



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer la demanda hídrica del Fundo
San Luis - Caserío San Pedro de Sasape - Illimo”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. César Augusto, Chozo Sandoval (ORCID: 0000-0002-8998-1444)

ASESOR:

Msc. Fredy Dávila Hurtado (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución

CHICLAYO PERÚ

2019

Dedicatoria

En consideración a la vida y el amor a las cosas, muestro mi especial consideración a mis padres, por ser la razón y la fuerza que motiva desarrollar nuestro crecimiento; consiente de la importancia de contar con un universo limpio y sano.

Así mismo con la fe y bendición de Dios ser supremo que permitió a mis descendientes y padres me dieran la vida, gracias a ello escribo estas palabras; a quien dedico mi especial consideración y afecto con gran amor, como el que llevan dentro de su ser

César Augusto Chozo Sandoval

Agradecimiento

Agradezco a nuestro ser supremo por concedernos un universo lleno de vida y recursos para sobrevivir, a quien pido nos de salud y abra nuestras mentes para hacer uso razonable de los bienes protegiendo la vida en el planeta.

A mis padres, por estar siempre a mi lado dándome ánimo y aliento incondicional apoyándome en los momentos que los necesito dándome sus buenos consejos de aliento y positivismo.

A la Universidad César Vallejo por llegar a nuestra ciudad y poner a disposición la carrera universitaria, de igual manera a los docentes que hicieron entender que las cosas tienen propósitos, compartiendo los temas con sus experiencias, mostrando ejemplos de vida.

César Augusto Chozo Sandoval

Página del jurado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
Coordinador de Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 10:00 horas del día 17 de diciembre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 196-2019-UCV-EPIME, de fecha 12 de diciembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis: "DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER LA DEMANDA HÍDRICA DEL FUNDO SAN LUIS – CASERÍO SAN PEDRO DE SASAPE – ILLIMO", presentada por el Br. Chozo Sandoval César Augusto con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero. Mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- **Presidente** : Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
- **Secretario** : Dr. Daniel Carranza Montenegro
- **Vocal** : Mg Edilbrando Vega Calderon

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por mayoría

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 17 de diciembre de 2019

Mgtr. Dante Omar Panta Carranza

Presidente

Dr. Daniel Carranza Montenegro
Secretario

Mg Edilbrando Vega Calderon
Vocal

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **César Augusto Chozo Sandoval**, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 17619955, con el trabajo de investigación titulada,

“DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER LA DEMANDA HÍDRICA DEL FUNDO SAN LUIS – CASERÍO SAN PEDRO DE SASAPE - ILLIMO”

Declaro bajo juramento que:

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

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

Chiclayo 24 de enero, 2020



César Augusto Chozo Sandoval
DNI N° 17619955

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de figuras	ix
Índice de tablas	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática	1
1.1.1 A nivel internacional	1
1.1.2 A nivel nacional	2
1.1.3 A nivel local	3
1.2 Trabajos previos	4
1.3 Teorías relacionadas al tema	6
1.3.1 Sistemas de bombeo	6
1.3.2 Tipos de abastecimiento de los sistemas de bombeo	9
1.3.3 Tipos de bombas	9
1.3.4 Elementos del sistema de bombeo	11
1.3.5 Análisis hidráulico de un mecanismo fotovoltaico de agua	14
1.3.6 Aplicaciones típicas de bombeo solar de agua	15
1.3.7 El efecto fotovoltaico	16
1.3.8 Componentes de un sistema fotovoltaico aislado	17
1.3.9 Electricidad	18
	vi

1.3.10	Oferta eléctrica	19
1.3.11	Sistemas eléctricos	19
1.4	Formulación del problema	19
1.5	Justificación del estudio	19
1.5.1	Técnica	19
1.5.2	Económica	19
1.5.3	Social	20
1.5.4	Ambiental	20
1.6	Hipótesis	20
1.7	Objetivos	20
1.7.1	Objetivo general	20
1.7.2	Objetivos específicos	20
II.	MÉTODO	21
2.1.	Diseño de investigación	21
2.2.	Variables, operacionalización	21
2.2.1.	Variable independiente	21
2.2.2.	Variable dependiente	21
2.2.3.	Operacionalización de las variables	22
2.3.	Población y muestra	23
2.3.1.	Población	23
2.3.2.	Muestra	23
2.4.	Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	23
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos	23
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	24
2.4.3.	Validez	24
2.4.4.	Confiabilidad	24
2.5.	Métodos de análisis de datos	25

2.6. Aspectos éticos	25
III. RESULTADOS	26
IV. DISCUSIÓN	63
V. CONCLUSIONES	64
VI. RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS	69
Acta de aprobación de originalidad de tesis	94
Reporte de turnitin	95
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	96
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	97

Índice de figuras

Figura 1 Matriz de energía	1
Figura 2: Vista panorámica del fundo San Luis	3
Figura 3: Sistema de Bombeo con bomba Sumergible	7
Figura 4: Sistema de Bombeo Fotovoltaico	7
Figura 5: Componentes típicos de un mecanismo solar	8
Figura 6: Instalación de equipamiento con negativa succión	9
Figura 7: Instalación de un sistema con Positiva Succión	10
Figura 8: Equipamiento sumergible	10
Figura 9: Punto de Funcionamiento de una Bomba	11
Figura 10: Tubería PVC	12
Figura 11: Tubería PE	12
Figura 12: Grafica presión vs caudal	13
Figura 13: Grafica para diámetro de descargas	13
Figura 14: Esquema didáctico del funcionamiento de un equipamiento solar	14
Figura 15: Esquema de mecanismo Fotovoltaico de Agua a Viviendas Rurales	15
Figura 16: Un sistema de bombeo solar instalado de agua en fines agrícola	15
Figura 17: Imagen de efecto fotovoltaico. (ver anexo 01)	16
Figura 18: Diagrama de carga y duración.	18
Figura 19: Cadena de valor de la electricidad.	19
Figura 20: Evolución Solar	30
Figura 21: Evolución de la Potencia Solar (a)	31
Figura 22: Evolución de Potencia Solar (b)	32
Figura 23: Potencia Solar (c)	33
Figura 24: Potencia Solar (d)	34
Figura 25: Evolución de la Potencia Solar (e)	35
Figura 26: Evolución de Potencia Solar (f)	36
Figura 27: Evolución de Potencia Solar (g)	37
Figura 28: Evolución de Potencia Solar (h)	38
Figura 29: Evolución de Potencia Solar (i)	39
Figura 30: Evolución de Potencia Solar (j)	40
Figura 31: Evolución de Potencia Solar (k)	41
Figura 32: Evolución de Potencia Solar (l)	42

Figura 33: Evolución de Potencia Solar (m)	43
Figura 34: Evolución de Potencia Solar (n)	44

Índice de tablas

Tabla 1: Potencial de energía renovable.	2
Tabla 2: Comparación de una Bomba que usa Combustible y una Bomba Solar	16
Tabla 3: Etapa del Cultivo	27
Tabla 4: Requerimiento de Agua	28
Tabla 5: Consumos Totales de Agua para Consumo Humano por día	28
Tabla 6: Requerimiento Hídrico Total en m ³ /día para abastecer al Fundo San Luis	28
Tabla 7: Medidor de Potencia Solar	29
Tabla 8: Niveles de Radiación Solar (a)	29
Tabla 9: Mediciones de radiación solar en el fundo San Luis tomadas con solarímetro	30
Tabla 10: Niveles de Radiación Solar (b)	31
Tabla 11: Niveles de Radiación Solar (c)	32
Tabla 12: Niveles de Radiación Solar (d)	33
Tabla 13: Niveles de Radiación solar (e)	34
Tabla 14: Niveles de Radiación Solar (f)	35
Tabla 15: Niveles de Radiación Solar (g)	36
Tabla 16: Niveles de Radiación Solar (h)	37
Tabla 17: Niveles de Radiación Solar (i)	38
Tabla 18: Niveles de Radiación Solar (j)	39
Tabla 19: Niveles de Radiación Solar (k)	40
Tabla 20: Nivel de Radiación Solar (l)	41
Tabla 21: Niveles de Radiación Solar (m)	42
Tabla 22: Niveles de Radiación Solar (n)	43
Tabla 23: Niveles de Radiación Solar (o)	44
Tabla 24: Determinación De Los Niveles De Radiación Solar Promedio En Kw.H/M ²	45
Tabla 25: Promedio de irradiación	46
Tabla 26: Distribución del Weibull	47
Tabla 27: Data sheet de panel solar que se selecciono	54
Tabla 28: Características eléctricas del inversor seleccionado	56
Tabla 29: Determinación del Presupuesto del Proyecto	60
Tabla 30: Cosecha	61
Tabla 31: Egresos	61

