



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECANICA ELÉCTRICA

DISEÑO DE UN SUMINISTRO ELECTRICO CON ENERGIA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE
EQUIPOS DE BOMBEO AGRICOLA DEL ESTABLO GESA -
LAMBAYEQUE, 2016

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AUTOR:

MARTIN SANCHEZ BARBOZA

ASESOR:

ING. CESAR DANY SIALER DIAZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO

TRUJILLO - PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

**DISEÑO DE UN SUMINISTRO ELECTRICO CON ENERGIA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS
DE BOMBEO AGRICOLA DEL ESTABLO GESA - LAMBAYEQUE, 2016**

Aprobado por:

Ing. CESAR DANY SIALER DIAZ

PRESIDENTE

CIP

Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA

SECRETARIO:

CIP

Ing. ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA

VOCAL:

CIP:

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con mucho amor a mis padres que son el motor de mi vida, a mis amigos, a Dios, a mis profesores, y todas las personas que me están apoyando a mantenerme dentro de los lazos de la educación profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero dar gracias a Dios por haberme dado salud y fortaleza para salir adelante y culminar nuestros estudios. A la universidad César VALLEJO, y en especial a la facultad de INGENIERIA MECANICA ELECTRICA por todo lo que nos brindaron para nuestra formación como personas y profesionales.

Al ingeniero Cesar Sialer Díaz quien me supo guiar desde un inicio en el desarrollo de nuestro proyecto.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Martin Sánchez Barboza con DNI N° 42247335 con propósito de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también, bajo juramento, que todos los datos e información que se presenta en la presente Tesis son auténticos y veraces.

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

Trujillo, 22 de Mayo de 2017

MARTIN SÁNCHEZ BARBOZA

DNI N° 42247335

PRESENTACIÓN

Señores miembros de Jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “DISEÑO DE UN SUMINISTRO ELECTRICO CON ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS DE BOMBEO AGRICOLA DEL ESTABLO GESA - LAMBAYEQUE, 2016”

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico.

MARTIN SANCHEZ BARBOZA

INDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.	11
1.1. Realidad Problemática.	11
1.1.1. A Nivel Internacional.	11
1.1.2. A Nivel Nacional.	11
1.1.3. A Nivel Local.	11
1.2. TRABAJOS PREVIOS:	12
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA	13
1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA.	14
1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.	15
1.6. HIPOTESIS.	15
1.7. OBJETIVOS.	15
II. METODO.	17
2.1. Diseño de Investigación.	17
2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	17
2.2.1. VARIABLES.	17
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.	19
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.	19
2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos:	19
2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos:	20
2.4.3. Validez y Confiabilidad	20
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.	20
2.6. ASPECTOS ÉTICOS.	21
III. RESULTADOS.	22
3.1. DETERMINACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR PARA EL ESTABLO GESA - LAMBAYEQUE. 22	
3.2. DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO DEL ESTABLO GESA.	22

3.3.	SELECCIONAR LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	23
3.3.1.	Diagnóstico de la productividad de equipos de bombeo agrícola del establo GESA - Lambayeque	23
3.3.2.	Diseñar un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para el establo GESA - Lambayeque.	23
3.3.3.	Soporte de Equipos.	24
3.4.	Seleccionar los equipos a utilizar en el suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para el establo GESA – 1Lambayeque (Presupuesto integral)	25
IV.	CONCLUSIONES.	37
V.	RECOMENDACIONES.	37
VI.	REFERENCIAS.	38
ANEXOS		40

RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola del estable GESA - Lambayeque”, con la finalidad de Diseñar un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica que permita mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola del estable GESA - Lambayeque; el proceso metodológico presenta un tipo de investigación aplicado – tecnológico con diseño pre - experimental, se trabajó con una población y muestra representativa constituida la capacidad de agua necesaria para el estable de GESA en Lambayeque. Se utilizó la técnica de la observación y los instrumentos permitieron medir los valores adecuados para el diseño; el análisis y procesamiento estadístico se realizó a través de la estadística descriptiva. El propósito del presente trabajo, es contribuir el mejoramiento del bombeo del estable GESA, las celdas fotovoltaicas permiten en condiciones óptimas desarrollar las actividades de una manera segura. El diseño realizado se justifica, en la medida que ayudará, a solucionar los problemas propios del estable GESA en cuanto a sus necesidades de agua, así mismo el aporte de la investigación se centra en la importancia de esta investigación que propone una alternativa de ahorro energético. La conclusión más relevante del informe se expresa en que el costo total para el diseño será de 10,050 nuevos soles que garantizará una adecuada funcionalidad para un prolongado tiempo del sistema fotovoltaico, a pesar del corto tiempo de implementación.

PALABRAS CLAVE: Diseño de sistema fotovoltaico, Productividad del equipo de bombeo

ABSTRACT

The present thesis entitled "Design of an electricity supply with photovoltaic solar energy to improve the productivity of agricultural pumping equipment of the GESA - Lambayeque stable", with the purpose of Designing an electricity supply with solar photovoltaic energy that allows to improve the productivity of equipment of Agricultural pumping of the barn GESA - Lambayeque; The methodological process presents a type of applied - technological research with pre - experimental design, we worked with a population and representative sample constituted the necessary water capacity for the GESA stable in Lambayeque. The technique of observation was used and the instruments allowed to measure the appropriate values for the design; The statistical analysis and processing was performed through descriptive statistics. The purpose of this work is to contribute to the improvement of the pumping of the GESA barn, the photovoltaic cells allow in optimal conditions to develop the activities in a safe way. The design is justified, to the extent that it will help solve the problems of the GESA stable in terms of water needs, and the contribution of the research focuses on the importance of this research that proposes an alternative energy saving . The most relevant conclusion of the report is that the total cost for the design will be 10,050 nuevos soles, guaranteeing adequate functionality for a long time of the photovoltaic system, despite the short implementation time.

KEYWORD:

Design of photovoltaic system, Productivity of pumping equipment

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad Problemática.

1.1.1. A Nivel Internacional.

Los sistemas de suministro de energía a nivel mundial se encuentran en un punto de inflexión. Por lo que las decisiones que tomemos hoy afectaran a nuestra vida durante varias décadas; en que las nuevas oportunidades tecnológicas, recursos e infraestructura podrías invertir para gestionar la demanda a largo plazo como podrías hacerlo de una forma sostenible. Los dirigentes de empresas, legisladores y líderes del sector energético actuales, necesitan poder acceder a fuentes de investigación solidas que les permita desenvolverse en el mapa cambiante de la energía. Necesitan información e ideas para poder formular sus decisiones y conseguir aventajar a la competencia. Los estudios sobre energía y eventos del CME contribuyen a guiar el desarrollo internacional de las ideas y fomentar acciones a nivel nacional para que la anergia sostenible se haga realidad.

1.1.2. A Nivel Nacional.

El sector eléctrico en el Perú ha experimentado sorprendentes mejoras en los últimos 15 años. El Ministerio de Energía y Minas en su Plan Nacional de electrificación Rural nos indica que coeficientes de electrificación de acuerdo con los resultados del censo del año 1993 fueron: Nacional 54.9%, Urbano 77% y Rural 7.7%. (MEM, 2013). De acuerdo con los resultados del censo del año 2007 se tienen los siguientes valores: Nacional 74.1%, Urbano 89.1% y Rural 29.5%. Al finalizar el año 2011, se han estimado las siguientes coberturas: Nacional 84.8% y Rural 63%. Entonces el 37% que falta electrificar nos toca trabajar y con este proyecto queremos aportar a una mejor calidad de vida integrando a los pueblos rurales a la modernidad, educación, comunicación, salud, facilita las labores domésticas y además proporciona a proyectos de uso productivo como en este caso a la agricultura; ubicados en el Distrito de San Juan de Marcona, al sur del departamento de Ica, un asentamiento humano cuyos habitantes se dedican principalmente a la pesca y comercio, los cuales ven complicadas sus posibilidades de desarrollo por no contar con energía eléctrica.

1.1.3. A Nivel Local.

La Empresa Ferreyros SA. Posee una diversidad de maquinaria y equipos Diésel y cuenta con su propio taller de servicios en la ciudad de Cajamarca, por razones de garantía es primordial que la empresa se encargue del mantenimiento y reparación de sus unidades y otros; una vez terminada las reparaciones afectadas a los motores diésel, estos componentes son reincorporados a sus respectivos equipos y muchas veces su desempeño se ha visto afectado por fallas consecuentes de la reparación, generando paradas imprevistas en el equipo, baja producción y altos costos en el

presupuesto. De esta forma se puede afirmar que en la ciudad de Cajamarca existe una gran demanda por satisfacer los servicios de prueba de motores con dinamómetro, brindando un mejor servicio con calidad y óptimos resultados en el funcionamiento de los motores diésel, añadiendo dichas pruebas del dinamómetro.

1.2. TRABAJOS PREVIOS:

INTERNACIONAL.

