equipamiento	35
Tabla 19. Presupuesto de servicio	36
Tabla 20. Estimación general en soles	36
Tabla 21. Tierra libre para cosecha.....	36
Tabla 22. Ingreso económico por año.....	37
Tabla 23. Gasto total de siembra y cosecha al año.....	38
Tabla 24. Propuesta de evaluación económica.....	39
Tabla 25. El VAN y el TIR	40

Índice de figuras

Figura 1: Las fuentes de energía	1
Figura 2: Ciclos de luz solar.....	8
Figura 3: Rendimiento máximo	10
Figura 4: Cadena eléctrica.....	11
Figura 5: Etapas de diseño	12
Figura 6: Niveles de radiación solar	25
Figura 7: Requisitos de módulo.....	33

Resumen

En esta investigación, desarrollamos el tema diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer la demanda hídrica al fundo Guevara en el distrito de Salas, que tiene como objetivo principal diseñara un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer la demanda hídrica al fundo antes mencionado.

Asu vez, se hace uso de las metodologías del VAN y del TIR para determinar la fiabilidad del proyecto, ya que, según los antecedentes y estudios previos, se busca dar solución a la problemática que enfrenta las personas del fundo Guevara por la dificultad que demanda llevar energía eléctrica a dicha zona, lo cual afecta la calidad de vida de las personas. En ese sentido, se pretende aprovechar una de las fuentes de energía natural sustentable en el tiempo y que debe ser aprovechada por el hombre para cubrir sus necesidades y actividades diarias, esa fuente es la energía renovable, es decir, el agua, lo cual se aprovechará para llevar a cabo la investigación.

De esta manera se justifica en parte el desarrollo de la presente tesis. Por lo tanto, se concluye el trabajo de investigación es económicamente factible ejecutar en bien del fundo Guevara con un monto aproximado de S/. 121,137.44 (ciento veintiún mil ciento treinta y siete soles con cuarenta y cuatro céntimos).

Palabras claves: Paneles, bombeo, baterías, viable.

Abstract

In this research, we developed the topic of photovoltaic pumping design to supply the wáter demand to the Guevara country state in the Salas district, whose main objective is to design a photovoltaic pumping system to supply the wáter demand to the country stated mentioned above.

At the same time, use is made of the VAN and TIR methodologies to determine the reliability of the Project, since, according to the background and previous studies, it looking for to provide a solution to the problema faced by people in the Guevara country state to the difficulty of bringing electrical energy to that área, which affects the quality of life of people. As such, it is intended to take advantage one of the natural sources of energy that is sustainable over the time and that must be used by man to cover his daily needs and activities, that source is renewable energy, in means, the wáter, which Will ve to take advantage of the investigation.

In this way, the development of this tesis is partially justified. Honce, it is concluded that the research work is economically feasible to carry out for the good of the Guevara country state with an approximate amount of S/. 121,137.44 (one hundred twenty-one thousand one hundred thirty-seven soles and forty-four).

Keywords: Panels, pumping, batteries, viable.

I. INTRODUCCIÓN

En esta investigación, desarrollamos el tema la demanda Hídrica en el fundo Guevara - Salas. A través de la información adjunta y siguiendo los indicadores de dicha investigación, encontramos que hay dos fuentes de energía sustentables para que el hombre, de acuerdo a sus necesidades utilice en sus actividades diarias, estas son las energías renovables y no renovable, sean estas, producto de fenómenos físicos o químicos ilimitados o limitados (Lamana, 2018). En ese sentido, dichas energías se sustentan según el fin para el cual será está destinado. Como podemos observar en la (figura 1) las fuentes que generan energía que han sido utilizadas para el consumo en el 2014.

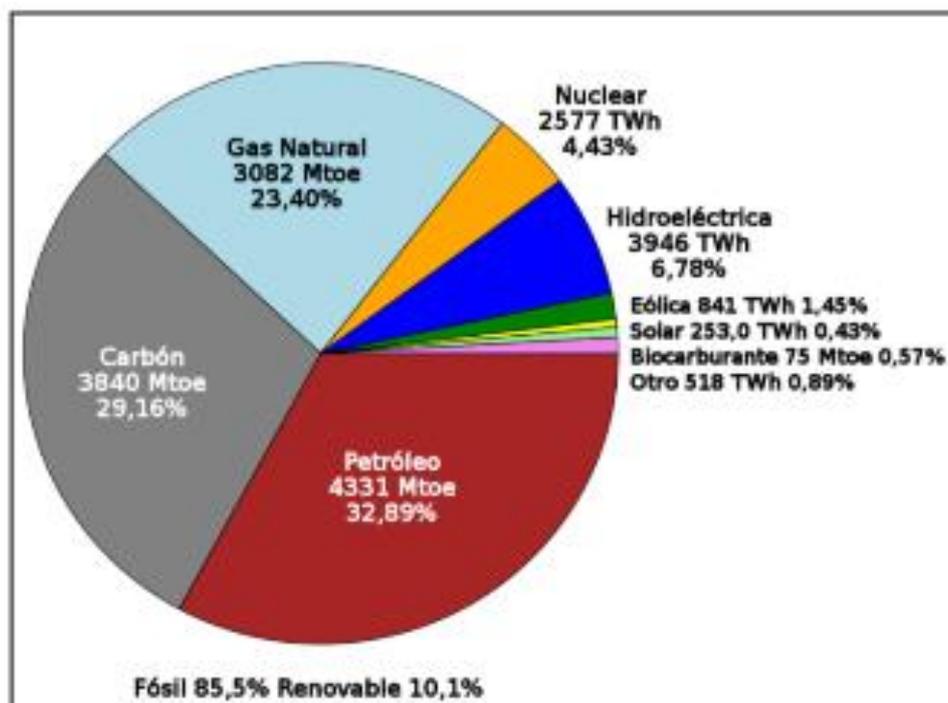


Figura 1: Las fuentes de energía

En esa misma línea, las energías renovables son la fuente de la naturaleza inagotable que está al servicio de humanidad produciendo energía de manera continua y fácilmente generada, convirtiéndose en un medio de solución para la ejecución de distintas actividades del ser humano (Lamana, 2018). Dentro de la energía renovable que el hombre ha convertido como un medio para realizar un fin, destacan las energías hidráulica, eólica, geotérmica, de biomasa y energía solar.

Esta última, los últimos años es la alternativa predilecta en ser aplicada en diferentes actividades domésticas, en el área industrial y en el campo de la agricultura. Pues, en este último campo por mencionar uno de los usos comunes es el bombeo de agua (Lamana, 2018). De este modo, se justifica la contribución de tecnologías como alternativa de solución a los problemas que enfrenta el área agropecuaria, y desde esta convertirse en alternativa de desarrollo social.

II. MARCO TEÓRICO

En todo el mundo, encontramos consecuencias que dejan los problemas que enfrenta las sociedades agrícolas, entre ellas según estudios, Colombia es uno de los países que sufre consecuencias negativas en la producción agrícola, producto de incendios forestales y que debido a la escasez de precipitaciones sufre el desabastecimiento y racionamiento de agua, pero los que más sufren las consecuencias son las zonas que se encuentran aisladas. Por falta de servicios eléctricos no es posible mejorar la agricultura, ese sentido, también afecta el desarrollo de la región (Landaeta & Suarez, 2017).

Por eso, ante esta problemática se han planteado alternativas con el fin de energizar localmente para los que viven en la ZNI, pero cumpliendo ciertos criterios que sean sostenibles ambientalmente y tengan una viabilidad económica que permitan introducir nuevos suministros que puedan atenuar fenómenos naturales y fruto de las acciones negativas del hombre afecta la vida del mismo, la flora o fauna regional (Landaeta & Suarez, 2017).

Un caso específico que puede aprovechar dicha energía es Córdoba, por su misma situación geográfica que cuenta con una irradiancia media. Con ello, se busca generar electricidad con energía solar para el sector de manera sostenible económicamente fiable en el tiempo (Arrieta y Puello, 2015).

En cuanto al diseño, se priorizó el factor ambiental y las condiciones de este. Por eso, es importante saber cuan efectiva es la propuesta; es decir, si con esta se logra minimizar el problema en los horarios más críticos (Kazem, Al – Waeli, Chaichan, A – Mamari y Al – Kabil, 2016). En ese sentido, nace la preocupación medioambiental y el alza significativa de la fuente energética. Por eso, se propone un nuevo sistema que es parte de la naturaleza que no contamine al medio ambiente y que es de uso variado en la actualidad (Bakelli, Arab y Azoui, 2017).

El SF se clasifica según el modo que lo compone, y son los sistemas independientes o que están ligados. Los segundos, originan energía directa a la planta de abastecimiento. En ese sentido, también es importante porque la instalación es fácil no solo en una casa sino también en grandes plantas (Meah, Ula y Barrett, 2018). Para ello, se debe utilizar convertidores que respondan procedimientos específicos de acuerdo a las necesidades, y a pesar que la red esté apagada pueda suministrar energía. Los sistemas conectados en la actualidad son alternativas de solución tanto para gobiernos como para las áreas industriales (Mishra y Singh, 2018).

También, se ha adoptado un método tradicional que cuenta tanto con cisterna como batería y otro sin dichos componentes. Si se usa el sistema tradicional se tendrá que asumir un costo adicional, en este caso, para que hay un paralelismo exacto se añadió un propulsor que inicie en la línea, pero no del mismo abastecedor (Al-Toobi *et al.*, 2017). Pues, el análisis debe consistir en un paralelismo adecuado entre un método y otro para que se tome la decisión idónea.

Por otro lado, el regadío se realizó cuando era muy desfavorable, pero tanto el aseo como el enfriado fue efectuado a las nueve de la mañana y a la una de la tarde. De los tres sistemas, el sin pilas y tanque produce menos costo. Sin embargo, es necesario proteger y controlar el método que está en uso. La decisión que se tome debe corresponder a las necesidades humanas como se resalta en la investigación de Al-Karaghoul & Kazmerski (2017) quienes realizaron una investigación sobre la necesidad de electricidad de las zonas rurales en el sur de Irak, proponiendo un sistema solar fotovoltaico para alimentar a una clínica, los resultados según ellos fueron favorables en comparación a otros métodos, de donde afirman que el costo inicial, el costo actual neto del sistema generador y el costo de la electricidad son de US \$ 4,500, US \$ 352,303 y US \$ 1.332/kWh, respectivamente. Concluyendo que el uso del sistema FV está justificado por razones humanitarias, técnicas y económicas.