RESUMEN

El fundo San Luis, se encuentra ubicado en caserío San Pedro de Sasape, distrito de Illimo, provincia de Lambayeque en el departamento de Lambayeque, tiene una extensión de 3 hectáreas, en dicho terreno se siembran diversos cultivos como: algodón, maíz, lenteja, frijol zarandaja, zapallo, camote, yuca; sin embargo, la falta de agua se hace evidente para su desarrollo. El agua que usan actualmente la consiguen de un pozo semi-artesanal de 20 metros de profundidad, sin embargo, con una motobomba, sin embargo, los altos costos de combustible han imposibilitado su uso. Esta familia obtiene sus recursos económicos gracias al sembrío de algodón, maíz, lenteja, frijol zarandaja, zapallo, camote, yuca, sandía, árboles frutales: como ciruelas, guabas, mangos y a la crianza de animales, los cuales necesitan alimentación y buen cuidado. En tal sentido se ha identificado el siguiente problema de investigación ¿Es factible cubrir la demanda hídrica con un sistema de bombeo fotovoltaico para mejorar la productividad en el fundo San Luis – distrito de Illimo, Lambayeque?, teniendo como objetivo principal “Diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico para cubrir la demanda hídrica en el fundo San Luis – distrito de Illimo, Lambayeque”, para lo cual se determinó el requerimiento del recurso hídrico para abastecer en su totalidad al fundo San Luis siendo este de 124.78 m³/día, Para determinar el promedio de la radiación solar las mediciones fueron tomadas in situ en un periodo de 10 minutos por cada toma de datos teniendo como hora inicial las 06:00 am horas y como final las 06:00 pm horas tomando para tal efecto 06 mediciones teniendo como resultado el valor de 6.98 Kw.H/m², diseñando de esta forma el sistema de bombeo fotovoltaico seleccionando para tal fin una bomba sumergible modelo 4SR45G/75 marca PEDROLLO con una potencia de 5.5 kW, el sistema fotovoltaico tendrá una tensión de trabajo de 48 V, con un total de 10 paneles de 370 W monocristalino, un total de 28 baterías marca ULTRACELL, el modelo UCG316-12 con una capacidad de 316 Ah, 1 regulador de marca: VICTRON ENERGY de 100 amperios modelo: MPPT 150/100 y 1 inversor de marca BESTSUN de 4 kW – 48 DC, determinando un presupuesto total para la implementación del sistema fotovoltaico que asciende a la suma de S/. 99,120.34 (Noventa y Nueve Mil Ciento Veinte con 34/100 Soles), evidenciando un VAN positivo igual a S/. 31,636.61 con un TIR del 24.03%, mayor que la tasa de descuento en tal sentido el proyecto es aceptable.

Palabras Claves: Demanda hídrica, sistema de bombeo, radiación solar, sistema fotovoltaico.

ABSTRACT

The farm San Luis, is located in San Pedro de Sasape farm, Illimo district, Lambayeque province in the department of Lambayeque, has an area of 3 hectares, in this land are sown various crops such as cotton, corn, lentils, bean garnish, squash, sweet potato, cassava; however, the lack of water becomes evident for its development. The water they currently use is obtained from a semi-artisanal well 20 meters deep, however with a motor pump, however the high fuel costs have made their use impossible. This family obtains its economic resources thanks to the planting of cotton, corn, lentils, sesame beans, squash, sweet potatoes, cassava, watermelon, fruit trees: as plums, guavas, mangoes and the raising of animals, which need food and good care. In this sense, the following research problem has been identified: Is it feasible to cover the water demand with a photovoltaic pumping system to improve productivity in the San Luis farm - Illimo district, Lambayeque?, having as main objective "Design a system of photovoltaic pumping to cover the water demand in the farm San Luis - district of Illimo, Lambayeque ", for which the requirement of the water resource was determined to supply in its entirety to the farm San Luis being this of 124.78 m³ / day, to determine the average solar radiation measurements were taken in situ in a period of 10 minutes for each data collection had as initial time 06:00 am hours and as final 06:00 pm hours taking for that purpose 06 measurements resulting in the value of 6.98 Kw.H / m², designing in this way the photovoltaic pumping system selecting for this purpose a submersible pump model 4SR45G / 75 PEDROLLO brand with a power of 5.5 kW, the photovoltaic system will have a working voltage of 48 V, with a total of 10 panels of 370 W monocrystalline, a total of 28 batteries TROJAN brand, the model UCG316-12, with a capacity of 316 Ah , 1 brand controllers: VICTRON ENERGY of 100 amps model: MPPT 150/100 and 1 inverters of BESTSUN brand of 4 kw - 48 DC, determining a total budget for the implementation of the photovoltaic system that amounts to the sum of S /. 99,120.34 (Ninety-Nine Thousand One Hundred Twenty with 34/100 Soles), showing a positive NPV equal to S /. 31,636.61 with an IRR of 24.03%, higher than the discount rate in that sense the project is acceptable.

Keywords: Water demand, pumping system, solar radiation, photovoltaic system

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

1.1.1 A nivel internacional

Son fenómenos físicos o químicos evidentes en nuestro entorno de las que las personas aprovechan para obtener mejoras en sus actividades utilizando la electricidad de forma no renovable como también renovable (Lamana Villegas , 2018).

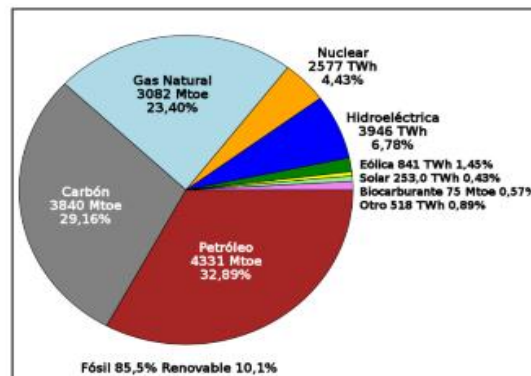


Figura 1 Matriz de energía

Fuente (Lamana, 2018, p. 17)

“Estas pueden ser útiles en gran cantidad para de esta forma poder beneficiar al hombre o al usuario final” (Lamana Villegas , 2018)

Detallaremos a continuación:

- ✓ E. Hidráulica, se obtiene por medio del flujo del agua.
- ✓ E. Eólica, se obtiene por el flujo de aire.
- ✓ E. Geotérmica, aprovechando las altas temperaturas que nuestro planeta tienen internamente.
- ✓ E. Biomasa, la obtenemos por medio de la descomposición de materia orgánica.
- ✓ E. Solar, se obtiene por medio de la irradiación solar y se convierte en electricidad por unas celdas fotovoltaicas.

“Estos mecanismos son de gran ayuda ya que se aplica a diferentes actividades ya sea domésticas o industriales” (Lamana Villegas , 2018)

Córdoba departamento de Colombia aprovecha la energía de nuestro entorno ya que tiene la tecnología apropiada para hacerlo disminuyendo los altos costos de consumo y generación teniendo en cuenta que los costos de mantenimiento y operación debido a este tipo de energía renovable disminuirán considerablemente y así los beneficiarios podrán brindar productos de calidad a menor costo (Arrieta Morelo & Puello Bravo, 2015).

“En el país colombiano, se producen algunos fenómenos con efectos negativos para nuestro planeta y es que existe una disminución de los productos agrícolas, por otro lado, el deceso de animales por la incendios, esto se debe a las pocas lluvias que se suscitan en este litoral debido a cambios climáticos, donde el agua se raciona debido al desabastecimiento habiendo mayor criticidad en áreas alejadas, que no están en el sistema interconectado nacional, esto conlleva a no haber este recurso hídrico limita a que se pueda implementar técnicas para bombear y suministrar agua cuyos propósitos sean de mitigar el efecto que golpe de manera directa a los pobladores y su calidad de vida, a toda esa regio y a su posible desarrollo.

De esta manera podemos identificar necesidades de plasmar métodos alternativos para energizar de manera local en habitantes que no cuenten con fácil acceso al agua ni a un suministro eléctrico, haciéndolo sostenible ambientalmente y viable en lo económico, esto también trae a la introducción de tecnologías para bombear agua que van a mitigar efectos negativos que deja el paso del fenómeno del niño, esto producido por el “calentamiento global y las actividades humanas, que traen sequía y afecta fauna y flora regional.”

(Landaeta Chinchilla & Suarez Sierra, 2017)

1.1.2 A nivel nacional

“Estos recursos naturales son las que ofrecen electricidad como natural e inagotable fuente en un tiempo determinado” (OSINERGMIN, 2016)

“Se tiene como objetivo tener un conocimiento de cuanto es lo que pueden brindar de energía estos recursos inagotables y aplicarla al incremento de la industrialización de la misma. Dentro de nuestro país Perú se ha demostrado que existe gran cantidad de insumos inagotables que pueden ser aprovechados como el viento, la geotérmica, biomasa, el sol, etc.” (OSINERGMIN, 2016)

Tabla 1: Potencial de energía renovable.