López (2009) En su tesis denominada “Utilización de Energía Renovable En México” Hacia una Transición en la Generación de Energía Eléctrica; afirma que las centrales generadoras se distinguen, según las fuentes de energía que se utilizan en: 1) A partir de recursos no renovables y 2) Las que lo hacen con recursos renovables. La primera de ellas son las que tienen un periodo de durabilidad muy largo, como por ejemplo el petróleo, el gas, el carbón. En cambio, las segundas se renuevan en un periodo más breve, como el aire y el agua.

Mohr (2007) La energía solar es aquella que proviene directamente de la radiación solar, energía que se obtiene mediante conectores térmicos o paneles solares. Actualmente existen variadas tecnologías para aprovechar la energía solar, tenemos: La energía solar fotovoltaica, es decir esta tecnología utiliza placas semiconductoras que se excitan con la radiación solar, produciendo energía eléctrica. La energía solar termoeléctrica mediante esta metodología se produce energía eléctrica con un ciclo termodinámico convencional a partir de un fluido calentado por el sol. Es decir, se reemplaza la ignición de un combustible fósil, por el calor extraído de los rayos solares.

NACIONAL.

(INEI 2015) En la Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011-2014 afirma que el porcentaje de viviendas que tienen acceso a la energía eléctrica, por medio de red pública alcanzo el 89.2%, es decir tuvo un crecimiento de 1.1% que el anterior año 2013. El crecimiento que se considera mayor se dio a nivel de la selva (3.4%) en la sierra (1.9%) según los establecidos por la “Encuesta Nacional de Programa Estratégicos” por el INEI, en los datos estadísticos brindados se observan una oportunidad para poder brindar el servicio de suministro eléctrico aprovechando las energías renovables como es la energía solar.

LOCAL.

Rueda (2013) en su tesis denominada “Diseño de Sistema Fotovoltaico de Agua Subterránea En Vivienda Ubicada en el Caserío La Ollería -Distrito de

Morrope” sostiene que todo ser vivo necesita un recurso indispensable para la vida que es el agua, las familias logran obtener agua gracias a un pozo tubular que se encuentra a pocos metros de su hogar, pero tienen el inconveniente que no pueden bombear este recurso ya que no cuentan con el servicio eléctrico, y si utilizarán un generador estos demandarían demasiados gastos económicos, los cuales no están a su alcance. La tesis da propuestas básicas para el diseño de un sistema fotovoltaico.

A nivel local no se han desarrollado otros trabajos similares sobre nuestro tema de investigación.

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

La energía solar es la que da origen a las energías renovables, menos geotérmica. El sol de acuerdo con Rueda (2013) produce e irradia energía en las reacciones nucleares que interrumpidamente se realiza en su interior. Es decir, la combinación entre sí de átomos de hidrógeno forman átomos de helio y estos últimos en una parte de su masa se convierten en energía que es irradiada al mundo.

La energía Fotovoltaica, es la conversión de energía solar en electricidad, conocida como efecto fotovoltaico, en el cual la radiación solar, es captada por módulos fotovoltaicos que generan energía eléctrica en forma de corriente continua.

Un sistema fotovoltaico, está compuesto de reguladores de carga, para proteger baterías de sobre carga y descarga para almacenar energía e inversores, para alimentar corriente alterna.

Se distinguen dos tipos de aplicaciones de la energía solar fotovoltaica:

a) Los sistemas aislados o autónomos.

Estas instalaciones no presentan limitación técnica en cuanto a la potencia eléctrica que puede producir, en estas tenemos las pequeñas instalaciones de iluminación de viviendas, instalaciones de bombeo de agua de pozos o riego, etc.; como es el caso del presente trabajo de tesis.

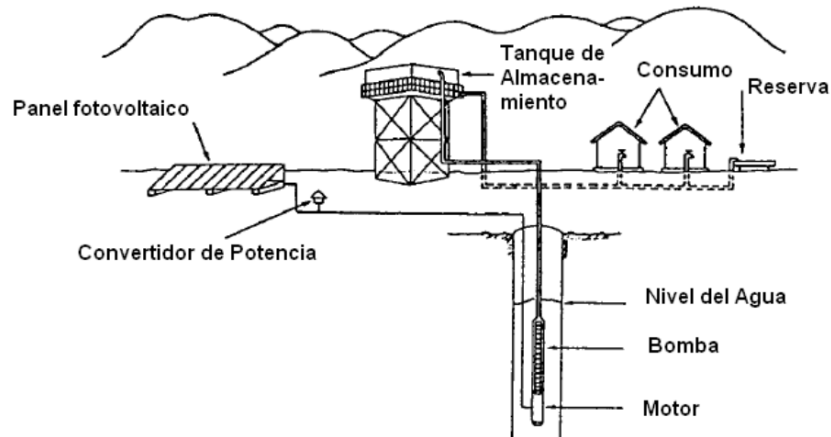
b) Los sistemas conectados a red.

Este sistema permite conectar a la red una instalación fotovoltaica, convirtiéndose en una pequeña central productora doméstica. Las razones de este sistema son:

- Calidad energética Elevada.
- Energía renovable.
- Reducción de CO₂.

Un sistema de bombeo fotovoltaico requiere un generador, un convertidor de potencia, una motobomba y una estructura hidráulica y medios de almacenamientos si considera necesario.

Figura N° 01



Sistema típico de bombeo fotovoltaico

La presente investigación es punto de partida para futuros estudios relacionados al diseño de módulos fotovoltaicos para generar energía eléctrica y las características óptimas de un aprovechamiento de recurso solar. La presente investigación está dirigida a una empresa tipo estable como lo es GESA, aprovechando la radiación solar, es una energía de alto rendimiento pues no se agota ya que lo emite el sol, lo que ayudara a la no utilización de combustible fósiles, siendo una alternativa renovable no convencional que ofrece mejores beneficios.

La energía solar en la actualidad es parte fundamental, según los diferentes tipos de uso que se le dé, ya que la energía fotovoltaica son proyectos muy rentables económicamente con respecto a la población beneficiada, por lo que aunado a ello se requiere tener un control de consumo, lo que agrega un valor de ventaja, mayor reducción de costos y mejores beneficios al Estable GESA.

1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA.

De acuerdo a lo descrito en la realidad problemática nos permite plantear las siguientes preguntas de investigación.

¿Sera adecuado el diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaico para mejorar la productividad del equipo de bombeo agrícola del Estable GESA-Lambayeque, 2016?

1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.

Teórica.

El uso de la energía solar como tecnología limpia, aplicada a las diversas necesidades aumenta la productividad y ayuda a mejorar la calidad de los productos, disminuyendo el trabajo físico.

Tecnológica.

El estudio se justifica tecnológicamente ya que la investigación proporciona conocimientos técnicos con material de última generación empleándose una tecnología que permita establecer una producción energética con bajos costos para uso de sistemas de bombeo de agua.

Social.

La implementación de energía solar, considera un impacto social positivo, debido a que se concientizara a los trabajadores del Establo GESA a hacer un uso eficiente de las bombas y sistemas de bombeo que estas merecen. Dando una seguridad que sus unidades trabajan bajo los estándares de calidad del fabricante.

Económica.

Se justifica debido a los beneficios económicos que el obtiene el Establo GESA, ya que los sistemas solares cumplen con diferentes tipos de usos que generaría mejora el nivel de vida socio económico como fin último.

Ambiental.

El beneficio ambiental principal es la no contaminación, ya que está libre de emisiones de CO2 u otros gases. Asimismo, no se precisa de un suministro exterior, no consume combustible, ni necesita presencia de otro recurso como el agua y el viento, además de no producir ruidos.

1.6. HIPOTESIS.

La hipótesis de corte descriptiva será:

El diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica si es adecuado para mejorar la productividad del equipo de bombeo agrícola del Establo GESA-Lambayeque 2016.

1.7. OBJETIVOS.

General.

Diseñar un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica si es adecuado para mejorar la productividad del equipo de bombeo agrícola del Establo GESA-Lambayeque 2016.

Específicos.

- Conocer la productividad del equipo de bombeo agrícola utilizado por el Establo GESA- Lambayeque a nivel de línea base.
- Elaborar el modelo de suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica en base al cálculo de gasto energético empleado por la bomba agrícola del Establo GESA Lambayeque.
- Seleccionar los equipos a utilizar en el suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica tomando como base los estándares de mercado y, los requerimientos del equipo de bombeo del Establo GESA Lambayeque.

II. METODO.

2.1. Diseño de Investigación.

El presente es de diseño Aplicada-Tecnológica.

Según Sánchez Reyes (1999) este tipo de investigación se orienta a describir, explicar y predecir la realidad tratando de solucionar los problemas mediatos en ellas, en este caso propio de la ingeniería mecánica y eléctrica.

El mismo autor refiere que el diseño de estudios es pre-experimental porque se orienta a la comprobación de una única hipótesis descriptiva, es decir explica los efectos de tales causas, por lo que los controles de las variables se hacen imperioso y donde la variable única que es la aplicación del plan de mantenimiento total se ejecute.