Asimismo, según AL-Smairan (2018) hay una necesidad de preguntar si la cantidad de agua que se dispone y la capacidad de acceder es idónea en los países en desarrollo, en ese sentido dice que la energía renovable, es decir la solar, puede desempeñar un papel en el suministro de agua segura en Jordania

Badía, donde casi el 80% del área total de Jordania. Él realiza una comparación en cuanto a la rentabilidad y el valor actual (PVC) para la elevación económica del suministro de energía para sistemas de bombeo en áreas muy alejadas en el norte de Badía, Jordania, mediante dos sistemas de suministro de energía diferentes, el fotovoltaico y el motor Diesel. Es menester, ir afianzando y aclarando la propuesta de esta investigación a través de estos trabajos en otros países, con ello los argumentos consolidan el método que se propone aplicar en el fundo Guevara. Por ello, es necesaria la objetividad basada en función de la probable rentabilidad (Bakelli & Kaabeche, 2019).

Por otro lado, la exploración acuífera necesita utilizar. En ese sentido, la solución tecnológica convencional es desfavorable, por eso se ha identificado los parámetros financieros y de confiabilidad para la optimización del tamaño tecnoeconómico del método FV y se ha discutido diferentes técnicas de optimización (Rawat *et al.*, 2016).

A nivel nacional

Según OSINERGMIN (2016) el escaso servicio eléctrico unido a la ausencia de otras necesidades como infraestructura, impide desarrollar la economía, lo cual se convierte a la vez en obstáculo de mejora en los estándares de vida del peruano de a pie.

Tabla 1. *Fuente de potencia*

Fuente	Potencial	Aplicación
Hidroeléctrica	69 445 MW	Electricidad
Solar	Radiación media diaria: 250W/m ²	Electricidad, calor
Eólica	22 450 MW	Electricidad
Geotérmica	3000 MW	Electricidad, calor
Bioenergía	177 MW (biomasa) 5151 MW (biogás)	Electricidad

A nivel local

La región en la cual se realiza la investigación, tiene muchos poblados que no cuentan con energía eléctrica, por la geografía agreste que presentan las localidades, convirtiéndose en atraso en comparación a las que sí cuentan con acceso a la electricidad como las grandes ciudades. Por ello, se busca alternativas seguras que solucionen y contribuyan en soluciones inmediatas, es

por esta razón que se ha planteado realizar esta tesis buscando solucionar de manera sostenible dicha problemática. El Fundo Guevara se encuentra en el caserío de Humedades en el distrito de Salas, departamento de Lambayeque. Este fundo no puede extender sus cultivos ya que no cuenta con energía eléctrica que permita el funcionamiento de las electrobombas, lo que limita la producción de buena calidad para su exportación.

El caserío Humedades, distrito de Salas, departamento de Lambayeque, la mayor cantidad de la población está abocada a la agricultura, para ello se quiere abastecer del líquido elemento al fundo Guevara, anhelo de muchos y necesidad de todos para realizar el riego del terreno agrícola.

Trabajos previos

Según Lamana (2018) para elegir un proyecto en base a la energía renovables primero se debe definir los módulos fotovoltaicos, luego seleccionar el regulador que tenga capacidad de soportar la máxima corriente, tensión y potencia de entrada y salida con lo cual controle el óptimo funcionamiento de la boba sumergible. Además, es necesario conocer la mínima distancia entre los módulos y posibles elementos sombreados sobre ellos. En ese caso, deben instalarse cerca al pozo de obtención de agua subterránea siempre que no haya cultivos. En ese mismo año, Peralta dice que los sistemas fotovoltaicos mejoran eficientemente en generación del campo magnético.

Por otro lado, Gil (2018) dice que las energías renovables actualmente se están potenciando y según sea el caso de cada zona y sus condiciones climáticas se presenta como alternativa para alcanzar un propósito. Para ello, ha estudiado y aplicado metodologías en base a los costos instalados según estudios previos, en ese sentido se presenta como alternativa más favorable, para tal fin propone módulos fotovoltaicos de 3,340 kilovoltio conectados a un único inversor. Es así que con dicha medida se reduce costos a mitad de precio y se recupere en corto tiempo, esto hace que la instalación sea viable económicamente.

Asimismo, para la elección del sistema se tiene que tener en cuenta cuánto es el consumo diario y la potencia del equipo listo para su funcionamiento. Además, se debe conocer la data de rayos de sol en promedio por mes como lo indica la NASA, el uso de cable autoportante tanto para los vanos con y sin

alumbrado. Por otro lado, para el sistema de bombeo de agua se debe elegir una bomba sumergible, la cual será suministrada de energía eléctrica por medio de paneles solares; por último, el factor económico debe ser favorable (Ventura,2018).

Según Giraudy, Massipe, Rodríguez R., Rodríguez G., & Vásquez (2014) dicen que se debe aprovechar todo aquello que ya existe, explotar la energía renovable, opción que será sostenible en el tiempo.

Vileta y Fraidenaich en el 207 coinciden también en que el método fotovoltaico es la mejor opción para la distribución de agua a las comunidades que viven muy alejadas. Para sustentarlo consideran establecer una relación entre la capacidad de bombeo, el tamaño del reservorio y la demanda de agua. Además, se debe contar con una metodología en la que se pueda describir las curvas haciendo uso como herramienta primordial la curva que caracteriza al sistema en cuanto a la relación establecida entre ellas. También se debe analizar la influencia del nivel mínimo de radiación solar recolectado considerado necesario para que el sistema comience a operar en el nivel más desfavorable.

En esa misma línea, Campana et al., en el 2018 dijeron que la exploración de la energía solar por medio del sistema FV es solución para bombear agua utilizado en el riego, cuyo diseño depende de lo que se estime según los requisitos de agua de cultivo y de la utilidad que se le va a dar a la tierra, debido a que la demanda de agua siempre varía en épocas de riego y por supuesto, la irradiación solar cambia de vez en cuando. Para ello, es necesario realizar simulaciones dinámicas para que el diseño sea óptimo y tenga éxito. Hay que considerar también, la combinación de la demanda de agua, la energía solar fotovoltaica y el bombeo con la finalidad de reducir la cumbre de potencia y elegir los dispositivos acordes desde la perspectiva técnica y económica.

Por eso se ha establecido la cuantía de agua que se usa en el cultivo gira en torno a la cantidad de energía que provea la matriz FV, siempre y cuando se cumpla con el requerimiento de riego de agua de cultivo. En ese sentido, el uso del enfoque PVOI reducirá costos de inversión y ahorro de agua, esto significa lo importante que es en áreas con escasez de agua (López, Reza y Martínez, 2017). Este tipo de alternativa atrae a quienes se dedican a investigar con la finalidad de contribuir y hacer que los sistemas sean más eficientes y rentables, satisfaciendo

así, la necesidad de bombeo de agua tanto para el ser humano, ganado y riego. Por otro lado, no se debe limitar la investigación sobre SPVWPS (Sontake y Kalamkar, 2016).

El SPVWPS tiene distintos componentes agrupados de forma mecánica, eléctrica y electrónica. Dichos componentes tienen diferentes construcciones (Chowdhury, Sadrul y Stoke, 2016). En los anteriores estudios no se ha elaborado sino queda indicado, con ello se puede concluir que en la década de 70-80, solo se centraban en la termodinámica, es por ello que se debe revisar siempre la literatura de investigadores comprometidos y conocedores del este tipo de energía, ya que es un derecho de muchos contar con servicios básico para el desarrollo integral (Clark y Vick, 2017).

En cuanto a la filtración del agua, este ocasiona que el motor se queme y requiera reemplazo, por eso, en el año 2016, Bione, Vileta y Fraidenraich dijeron que el bombeo fotovoltaico con seguimiento solar es una alternativa para reducir costos de volumen de agua bombeada. En ese sentido, la cavitación es un problema frecuente en las bombas que son montadas en la superficie. Entre las desventajas tenemos las pérdidas de potencia en los cojinetes del eje, y por ende también el alto costo, independientemente de la situación climática (Bione, Vileta y Fraidenraich, 2016). Por eso, conviene hacer tres tipos de seguimiento, manual, pasivo y automático. Los módulos fotovoltaicos se montan encima de estructuras metálicas con diseño y resistencia adecuada (Yu, Liu J., Wang y Liu M, 2017).

Veamos cómo llega la luz a la tierra, pues llega a partir de reacción nuclear los cuales son llamados fotones (luz), en cuanto haya conexión atmosférica - superficie terrestre. La acción del sol es dar vida en la tierra para que sea equilibrado en combinación de frío y calor, hace que la flora crezca y tenga vida, que solo las bacterias podrían existir sin la acción de este. Es así que, la energía es acción directa del sol. Así mismo, combustibles fósiles se forman de la flora antigua quienes nacieron por acción del sol. La energía eólica e hidráulica se generan por acción solar. El uso de esta tecnología atrae porque las curvas de generación y consumo están bien adaptadas en épocas de mayor radiación y productividad son de mayor consumo de agua, y no es necesario emplear acumuladores electroquímicos para almacenar energía y dotar de autonomía al sistema (Perpiñan, 2013).

El resultado del método

La función principal es recoger y transformar los rayos del sol en corriente eléctrica, para ello cuenta con la energía solar como fuente inagotable y se encuentra en todo el mundo sin dependencias externas de ningún tipo, siendo, además la más potente con la que cuenta la humanidad (Mesa, Escobar & Hincapié, 2009).

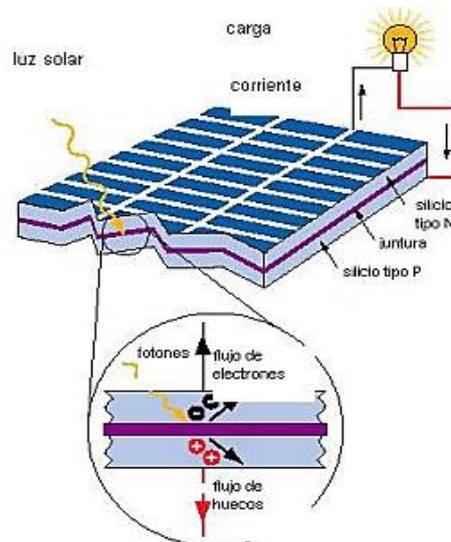


Figura 2: Ciclos de luz solar

En el siguiente cuadro se puede observar la eficiencia alcanzada en diversos tipos de celda.

Tabla 2. *Eficiencia alcanzada*

Tecnología	Simbolo	Características	Eficiencia de celdas en laboratorio(%)	Eficiencia típica en módulos comerciales (%)
Silicio monocristalino	sc - Si	tipo oblea	24	(13-15)
Silicio policristalino	mc - Si	tipo oblea	19	(12-14)
Películas de silicio cristalino cobre cerámica	f - Si	tipo oblea	17	(8-11)
Película de silicio cristalino sobre vidrio		película delgada	9	
Silicio amorfo (incluye tandems silicio - germanio)	a - Si	película delgada	13	(6-9)
Diseleniuro de cobre - indio / galios	CIGS	película delgada	18	(8-11)
Telurio de cadmio	CdTe	película delgada	18	(7-10)
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO2 sensibles a la humedad)		película delgada	11	
Celdas tandem de alta eficiencia	III - V	tipo oblea y película delgada	30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III - V	tipo oblea y película delgada	33 (tandem) 28 (solo)	

Sistemas Fotovoltaicos Aislados

Según Pareja (2010) considera que este sistema es auto abastecedor, pero para que este sistema siga funcionando debe almacenar energía en baterías con el fin de utilizarlo cuando esté nublado. Solo así se prevé de energía estable. Para eso existe un regulador de carga que vigile por si haya inconvenientes que afecte el funcionamiento. De esta manera se asegura la vida útil y abastecer así a los lugares de acceso difícil y es muy caro llevar una red eléctrica. Con ello se coopera con los seres humanos, se elimina la contaminación de en diferentes campos.