Fuente	Potencial	Aplicación
Hidroeléctrica	69445 MW	Electricidad
Solar	Radiación media diaria: 250 W/M2	Electricidad, calor
Eólica	22450 MW	Electricidad
Geotérmica	3000 MW	Electricidad, calor
Bioenergía	177 MW (biomasa) 5151 MW (biogás)	Electricidad

Fuente: (Osinermin, 2014, p. 22)

1.1.3 A nivel local

San Luis, se encuentra ubicado en caserío San Pedro de Sasape, Illimo, tiene una extensión de 3 hectáreas, en dicho terreno se siembran diversos cultivos como: algodón, maíz, lenteja, frijol zarandaja, zapallo, camote, yuca; sin embargo, la falta de agua se hace evidente para su desarrollo.

El agua que usan actualmente la consiguen de un pozo semi-artesanal de 20 metros de profundidad, sin embargo, con una motobomba, los altos costos de combustible han imposibilitado su uso.

Esta familia se dedica al sembrío de algodón, maíz, lenteja, frijol zarandaja, zapallo, camote, yuca, sandía, árboles frutales: como ciruelas, guabas, mangos.

Los escasos de líquido provocan diferentes enfermedades y además esta carencia no permite que sus estándares de calidad con respecto al cultivo no puedan competir en el mercado laboral.



Figura 2: Vista panorámica del fundo San Luis

Fuente: Propia

1.2 Trabajos previos

Tomás nos presenta su proyecto donde trata del diseño integral de un sistema de bombeo de agua con una fuente obtenida del sol.

Catarroja es un puerto que cuenta con estaciones para bombear agua que tiene como parte de una red que reutiliza el agua que expulsa la planta de Pinedo, en Valencia, esto abastece a gran parte de la extensión de tierras agrícolas al sur.

La finalidad de esto es conducir desde la acequia de real de Júcar, hasta el canal del mismo nombre, aunque el costo fue elevado aún no esté funcionando.

Con el objetivo de que pueda funcionar existe una propuesta, poder hacerlo mediante sistemas solares en este caso paneles para así haya una reducción en costos de esta estación, de esta manera pretendemos estudiar la viabilidad.

El estudio se desarrolla tomando los datos de demanda de agua y en base a eso ver cuanta irradiación solar y podemos hacer un cálculo de cuanto produce de energía al instalarlo. Tendremos en cuenta que al dimensionar seleccionaremos los componentes que usaremos y aplicaremos ciertos criterios que ayudaran a proporcionar la dimensión en nuestra instalación, de esta manera podremos hacer un cálculo de cuanto produce nuestro sistema.

Cuando ya se dimensiona todos los componentes según sea nuestra demanda, procedemos a realizar un estudio de manera económica de estos componentes para poder ver si nuestro proyecto es viable o no, analizaremos por medio del método de VAN y TIR y el PAYBACK. Estos dos se determina por el costo de cada componente, estudiando a los beneficiarios y costos de instalación, así poder determinar si nuestra inversión es viable o no.

Con este análisis obtenemos reducir gastos hasta en el 50% de electricidad que obtenemos del suministro (Gil Tomás, 2018)

Instalación de mecanismos solares para riego en terreno cultivable

Vimbodi i Poblet, Cataluña, tiene como meta poder instalar un sistema de bombeo por medio de paneles solares para utilizarlo en sistema de regado mediante el goteo para cultivos de avellanas y nogales.

Se hizo estudios previos de la localidad, extensión de cultivo, consumo hidráulico pasado 1 año y las condiciones climáticas para poder determinar la irradiación del sol disponible para aprovecharlo de la mejor manera y poder cubrir la demanda de agua.

Posterior a eso se respetó los parámetros que manda la NMSU/SWTDI, dimensionado esto con criterios de manera hidráulica y energética cada mes, se ubicó el mes que más agua se

consume la cantidad de sol que había durante ese periodo para poder determinar el punto más crítico, asegurando así que pueda funcionar en cualquier estación del año. finalizando determinamos el cómo configurar sistemas y equipamiento útiles para poder bombear el agua desde el subsuelo (Lamana Villegas , 2018).

Es factible poder instalar sistemas solares que se conecten a la red.

“Se evidencia la oportunidad de realizar sistemas solares y conectarlos a la red, colocando formas de generación aprovechando los sistemas de distribución y de esta manera tener una nueva forma de explotación de recursos inagotables a favor de los usuarios finales como son los pobladores permitiendo de esta forma tener generación de energía limpias, en este caso específicamente se tendrá en cuentas las medidas o datos recolectados mediante equipo tecnológicos realizados al sol para de esta manera poder tener una reducción enorme a los costos y evitar hacer gastos innecesarios en la generación de la misma” (Giraudy Arafet , Carlos M; Massipe Cano, Ivan; Rodríguez Rivera, Raciél; Rodríguez Gámez, Maria; Vázquez Pérez, Antonio, 2014)

Realizar estudios experimentales de sistemas de bombeo fotovoltaico en CC.

Se promueve investigar sistemas para generar electricidad con objetivos de estudios experimentales en CC, con la finalidad de bombear agua, esto lograría reducir, la contaminación ambiental producto de los gases que emana un motor de combustión accionado por combustible derivados del petróleo, para ello se utilizaron distintos equipos para poder medir y obtener la data meteorológica y la potencia energética que emana el sol sobre la superficie, por este tiempo es de mucha difusión el uso de recursos renovables ya que tiene muchos usos, por otro lado es de mucha confiabilidad y seguro, la utilización y no requiere muchos conocimientos ni un exceso en mantenimientos.

Esto es el resultado de una investigación que concluye en que la CC es más eficiente ya que no necesita inversor en su sistema de bombeo lo hace de manera directa.

Otro punto es la importancia de estos sistemas de CC ya que generan onda senoidal y esto se puede mejorar los pulsos o PWM que le llega a la bomba sin necesidad de instalar un variador de frecuencia. (Peralta Vera , 2018)

Electrificación rural y bombeo de agua con el uso de sistemas fotovoltaicos en el caserío de Succha en Bambamarca

El tema en primer lugar es electrificar y dimensionar usando paneles solares y dar suministro al caserío Succha, este cuenta en la actualidad con dieciséis casas y un local de la comunidad, según este estudio se logró determinar que necesitarías doce paneles de 300 Wp, un controlador de carga MPPT150, un inversor de 48/330 230v, ocho baterías 12c y por ultimo diseñar una red secundaria para distribuir la electricidad, al dimensionarlo el sistema para bombear agua se seleccionó una bomba sumergible ps2-600 h para esta solo se usan cuatro paneles yingli 260Wp, la inversión tiene un aproximado de S/.148,341.69” (Ventura Carrillo, 2018)

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Sistemas de bombeo

Rodriguez (2014, p. 22), Es conjunto de sistemas mecanicos que brindan recurso hidrico para su utilizacion y poder abastecer las necesidades hídricas del consumidor o para abastecer la necesidad de abastecer el agua para consumir.

Rojas (2017, p. 45), nos dice que un sistema para bombear agua lleva muchos componentes adicionales al kit solar siendo este elemento de gasfitería y la toma acopladas a una fuente de alimentación e impulsar a un centro de almacenaje o directamente a la red.

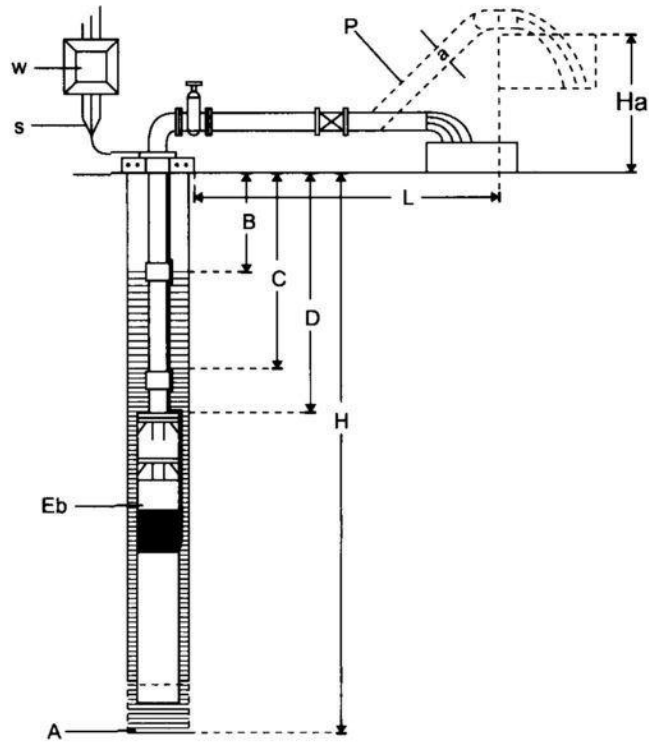


Figura 3: Sistema de Bombeo con bomba Sumergible

Fuente: (Rojas, 2017, p. 45)

El proceso de bombeo de agua con mecanismos solares donde mediante el uso de los rayos del sol ya es muy sencilla y práctica para suministrar de agua para el consumo humano y aplicaciones agrarias. Estas son complementadas en zonas alejadas y poco ventosas (Cabrera, Ignacio y Fermin, Rigoberto, 2015, p. 69).