Atendiendo a la relación de sus variables, el estudio corresponde al diseño pre-experimental con grupo único, tal como lo indica el siguiente esquema.

G: O1 X

Indica:

GU: Grupo Único.

O1: Medición de Inicio.

X: Diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola.

2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

2.2.1. VARIABLES.

- **Variable Independiente:** diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica.

Definición Conceptual

Los sistemas de bombeo son sistemas autónomos dedicado en él se tiene una carga conocida y espera una operación confiable (Cervantes, 2009).

Definición operacional

Son conjuntos de estructuras de ingeniería, en las que se toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan directamente a la red de distribución a través de equipos, tuberías y accesorios.

- **Variable Dependiente:** productividad de equipos de bombeo agrícola.

Definición Conceptual

Es la capacidad instalada total que efectiviza el uso de una bomba hidroeléctrica valorada por su caudal, potencia y ahorro energético y de costos (Cervantes, 2009).

Definición operacional

Capacidad instalada total que efectiviza el uso de una bomba hidroeléctrica valorada por su caudal, potencia y ahorro energético y de costos, que se mide por medio de cálculos directos: en unidades de caudal, unidades de potencia y en moneda nacional el gasto.

Tabla de Variable N° 01

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica	Métrica de diseño	Diseño del Sistema de Bombeo	Ordinal
		Elementos reguladores de carga	
		Área de instalación	
		Potencia instalada	
		Selección de bomba a instalar y equipos electromecánicos	
		Caudal de descarga	
Mejorar la Productividad de equipos de bombeo agrícola	Eficacia de maquinaria	Caudal efectivo	Ordinal
		Potencia gastada	
		Ahorro en costos	

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

Población:

La población, objeto de estudio se encuentra conformado, por los requerimientos de agua, de uso agrícola que deberá satisfacer la necesidad correspondiente al establo GESA.

Muestra:

La muestra considerada, por los requerimientos de agua de uso doméstico y agrícola que deberá satisfacer la necesidad correspondiente a 15 familias
Siendo el cuadro muestral:

Tabla de Equipos N° 01

EQUIPOS	CANTIDAD	CONSUMO KW	HORA DIARIA DE TRABAJO	TOTAL KW/H	TOTAL KW AL MES
Electrobomba	1	1.8	2	3.6	108

Fuente: Elaboración propia.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos:

El tipo de estudio son los siguientes:

- a. **Técnicas de Gabinete.** En este rubro cabe destacar que se emplearon dos tipos fundamentales de técnicas: el fichaje mediante el cual se proveerán de teorías e indicadores necesarios para elaborar un diseño teórico y el análisis documental que ayudara a la adecuada percepción conceptual de los fines y nuestros medios específicos para tratar la información en síntesis operativa lo que ayudara en la lógica de construcción de la propuesta.
- b. **Técnicas de campo.** Básicamente se utilizó la aplicación de la escala para valorar los parámetros generales del diseño y de la actividad fundamentada que obviamente será la pieza clave para transformar la realidad del mejoramiento de los equipos de bombeo agrícola.

2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos:

El instrumento es una lista de cotejo para el diseño.

2.4.3. Validez y Confiabilidad

Validez: La validación del siguiente proyecto de investigación se haría mediante el criterio de jueces por la cual el presente Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para suministrar de agua al establo GESA, será revisado por lo menos por 2 especialistas en el tema como es el docente metodólogo para lo cual concierne dar la interpretación correcta y cuidado exhaustivo del proceso metodológico según lo establecido en las guías aprobadas por la Universidad Cesar Vallejo y un ingeniero especialista la revisara los resultados que obtendremos en la investigación del presente estudio.

Confiabilidad: la presente investigación científica empleara instrumentos para la investigación ya validados por autores que han realizado estudios relacionados al tema por lo consiguiente se está citando a los autores añadiendo año de publicación y numero de página de la cual se obtiene la información presentada.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.

Los datos se procesaron y analizaron por medios electrónicos, clasificados y sistematizados de acuerdo a las unidades de análisis correspondientes respecto a la variable. Para el procesamiento se utilizó la estadística descriptiva, a través de la tabulación de datos que nos permita organizar la información entre los cuales tenemos: tablas y gráficos estadísticos con sus respectivas descripciones e interpretaciones de los resultados. Para el análisis si se está diseñando las celdas fotovoltaicas, se utilizó en el procesamiento de la información programas aplicativos como el Office 2010- (Word, Excel) para la diagramación de barras, columnas y otros.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS.

Confidencialidad: Todos los datos conseguidos del establo GESA, serán tratados en absoluta confidencialidad y usados expresamente para este trabajo.

Citaciones: Todo tipo de material referencial para esta investigación será citada, siguiendo los estándares ISO 690 y 690-2 y APA 6ta Edición, respectivamente.

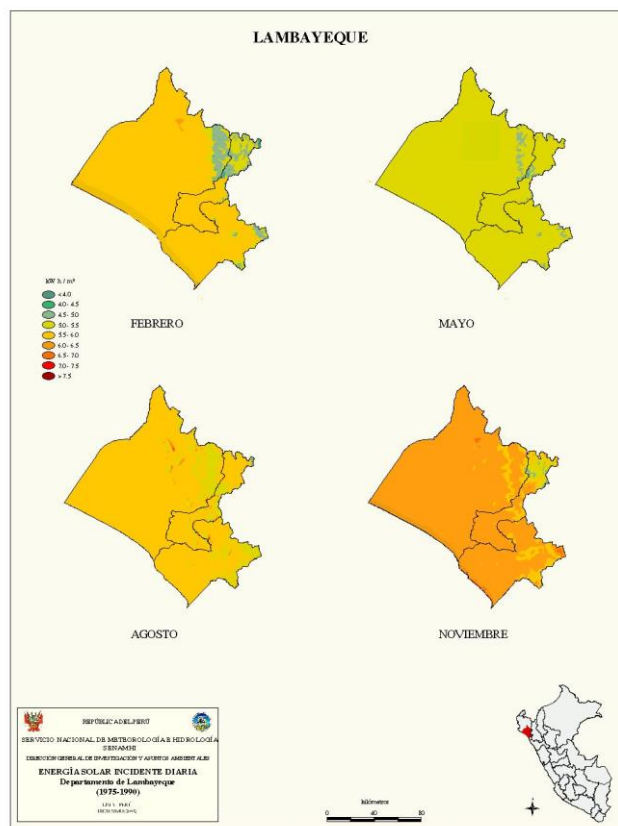
Respeto: Cuando se haga la visita de campo a las instalaciones del establo GESA, se respetará las políticas y reglamentos establecidos por la compañía, para los visitantes.

Dignidad y cordialidad: En los casos de entrevista personales a personal de planta, de supervisión y gerencias, se realizó con total cordialidad y respeto a la dignidad de las personas.

III. RESULTADOS.

3.1. DETERMINACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR PARA EL ESTABLO GESA - LAMBAYEQUE.

Lambayeque por aproximación a los valores promedios entre Olmos cuenta con una energía solar incidente diaria en la cual los índices solares varían entre 6,6 kWh/m² y 2,6 kWh/m² (Ver anexo 01).



3.2. DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO DEL ESTABLO GESA.

El requerimiento de agua asciende a un total de 1879 Lts/día, teniendo una reserva incluida a un 5% para abastecimiento no previsto.

Imagen satelital del establo GESA – Lambayeque.



3.3. SELECCIONAR LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

3.3.1. Diagnóstico de la productividad de equipos de bombeo agrícola del establo GESA - Lambayeque

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se determinó que el establo GESA está empleando electrobombas adecuadas a la función y operación allí establecida de marca PEDROLLO, eligiendo el modelo 4SR10Gm/5.

3.3.2. Diseñar un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para el establo GESA - Lambayeque.

Para realizar los cálculos de selección de los equipos que conforman al sistema fotovoltaico se tiene un consumo energético Real E (W-H) para lo cual tenemos como resultado que:

$$E = 475,16 (W/H)$$

Selección del Banco de Baterías (A-H)

Necesitaremos una batería que pueda almacenar como mínimo 148.49 A-h, para esto tenemos la batería marca RITAR, modelo RA12-150 (12V 150 A-H), la cual cumple con los datos tomados para nuestro calculo.

Selección del Número de Paneles Solares

Necesitaremos 1 panel de la marca SOLARLAND, modelo SLP120-12U.

Selección del Regulador de Carga

Según el cálculo se obtiene:

$$I_{max} = 7,72A$$

Por lo cual tenemos el controlador de la marca PHOCOS, modelo CML 08 con una corriente de carga igual a 8 A.

Selección del Inversor

Según nuestro requerimiento tendremos que elegir un inversor de Potencia Nominal de 500W Según ISO9001:2000, ya que este cumple con los parámetros de funcionamiento.

Inclinación del Panel Solar

Se recomienda una inclinación mínima de 10°, con el fin de evitar estancamiento de agua.