Componentes de un Sistema Fotovoltaicos Aislados

✓ **Módulos Fotovoltaicos**

Según Pareja (2010) la principal función del módulo es proporcionar energía.

✓ **Regulador de Carga**

Este es encargado del control de proceso de cargar y descargar batería, cuya acción es: evitar sobrecarga e impedir sobre descarga de

batería cuando la luz es deficiente y asegurar que funcione el sistema eficientemente.

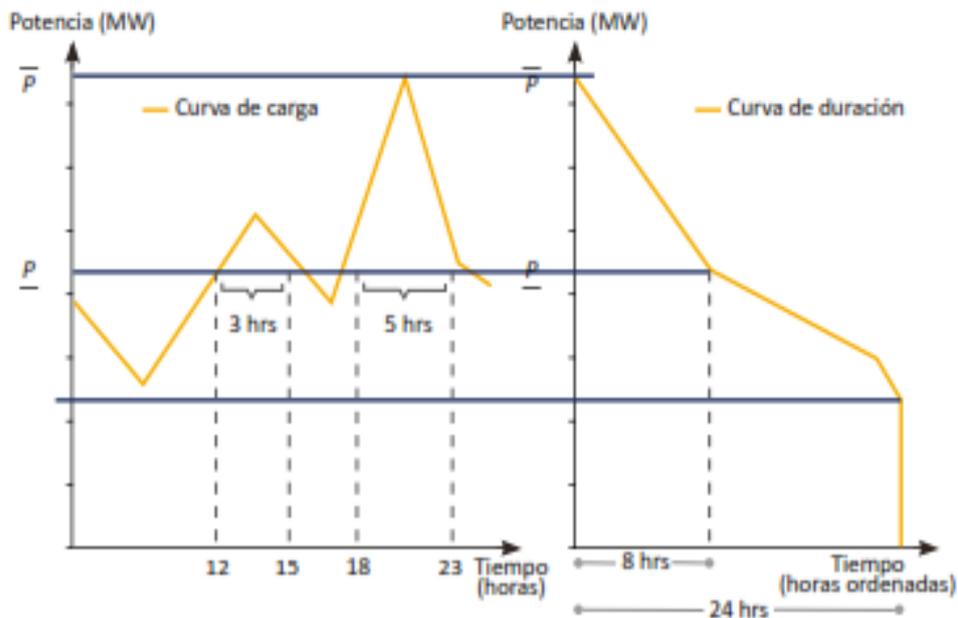
✓ **Acumulador de energía**

La energía que produce es variada y para evitar que sea negativo se necesita la inclusión de acumuladores eléctricos o baterías.

✓ **Convertidor**

Tiene como función alertar la tensión en sus diversas clases.

Según OSINERGMIN (2016), en relación a la **electricidad** dice que la energía eléctrica se mueve mediante una fuerza se denomina voltio (V) hasta llegar a la intensidad de corriente que es medida por el amperio. Por otro lado, la demanda es la que se encarga de registrar el comportamiento variable a lo largo del día. En la imagen (3) se observa un esquema conocido como curva o diagrama de carga, donde se identifica los periodos de baja o alta de las horas punta o fuera de ella.



Nota. \bar{P} representa la máxima demanda del día, mientras que \underline{P} representa la demanda promedio de potencia histórica.

Figura 3: Rendimiento máximo

Sistemas eléctricos

Así mismo, la oferta eléctrica está bajo concesión de las empresas distribuidoras y hacer llegar al destino final mediante la acometida como se ve en la imagen siguiente.

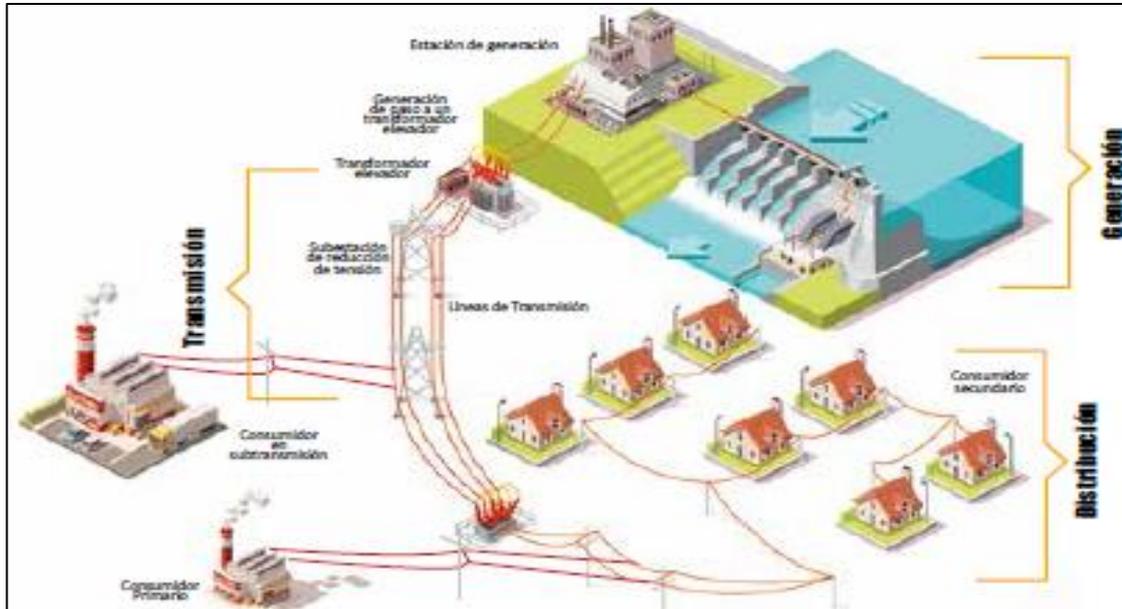


Figura 4: Cadena eléctrica

Según Budynas & otros (2008) dicen que **el diseño mecánico** es complejo por eso se necesita subdividir en tareas simples. Para diseñar se debe planear con el fin de resolver un problema cuyo producto sea funcional, seguro, confiable, competitivo, útil que pueda ser fabricado para su respectiva comercialización. Por eso mismo, es necesario tomar decisiones adecuadas y que el ingeniero que diseñe debe sentirse cómodo. Por otro lado, **las fases** se inician en función al estudio, para ello se necesita de creatividad e intuición porque hay una diferencia entre identificar una necesidad e identificar un problema. El problema es más específico debiendo contar con todos los detalles del objeto a diseñar. Pues los detalles definen el costo, la cantidad de manufactura, la vida esperada, etc.

Es por ello, Budynas (2008) dice, además que es necesario realizar síntesis a un esquema, al cual se denomina diseño del concepto. Siendo el primer requisito e idóneamente para realizar una síntesis. Si el esquema progresa, se debe analizar con el fin de evaluar si el desempeño satisface las expectativas, y si lo es, qué desempeño tendrá, pero siempre se debe revisar y mejorar.

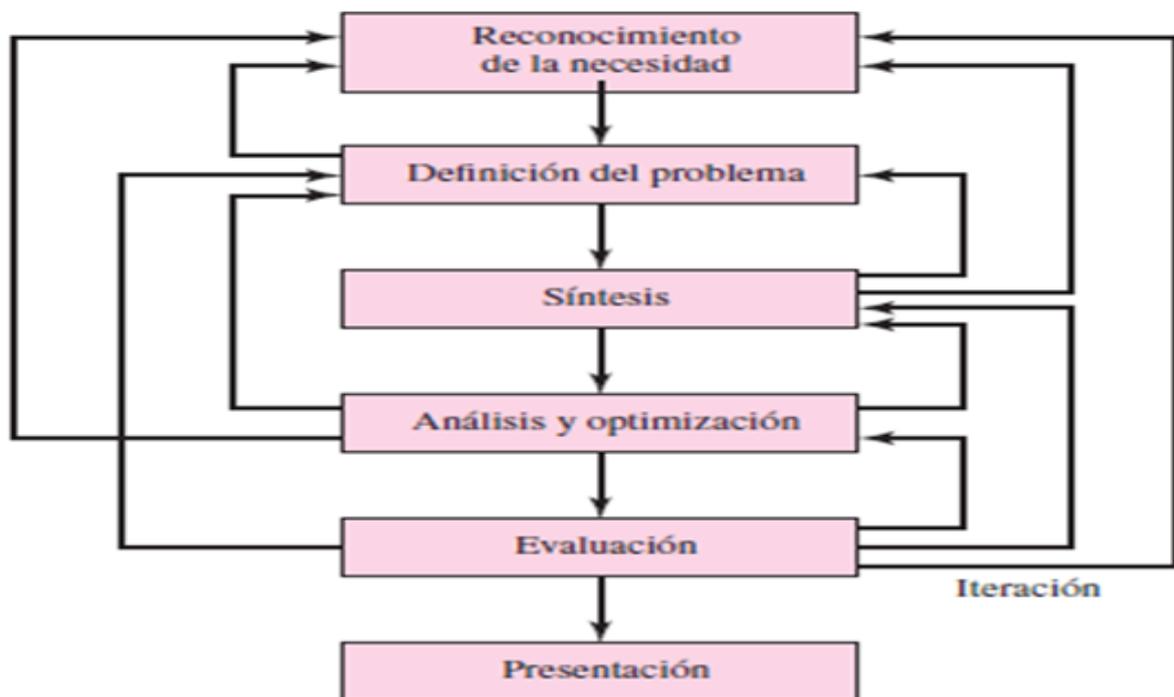


Figura 5: Etapas de diseño

Fuente: Budynas, 2018

Así es como se debe establecer los procesos de síntesis, revisar una y otra vez incluso, cada componente hasta obtener el resultado final de síntesis del sistema hasta poner en marcha. Es importante conocer la necesidad, definir el problema, realizar una síntesis, realizar un análisis y optimización, evaluar y finalmente presentarlo.

Ahora bien, para realizar un bombeo de agua se necesita energía suficiente. En la actualidad de debe renovar tecnología, mejorar la manera de usar energía natural, incluso, en periodos de baja radiación, de esta manera se podrá dejar atrás las limitaciones y administración obsoleta en cuando a la demanda de energía (Mohammedi, Rekioua y Mebarki, 2018).