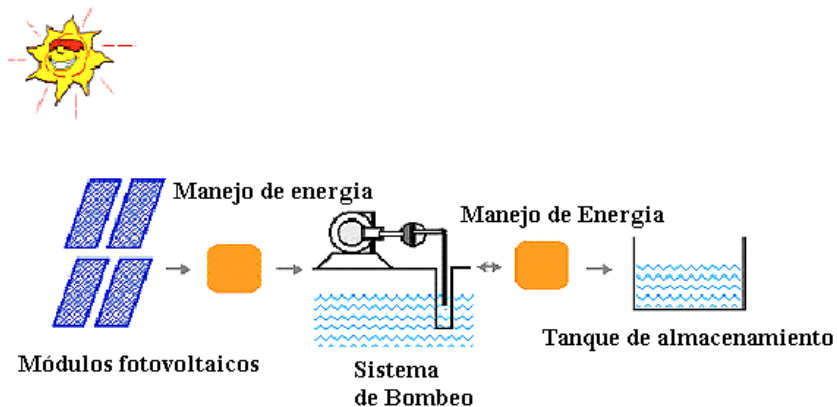


Figura 4: Sistema de Bombeo Fotovoltaico

Fuente: (Cabrera y Fermín, 2015, p. 69)

Estas instalaciones se realizan adecuadamente teniendo el mínimo costo de mantenimiento. En estos trabajan los equipamientos sin la necesidad de tener acumuladores para la recepción de energía ya el uso de la misma sería de forma directa (Cabrera, Ignacio y Fermin, Rigoberto, 2015, p. 70).

Los mecanismos que funcionan con el sol tienen sus ventajas principalmente esta ventaja es del tipo económico y si lo combinamos con sistemas de riego tecnificado esto nos proporcionaría el poder irrigar ciertos lugares teniendo en cuenta el consumo mínimo de agua estos mecanismos utilizables son:

- a) **Equipamiento directo:** el recurso hídrico se extrae siendo este almacenado en un recipiente o utilizado directamente al lugar que se necesita irrigar, estos sistemas son utilizados mediante energía radiación.
- b) **Equipamiento con baterías:** Se prevé la necesidad de utilizar el recurso hídrico en diferentes ocasiones es por lo que se almacenan reservas de suministro eléctrico en acumuladores para ser utilizado en momentos donde no haya sol.

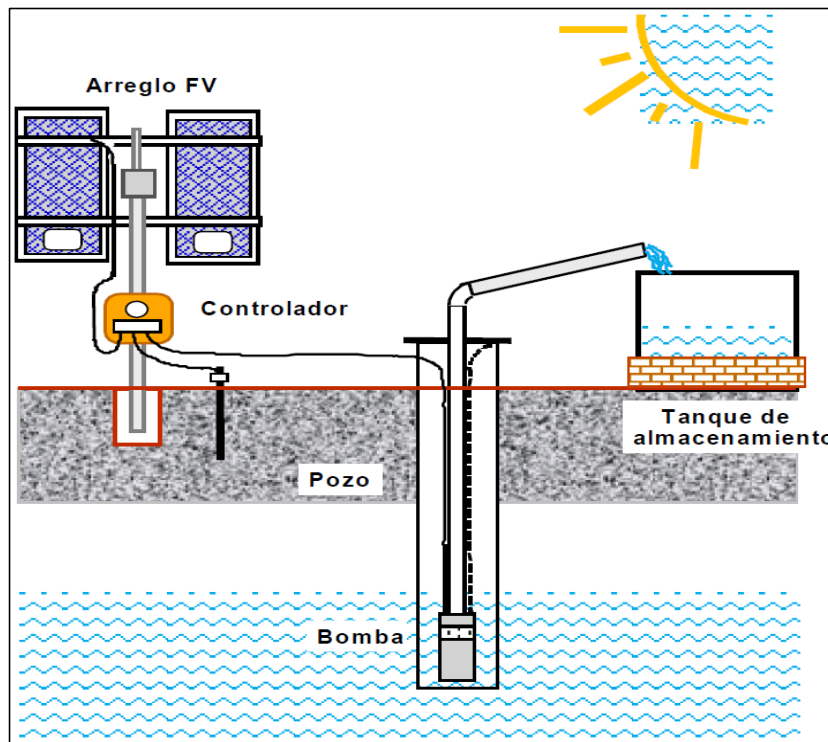


Figura 5: Componentes típicos de un mecanismo solar

Fuente: (Cabrera y Fermín, 2015, p. 72)

1.3.2 Tipos de abastecimiento de los sistemas de bombeo

Rojas (2017, p. 47) nos dice

- Al tener reservorio el sistema estará directamente relacionada al equipo de bombeo y red de distribución para lo cual el cálculo se desarrollará dependiendo del tiempo de bombeo (Rojas, 2017, p. 47).
- Si el mecanismo no cuenta con almacenamiento posterior al conjunto de bombeo esta debe ser determinada por la cantidad de tiempo y los desperdicios en la trayectoria en la red (Rojas, 2017, p. 47).

1.3.3 Tipos de bombas

a) Horizontales del tipo centrifugas

(ORGANISMO PS, 2005 pág. 12), manifiesta que estos elementos cuentan con un sistema de transmisión siendo estas colocadas en distintos lugares.

Estos mecanismos deben emplearse en lugares donde existen grandes afluentes de agua o contenedores de líquidos como los reservorios haciendo fácil la operación y mantenimiento es de costo bajo.

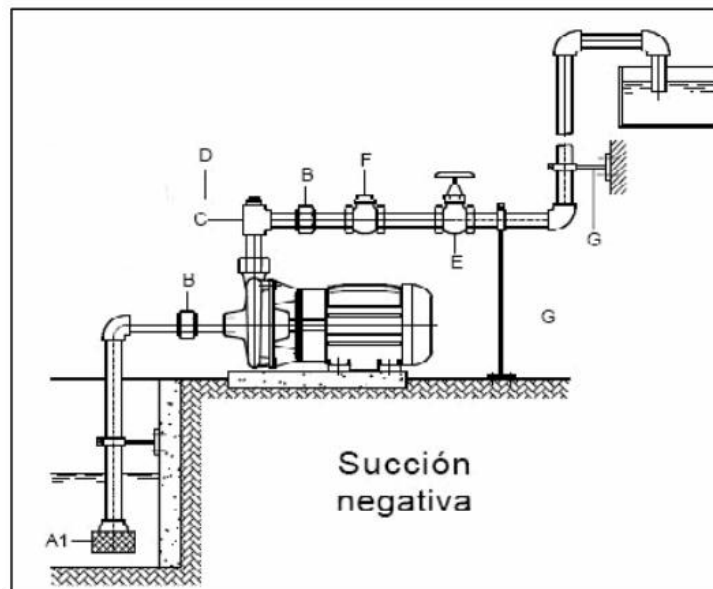


Figura 6: Instalación de equipamiento con negativa succión

Fuente: (OSC, 2005, p. 13)

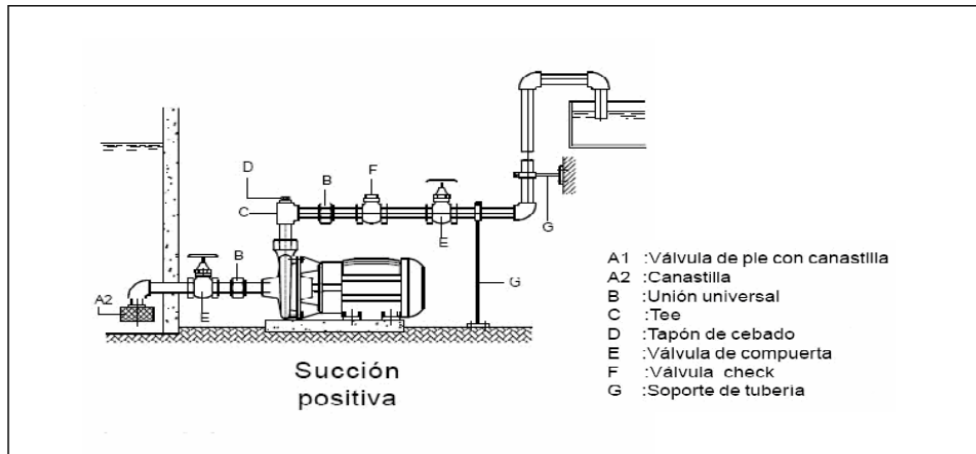


Figura 7: Instalación de un sistema con Positiva Succión

Fuente: (OSC, 2005, p. 14)

b) Bombas centrifugas verticales

(Organismo PS, 2005 pág. 14), estos equipos cuentan con un eje vertical la cual sirve como apoyo a todo el equipamiento electromecánico conocido como impulsadores. La forma de instalación es sobre el mismo eje y sobre la zona de succión de líquido.

c) Bombas sumergibles

(Organismo PS, 2005 pág. 15), Equipos que trabajan sumergidas en líquido para la cual el motor eléctrico y la bomba están acopladas de tal forma que ambas trabajan juntas.