Dimensionamiento de Conductores

Se selecciona el conductor INDECO NLT 2x14.

Equipos de Protección

- Interruptor Termomagnético de 2x16A.
- Interruptor Diferencial de 2x16A.

3.3.3. Soporte de Equipos.

➤ Soporte para Panel modulo Fotovoltaico.

La estructura de soporte está compuesta por:

- Un poste de Acero Galvanizado de 63,5mm, de diámetro y 4m de longitud.
- Un soporte del módulo.

- Elementos de sujeción.
- **Gabinete de unidad de control.**
El Gabinete está compuesto por:
 - Un gabinete Metálico de 31cm x 30cm x 15cm.
 - Elementos de sujeción.

➤ **Unidad de Almacenamiento.**

El rack está compuesto por:

- Un rack metálico.
- Una plancha de madera.

PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
1	PRESUPUESTO DE BOMBA SUMERGIBLE PEDROLLO MODELO 4SR10G	GLB	1	2,000.00	2,000.00
2	PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	GLB	1		3,005.00
3	SERVICIO DE INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	GLB	1	5,000.00	5,000.00
PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO S/.					10,005.00

- Una tapa metálica del rack.
- Elementos de sujeción.

3.4. Seleccionar los equipos a utilizar en el suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para el establo GESA – 1Lambayeque (Presupuesto integral)

Cálculo del Consumo: Se calcula el consumo energético $E_T(W - H)$, que es la suma de todas las cargas multiplicado por las horas de trabajo de cada carga:

➤ **Máxima demanda.**

En este caso será la potencia de la electrobomba según especificaciones técnicas.

En este caso será la potencia de la electrobomba según especificaciones técnicas.

$$P_b = 373W$$

➤ Horas de Trabajo al día.

$$H_d = 1 H$$

$$E_T = P_b \times H_d.$$

$$E_T = 373 W \times 1 h$$

$$E_T = 373 (W - h)$$

CÁLCULO DE CONSUMO ENERGÉTICO REAL.

$$E = \frac{E_T}{R}$$

R: es el parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

Donde:

K_b : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador (0.05) en sistemas que no demanden descargas intensas y (0.1) sistema con descarga profundas.

K_c : Coeficiente de pérdidas en el convertidor (0.05) para convertidores sinusoidales puros, trabajando en régimen óptimo y (0.1) en otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo.

K_v : Coeficiente de pérdidas varias (agrupa otras pérdidas como rendimiento de red, efecto Joule, etc.) Se toma entre (0.05 – 0.15) como valores de referencia.

K_d : Coeficiente de auto descarga diaria, (0.002) para baterías de bajo auto descarga (NI - CD), (0.005) para baterías estacionarias de Pb – Acido, y, 0.012 para baterías de alta descarga.

N. Número de días de las instalaciones. Serán los días que la instalación deberá operar bajo una irradiación mínima (días nublados continuos), en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de generar. 3 – 10 días como valores de referencia.

P_d : Profundidad de descarga diaria de la batería. Esta profundidad de descarga no excederá al 80% (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia de este decrece en gran medida al ciclo de carga y descarga muy profundos.

Quedando definido de la siguiente manera:

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

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

$$N = 3, \quad P_d = 0,8$$

$$R = (1 - 0,05 - 0,05 - 0,1)x \left(1 - \frac{0,005x3}{0,8}\right)$$

$$R = 0.785$$

Entonces el consumo energético real será:

$$E = \frac{373}{0.785}$$

$$E = 475,16 (W - H)$$

SELECCIÓN DEL BANCO DE BATERÍAS C (A-H).

$$C = \frac{E x N}{V x P_d} (A - h)$$

$$C = \frac{475,16 x 3}{12 x 0.8} (A - h)$$

$$C = 148.49(A - h)$$

Necesitaremos una batería que pueda almacenar como mínimo 148.49 A-h, para esto tenemos la batería marca RITAR, modelo RA12-150 (12V 150 A-H), la cual cumple con los datos tomados para nuestro calculo.

Especificaciones Batería Ritar RA12-150

BATERIA RITAR MODELO RA12-150	
ESPECIFICACIONES	
Celdas por unidad	6
Voltaje	12
Capacidad	150Ah
Peso	44,5 kg
Max. Corriente de Descarga	1500A (5 Seg)
Resistencia Interna	Aprox. 4mΩ
Tipo	Plomo-acido
Rango de Temperatura	Descarga: -20°C-60°C
	Carga: 0°C-50°C
	Almacenamiento: -20°C-60°C
Temperatura a Funcionamiento	
Normal	25°C



RA12-150 (12V150Ah)

RA12-150 is a general purpose battery with 10 years floating design life, meet with IEC, JIS .BS and Eurobat standard. With heavy duty grid, thickness plates, special additives, RA series battery have long and reliable standby service life. Our RA Series batteries keep high consistent for better performance in series usage.



Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	150Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 44.5 Kg
Max. Discharge Current	1500A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 4 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	45A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F5/F12
Container Material	A. B. S. (UL94-HB), Flammability resistance of UL94-V1 can be available upon request.



NUMERO DE PANELES SOLARES

Radiación solar incidente para el mes de febrero – mayo como el menos favorable es aproximadamente $H=4.7 \text{ kWh/m}^2 - \text{dia}$

Utilizaremos paneles solares de la marca SOLARLAND, modelo SLP120S-12U, el cual tiene una potencia de 120 w.

Con este dato podemos calcular la cantidad de paneles a utilizar para el sistema fotovoltaico

DISTANCIAS	
DESCRIPCION	DATOS
L (m)	2.6
Hm (m)	1.69
X1 (m)	2.03
X2 (m)	1.98
X (m)	4.01
I	15°

Fuente elaboración propia.

Para producir los 1685.86w es necesario hacer el cálculo de la cantidad de paneles a instalar.

$$Cantidad\ de\ paneles = \frac{Potencia\ a\ general}{Potencia\ por\ panel}$$

$$Cantidad\ de\ paneles = \frac{1685.86watts}{120watts} = 14\ paneles$$

Necesitaremos 1 panel de la marca SOLARLAND, modelo SLP120-12U.

Características Eléctricas Modulo Fotovoltaico SOLARLAND

Modulo Fotovoltaico SOLARLAND	
CARACTERISTICAS ELECTRICAS	SLP120-12U
Código de Producto	120011201
Tipo	Multicristalino
Potencia Máxima(Pmax)	120W
Voltaje a Potencia Máxima(Vmp)	17,2V
Corriente a potencia Máxima(Imp)	6,98A
Voltaje a circuito abierto(Voc)	21,6V
Corriente de Cortocircuito(Isc)	7,72A

SLP120-12U

High Efficiency Multicrystalline PV Module

Electrical Characteristics	SLP120-12U
Product code	120011201
Maximum power (P _{max})	120W
Voltage at P _{max} (V _{mp})	17.2V
Current at P _{max} (I _{mp})	6.98A
Open-circuit voltage (V _{oc})	21.6V
Short-circuit current (I _{sc})	7.72A
Temperature coefficient of V _{oc}	-80±10)mV/°C
Temperature coefficient of I _{sc}	(0.065±0.015)%/°C
Temperature coefficient of power	-(0.5±0.05)%/°C
NOCT (Air 20°C; Sun 0.8kW/m ² wind 1m/s)	47±2°C
Operating temperature	-40°C to 85°C
Maximum system voltage	1000V DC
Power tolerance	+10%/- 5%

*STC: Irradiance 1000W/m², AM1.5 spectrum, module temperature 25°C
 *NOCT: Nominal operating cell temperature (the data is only for reference)



SELECCIÓN DEL REGULADOR DE CARGA.

Para calcular el regulador de carga, se multiplica la corriente de cortocircuito (I_{cc}) de cada panel por el número de paneles en paralelo necesarios (N_p). El regulador será la máxima intensidad nominal a la que trabaja el panel (I_{max}).

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

$$I_{sc} = 7,72A,$$

$$I_{max} = 7,72 \times 1$$

$$I_{max} = 7,72A$$

Seleccionamos un regulador que cumpla esta condición. Para esto tenemos el controlador de la marca PHOCOS, modelo CML 08.

Características Eléctricas Controlador Solar PHOCOS.