En la actualidad, la nueva tecnología se ha generalizado, especialmente en beneficio de la agricultura con instrumentos que permiten tanto el abastecimiento agua como mejorar la calidad de riego. En ese sentido, el estudio realizado por Vasconcelos y Aguirre sobre energía solar fotovoltaica es técnica y en dicho

análisis muestran el aumento en su uso y la importancia que está alcanzando la demanda en todo el mundo. Para ello, se debe crear conciencia sobre los beneficios, incentivar la investigación sobre el desarrollo de nuevas tecnologías buscando potenciar la cobertura eléctrica para todos (Vasconcelos y Aguirre, 2017).

Las pérdidas de energía en un motor DC convencional ocurre por falta de estabilidad. Por eso, se propone mejorar la perturbación y observación en el tamaño del paso con la finalidad de reducir la fluctuación de potencia fotovoltaica en el estado estable, además, si se acelera la operación de cambios necesarios de irradiación se logrará proteger las caídas de carga. De esta manera, los resultados muestren el excelente rendimiento del esquema de control, mejor que el basado en técnicas convencionales. En ese sentido, el rendimiento será óptimo (Talbi, Krim, Rekioua, Mekhilef, Laib y Belaout, 2018).

Veamos lo que sucede si comparamos el rendimiento de métodos. Los resultados muestran que el algoritmo P & O es el método MPPT más adecuado, por lo que se ha seleccionado para el control del convertidor CC-CC en la instalación de bombeo. Con este método de riego será más efectivo, es decir, más eficiente. Finalmente, para tratar el rendimiento de una implementación distributiva de MPPT se ha comparado con un único MPPT para mejorar en el rendimiento de bombeo (Yahyaoui, Chaabene y Tadeo, 2016). Se ha desarrollado muchos métodos para determinar el punto de máxima potencia y para maximizar la eficiencia del bombeo PV, han aplicado tres métodos de seguimiento como son: el controlador de lógica difusa adaptativa (AFLC), el controlador de lógica difusa (FLC) y el Perturb and Observ clásico (P & O), para eso se necesita igualar sistemas (Serir, Rekioua, Mezzai y Bacha, 2016).

La preocupación de pobladores de regiones sin litoral es la falta de suministros de agua. Por eso, el bombeo de agua haciendo uso de la energía solar fotovoltaica será más adecuada, de modo que se aprovecharía la luz solar de las regiones y la disponibilidad de agua de los acuíferos subterráneos (Ksentini y Azzag, 2019).

En otros estudios, se ha determinado ajustar la corriente de campo, ya que el motor está obligado a seguir el trayecto de potencia máxima del PVG, es decir, la potencia de entrada debe ser igual a la potencia de salida máxima en cualquier

radiación solar, es así como se debe relacionar la corriente de campo con el nivel de insolación que se dispone en cada región (Akbaba, Qamber y Kamal, 2018).

Según Navarrete (2019) en su investigación dice que la confección e implementación fotovoltaica es necesario, con este se asegura un adecuado uso de equipos, además almacenar datos adecuados que se utilicen en calcular eficientemente el panel. Sin embargo, advierte que es desfavorable económicamente abastecer cuando llueve, lo cual generaría una pérdida de todo lo invertido. Aun así, es importante contar con nueva tecnología (Mosa, Shadmand y Abu, 2017).

Por otro lado, Cruz (2012) dice que la energía Fotovoltaica es renovable y de suma importancia en áreas inaccesibles y sin energía estándar. Además, es accesible y se presenta como opción de solución en aquellos lugares que no cuentan. A corto y mediano plazo es muy buena, para ello se necesita programas de capacitación tanto a nivel técnico o profesional, pero también se necesita políticas claras por parte del Estado sobre la utilización de energías renovables. Con esta investigación se apunta a que haya más investigadores sobre el tema con la finalidad de capacitar sobre la importancia que tiene el uso de este tipo de energía.

Otro aporte se encuentra en la investigación de López (2019), quien manifiesta la importancia del estudio y conocimiento del lugar cuyas características sean apropiadas donde se implementará el sistema fotovoltaico. Estas van a permitir aprovechar el máximo de los rayos del sol que no tenga sombra, lo cual requerirá sumar estructura que optimice el declive de los paneles fotovoltaicos. En cuanto al estudio económico, dice que utilizando una tasa de referencia del 10% se puede obtener un valor para el VAN de S/. 12 874,08 y el valor de la TIR es de 12%. En ese sentido se puede considerar que la propuesta es viable técnica y económicamente.

Por otro lado, toda tecnología requiere siempre contar con algoritmos que controle la alimentación de corriente a la red de distribución (Subudhi & Pradhan, 2018). Además de contar con un motor acorde a las necesidades del proyecto a ejecutar, considerando siempre la potencia efectiva sincronizada a las redes de distribución (Swain & Subudhi, 2017).

2.1. Formulación del problema

¿Es posible el abastecimiento de agua al Fundo Guevara del caserío Humedades, distrito de Salas diseñando un sistema de bombeo Fotovoltaico?

2.2. Justificación del estudio

2.2.1. Técnica

Su importancia radica en el abastecimiento de agua utilizando nuevas tecnologías, siendo en este caso, un respeto estricto a la normativa.

2.2.2. Económica

El estudio permitirá que el fundo Guevara cuente con agua que satisfaga la demanda hídrica, con lo cual podrá generar más productos y se verá beneficiado económicamente, además que el abastecimiento de agua con energías renovables resulta más económico.

2.2.3. Social

En este caso, mejorará la vida a los propietarios del fundo Guevara, al mejorar su producción. Contar con agua permanente permitirá beneficiar a otros pobladores cercanos a la región.

2.2.4. Ambiental

Los resultados se verán reflejados en el cuidado del medio ambiente porque va a permitir el abastecimiento de agua para satisfacer la demanda hídrica del fundo usando energías renovables, con lo cual no hay impacto negativo.

2.3. Hipótesis

Si es posible realizar un diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico que abastezca la demanda hídrica al fundo Guevara del caserío Humedades distrito de Salas.

2.4. Objetivos

General

- Diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer la demanda hidrica al fundo guevara en el caerio humedades distrito de salas

Específico

- Determinar la demanda hidrica maxima necesaria para los sembrios en el fundo guevara en el caserio humedades.
- Evaluar el potencial en la zona de estudio del fundo guevara.
- Diseñar el sistema de bombeo fotovoltaico que abaastezca de agua al fundo guevara en el caserio humedades.
- Realizar el analisis economico del proyecto usando el tir y van en el fundo guevara.

III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño de investigación

No experimental

Las variables pueden ser medibles mediante la observación de los fenómenos del clima, en la cual se inicia con la toma de datos de los rayos del sol, calculando tanto demanda hídrica máxima como documentación respecto a las variables en estudio, con los cuales se efectuará *el diseño de bombeo fotovoltaico para el fundo Guevara.*

Descriptiva

Se denomina así porque describe el problema sobre todo lo que se observa de manera natural, sin manipular la información.

Muestras estudiadas

Tabla 3. *Estudio muestral*

Muestras	Observaciones
Primera muestra	Primera observación
Segunda muestra	Segunda observación

Fuente: Propia

3.2. Variables y operacionalización

Independiente

- *Sistema de bombeo fotovoltaico*

Dependiente

- *Demanda hídrica (Caudal Máximo).*

Operacionalización de variables

Tabla 4. Cuadro operacional

<i>Variables</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Escala de medición</i>
Independiente:				
Sistema de bombeo fotovoltaico	de Componentes y equipos cuya función es aprovechar los rayos del sol para elevar con fuerza el agua al nivel deseado (Orbegozo y Ari vilca, 2010).	Es un tipo de tecnología que sirve para utilizar energía solar fotovoltaica, y de esa manera abastecer de agua al fundo Guevara para el cultivo de diversos productos.	Medir la cantidad de agua, altitud y potencia.	Caudal Amperio Kilovoltio
Dependiente:				
Cuantía de H ₂ O	Volumen de agua necesario con el cual se satisface una necesidad.	Es la cantidad de caudal que se necesita en el fundo Guevara para la siembra y otros usos.	Medir la cuantía de agua	Caudal

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población y muestra

3.3.1.1. Población

- Demanda hídrica del fundo Guevara para sus diversas actividades

3.3.1.2. Muestra

- Demanda hídrica del fundo Guevara para sus diversas actividades

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 5. Técnicas e instrumentos

<i>Técnica</i>	<i>Uso</i>	<i>Instrumento</i>
<i>La observación</i>	<i>Fijar el consumo de agua en el fundo Guevara</i>	<i>Ficha para registro de agua</i>

	<i>Captar radiación solar</i>	<i>Ficha de radiación solar</i>
<i>Entrevista</i>	<i>Establecer los futuros consumos de agua adicional proyectadas en el fundo Guevara</i>	<i>Entrevista hidráulica</i>
<i>Revisar documentoss</i>	<i>Seleccionar literatura</i>	<i>Ficha de revisión documentaria</i>

Fuente: Propia

3.4.1.1. Técnicas con las cuales se recolecta datos

La observación

Es aplicada con el fin de conocer los diversos métodos que serán necesarios cuando se diseñe el sistema fotovoltaico. Solo así se podrá contar con energía eléctrica para el sistema de bombeo, es así que uno de los métodos es efectuar el cálculo de agua requerido por el fundo Guevara, de ahí se calculará la demanda necesaria de energía para bombear agua, al mismo tiempo calcular el nivel de radiación solar existente.

Entrevista

Es una técnica personalizada entre el entrevistador y los entrevistados, con el objetivo de conocer las necesidades reales en el fundo Guevara en cuanto a demanda de agua para el riego se refiere y otros usos, de esta manera plasmar los requerimientos de energía eléctrica futuros.

Revisión documentaria

Está orientada a buscar indicadores de diseño necesarios para el sistema que genere energía solar fotovoltaica siguiendo la normativa actual.

3.4.1.2. Instrumentos para recolectar datos

Ficha para consumo

Por medio del presente se realizará el registro del consumo del líquido elemento de todo el fundo Guevara, mediante el cual se estipulará la energía necesaria que abastezca con agua; se efectuará de dos maneras: primero,

colocar datos generales y segundo registrar el consumo de agua por cada uno de las semillas a cultivarse.

Ficha para revisar documentos

A través de este instrumento se registra las ideas principales y el lugar exacto del archivo o documento que nos servirá tanto para consulta como complemento de la redacción de la tesis.

3.4.1.3. Validez

Los instrumentos fueron validados por los especialistas conocedores de dicho tema, quienes validaron todas las herramientas utilizadas para recoger la información y la parte metodológica empleada.

3.4.1.4. Confiabilidad

Todos los instrumentos planteados para medir las variables son legales, se ha seguido los parámetros que la universidad ha establecido para que la investigación arroje los resultados idóneos y confiables.