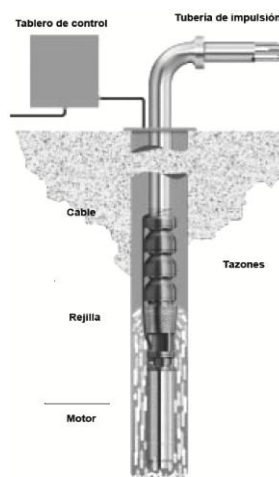


Figura 8: Equipamiento sumergible

Fuente: (OPS, 2005, p. 19)

1.3.4 Elementos del sistema de bombeo

Se cuenta con los siguientes elementos:

a) Equipo de bombeo.

Rojas (2017, p. 45), nos dice que el equipo de bombeo es la agrupación de elementos y accesorios en la cual el agua fluye directamente del reservorio de almacenamiento o del mismo pozo y esta es insertada a la distribución de tuberías.

Potencial de los equipos

Para calcular la Fuerza de la electrobomba y del motor:

$$P_b = \frac{\gamma \cdot Q_h \cdot H_b}{76 \eta}$$

Donde:

P_b: Potencial de las bombas (HP).

Q_b: Caudal que bombea(l/s).

H_b: Altura en según la presiona atmosférica(m).

η: Eficiencia.

Teniendo en cuenta los datos brindados en los manuales de los fabricantes don se evidencias los rendimientos reales.

La electrobomba deberá de tener una eficiencia de trabajo menor al 70% (Rojas, 2017).

Selección de bomba centrífuga

Para la selección de este equipamiento se debe de conocer los parámetros de trabajo que esta debe de cumplir ya que si no se tiene en cuenta esto se podrá seleccionar un equipamiento erróneo es por lo que se debe conocer todos los requerimientos que implican el uso de este mecanismo (Rojas, 2017).

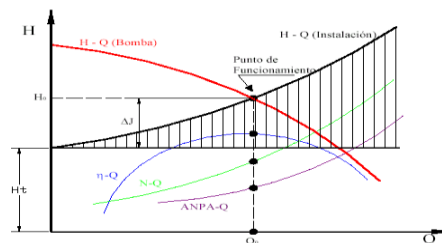


Figura 9: Punto de Funcionamiento de una Bomba

Fuente: (Rojas, 2017, p. 57)

b) Tuberías.

Elementos construidos de PVC la cual permiten transportan con mayor eficiencia y menos desperdicios todo lo que es líquidos o fluidos (RAMOS, 2017).

Tuberías para bombeo

PVC: Material utilizado para distribución en campos de cultivo debido a la gran diferencia de sus bondades de construcción que posee como son los plásticos genéricos (RAMOS, 2017).



Figura 10: Tubería PVC

Fuente: (Ramos, 2017, p. 49)

PE: son materiales mejorados con respecto a las de PVC presentan estas 2 mejoras:

- Instalación al aire libre.
- Es más dúctil y más resistente.

(RAMOS, 2017).



Figura 11: Tubería PE

(Ramos, 2017, p. 50)

Selección del diámetro de la tubería.

(RAMOS, 2017), nos dice que las tuberías se seleccionan al determinar el caudal de trabajo y parámetros de trabajo:

- Si tenemos gran diámetro se obtendrá menos perdidas.
- Si queremos tener diámetro sin duda bajara costos.

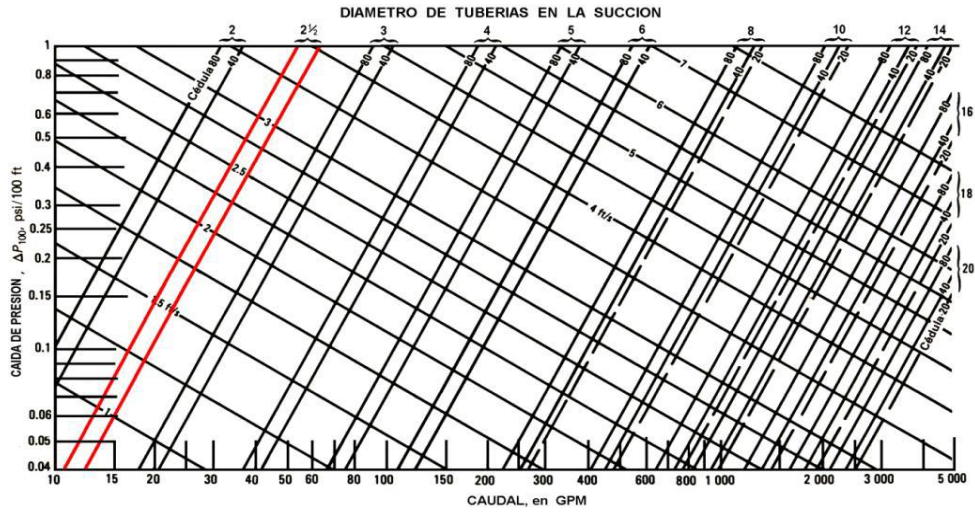


Figura 12: Grafica presión vs caudal

Fuente: (Ramos, 2017, p. 51)

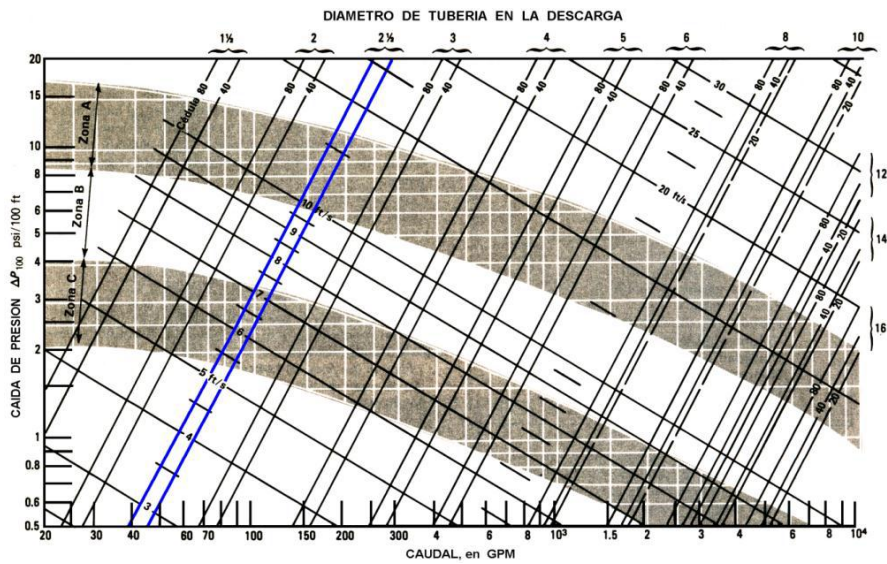


Figura 13: Grafica para diámetro de descargas

(Ramos, 2017, p. 51)

c) Válvulas de regulación y control.

(RAMOS, 2017), sostiene que se recomienda la instalación de este equipo de control para que de esta forma garantizar el eficiente trabajo que se brinda.

1.3.5 Análisis hidráulico de un mecanismo fotovoltaico de agua

Se tiene que los mecanismos tienen relación directa con CDT o cargas total dinámica (Cabrera, Ignacio y Fermin, Rigoberto, 2015, p. 77).

$$CDT = CE + CD = \text{Nivel estático} + \text{abatimiento} + \text{altura de la descarga} + \text{fricción}$$

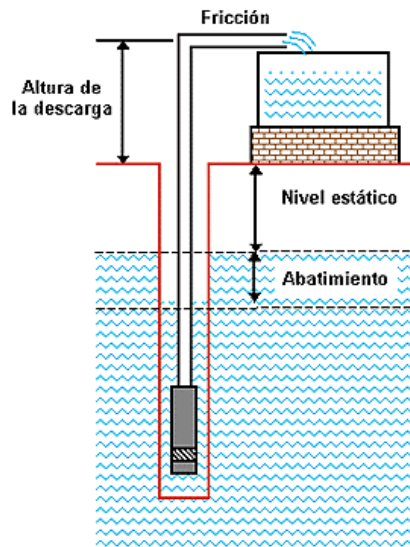


Figura 14: Esquema didáctico del funcionamiento de un equipamiento solar

Fuente: (Cabrera y Fermín, 2015, p. 77)

a) Nivel estático

Esta magnitud se puede obtener de forma directa tratándose del desplazamiento que se tiene desde el punto de abastecimiento en el pozo hasta el punto final de descarga de la misma (Cabrera, Ignacio y Fermin, Rigoberto, 2015, p. 77).

b) Nivel dinámico (fricción)

Esta dada por el aumento de presión esto ocasionado por la resistencia que se encuentra del flujo causado por las rugosidades del elemento por donde este debe circular, para poder determinar esta magnitud escalar se debe de tener en cuenta todas las inconveniencias por la cual el agua tiene en la circulación desde el punto inicial al final (Cabrera, Ignacio y Fermin, Rigoberto, 2015, p. 77).

1.3.6 Aplicaciones típicas de bombeo solar de agua

Cabrera, Ignacio y Fermin, Rigoberto (2015, p. 77) sostienen que entre las aplicaciones más comunes del bombeo solar se pueden observar:

- Construcción de un sistema con electrobomba para zonas rurales.