Controlador Solar PHOCOS	
Tipo	CML08
Máxima Corriente de carga	8 ^a
Sistema de Voltaje	12/24V, auto reconocimiento
Tensión de trabajo	13.7/27,4V(25°C)

CML series (5 – 20 A)

Solar Charge Controllers with LED Indication

Type	CML 05	CML 08	CML 10	CML 15	CML 20
System voltage	12/24 V auto recognition				
Max. charge/load current	5 A	8 A	10 A	15 A	20 A
Float charge	13.7/27.4 V (25 °C)				
Boost charge	14.4 /28.8 V (25 °C), 2 h Activation: battery voltage < 12.3/24.6 V				
Equalization	14.8/29.6 V (25 °C), 2 h Activation: battery voltage < 12.1/24.2 V				
Deep discharge protection:					
State-of-charge dependent	11.4 – 11.9 V / 22.8 – 23.8 V				
Voltage dependent	11.0/22.0 V				
Reconnect level	12.8/25.6 V				
Overvoltage protection	15.5/31.0 V				
Undervoltage protection	10.5/21.0 V				
Max. panel voltage	30 V in 12 V system				
(Overvoltage protection by varistor)	50 V in 24 V system				
Temperature compensation	–25 mV/K at 12 V				
(Charge voltage)	–50 mV/K at 24 V				
Max. own consumption	< 4 mA				
Grounding	Positive grounding possible				
Ambient temperature	–40 to +50 °C				
Max. height	4,000 m above sea level				
Battery type	Lead acid (GEL, AGM, flooded)				
Wire cross section	Up to 16 mm ²				
Weight	160 g				
Dimensions (W x H x D)	80 x 100 x 32 mm				
Type of protection	IP22				

SELECCIÓN DEL INVERSOR.

Como bien sabemos la carga a alimentar es la electrobomba de 0.37kW (0,5HP), pero como se sabe todo motor al momento del arranque tiene una corriente de pico (corriente de arranque o corriente a plena carga). Es decir, el inversor no solamente debe estar preparado para soportar los 0.37kW, sino que debe estar preparado para soportar esa corriente de pico que dura milésimas de segundos.

Los inversores se han hecho baratos y eficientes, los sistemas de bombeo solar usan inversores especiales sinusoidales, lo cual optimiza su emparejamiento con el panel o baterías y la bomba, y que soporte esta corriente que dura menos de un segundo.

Según el código Nacional de Electricidad – Utilización – Tablas. Tenemos lo siguiente:

Corriente a plena carga de Motores Monofásicos.

Potencia Nominal (HP)	Corriente a Plena Carga (A)
1/6	2,2
¼	2,9
1/3	3,6
½	4,9
¾	6,9
1	8
1 ½	10
2	12
3	17
5	28
7 ½	40
10	50

Motores Monofásicos. CNE

Esto nos quiere decir que el inversor que elijamos no solo debe estar preparados para la I_n que es de 2A, este debe estar preparado para la corriente a plena carga que según el CNE, para un motor monofásico de 0.5HP es de 4,9A.

Así tenemos la siguiente Tabla de Inversores marca ENERGIT, POWER INVERTER DC TO AC, según ISO9001:2000 ROHS.

Selección de Inversores según Corriente de a plena carga.

Potencia Nominal	200 w	300 w	400 w	500 w	600 w	700 w	800 w	900 w	1000 w
Corriente Nominal	1A	1.6 A	2.1 A	2.7 A	3.2 A	3.8 A	4.3	4.8	5.4
Potencia Pico	400 w	600 w	800 w	1000 w	1200 w	1400 w	1600 w	1800 w	2000 w
Corriente Pico	2.1 A	3.2 A	4.3 A	5.4 A	6.4 A	7.6 A	8.6 A	9.6 A	10.8 A

Nota: Ver Tabla Completa de Inversores ENERGIT- POWER INVERTER DC TO AC- ISO9001:2000.

Según nuestro requerimiento tendremos que elegir un inversor de Potencia Nominal de 500W Según ISO9001:2000, ya que este cumple con los parámetros de funcionamiento.

Para esto tenemos el siguiente inversor que cumple con la norma ISO9001:2000:

- MARCA : ENERGIT - **T B E**
- MODELO : 12VDC/220VAC 500W POWER INVERTER.
- ONDA : SINUSOIDAL PURA.
- TENSION ENTRADA : 12VCD.
- TENSION SALIDA : 220VAC.
- FRECUENCIA SALIDA : 60Hz.
- POTENCIA NOMINAL : 500W.
- POTENCIA PICO : 1000W.



INCLINACIÓN DE PANEL SOLAR.

Teniendo en cuenta la coordenada de latitud de la zona bajo estudio, $6^{\circ}26'09.38''$ Latitud Sur, es decir, 6.435939° . El valor promedio de desviación del sol, declinación (δ) para un año es de 1.4301° . Y de la siguiente ecuación se obtiene que el ángulo de inclinación:

$$\theta_z = \phi - \delta$$

$$\theta_z = 6.435939^{\circ} - (-1.4301^{\circ})$$

$$\theta_z = 7.866^{\circ}$$

Sin embargo, para ángulos menores de 10° , es recomendada una inclinación mínima de 10° , con el fin de evitar estancamiento de agua.

DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES.

➤ Conductor del panel solar al controlador.

El conductor debe soportar una corriente mayor a la corriente de cortocircuito (I_{sc}) del Módulo Solar que es de $7,72A$. Por lo que se elegirá de INDECO el conductor NLT 2x14.

➤ **Conductor del Controlador a la Batería.**

Este conductor debe de soportar como mínimo el paso de 8A, ya que ese es el amperaje aproximado que estará entregando el panel solar y que es controlado por el regulador.

Entonces seleccionamos de INDECO el conductor NLT 2x14.

➤ **Conductor de la Batería al Inversor.**

El calibre de este conductor debe ser igual al calibre que se utiliza para la conexión de la electrobomba al Interruptor Termomagnético. Seleccionamos de INDECO el conductor NLT 2x14.

Datos Técnicos NL

PASOS PARA LA INSTALACIÓN

- Tomar medidas de la tensión de salida del módulo fotovoltaico, con un multímetro, para así comprobar que se está trabajando en el rango de voltaje para 12 VCD. De la misma forma se mide la tensión de salida de la Batería.
- Identificar la polaridad de los equipos que trabajan a corriente continua.
- Colocar los equipos en sus respectivas estructuras.
- Tener listo los conductores para las conexiones.
- Lo primero que se conecta es la batería al regulador, ya que las baterías vienen con una tensión más exacta a 12 VCD, y esto hace que el regulador detecte a que voltaje va a trabajar el sistema; si se hiciera lo contrario conectar primero el modulo solar al controlador, las baterías sufrirían sobrecargas ya que los paneles no tienen en su salida 12 VCD si no aproximadamente 18 VCD. Esta una de las funciones principales del regulador identificar a que tensión va a trabajar el sistema.
- Conectar el Panel fotovoltaico al controlador solar.
- Conectar el inversor a la batería.
- Conectar de la salida del Inversor (220 VCA) al Tablero.

IV. CONCLUSIONES.

1. Existen otras alternativas no convencionales para la obtención de energía eléctrica, sin embargo, se logró bajo este contexto diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico para el Establo GESA, el cual será beneficiario con el funcionamiento de electrobombas para su producción.
2. Los equipos que conforman el sistema fotovoltaico, se pueden adquirir en el mercado nacional, estos son: modelo fotovoltaico SOLARLAND, modelo SLP120-12U, controlador solar PHOCOS, modelo CML08, batería RITAR, modelo RA12-150, inversor sinusoidal 12VCD/220VAC 500W-ENERGIT.
3. El requerimiento de agua actual del Establo GESA es de 290 litros de agua por día, para consumo agrícola, más de 5% de reserva. Por lo cual el sistema está diseñado para bombear 1000.50 litros de agua diarios.
4. El diseño fotovoltaico establecido, es de acuerdo a los cálculos de selección del equipo electromecánico a utilizar.

V. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda realizar la limpieza debida al módulo fotovoltaico, para evitar que la capa de suciedad formada y capte ineficientemente la radiación.
2. Se recomienda implementar el sistema de bombeo fotovoltaico a todas las unidades del Establo GESA, que no cuentan con el suministro eléctrico para poder bombear el agua, para su uso según su requerimiento.
3. No forzar los equipos a cumplir funciones a las que no han sido diseñados, por ejemplo, conectar equipos de potencia mayor a las que soporta el inversor, lo cual producirá que este se deteriore.
4. El sistema está diseñado para que trabaje una hora al día, por lo que recomienda cumplir el horario de trabajo ya que si lo utiliza por más tiempo al siguiente día no podrá trabajar la hora completa.

VI. REFERENCIAS.

- AGUILAR, Jorge. 2009. "Proyecto de Implementación de Paneles Solares en Haciendas Alejadas de la Fuente de Energía Convencional". Universidad Superior Politécnica del Litoral (EPSOL)-Guayaquil.: s.n., 2009. pág. 7.
- ARENA, Oscar y OVIEDO, Andrés. 2009. "Estudio Técnico y Financiero de Implementación de Paneles Solares Enfocado a Centros Comerciales". Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Físico – Mecánicas. Bucaramanga. : s.n., 2009. pág. 133.
- CERVANTES, José. 2009. "Estudio de Sistemas de Bombeo Fotovoltaicos". Cuernavaca, México. : s.n., 2009. pág. 108.
- DOMINGUEZ, Francisco. 2002. "La Integración Económica y Territorial de las Energías Renovables y Los Sistemas de Información Geográfica". Universidad Complutense de Madrid. Madrid. : s.n., 2002. pág. 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. pág. 162.
- INEI, "Instituto Nacional de Estadística e Informática". 2013. Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011 - 2013. Lima: s.n., 2013. pág. 142. ISBN: 2015-12936..
- JORDAN, Joaquín. 2009. "Estudio de la Utilización de Energía Eólica para la Generación de Electricidad de un Asentamiento Humano de San Juan de Marcona". Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2009. pág. 98.
- LEY GENERAL DE ELECTRIFICACION RURAL (LEY N° 28749). 2006. "Ley General de Electrificación Rural". Lima, 01 de Junio del 2006 : Diario Oficial el Peruano, 2006.