3.5. Metodología para analizar datos

Metodología aplicada para medir las variables se llevó a cabo haciendo uso de la metodología del VAN y el TIR, se ha seguido los parámetros que la universidad ha establecido para que la investigación arroje los resultados idóneos y confiables. También se ha hecho uso de tablas, en las cuales se muestran los resultados de cada etapa del desarrollo de la tesis.

3.6. Aspectos éticos

La investigación fue trabajada respetando la normativa establecida por la universidad, se buscó siempre la veracidad de los datos e información obtenida sea inalterable, por lo cual se cumplió se respetó procedimientos. Así mismo, se respetó las normas legales que protegen los datos evitando exponer a personas, es decir, se respetó la confidencialidad intelectual de la información y por lo tanto se respeta la originalidad de la información siguiendo las normas APA.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar la máxima demanda hídrica necesaria para los productos que se siembran en el fundo Guevara

Cálculo de requerimiento de agua por día

La cuantía de agua al día a bombear se obtiene sumando el consumo diario de agua que necesita una persona para asearse, alimento, etc., y para usos agrícolas, dependiendo del tipo de cultivo y la cuantía de tierra a irrigar, para nos sirve la siguiente referencia: según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia y la Organización Mundial de la Salud, sugiere consumir 20 litros al día por persona. Esta cantidad sería suficiente para cubrir las necesidades básicas de una persona.

Tabla 6. Referencia en consumo

Consumo referencial
Una persona consume 50 litros de agua al día

Tabla 7. Cuantía en consumo

Presentación	Cuantía	Litros de agua al día	Cantidad total de litros de agua al día	Cantidad total de Agua en m ³ /día
Personas	5	50	250	0.25
		Total		0.25
		Reserva 5%		0.013
		Cuantía general en m³/día		0.26

Fuente: Propia

Cálculo requerido

Para sembrío de maíz se usa un módulo de riego de siete mil metros cúbicos por hectárea convencionalmente, es decir, por goteo se consume de 3,000 a 3,500 m³ por hectárea, es por eso que se prioriza optimizar el recurso hídrico, pues solo se alcanza mediante tecnología, mediante tubería de PVC, con sus

respectivos goteros, filtros, reservorios, sistemas de tuberías, válvulas de todo tipo, etc.

Tabla 8. *Periodos de crecimiento*

Fase	Caracteres	Exigencia		
		Periodo Acumulado (días)	Surco (m ³ /ha)	Gota (m ³ /ha)
Sembrío	XX de Julio	0	240	118.8
Crecimiento	• 5 hojas	35	586	290
	• 8 hojas	50	463.8	229.5
	• 10 hojas	60	335.4	166
Floración	• Comienzo floral masculino (catorce h)	80	840.3	415.8
	• Floración femenina	90	506.1	250.4
	• Polinización de cuaje	105	1026.9	508.2
Llenado de grano	• Formación de grano	125	1523.1	753.7
	• Grano lechoso a grano dentado	135	801.2	296.5
Madurez	Madurez fisiológica	150	750	371.1
Cosecha	15 de enero	165		
	Total		7072.80	3500
Agua requerida en m³/ha			7072.80	3500

Fuente: Propia

En tabla (8) observamos las fases de proceso productivo de maíz, además el periodo de siembra y cosecha utilizado es de 165 días. Por otro lado, la cuantía de H₂O necesaria por goteo en un tiempo determinado.

Consumo total de riego por hectárea = 753.7 m³/ha

$$\text{Consumo hídrico por día} = 753.7 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \times \frac{\text{ha}}{20 \text{ días}}$$

Consumo hídrico por día = 37.7 m³/ha

Tabla 9. Agua total requerida

Detalle	Cuántía de terreno	H ₂ O en metros cúbicos diarios	H ₂ O en metros cúbicos diarios
Regadío para cultivar maíz	4 hectáreas	37.7	150.8
		Total	150.8
		Factor de seguridad 1.1	15.08
		Cuántía total H₂O	165.88

Fuente: Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra el total de agua requerido para el sistema hídrico que necesita el fundo Guevara.

Tabla 10. Cantidad hídrica en beneficio del Fundo Guevara

Detalle	H ₂ O en metros cúbicos diarios	Total de H ₂ O en metros cúbicos diarios
Cantidad de H ₂ O en beneficio del hombre	0.26	0.26
Cantidad de H ₂ O en beneficio de la agricultura	165.88	165.88
	Total	166.14
	Total de agua requerida en m³/día	166.14

Fuente: Elaboración propia

Según ello, el recurso hídrico requerido para el fundo Guevara es de 166.14 m³/día.

Considerando que se tiene 2 pozos correspondientes a 04 hectáreas por pozo de las mismas características, por eso se debe tener en cuenta en los cálculos que se van a realizar para la selección de la bomba; además en el dimensionamiento del sistema solar se tendrá presente el total del consumo hídrico, ya que será una sola planta solar para ambos sistemas de riego.

4.2. Evaluar el potencial de radiación solar en el lugar estudiado

La determinación del nivel de rayos del sol en el Fundo Guevara se ha realizado tomas de muestras con solarímetro marca AMBIENT WEATHER, modelo TM-206 siendo este debidamente calibrado (Ver Anexo N° 01).

El recojo de datos in situ fue efectuado durante un periodo de 15´ por medida en 10 días desde el 04/10/2019 al 13/10/2019, según el siguiente detalle:

Tabla 11. *Evaluación de la potencia solar en el lugar de investigación*

Intervalo de Recolección de Datos	Número de tomas de Niveles de Radiación Solar (w/m2)				
	1ª toma	2ª toma	3ª toma	4ª toma	5ª toma
6:00 a.m - 7:00 a.m	6:00 a.m	6:15 a.m	6:30 a.m	6:45 a.m	7:00 a.m
7:00 a.m - 8:00 a.m	7:00 a.m	7:15 a.m	7:30 a.m	7:45 a.m	8:00 a.m
8:00 a.m - 9:00 a.m	8:00 a.m	8:15 a.m	8:30 a.m	8:45 a.m	9:00 a.m
9:00 a.m - 10:00 a.m	9:00 a.m	9:15 a.m	9:30 a.m	9:45 a.m	10:00 a.m
10:00 a.m - 11:00 a.m	10:00 a.m	10:15 a.m	10:30 a.m	10:45 a.m	11:00 a.m
11:00 a.m - 12:00 m.d	11:00 a.m	11:15 a.m	11:30 a.m	11:45 a.m	12:00 m.d
12:00 m.d - 13:00 p.m	12:00 m.d	12:15 p.m	12:30 p.m	12:45 p.m	13:00 p.m
13:00 p.m -14:00 p.m	13:00 p.m	13:15 p.m	13:30 p.m	13:45 p.m	14:00 p.m
14:00 p.m -15:00 p.m	14:00 p.m	14:15 p.m	14:30 p.m	14:45 p.m	15:00 p.m
15:00 p.m -16:00 p.m	15:00 p.m	15:15 p.m	15:30 p.m	15:45 p.m	16:00 p.m
16:00 p.m -17:00 p.m	16:00 p.m	16:05 p.m	16:30 p.m	16:45 p.m	17:00 p.m
17:00 p.m -18:00 p.m	17:00 p.m	17:15 p.m	17:30 p.m	17:45 PM	18:00 p.m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. *Mediciones realizadas con Solarímetro in situ*

15/04/2019	Numero de Mediciones con Solarímetro de Niveles de Radiación Solar (w/m2)					Promedio
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	
06:00 am - 07:00 am	5	7	12	19	17	12.00
07:00 am - 08:00 am	17	66.9	56	34.6	25.5	40.00
08:00 am - 09:00 am	25.5	32.9	23.5	11.3	12.3	21.10
09:00 am - 10:00 am	12.3	341	108	780	683	384.86

10:00 am - 11:00 am	683	825	726	647	538	683.80
11:00 am - 12:00 mm	538	536	417	475	339	461.00
12:00 mm - 01:00 pm	339	337	420	310	247	330.60
01:00 pm - 02:00 pm	247	36	305	177	172	187.40
02:00 pm - 03:00 pm	172	167	125	81	104	129.80
03:00 pm - 04:00 pm	104	610	72	85	83	190.80
04:00 pm - 05:00 pm	83	148	121	70	97	103.80
05:00 pm - 06:00 pm	97	56	50.2	30.4	12.7	49.26

Fuente: *Elaboración propia*

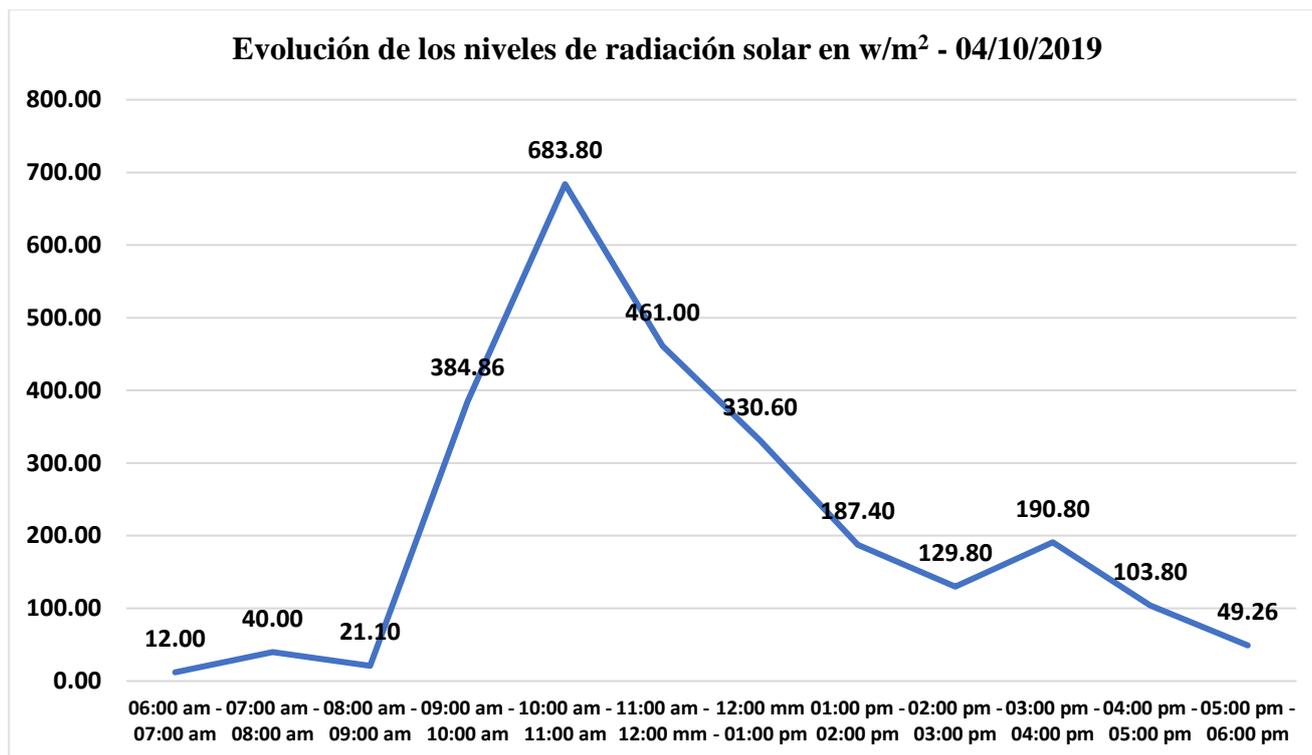


Figura 6: Niveles de radiación solar

Tabla 13. *Número de medidas con Solarímetro a lo niveles de radiación solar*

05/10/2019	Numero de Mediciones con Solarímetro de Niveles de Radiación Solar (w/m ²)					Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	
06:00 am - 07:00 am	12	14	18	20	22.3	17.26
07:00 am - 08:00 am	22.3	53	66	172	114	85.46
08:00 am - 09:00 am	114	110	292	59	139	142.80
09:00 am - 10:00 am	139	205	270	266	278	231.60
10:00 am - 11:00 am	278	290	178	278	320	268.80
11:00 am - 12:00 mm	320	380	410	367	321	359.60
12:00 mm - 01:00 pm	321	477	364	348	434	388.80
01:00 pm - 02:00 pm	434	248	223	179	151	247.00