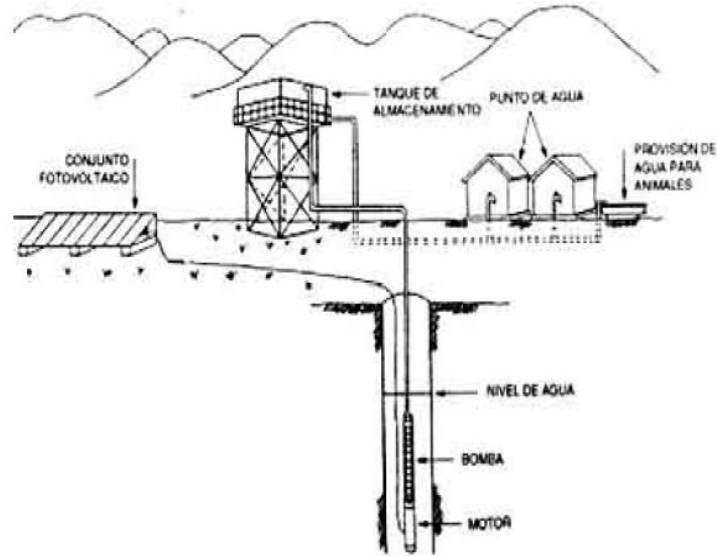


Figura 15: Esquema de mecanismo Fotovoltaico de Agua a Viviendas Rurales

(Cabrera y Fermín, 2015, p. 80)

- El mismo mecanismo aplicado a actividades agrícolas.

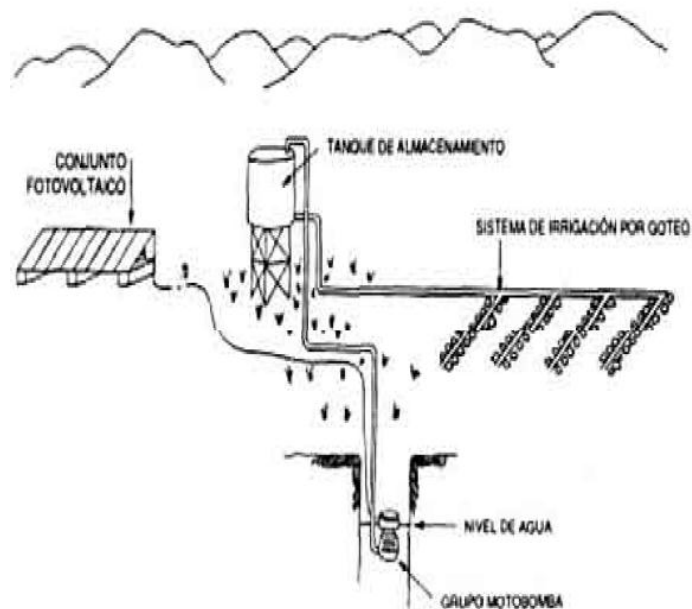


Figura 16: Un sistema de bombeo solar instalado de agua en fines agrícola

Fuente: (Cabrera y Fermín, 2015, p. 80)

Ventajas de los sistemas de bombeo fotovoltaico para agua

Cabrera, Ignacio y Fermin, Rigoberto (2015, p. 78) nos indica las siguientes bondades:

- Brinda agua teniendo el mínimo de consumo
- cero mantenimientos.
- No contamina el ambiente.
- Garantiza una vida de 40 años a los paneles

Tabla 2: Comparación de una Bomba que usa Combustible y una Bomba Solar

Bombeo con Generador Diésel	Bombeo Solar
Alta probabilidad de contamina el agua Fugas de petróleo	No hay riesgo de contaminación
Problemas de suministrar y transportar el Diesel	No precisa combustible
Mantenimiento periódico del generador diésel	No precisa mantenimiento
Produce ruidos y malos olores	No produce ruidos ni olores
Alto costo de reparación	Bajos costos de reparación

Fuente: Cabrera y Fermín, 2015, p. 83)

1.3.7 El efecto fotovoltaico

“este se da al ingresar los fotones de luz expulsando electrones situados en el interior del equipamiento solar generando de esta forma electricidad” (Orbegozo & Arivilca, 2010).

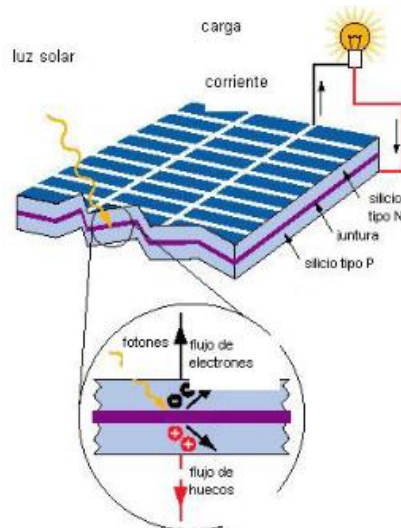


Figura 17: Imagen de efecto fotovoltaico. (ver anexo 01)

Fuente: (Orbegozo, 2010, p. 19)

1.3.8 Componentes de un sistema fotovoltaico aislado

1.3.8.1 Módulos fotovoltaicos

“Equipamiento conocido como paneles solares aprovecha el efecto fotoeléctrico proveniente del sol” (Pareja Aparicio, 2010).

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

Donde:

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

1.3.8.2 Regulador de carga

“Es un mecanismo que tiene como función llevar control de todo el procedimiento” (Pareja Aparicio, 2010):

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

Donde:

I_{max} = Intensidad máxima (A).

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

N_p = Numero de paneles

1.3.8.3 Acumulador de energía.

“Equipos construidos específicamente para el almacenamiento o reserva adicional de energía y debido a su gran rendimiento de almacenamiento es que se utiliza en sistemas de 12 V y 24 V para la reserva de energía en CD” (Pareja Aparicio, 2010)

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

Donde:

C = capacidad de la batería (A - h).

E = Energía Real (wh)

N = días de autonomia

P_d = Profundidad de descarga

V = Voltaje del sistema (V)

1.3.8.4 Convertor

“este equipo soporta la corriente proveniente de las baterías, acumulando la energía suficiente para el uso predeterminado” (Pareja Aparicio, 2010).

1.3.8.5 Caídas de voltaje

El máximo en caídas de las tensiones que se permite es del 3% para su cálculo se emplea la siguiente expresión algebraica:

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

Donde:

I = Intensidad de Corriente (A).

L = Longitud de la Instalación (m)

S = Sección del conductor (mm²)

V = Tensión de Línea (V)

$\text{Cos}\phi$ = Factor de Potencia

1.3.9 Electricidad

“Fuerza física creada por exaltamiento de electrones de un lugar a otro dentro de un conductor” (OSINERGMIN, 2016).

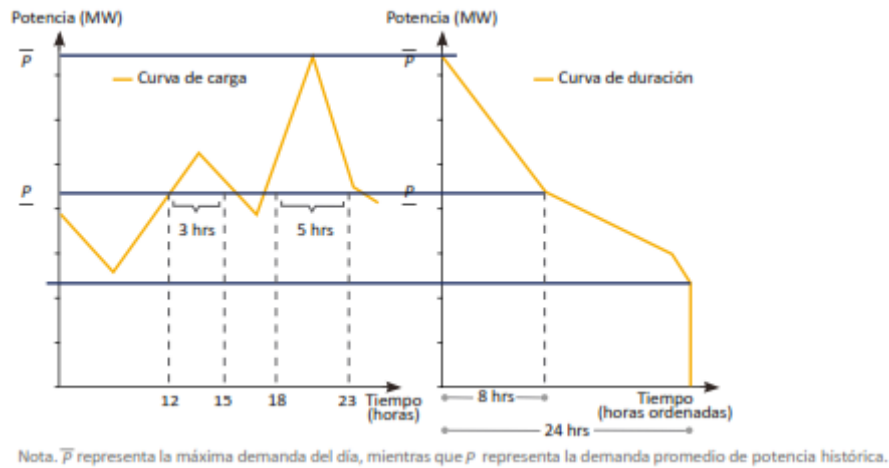


Figura 18: Diagrama de carga y duración.

Fuente: GPAE - Osinergmin

1.3.10 Oferta eléctrica

El sector del MIMEN permite brindar el servicio dado por que da a los lugares que generan electricidad a los entes que consumen o el público en general, estos se hallan en algún concesionario en diferentes empresas que distribuyen la electricidad, estas proveen electricidad por las acometidas al usuario final. (OSINERGMIN, 2016).