- LEY N° 28546. 2005. “Ley de Promoción y Utilización de Recursos Energéticos Renovables No Convencional en Zonas Rurales Aisladas y de Frontera del País”. Lima, 16 de Junio del 2005 : Diario Oficial el Peruano, 2005.
- LOPEZ, Edgar. 2009. “Utilización de Energías Renovables en México: Hacia una Transición en la Generación de Energía Eléctrica”. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. México, D.F. : s.n., 2009. pág. 205.
- MEM, MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. 2013. Plan nacional de Electrificación Rural PNER 2013 - 2022. Lima : s.n., 2013. pág. 34.
- MOHR, Richard. 2007. “Inserción de Generación de Energía Renovable en Redes de Distribución”. Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería. Santiago de Chile : s.n., 2007. pág. 133.
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. 2005. Guías para el Diseño de Estaciones de Bombeo de Agua Potable. Organización Panamericana de la Salud. Lima : s.n., 2005. pág. 39.
- PEREZ, Danilo. 2009. Análisis de un Sistema de Iluminación, Utilizando Ampolletas de Bajo Consumo y Alimentado por Paneles Fotovoltaicos. Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Valdivia - Chile. : s.n., 2009. pág. 131.
- PIRIZ, Imanol. 2013. Energía Solar Térmica y Fotovoltaica Aislada para Pequeñas Comunidades en el Perú. Escola de Camins UPC. Perú : s.n., 2013. pág. 80.
- RUEDA, Ricardo. 2013. Diseño de Sistema Fotovoltaico para Bombeo de Agua Subterránea en Vivienda Ubicada en el Caserío la Ollería, Distrito de Mórrope. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. : s.n., 2013. pág. 90.

ANEXOS

ANEXO 01

Para lo cual, según el Atlas de energía solar del Perú 2013, los promedios climáticos en la región Lambayeque para lugares colindantes a la zona de estudio correspondiente al potencial solar. Respecto a la irradiación constante (I) para Perú es de 1kw/m². Según el Reglamento Técnico Especificaciones y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y Sus Componentes para Electrificación Rural del MEM-DGE.

ANEXO 02

N°	CODIGO	ESTACION	HELIOFANIA	
			Promedio	Desv.Estánd.
1	110133	Zarumilla	4,6	3,0
2	110136	Cañaverall	6,2	2,7
3	110176	San Roque	4,4	2,9
4	110228	Arenales	5,9	3,6
5	110230	La Esperanza	7,4	2,5
6	110232	Chilaco	6,6	2,5
7	110235	Morropón	5,5	3,0
8	110236	Olmos	5,6	3,2
9	110247	San Miguel	6,6	2,7
10	110253	Bagua Chica	5,5	3,0
11	110255	Chulucanas	5,5	2,8
12	110299	Pucallá	6,1	2,9
13	110303	Chota	4,9	3,0
14	110320	Cayalti	6,6	2,8
15	110331	Ferrelafe	5,4	2,7
16	110333	Jayanca (La Vifia)	6,1	3,0
17	110334	Molupe	5,4	3,0
18	110335	Tinajones	6,7	3,1
19	110371	Celendin	5,2	3,1
20	110373	Cajabamba	6,7	2,9
21	110382	Bellavista	5,0	2,8
22	110384	La Unión	5,1	2,8
23	110387	Contamana	5,5	3,2
24	110441	Recuay	6,6	2,8
25	110463	Tocache	4,6	2,8
26	110531	Isla Don Martín	4,2	2,9
27	110532	Camay	4,6	3,3
28	110534	Lomas de Lachay	4,3	2,9
29	110542	Picoy	5,0	2,1
30	110546	Matucana	4,3	3,0
31	110561	San Ramón	5,3	2,8
32	110601	La Punta	4,0	3,3
33	110650	Hacienda Bemales	6,6	3,2
34	110703	Pangaravi	7,1	2,4
35	110829	Santa Rita	9,5	2,1
36	110860	Juli	7,5	3,2
37	110883	Desaguadero	5,9	1,3
38	120101	Los Cedros	5,6	3,1

N°	CODIGO	ESTACION	HELIOFANIA	
			Promedio	Desv.Estánd.
39	120206	Mallares	6,6	2,7
40	120237	Ayabaca	5,6	3,4
41	120239	Huancabamba	3,7	2,8
42	120276	San Ramón	5,2	3,3
43	120281	Genaro Herrera	4,9	2,9
44	120301	Lambayeque	6,9	2,9
45	120325	Talla	6,1	3,0
46	120343	Huambos	6,1	2,9
47	120362	Bambamarca	5,3	3,0
48	120404	Huánuco	5,9	2,9
49	120407	San Jorge	4,5	3,3
50	120451	Palmawasi	4,9	2,8
51	120502	Surasaca	4,6	2,7
52	120535	Andahuasi	7,0	2,5
53	120536	Santa Rosa	6,4	2,8
54	120547	Canta	6,0	3,0
55	120606	Quillabamba	4,9	2,8
56	120607	Granja Kcayra	6,2	3,0
57	120615	Hipólito Unzué	4,1	3,5
58	120616	Cañete	4,2	3,4
59	120635	Huayao	6,5	2,9
60	120638	Pacarán	6,5	2,8
61	120706	Puno	6,3	2,8
62	120764	Chuqibambilla	7,3	2,9
63	120806	Moquegua	6,6	2,5
64	120837	Pampa Blanca	5,6	3,3
65	120839	La Pampilla	6,7	1,5
66	120899	La Yrada	6,0	3,3
67	130207	Miraflores	6,7	2,7
68	130304	A. Weberbauer	6,0	2,9
69	130310	El Porvenir	4,9	3,0
70	130501	Alcantarilla	5,2	3,1
71	130610	A. Von Humboldt	5,0	3,4
72	130617	Modelo	4,3	3,5
73	130637	Pampa de Villacuri	6,4	3,0
74	130700	San Camilo	7,4	2,3
75	130805	Pampa de Majes	9,3	2,3
76	140500	Aerop. Int. J. Chávez	5,6	2,6

CALCULO DEL REQUERIMIENTO DE AGUA POR DÍA.

Para obtener el caudal diario de bombeo, debemos sumar el consumo diario de agua humano, como también el consumo de agua Agrícola, para esto tenemos los siguientes datos:

Consumo Típico de Agua.

CONSUMOS TIPICO DE AGUA
Consumo Humano: 20 Litros diarios por Persona

De acuerdo con organismo como el fondo de las Naciones Unidas para la Infancia y la Organización Mundial de la Salud, el consumo de agua mínimo sugerido por persona es de 20 litros al día de una fuente que se encuentra a, máximo, un kilómetro del hogar.

CONSUMO DE AGUA AGRICOLA
Consumo Agrícola: 290 Litros diarios

Cantidad de Personas Beneficiarias.

Descripción	Viviendas	Habitantes /vivienda	Total
Personas	15	5	75

Entonces realizando un cálculo del requerimiento actual de agua por cada uno teniendo como reserva un 5% para abastecimiento no programado tenemos:

Requerimiento de Agua al día.

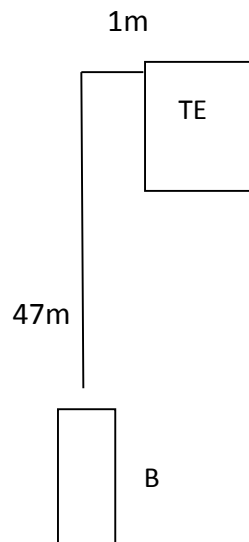
Descripción	Cantidad	Agua Lts/día C/U	Agua Lts/día
			Total
Personas	75	20	1500
Agrícola		290	290
Total			1790
Reserva 5%			89.5
Agua Total requerida al día			1879.50

Anexo 03

ELECTROBOMBA EMPLEADA POR GESA

Los requisitos que debe cumplir la electrobomba son los siguientes:

- Litros de agua al día : 1791.83L
- Tiempo de trabajo : 1h.
- **Caudal de trabajo** : **29.86 L/min = 30 L/min = 0.5 L/seg**
- Altura total de trabajo de la electrobomba:



- El Poder eléctrico monofásico en un circuito AC, se calcula de la siguiente manera:

Poder eléctrico = Voltaje * Corriente * Factor de potencia

$$P = U.I. \cos \vartheta$$

Voltaje = 220v

Amps = 9.7 A

Factor de potencia = 0.79

$$P = 220V \cdot 9.7A \cdot 0.79$$

$$= 1685.86W$$

$$= 1.69KW$$

Tabla para cálculo de Longitud equivalente en codos

Accesorios	L/D	Diámetro nominal (en pulgadas)												
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2-3	4	6	8-10	12-16	18-24	
		Valores de K												
Válv.de compuerta(abierta)	8	0.22	0.2	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.1	0.1	
Válv.de globo(abierta)	340	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	5.8	5.1	4.8	4.4	4.1	
Válv.de retención horizontal(check)	100	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	
Válv.de retención horizontal oscilatoria(check)	50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.75	0.7	0.65	0.6	
Válv.de pie de disco(de huso)con colador	420	11.3	10.5	9.7	9.3	8.8	8.0	7.6	7.1	6.3	5.9	5.5	5.0	
Válv.de pie de disco con bisagra	75	2	1.9	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9	
Codos estándar	90°	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
	45°	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	90° radio largo	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	180°	50	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05	0.95	0.9	0.85	0.75	0.7	0.65	0.6
Curvas de 90°	20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada)	20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con circulación por derivación)	60	1.62	1.5	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.9	0.84	0.78	0.72	

Adaptación de: Cameron Hydraulic data

Longitud equivalente = L/D x D

Longitud Total = 49.14m

Utilizando la Formula de HAZEN – WILLIAMS, expresada en función del caudal tenemos:

$$hf = \left(\frac{10.679}{C^{1.852}} \right) x \left(\frac{L}{D^{4.87}} \right) x Q^{1.852}$$

Dónde:

hf: Perdida de carga (m).

L: Longitud de carga (m).

D: Diámetro interior (m).

Q: Caudal (m³/s).

Los valores de los coeficientes “C” se eligen de tabla, según material de la tubería.

Tabla de 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

Entonces:

$$L = 49.14\text{m}$$

$$D = 0.38\text{mm. Para tubería de } 1 \frac{1}{4}''.$$

$$Q = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$hf = \left(\frac{10.679}{140^{1.852}} \right) \times \left(\frac{49.14}{0.038^{4.87}} \right) \times (0.5 \times 10^{-3})^{1.852}$$

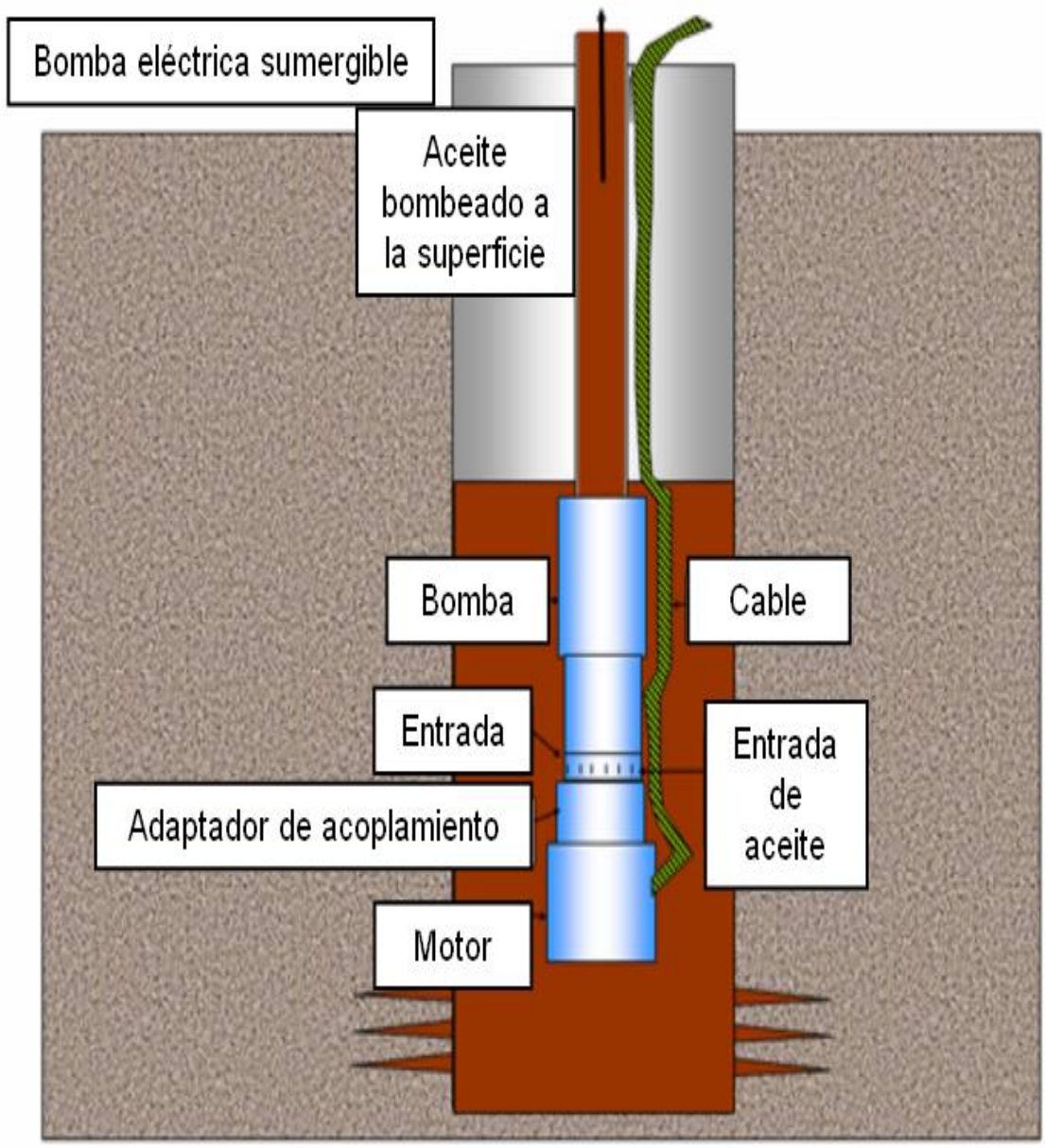
$$hf = 0.3534\text{m}$$

La altura total de trabajo de la electrobomba será:

$$H = 49.5\text{m} = 50\text{m}$$

Catálogos de Bombas Sumergible Pedrollo





4SR

Electrobombas sumergidas de 4"

-  Agua limpia
(contenido de arena
máximo 150 g/m³)
-  Utiliza doméstica
-  Utiliza civil
-  Utiliza industrial



CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **450 l/min** (27 m³/h)
- Altura manométrica hasta **425 m**

LIMITES DE UTILIZO

- Temperatura máxima del fluido hasta **+35 °C**
- Contenido de arena máximo **150 g/m³**
- Profundidad de utiliza hasta **100 m** bajo el nivel del agua con cable de alimentación de longitud adecuada
- Funcionamiento:
 - en vertical
 - en horizontal con los siguientes límites:
 - 4SR7G - 4SR10G - 4SR13G - 4SR25G **18 etapas**
 - 4SR33G - 4SR45G - 4SR60G - 4SR75G - 4SR90G **10 etapas**
- Arranques/hora: **20** a intervalos regulares
- Flujo de enfriamiento motor mínimo **8 cm³/s**
- Funcionamiento continuo **33**

EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

MOTOR ELECTRICO

- Monofásica 230 V - 60 Hz
- Trifásica 380 V - 60 Hz

Cable de alimentación de:

- **1,7 m** para potencias de 0,37 a 3 kW
- **2,7 m** para potencias de 4 a 7,5 kW

Las versiones monofásicas **4SR-PD** incluyen el condensador en el interior del embalaje.

EN 60335-1
IEC 60335-1
CEI 47-110

EN 60334-1
IEC 60334-1
CEI 2-3



CERTIFICACIONES

Empresa con sistema de gestión
certificado DIN
ISO 9001 CALIDAD
ISO 14001 AMBIENTE



4SR-HYD

UTILIZOS E INSTALACIONES

Se aconsejan para bombear agua limpia con contenido de arena no superior a **150 g/m³**. Debido al alto rendimiento y fiabilidad, son aptas para usos en el campo doméstico, civil e industrial, para la distribución del agua en acoplamiento con autoclaves, riegos, instalaciones de lavado, aumento de presión para instalaciones antincendio, etc.

PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Patente n° EP01781276.2

EJECUCION BAJO PEDIDO

- Cuerpo bomba con bocas roscadas ISO 228/1
- Otros voltajes
- **KIT camisa de enfriamiento completo con filtro y soportes**

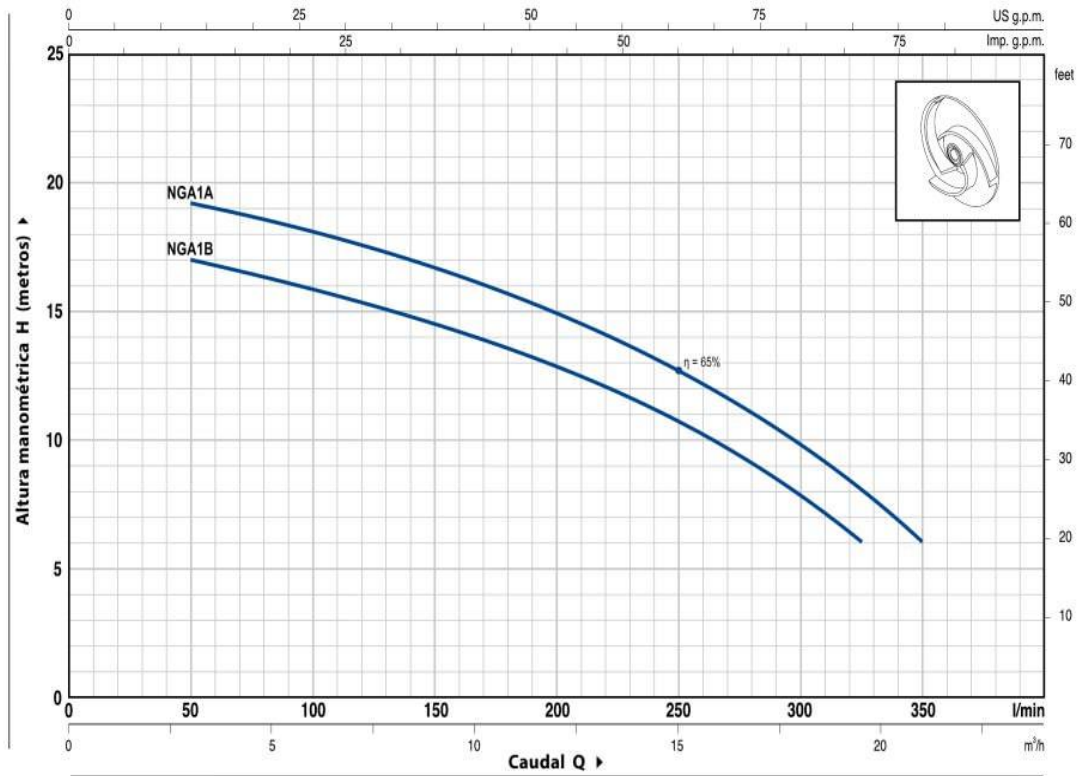


GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 1/min HS= 0 m



MODELO		POTENCIA		Q	Caudal										
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m³/h	0	3	6	9	12	15	18	19.5	21	
NGAm 1B	NGA 1B	0.55	0.75	l/min	0	50	100	150	200	250	300	325	350		
NGAm 1A	NGA 1A	0.75	1	H metros	18	17	16	14.5	13	10.5	8	6			
					20	19.5	18	16.5	15	12.5	10	8	6		

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grade 3.

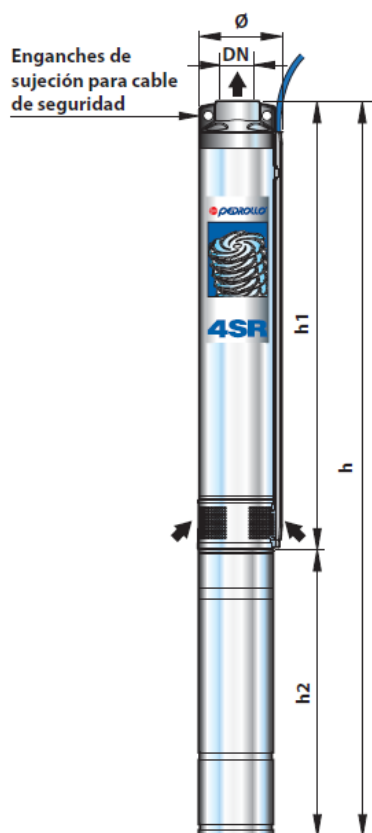
Características técnicas de Trabajo de Bomba Sumergible Pedrollo
 Modelo 4SRG10m/5 son las siguientes:

Tabla de Características de trabajo modelo 4SRG10m/5

Modelo	POTENCIA		Q(m ³ /h)	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	3	3.3
	KW	HP	Q(l/min)	0	5	10	15	20	25	30	40	50	55
4SR10G m/5	0.37	0.5	H(metros)	67	65	63	61	58	54	50	40	27	18

Dimensiones:

Bomba Sumergible Pedrollo Modelo 4SR10G.



Tension	:	220V
Cos θ	:	0.85
In	:	2A
DN	:	1 1/4 "
Ø	:	98mm
h1	:	290mm
h2	:	329mm
h	:	619mm
kg	:	12.2
pot.	:	373 W

Anexo 04**DETERMINACION DEL PRESUPUESTO TOTAL PARA EL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO****Presupuesto de sistema fotovoltaico**

PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO							
ITEM	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	UND	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
1	PANEL SOLAR 12 VCD/120W	SOLARLAND	SLP 120-12U	UND	1	690	690
2	CONTROLADOR SOLAR 12VCD/8A	PHOCOS	CML08	UND	1	120	120
3	INVERSOR SINUSOIDAL 12 VCD/220VAC 500W	ENERGIT	500W POWER INVERTER	UND	1	380	380
4	BATERIAS 12VCD/150AH	RITAR	RA12-150	UND	1	850	850
5	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2X16A	ABB		UND	1	1	60
6	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X16A	ABB		UND	1	1	40
7	CONDUCTOR NLT 2X 14	INDECO		M	30	5.5	165
8	SOPORTE DEL SISTEMA			GLB	1	450	450
9	ACCESORIOS			GLB	1	250	250
PRESUPUESTO BASE S/.							3,005.00

Presupuesto Instalación de Sistema de Bombeo Fotovoltaico

PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
1	SERVICIO DE INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	GLB	1	5,000.00	5,000.00
PRESUPUESTO DE INSTALACION S/.					5,000.00

Presupuesto Total de Sistema de Bombeo Fotovoltaico

PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
1	PRESUPUESTO DE BOMBA SUMERGIBLE PEDROLLO MODELO 4SR10G	GLB	1	2,000.00	2,000.00
2	PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	GLB	1		3,005.00
3	SERVICIO DE INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	GLB	1	5,000.00	5,000.00
PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO S/.					10,005.00

PRESENTACION DE LA MATRIZ DE CONSISTENCIA POR EL ALUMNO : Martin Sánchez Barboza.

DESARROLLO DE LA MATRIZ DE CONSISTENCIA (DOCUMENTO PARA PRESENTACION)

DISEÑO DE UN SUMINISTRO ELECTRICO CON ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS DE BOBMBEOS AGRICOLA DEL ESTABLO GESA-LAMBAYEQUE, 2016					
PROBLEMA	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	OBJETIVO GENERAL	METODOLOGÍA	RECURSOS
¿Es adecuado el diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola del establo Gesa- Lambayeque, 2016	La energía del sol se puede aprovechar directamente en forma de calor o energía térmica por medio de colectores. Los Sistemas Fotovoltaicos son los que se alimentan de un circuito eléctrico externo a partir de la radiación solar que incide sobre un dispositivo conocido como celda fotovoltaica gracias a un fenómeno llamado efecto fotovoltaico, que es una aplicación del efecto fotoeléctrico particularizado a celdas fotovoltaicas para que se genere energía eléctrica a partir de la incidencia de fotones sobre estas un conjunto de celdas fotovoltaicas conectadas en serie y encapsuladas en un material transparente que las protege de las condiciones ambientales como lluvia y polvo.	La hipótesis de corte descriptiva será: El diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica si es adecuado para mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola del establo Gesa- Lambayeque, 2016	el diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola del establo Gesa- Lambayeque, 2016	La investigación es descriptiva y explicativa.	- Investigador (1) - Personal (1) - Asesor (1)
		VARIABLES	OBJETIVOS ESPECIFICOS	METODOS	PRESUPUESTO
		- Diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica. - Mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola.	.Realizar un diagnostico de la productividad de equipos de bombes agrícola del establo Gesa- Lambayeque, 2016. .Diseñar un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para el establo Gesa. .Seleccionar los equipos a utilizar en el suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para el establo Gesa.	La investigación es descriptiva y explicativa por este proyecto de tesis será Aplicada , porque esto se debe que se emplearan las teorías establecidas en el entendimiento de situaciones problemáticas o planteamiento de soluciones en problemas específicos y también es una investigación de tipo descriptivo ya que se describirán distintos elementos de la situación del problema.	Presupuesto total del sistema de bombeo fotovoltaico. S/ 10,005.00
				TECNICA	PLAZO
				Relación de datos y cálculos.	2016 - 2017



Ejemplares del establo GESA, donde se realizó el estudio.



Área que será coberturada con el bombeo directo y en cuyo techo se colocaran los paneles fotovoltaicos



Instalaciones del área cercada del establo GESA



Investigador en las instalaciones del establo para efectuar los cálculos necesarios



Investigador con el personal del área libre para ver las mediciones específicas.



Investigador en el área de instalación de la bomba con apoyo de las celdas fotovoltaicas.



Zona donde se implementará el área de control para las celdas a campo abierto



Zona de bombeo.