02:00 pm - 03:00 pm	151	183	240	176	127	175.40
03:00 pm - 04:00 pm	127	51	137	100.5	97.1	102.52
04:00 pm - 05:00 pm	97.1	66.5	110	92	106.9	94.50
05:00 pm - 06:00 pm	106.9	78.7	44.3	34.6	13.9	55.68

Fuente: *Elaboración propia*

4.3. Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer con agua el fundo Guevara en el caserío Humedades

El nivel mínimo de radiación solar es 2.10 kwh/m², que para efectos de cálculo se debe tener en cuenta al momento de dimensionarlo.

Bomba seleccionada

Al requerir un total de 166.14 m³/día, tomando en cuenta que se posee 2 pozos, 04 hectáreas por pozo de las mismas características, el periodo de trabajo de la bomba será de 9 horas diarias, por lo tanto, se concluye que el consumo hídrico correspondiente para la selección de la bomba por pozo es de:

$$83.07 \frac{m^3}{día} \times \frac{un\ día}{9\ h} = 9.23 \frac{m^3}{h} \times \frac{una\ hora}{3600\ s} = 0.00256 \frac{m^3}{s}$$

$$9.23 \frac{m^3}{h} \times \frac{1000\ l}{1\ m^3} = 9230 \frac{l}{h} \times \frac{1\ h}{3600\ s} = 2.56 \frac{l}{s}$$

Calcular la altura de manómetro

Una vez hecho el cálculo requerido de H₂O se calculará la altura manométrica para la selección de bomba aplicando la siguiente fórmula:

$$H = 10,674 \times \left[\frac{Q^{(1,852)}}{C^{(1,852)} \times D^{(4,871)}} \right] \times L$$

Donde:

H: altura en metros

Q: caudal en metros cúbicos por segundo

C : constante PVC = 140

D : diámetro de tubería en metros

Tabla 14. Coeficiente de HAZEN - WILLIAMS

Material	Coefficiente 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

Pérdida de succión

Tabla 15. Materiales a usar en la succión de agua

Material	Cantidad	Longitud equivalente
Tubo de 2"	8m	8 m
Codo de 90° para 2"	1 unidad	1.58 m
Válvula Check	1 unidad	5.25 m

Fuente: Elaboración propia

Es así que $L = 8 + 1.58 + 5.25 = 14.83$ metros

$$H_{\text{succión}} = 10.674 \times \left[\frac{(0.00128)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.0545)^{4.871}} \right] \times 14.83$$

$$H_{\text{succión}} = 10.674 \times \left[\frac{0.00000439089}{9432.550132 \times 0.00000069982} \right] \times 14.83$$

$$H_{\text{succión}} = 0.106 \text{ m. c. a}$$

$$H_{estatica} = 4 \text{ m. c. a}$$

Tabla 16. *Materiales a usar para la salida de la bomba*

Material	Cantidad	Longitud equivalente
Tubo de 4"	8m	8 m
Tubo de 2"	8m	8 m
Codo de 90° para 4"	2 unidades	6.14 m
Tee de 4"	Una unidad	2.05 m
Codos de 2"	2 unidades	3.15 m

Fuente: Elaboración propia

Pérdida en tubería de 4"

De modo que $L = 8 + 6.14 + 2.05 = 16.19$ metros

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.00256)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.1084)^{4.871}} \right] \times 16.19$$

$$H = 0.015 \text{ m. c. a}$$

Pérdida en tubería de 2"

De tal manera que $L = 8 + 3.15 = 11.15$ metros

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.00128)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.0545)^{4.871}} \right] \times 11.15$$

$$H = 0.079 \text{ m. c. a}$$

Materiales identificados en los puntos más alejados, es ahí donde hay mayor pérdida, identificando lo siguiente :

Tabla 17. *Materiales donde se identifica la mayor pérdida*

Material	Cantidad	Longitud equivalente
-----------------	-----------------	-----------------------------

Tubo de 4"	450 m	450 m
Tubo de 2"	350 m	350 m
Tee de 4"	2 unidades	4.09 m
Válvula de 2"	2 unidades	7.02 m
Tee de 2"	2 unidades	3.12 m

Fuente: *Elaboración propia*

Pérdida en tubería de 4"

De tal modo $L = 450 + 4.09 = 454.09$ metros

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.00256)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.1084)^{4.871}} \right] \times 454.09$$

$$H = 0.409 \text{ m. c. a}$$

Pérdida en tubería de 2"

De tal modo $L = 350 + 7.02 + 3.12 = 360.14$ metros

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.00128)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.0545)^{4.871}} \right] \times 360.14$$

$$H = 2.56 \text{ m. c. a}$$

La presión para los goteos=20.70 m.c.a (Información de fabricante)

Filtros: 4 m.c.a.

En tal sentido, la altura manométrica total:

$$TDH = HE + HF$$

Dónde: $HF = 0.106 + 0.015 + 0.079 + 0.409 + 2.56 + 20.7 + 4$

$$HF = 27.87 \text{ m. c. a.}$$

$$ADT = 4 + 27.87$$

$$ADT = 31.87$$

Reconociendo el caudal que se necesita y la altura manométrica total calculada, conduce a seleccionar la bomba sumergible modelo **4SR45G/75** marca **PEDROLLO**, la cual cumple con todas las especificaciones con **una potencia de 5.5 kW equivalente al rango de funcionamiento de 7,5 HP** por pozo para un total de 02 bombas (Ver Anexo N° 03).

Máxima demanda de la potencia de la bomba (Pb)

$$Pb = 5.5 \text{ Kw}$$

Al ser dos bombas:

$$Pb = 2 \times 5.5 = 11 \text{ Kw}$$

$$\text{Horas trabajadas al día: } Hd = 9 \text{ h}$$

Por lo que el uso total de energía será:

$$Et = Pb \times Hd$$

$$Et = 11 \times 9$$

$$Et = 99.0 \text{ Kw.h}$$

Fórmula para calcular lo que se consume realmente

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

Dónde:

E: energía efectiva

E_T: energía completa

R: parámetro general de instalación Fotovoltaica

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v)x\left(1 - \frac{K_a x N}{P_d}\right)$$

Dónde:

K_b : coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador 0,5 en sistemas que no demanden descargas intensas y 0,1 en sistemas con descargas profundas

K_c : coeficiente de pérdida en el convertidor 0,5 para convertidores sinusoidales puros, trabajando en régimen óptimo y 0,1 en otras condiciones de trabajo, alejado del óptimo.

K_a : coeficiente de auto descarga diario; 0,002 para baterías de bajo auto descarga (Ni – Cd), 0,005 para baterías estacionarias de Pb – ácido (habituales) y 0,012 para baterías de alta auto descarga.

N : número de días de autonomía de la instalación. Serán los días que la instalación debe operar bajo una irradiación mínima (días nublados), en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de generar

P_d : profundidad para descarga por día de la batería, no excederá al 80% porque la la eficiencia decrece con periodos de carga y descarga bien profundos.

Por eso queda definido así:

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

$$K_b = 0,05, \quad K_c = 0,05, \quad K_v = 0,1, \quad K_a = 0,005$$

Días autónomos:

$$N = 4 \text{ días}$$

La profundidad máxima de descarga de batería:

$$P_d \text{ máx} = .8$$

$$R = (1 - 0,05 - 0,05 - 0,1)x\left(1 - \frac{0,005x4}{0,8}\right)$$

$$r = .78$$

Por lo tanto, tendremos:

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

$$E = \frac{99.0 Kw.h}{0.78}$$

$$E = 126.92 (Kw.h)$$

Fórmula para calcular lo que se consume realmente

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

Dónde:

N_t = Número Totales de Paneles

E = Energía Real (wh)

P_p = Potencia pico de módulo (w)

H_{ps} = Hora Solar pico del mes Critico (h)

P_g = Factor Global de pérdida = 0.9

$$N_t = \frac{126920 w.h}{260 w \times 2.10 h \times 0.9}$$

$$N_t = 258.28$$

$$N_t = 258 \text{ paneles}$$

Teniendo en cuenta el cálculo realizado se selecciona el siguiente panel fotovoltaico (Ver Anexo N° 04 y 05):

Potencia de módulo = 260w policristalino

Marca = TIANWEI GRAUP.

Modelo = TWxxxP260

Se considerará la instalación de paneles en serie para una tensión de trabajo de 48 V – DC, y así reducir la corriente en los terminales de los paneles.

Características eléctricas del módulo solar seleccionado

TWxxxP660 (xxx=230-260)							
Características eléctricas							
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 (%)	16.9	16.3	16.6	16.9	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				Materiales de construcción			
Dimensiones	1640×992×40mm			Cubierta (material, tipo, espesor)	Alta transmisión, bajo nivel de hierro, vidrio templado 3.2mm		
Peso	19.5kg			Celda (Cantidad, material, tipo, dimensiones)	60 piezas (6*10) / Polycristalino/156mm x 156mm		
Max. Carga estática, frente (nieve y viento)	5400Pa			Marco (material/color/anodización, color)	aleación de aluminio anodizado/ plata/claro		
Max. Carga estática, espalda (viento)	2400Pa			Caja de conexión (grado de protección)	IP67		
Max. Impacto de granizo (diámetro/velocidad)	25mm / 23m/s			Cable (largo/ sección transversal de área)	1000mm (800,900,1100mm)/ 4mm ²		

Figura 7: Requisitos de módulo

Fuente: Catálogo grupo "TIANWEI GROUP"

a) Fijación del número de paneles que se agrupan en serie.

$$N_s = \frac{V_{\text{sistema}}}{V_{\text{panel}}}$$

$$N_s = \frac{48}{31} = 1.55$$

$$N_s = 2 \text{ paneles}$$

b) Fijación del número de paneles que se agrupan en paralelo.

$$N_T = \frac{\text{Numero total} - \text{paneles}}{\text{Numero} - \text{paneles en serie}}$$

$$N_T = \frac{258}{2} = 129$$

$$N_T = 129 \text{ agrupaciones de paneles}$$

De esa manera se infiere que se tendrán 129 agrupaciones de paneles en paralelo, conformados de 2 paneles agrupados en serie, ascendiendo a un total de 258 paneles.