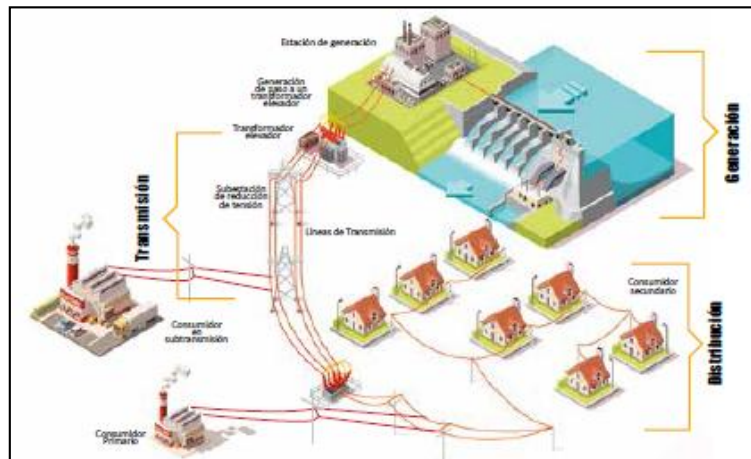


Figura 19: Cadena de valor de la electricidad.

Fuente: GPAE - Osinermin

1.3.11 Sistemas eléctricos

Los sistemas que suministran electricidad lo comprenden una serie de componentes que van a permitir generar, transportar y distribuir la electricidad. (OSINERGMIN, 2016)

1.4 Formulación del problema

¿Es factible cubrir la demanda hídrica con un sistema de bombeo fotovoltaico para mejorar la productividad en el fundo San Luis – distrito de Illimo, Lambayeque?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Técnica

Este trabajo es muy importante porque va a permitir abastecer de agua al fundo San Luis, a través de un desarrollo técnico aplicando tecnología de un sistema solar aplicado en real permitiendo su uso en sistemas de bombeo.

1.5.2 Económica

Económicamente tiene beneficios este proyecto ya que es importante y permite la generación de energía a bajos costos además de la posibilidad de mejorar la producción agrícola del fundo San Luis, esto mejoraría la economía y su condición en que viven de los pobladores

que tengan acceso e no solo se vería el aumento económico sino que se estaría aprovechando el sistema de bombeo fotovoltaico diseñado para el suministro de energía eléctrica a los moradores de dicho fundo eliminando de esta forma la brecha existente por la carencia del servicio eléctrico a muy bajo costo.

1.5.3 Social

Con este estudio nos permite aumentar la condición social en la que viven estos pobladores de los diferentes fundos aumentando la productividad y almacenar agua permanentemente creando opciones laborales para la comunidad, como también el aumento de vida socioeconómica ya que contarían con servicio eléctrico mejorando de esta forma enormemente la condición que viven en el fundo San Luis.

1.5.4 Ambiental

La utilidad de esto es por ejemplo un sistema de energía fotovoltaica presenta una buena opción en temas de cuidado de nuestro ecosistema ya que no utiliza combustibles derivados del petróleo para su utilización, por esta razón esta investigación es importante de realizar.

1.6 Hipótesis

El diseño de un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica permitirá cubrir la demanda hídrica en el fundo San Luis – distrito de Illimo, Lambayeque y así poder aumentar su productividad agrícola.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico para cubrir la demanda hídrica en el fundo San Luis – distrito de Illimo, Lambayeque.

1.7.2 Objetivos específicos

- A.** Determinar la demanda hídrica que permita satisfacer los requerimientos de agua en el fundo San Luis.
- B.** Determinar el índice de radiación solar promedio de la zona de influencia del fundo San Luis.
- C.** Seleccionar los elementos electromecánicos del Sistema de Bombeo en fundo San Luis.
- D.** Dimensionar el equipamiento electromecánico del Sistema Fotovoltaico en fundo San Luis.
- E.** Elaborar el análisis económico del proyecto en el fundo San Luis.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

No experimental

No experimental, teniendo en cuenta que se utilizara el método de la observación para la interpretación de las variables, así como el comportamiento de la misma en el campo.

Descriptiva

Esto debido a que se describirá la metodología tecnológica y metodológica los datos e información que se utilizará en este trabajo.

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variable independiente

Sistema de bombeo fotovoltaico.

2.2.2. Variable dependiente

Demanda hídrica del fundo San Luis.

2.2.3. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente. Sistema de bombeo Fotovoltaico	Cuenta con una serie de componentes que van a captar la irradiación y la enviará convertida en electricidad a un sistema para bombear agua.	Sirve para suministrar con agua al fundo San Luis, con el fin de que se pueda utilizar en diferentes cultivos.	Caudal Altura Potencia	Q A KW
Variable Dependiente. Demanda Hídrica	Es el flujo máximo de un recurso hidráulico que se necesita abastecer para cubrir las necesidades de la población.	El flujo de agua usada en el fundo San Luis aumentando su producción de diversos productos agrícolas.	Caudal	Q

Fuente Propia

2.3.Población y muestra

2.3.1. Población

Requerimiento de agua en el Fundo San Luis.

2.3.2. Muestra

Requerimiento de agua en el Fundo San Luis.

2.4.Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

TÉCNICAS	USO	INSTRUMENTOS
Observación	Hacer un registro de los consumos energéticos en el fundo San Luis. Registrar los parámetros solares en el fundo San Luis.	Ficha de consumo de energía Ficha de irradiación solar
Entrevista	Conocer futuros equipamientos en el fundo San Luis.	Entrevista Energética
Revisión Documentaria	Exploración de criterios técnicos y elementos básicos para el diseño.	Ficha de revisión histórica

Fuente: propia

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Observación

Utilizada en el entorno de trabajo para tomar información ya sea primaria o secundaria de forma directa con la observación.

Entrevista

Por medio de esto podremos recopilar mediante un conversatorio personalizado de los diversos pobladores de esa localidad con la finalidad de entender los diversos requerimientos de energía eléctrica futuros, como la compra de equipos para el fundo San Luis del caserío San Pedro de Sasape.

Revisión documentaria

Esta técnica brinda acceso a diversas especificaciones técnicas de estos sistemas para generar electricidad a base del sol con componentes que cumplen estándares y son normalizados.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Ficha de consumo

Gracias a este método podemos determinar registros del requerimiento que necesita este fundo de San Luis, de esta manera determinaremos la cantidad energética para poder cubrir con este recurso hídrico, también nos permite hacerlo en 2 segmentos, el primero es añadir los puntos o generalidades que tiene los pobladores al hacer estos registros y lo otro es monitorear cuanto consume cada cultivo y así poder ver que se podría sembrar en el fundo San Luis.

Formato de radiación

Se llevará un estudio solar zona dentro del fundo San Luis donde serán instalados los paneles solares para poder para de esta manera poder calcular cuanta potencia irradia el sol, con este formato podemos obtener los puntos o generalidades de cómo está ubicada con referencia geográfica de esta área para obtener la data, quien es el propietario que toman datos y fechas en que se toman y en la parte inferior se firma el registro.

Ficha de revisión documentaría.

Este es un instrumento de recolección muy valiosa ya que permitirá buscar las referencias bibliográficas e información que dará sustento técnico y metodológico a la presente investigación.

2.4.3. Validez

Esta investigación la validaran ingenieros de la especialidad, quienes evaluaran las guías de toma de datos y con su experiencia corroboraran que sean fiables los datos.

2.4.4. Confiabilidad

Al igual que van a validar también darán fe de que esos datos son confiables y nos ayudara a nuestra investigación.

2.5.Métodos de análisis de datos

Según los datos analizaran el consumo energético y la irradiación del sol al realizar estadísticas descriptivas, aplicando las variables y tabulaciones.

2.6.Aspectos éticos

Dentro de este Ítem se tendrá en cuenta todos los aspectos éticos concernientes a registros como autorías, propiedad privada de autores, como también la raza en ese aspecto no se actuará con índices de racismo y todo con respeto y agradecimiento a los involucrados.

III. RESULTADOS

3.1 Determinar la demanda hídrica que permita satisfacer los requerimientos de agua en el fundo San Luis.

Para poder encontrar la demanda de energía eléctrica que nos permita satisfacer la demanda hídrica en el fundo San Luis se deberá de calcular el requerimiento de agua para uso agrícola en el sembrado de maíz y el requerimiento de agua para consumo humano para lo cual tenemos:

a) Determinación del requerimiento de agua para el cultivo de maíz amarillo.

La demanda hídrica para un cultivo de maíz amarillo en el fundo “San Luis” se determinó teniendo como referencia un estudio de “La Agronomía del Riego” realizado por el Ing. Mg. Sc. Lorenzo Hurtado Leo (Universidad Agraria de La Molina, 2013). Así mismo se pudo realizar la comparación entre la demanda de agua necesaria en cultivos de maíz amarillos en sus diferentes estados fenológicos, ya sea aplicando un riego por inundación de surcos y por goteo.

Los sembríos de maíz amarillo duro son adecuables a diferentes áreas de siembra y suelo, sin embargo, el más recomendable por ser más adaptable es lo de arcilla, arena, o francos arcillosos, que tengan buen desfogue en su composición y permita un buen despliegue de la raíz hacia abajo.

Están cuentan con rangos óptimos de pH entre unos 6.1 a 7.8 que contengan materias orgánicas en el terreno unos (> 4%).

Luego pasa una fase que flor esta es la más crítica y dependerá mucho de cuanto cuaje y la porción que produzca, por eso se recomienda que tenga buena humedad y esto permitirá que se polinice y cuaje de manera óptima.