La medición del sistema del acumulador

La capacidad de la batería se calcula través de:

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

$C_n = \text{Capacidad de la batería (Ah)}$.

$E = \text{Energía Real (wh)}$.

$N = \text{días de autonomía} = 4$

$P_d = \text{Profundidad de descarga} = 0.8$

$V_s = \text{Voltaje del Sistema} = 48 \text{ V}$

$$C_n = \frac{126920}{48} \times \frac{4}{0.8}$$

$$C_n = \frac{507680}{38.4}$$

$$C_n = 13220.83 \text{ (A.h)}$$

Se han elegido las baterías TROJAN, el modelo 8 D-AGM con una capacidad de 254 Ah y un voltaje de operación de 12 voltios, se instalarán 4 baterías en serie que sumen 48 voltios del sistema, de esa manera se contará con 52 grupos de baterías montadas.

Seleccionar el regulador de carga

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

Dónde:

$I_{max} = \text{Intensidad máxima (A)}$.

I_{cc} = Intensidad del Corto circuito del modulo (A).

N_p = Numero de paneles en paralelo

$$I_{max} = 8.95 \times 129$$

$$I_{max} = 1154.55 \text{ A.}$$

Se elige 12 reguladores de marca, los cuales se colocarán en paralelo para que cumplan con lo requerido por el sistema.

4.4. Realizar el análisis económico del proyecto usando el TIR y el VAN

El proyecto será evaluado con la metodología VAN y TIR, mediante:

4.4.1. Cómo determinar el presupuesto general del sistema de bombeo propuesto

Detalle:

a) Equipamiento

Tabla 18. Estimación en equipamiento

Detalle	Cuantía	Precio unitario	Precio general
Paneles solares 260Watts	70	292.72	75 523 70
Inversor	4	4,500.00	18,000.00
Regularizador de carga solara	3	2,100.00	6,300.00
Electrobomba sumergible	1	4,900.00	4,900.00
Acumulador	50	900.00	45,000.00
Conductor THW de 4mm2	15 m	14.00	210.00
Conductor THW de 10 mm2	10 m	8.00	80.00
Conductor THW de 25 mm2	25 m	35.00	875.00
Tubo PVC de 1 pulgada	200	7.5	1,500.00
Presupuesto de equipamiento			152,388.70

Fuente: Elaboración propia

b) Estimación en servicio

Tabla 19. *Presupuesto de servicio*

Detalle	Cuántía	P.U.	P.T.
Montaje	01	10 000	10 000
Transporte	01	3 000	3 000
Estimación en servicios			13 000

c) Estimación general

Tabla 20. *Estimación general en soles*

Detalle	Cuántía	p.u.	p.t.
Equipos	1	152 388 70	152 388 70
Instalación	1	3 000 00	3 000 00
Estimación total del sistema			165 388 70

Costo total asciende a S/. 165,388.70.

4.4.2. Evaluar economía

Ingresos

Hay dos hectáreas para cosechar de maíz

Tabla 21. *Tierra libre para cosecha*

Tierra libre	Espacio ÷ surco	Espacio ÷ plantas
Una hectárea	80cm	50cm

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Número Surcos} = \frac{10000}{80} = 125 \text{ surcos por hectárea}$$

$$\text{Número puntos sembrío Maiz} = \frac{10000}{50} = 200$$

En detalle, se siembra tres PM.

Por lo tanto, Número de PM=200*3

$$\text{Número de PM} = 600$$

Entonces, se tiene 600 PM por surco.

Así mismo, como son 125 surcos, entonces se tiene:

$$\text{Número de PM totales} = 600*125$$

$$\text{Número de PM totales} = 75,000 \text{ por hectárea}$$

Pero hay 2 hectáreas libres, entonces será:

$$75,000*2 = 150,000 \text{ PM}$$

El maíz, después de la cosecha se venderá al valor de Un sol.

Tabla 22. *Ingreso económico por año*

Cuantía x junta	Cantidad	C. unitario S/.	C. x cosecha S/.	Costo por año S/.
150,000 plantones de maíz	8	1.00	18,750.00	56,250.00

Fuente: Elaboración propia

Egresos

Tabla 23. *Gasto total de siembra y cosecha al año*

Descripción	Número peones	Costo diario	Días trabajados	Costo por unidad S/.	Costo por año S/.
Gastos de Siembra	7	40	5	1,400.00	1,400.00
Mantenimiento de sembrío				1,000.00	3,000.00
Gastos de operación y mantenimiento				100.00	1,200.00
Gastos de salarios de peones				2,520.00	7,560.00

Tabla 24. Propuesta de evaluación económica

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS	Inversión (Costo de Proyecto)	Ingresos Trabajos realizados											
Ingresos	- 165,388.70	56,250.00	56,250.00	56,250.00	56,250.00	56,250.00	56,250.00	56,250.00	56,250.00	56,250.00	56,250.00	56,250.00	56,250.00
Otros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Ingresos	- 165,388.79	56,250.00											
EGRESOS													
Gastos de Salario por sembrío		1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,400.00
Mantenimiento de sembrío		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Operación y mantenimiento		1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00
Gastos costos pago al operario		7,560.00	7,560.00	7,560.00	7,560.00	7,560.00	7,560.00	7,560.00	7,560.00	7,560.00	7,560.00	7,560.00	7,560.00
Total, Egresos	0.00	10,160.00											
INGRESO NETO	- 165,388.79	46,090.00											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. El VAN y el TIR

VAN S/	121,137.44
TIR	14.12%
TASA DE DESCUENTO	10%

Valor Actual Neto (VAN)	121,137.44	SE ACEPTA	Si VAN ≥ 0 : se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	14.12%	SE ACEPTA	Si TIR $\geq 10\%$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza.

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

La agricultura en general, la tecnología y la productividad se convierte en necesidad inherente para el desarrollo de todo el Perú, específicamente del caserío Humedades, para el cual se busca ciertos beneficios, cuya necesidad es en particular de la energía eléctrica. En ese sentido, la investigación de Landaeta y Suarez, quienes dicen que la falta de suministro eléctrico continuo impide el desarrollo de cualquier región.

Por ello, una de las acciones para mejorar la productividad es el uso de la tecnología en el riego, es decir, utilizar tuberías para conducir el agua oportunamente a las plantas. Es allí donde hay que aterrizar para llevar acabo el objetivo planteado al inicio de esta tesis, con el cual se cree que el sistema fotovoltaico es el medio a través del cual se alimenta de energía al generador que está conectado a la bomba y esta expulsa suficiente agua que necesita el terreno a cultivar, de esa manera el beneficio será tanto ambiental como social.

Esta investigación concuerda también con la investigación de Lamana, quien dice que el sistema fotovoltaico es una de las mejores alternativas para ser aplicada en diferentes actividades tanto domésticas, industriales, y en el área agropecuaria, especialmente en este último campo donde es de uso común el bombeo de agua.

Se ha medido invertir alrededor de s/. 165,388.70 anualmente, alcanzando un ahorro aproximado en energía de 56,250 (cincuenta y seis mil doscientos cincuenta soles), con el VAN de 121,137.40 (ciento veintiún mil ciento treinta y siete soles con cuarenta y cuatro céntimos) y del TIR igual a 14.12%.

VI. CONCLUSIONES

El origen de esta investigación se fundamenta en el objetivo principal que se desea diseñar para el abastecimiento de la demanda hídrica. Con la finalidad de llevar a cabo dicho objetivo se estableció un análisis de la realidad de la zona, análisis de radiación solar, así como también se analizó la posible inversión económica y las respectivas ventajas que sustentan el desarrollo del proyecto. De esa manera, se llegó a la conclusión que hay una necesidad real del fundo Guevara para llevar a cabo la ejecución del proyecto que beneficiará con riego de las tierras para sembrar la variedad de productos que ofrecerá la zona y con ello, contribuir al desarrollo social y económico de la misma.

Por otro lado, el riego tecnológico es una necesidad para el desarrollo de Lambayeque y en particular para el fundo Guevara, sin embargo, la falta de agua ha sido un obstáculo, sumado a ello la deficiencia del bombeo del líquido elemento, lo que será superado haciendo efectivo el uso de tecnología y aprovechando la radiación del sol que la naturaleza nos ofrece.

Finalmente, se concluye que supliremos deficiencias respecto al uso de tecnologías desfasadas por una que permita disponer de energía necesaria y aporte en el regadío de tierras donde se cultiva el maíz como alimento doméstico, cuya proyección económica estimada oscila alrededor de cincuenta y seis mil doscientos cincuenta soles anuales, con una inversión en tecnología promedio a ciento sesenta y cinco mil trescientos ochenta y ocho soles con setenta céntimos, que aplicando el análisis económico - financiero con las metodologías del VAN se determina S/. 121,137.44 (ciento veintiún mil ciento treinta y siete soles con cuarenta y cuatro céntimos) y del TIR un 14.12%, lo que evidencia la viabilidad del proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

Como experiencia de la presente investigación se recomienda para posteriores investigaciones lo siguiente:

- ✓ Las plantas necesitan ser alimentadas de agua según el ciclo biológico para ello se debe diseñar un mecanismo que moje a la misma planta, estableciendo estrategias para tal fin.
- ✓ Aprovechar las mejores horas del día para ejecutar el riego en beneficio de las plantas.
- ✓ Realizar la siembra considerando las mejores estaciones del año con el fin de minimizar factores que afecten el desarrollo de las plantas.
- ✓ La investigación es económicamente muy rentable con el VAN y el TIR positivos en beneficio del agricultor en especial de zonas alejadas.

REFERENCIAS

- ✓ **AKBABA M, QAMBER I y KAMAL, A.** Matching of separately excited DC motors to photovoltaic generators for maximum power output. Publicado en Solar Energy. 2018 ;63(6):375-38.
- ✓ **AL-BADI, A. H, AL-TOOBI, M, AL-HARTHY, S, AL-HOSNI, Z, y AL-HARTHY, A.** Hybrid systems for decentralized power generation in Oman. Publicado en International Journal of Sustainable Energy, 2017. 31(6), 411–421.
- ✓ **AL-KARAGHOULI, A, y KAZMERSKI, L. L.** Optimization and life-cycle cost of health clinic PV system for a rural area in southern Iraq using HOMER software. Publicado en Solar Energy,2017. 84, 710–714.
- ✓ **AL-SMAIRAN, M.** Application of photovoltaic array for pumping water as an alternative to diesel engines in Jordan Badia, Tall Hassan Station: Case study. Publicado en Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018. 16, 4500–4507.
- ✓ **ARRIETA, D. J, y PUELLO, S. Y.** Diseño y construcción de un seguidor solar para aumentar el rendimiento energético en paneles fotovoltaicos de un sistema de bombeo. Cordova - Colombia: Universidad de Cordova, 2018.
- ✓ **BAKELLI, Y., y KAABECHE, A.** Optimal size of photovoltaic pumping system using nature-inspired algorithms. Publicado en International Transactions on Electrical Energy Systems ,2017, Visualizado en e12045. doi:10.1002/2050-7038.12045, el 26/09/2019
- ✓ **BAKELLI, Y., ARAB, A. H., & AZOUI, B.** Optimal sizing of photovoltaic pumping system with water tank storage using LPSP concept. Publicado en Solar Energy, 2017. 85, 288–294
- ✓ **BEN SALAH C, Ouali M.** Comparison of fuzzy logic and neural network in maximum power point tracker for PV systems. Publicado en Electr Pow Syst Res. 2018;81(1):43-50.
- ✓ **BIONE J, Vilela OC y Fraidenraich N.,** Comparison of the performance of PV water pumping systems driven by fixed, tracking and V-trough generators. Publicado en Sol Energy 2016; 76:703–11

- ✓ **CAMPANA, Pe, Li H, Yan J.** Dynamic modelling of a PV pumping system with special consideration on water demand. Publicada en Appl Energy. 2018; 112:635-645.
- ✓ **CHOWDHURY B, Sadrul U y Stokes k.** Photovoltaic-powered water pumping – design, and implementation: case studies in Wyoming. Publicado en IEEE Trans Energy Convers 2016 ;8(4):646–52.
- ✓ **CLARK R NOLAN, Vick Brian D.,** Performance comparison of tracking and nontracking solar photovoltaic water pumping systems. Publicado en Proceedings of the ASAE annual international meeting. Paper no. 974003; 10–13 August 2017 p. 1–12.
- ✓ **CRUZ, V., (2012).** Los sistemas de energía solar fotovoltaica en el Perú. Revista del departamento académico de ingeniería. Paradigma 4 (1) 101-113. ISSN: 2220-2056. Universidad Ricardo Palma.
- ✓ **GIL TOMÁS, A.** Diseño integrado del funcionamiento de un bombeo de agua de gran potencia con una instalación solar fotovoltaica en el puerto de Catarroja. Valencia - España: Universidad Politecnica de Valencia, 2018.
- ✓ **GIRAUDY, C. M., MASSIPE, I., RODRÍGUEZ, R., RODRÍGUEZ, M., & VÁZQUEZ, A. (Agosto de 2014).** Factibilidad de instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red. Ingeniería Energética, XXXV (2/2014), 141-148.
- ✓ **KAZEM H, Al-Waeli A ,CHAICHAN M y Al-MAMARI M , Al-Kabi1 , 2016** Design, measurement and evaluation of photovoltaic pumping system for rural areas in Oman , Publicado en Springer Science+Business Media Dordrecht 2016 , visualizado en <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9773-z> , el 25/09/2019
- ✓ **KSENTINI, A., AZZAG, E. B. (2019).** Improvement and optimization of an autonomous photovoltaic pumping system. International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields, e2547. doi:10.1002/jnm.2547
- ✓ **LAMANA , M. (2018).** Instalación de sistema de bombeo fotovoltaico para riego de terreno cultivable. Cataluña -España: Universitat de Lleida.
- ✓ **LANDAETA, L. R. y SUÁREZ, M. A. (2017).** Factibilidad de la implementación de soluciones híbridas de generación para sistemas de

bombeo en zonas rurales no interconectadas. Caldas - Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- ✓ **LÓPEZ, R, RECA J y MARTÍNEZ,J.** Optimal design of a standalone direct pumping photovoltaic system for deficit irrigation of olive orchards. Publicada en Appl Energy. 2017; 149:13-23.
- ✓ **LÓPEZ, J.** Diseño de un sistema Fotovoltaico para autoconsumo conectado a red en la empresa VIETTEL Perú S.A.C. ubicado en Trujillo- La Libertad. Perú Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo".2019.
- ✓ **MEAH, K., ULA, S., y BARRETT, S.** Solar photovoltaic water pumping— Opportunities and challenges. Publicado en Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018. 12, 1162–1175.
- ✓ **MESA, Juan David; ESCOBAR, Andrés; HINCAPIE, Ricardo A.** Descripción y análisis del efecto fotovoltaico en la región. Scientia Et Technica, vol. XV, núm. 42, agosto, 2009, pp. 327-332 Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- ✓ **MEYER EL, van Dyk EE.** Assessing the reliability and degradation of photovoltaic module performance parameters. Publicado en IEEE T Reliab. 2017 ;53(1):83-92.
- ✓ **MISHRA, R., y SINGH, S.** Sustainable energy plan for a village in Punjab for self energy generation. Publicado en International Journal of Renewable Energy Research, 2018. 3(3), 640–646.
- ✓ **MOHAMMEDI, A., REKIOUA, D., REKIOUA, T., y MEBARKI, N. E.** Comparative assessment for the feasibility of storage bank in small scale power photovoltaic pumping system for building application. Publicado en Energy Conversion and Management, 172, 579–587, visualizado en doi:10.1016/j.enconman.2018.07.056 , el 27/09/2019
- ✓ **MOSA, M y SHADMAND, S.Abu R.** "Efficient maximum power point tracking using model predictive control for photovoltaic systems under dynamic weather condition," Publicada en IET Renewable Power Generation, vol. 11, no. 11, pp. 1401- 1409, 9 13 2017.
- ✓ **NAVARRETE, K.** Análisis técnico-económico de un sistema fotovoltaico con influencia de suciedad, viento y lluvia en Arequipa Perú. Universidad Tecnológica del Perú. 2019.

- ✓ **ORBEGOSO, C., y ARIVILCA, R.** Energía solar fotovoltaica. manual técnico para instalaciones domiciliarias. 2010.
- ✓ **OSINERGMIN.** La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aporte al crecimiento económico del país. Magdalena del Mar, Lima. 2016.
- ✓ **PAREJA, M.** Energía sola fotovoltaica: cálculo de una instalación aislada. Barcelona: Marcombo S.A. 2010.
- ✓ **PERALTA, A. A.** Estudio experimental de un sistema de bombeo solar fotovoltaico en corriente continua. Arequipa - Perú: Universidad Tecnológica del Perú. 2018.
- ✓ **PERPIÑAN O.** Energía Solar Fotovoltaica. Recuperado: 24 de julio del 2020 en: <http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf/>, 2013
- ✓ **Rawat R, Kaushik SC, Lamba R., 2016** A review on modeling, design methodology and size optimization of photovoltaic based water pumping, standalone and grid connected system. Publicado en Renew Sust Energ Rev. 2016; 57:1506-1519.
- ✓ **SERIR, C, REKIOUA, R, Mezzai N and BACHA, S.** Supervisor control and optimization of multi-sources pumping system with battery storage. Publicado en Hydrogen Energy 2016;41(45):20974–86
- ✓ **SINGH, B and Bist, V.** "Power quality improvements in a zeta converter for brushless DC motor drives," Publicada en IET Science, Measurement & Technology, vol. 9, no. 3, pp. 351- 361, 5 2016.
- ✓ **SONTAKE, V. C., and KALAMKAR, V. R. (2016).** Solar photovoltaic water pumping system - A comprehensive review. Publicado en Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59, 1038–1067, Visualizado en doi: 10.1016/j.rser.2016.01.021, el 26/09/2019
- ✓ **SRIDHAR, R., VISHNURAM, P., & SATTIANADAN, D. (2019).** Efficient single stage photovoltaic pumping system using bldc motor with grid power export. Publicado en Journal of Solar Energy Engineering, 1., visualizado en doi:10.1115/1.4043130 el 26/09/2019
- ✓ **SUBUDHI ,B and PRADHAN, R.** "A Comparative Study on Maximum Power Point Tracking Techniques for Photovoltaic Power Systems, Publicado en "IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 4, no. 1, pp. 89-98, Jan. 2018

- ✓ **SWAIN, S and SUBUDHI, B.** "A New grid synchronisation scheme for a three-phase PV system using self-tuning filtering approach, Publicado por " IET Generation, Transmission & Distribution, vol. 11, no. 14, pp. 3557-3567, 9 28 2017.
- ✓ **TALBI, B, KRIM, K, REKIOUA, T, MEKHILEF, S and LAIB A, Belaout A.** A high-performance control scheme for photovoltaic pumping system under sudden irradiance and load changes. Publicado en Sol Energy 2018; 159:353–68.
- ✓ **VASCONCELOS, P y AGUIRRE, M.** Photovoltaic solar energy: conceptual framework. Publicado en Renew Sustain Energy Rev 2017; 74:590–601
- ✓ **VENTURA, P. G.** Electrificación rural y bombeo de agua utilizando paneles solares en el caserío succha distrito de Bambamarca provincia de Hualgayoc departamento de Cajamarca. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2018.
- ✓ **VICK, Brian D y CLARK R. Nolan.** Comparison of solar powered water pumping systems, which use diaphragm pumps. Publicado en Proceedings from the 46th ASES annual conference; 2017: 1. p. 253–58
- ✓ **VILELA, OC y FRAIDENRAICH, N.** A methodology for the design of photovoltaic water supply systems. Publicado en Prog Photovolt Res Appl. 2017; 9(5):349-361.
- ✓ **YAHYAOU, I, CHAABENE, M y TADEO, F.** Evaluation of maximum power point tracking algorithm for off-grid photovoltaic pumping. Publicado en Sust Cities Soc 2016; 25:65–73
- ✓ **YU, Y, LIU, J, WANG, H and LIU, M.** Assess the potential of solar irrigation systems for sustaining pasture lands in arid regions – a case study in North western China. Publicado en Appl Energy 2017; 88:3176–82.

ANEXOS

Declaratoria de Originalidad del Autor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **VÁSQUEZ OBLITAS MELVIN**, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo Chiclayo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a Tesis titulado:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER LA DEMANDA HIDRÁULICA AL FUNDO GUEVARA EN EL CASERÍO HUMEDADES-SALAS”

Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lugar y fecha, Chiclayo 24 de setiembre de 2020.

Apellidos y Nombres del Autor VASQUEZ OBLITAS MELVIN	
DNI: 44585518	Firma 
ORCID: 0000-0003-4664-0778	