El Ing. Mg. Sc. Lorenzo Hurtado Leo (Universidad Agraria de La Molina, 2013), en su trabajo de investigación manifiesta que el maíz consume unas 7000 m³ por ha. De manera tradicional de manera de caída de agua, con la técnica de goteo se redujo a unos 3000 a 3500 m³*ha.

Involucrando también a la realización y a optimizar este recurso hidráulico en el terreno que se está estudiando, donde se recomienda regar por la técnica de goteo.

A continuación, se muestra una tabla respecto a la cantidad de agua por ha en los cultivos de maíz, en diferentes etapas de cultivo y estados fenológicos, aplicando un riego por goteo. (Ver anexo 02)

Se puede verificar que el agua por ha en los cultivos de maíz en el regado por goteo es necesario dar estados de los fenómenos de estas formaciones del grano donde requerimos cantidades de hasta 753.7 m³ durante un periodo de 20 días. Así se observa que el requerimiento de agua diario es de 37.7 m³/día.

Donde podemos decir que:

$$\text{Consumo de Riego Total por hectarea} = 753.7 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Donde en periodos de veinte días consumiremos en riego total:

$$\text{Consumo hidrico por dia en una hectarea} = 753.7 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \times \frac{\text{ha}}{20 \text{ dias}}$$

$$\text{Consumo hidrico por dia en una hectarea} = 37.7 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Tabla 3: Etapa del Cultivo

Etapa de Cultivo	Llenado del grano
Estados Fenológicos	Formación de grano
N° días	20
Requerimiento de riego (m³/ha)	753.7
Requerimiento por día (m³/día)	37.7
Requerimiento por día (m³/día) *factor de seguridad (1.1)	41.47

Fuente: Propia

a) **Consumos totales de agua para consumos agrícolas en m³/día**

Tabla 4: Requerimiento de Agua

Descripción	Cantidades	Requerimiento de agua en m ³ /día
Riego para Maíz	3 hectáreas	124.41
Total, de Consumo Hídrico		124.41

Fuente: Propia

b) **Determinación del requerimiento de agua para consumo humano.**

Tabla 5: Consumos Totales de Agua para Consumo Humano por día

Descripción	Cantidades	Agua Litros al día	Agua Litros al día Total	Agua Total m ³ /día
Personas	7	50	350	0.35
Total				0.35
Reserva 5%				0.0175
Lo que requieren las personas en m³/día				0.37

Fuente: Propia

Tabla 6: Requerimiento Hídrico Total en m³/día para abastecer al Fundo San Luis

Descripción	Agua m ³ /día	Agua m ³ /día Total
Consumo del hombre	0.37	0.37
Consumo Agrícola	124.4	124.4
Total, de Consumo Hídrico		124.78

Fuente: Propia

Del cuadro anterior podemos decir que el requerimiento del recurso hídrico para abastecer en su totalidad al fundo san Luis es de 124.78 m³/día.

3.2 Determinar el índice de radiación solar promedio de la zona de influencia del fundo San Luis.

Para ello el promedio de radiación de sol dentro de la zona de influencia en el fundo san Luis, se tomaron las medidas in situ tomando como hora de inicio las 06:00 am y como hora final las 6:00 pm, utilizando un equipo solarimetro de las siguientes características (ver anexo 04):

Tabla 7: Medidor de Potencia Solar

MEDIDOR DE POTENCIA SOLAR	
Marca	: AMBIENT WEATHER
Modelo	: TM – 206
Serie	: 120901868
Procedencia	: Taiwán
Fecha de Calibración	: 29/04/2019
Lugar de Calibración	: Laboratorio de Calibraciones ENERLAB SAC
Método de Calibración	: Comparación directa con patrones calibrados trazables a INACAL – DM.

Fuente: Propia

Las mediciones fueron tomadas en un periodo de 10 minutos por cada toma de datos tenido como hora inicial las 06:00 am horas y como final las 06:00 pm horas tomando para tal efecto 06 mediciones (ver anexo 05):

Tabla 8: Niveles de Radiación Solar (a)

Intervalo de Recolección de Datos (am)	Número de tomas de Niveles de Radiación Solar (w/m2)					
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición
06:00 am - 07:00 am	6:00	6:10	6:20	6:30	6:40	6:50
07:00 - 08:00	7:00	7:10	7:20	7:30	7:40	7:50
08:00 - 09:00	8:00	8:10	8:20	8:30	8:40	8:50
09:00 - 10:00	9:00	9:10	9:20	9:30	9:40	9:50
10:00 - 11:00	10:00	10:10	10:20	10:30	10:40	10:50
11:00 - 12:00	11:00	11:10	11:20	11:30	11:40	11:50
12:00 pm - 01:00 pm	12:00	12:10	12:20	12:30	12:40	12:50
01:00 - 02:00	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50
02:00 - 03:00	2:00	2:10	2:20	2:30	2:40	2:50
03:00 - 04:00	3:00	3:10	3:20	3:30	3:40	3:50
04:00 - 05:00	4:00	4:10	4:20	4:30	4:40	4:50
05:00 - 06:00	5:00	5:10	5:20	5:30	5:40	5:50

Fuente: Propia

Tabla 9: Mediciones de radiación solar en el fundo San Luis tomadas con solarimetro

05/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m2)						
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	Promedio
06:00 am - 07:00 am	44	47	82	120	147	182	103.67
07:00 am - 08:00 am	134	107	128	83	109	104	110.83
08:00 am - 09:00 am	71.9	65.9	143.4	293.6	278.5	534.7	231.33
09:00 am - 10:00 am	529	651	800	725	751	741	699.50
10:00 am - 11:00 am	844	926	903	940	883	982	913.00
11:00 am - 12:00 mm	702	879	713	815	866	799	795.67
12:00 mm - 01:00 pm	937	745	857	817	886	839	846.83
01:00 pm - 02:00 pm	716	695	745	634	806	721	719.50
02:00 pm - 03:00 pm	790	777	830	850	867	899	835.50
03:00 pm - 04:00 pm	805	692	622	886	717	716	739.67
04:00 pm - 05:00 pm	443	352	507	418	484	361	427.50
05:00 pm - 06:00 pm	82	100	77	45	68	12	64.00

Fuente: Propia

En la tabla 9, se aprecia las mediciones tomadas desde las 6:00 am a las 6:00 pm donde se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 103.67 w/m2 del día 05/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 10:00 am a 11:00 am con un promedio de 913.00 w/m2.

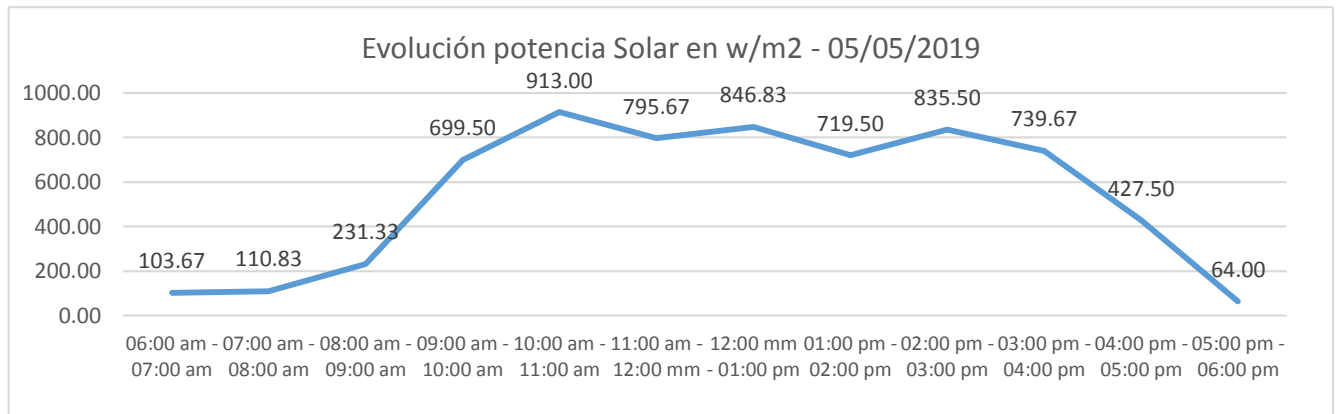


Figura 20: Evolución Solar

Fuente: Propia

Dentro de la figura 20, se evidencian niveles de radiación solar que se tiene el día 05/05/2019 en la cual se aprecia los picos de radiación promedio las cuales son 835.50 w/m2, 846.83 w/m2 y 913.00 w/m2 como los niveles de radiación promedio más bajos son 64.00 w/m2, 103.67 w/m2 y 110.83 w/m2.

Tabla 10: Niveles de Radiación Solar (b)

06/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m2)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	25	27	32	39	77	109	51.50
07:00 am - 08:00 am	76	130	346	414	496	515	329.50
08:00 am - 09:00 am	499	510	575	719	641	657	600.17
09:00 am - 10:00 am	641	815	839	841	820	811	794.50
10:00 am - 11:00 am	715	849	839	881	844	843	828.50
11:00 am - 12:00 mm	886	863	878	802	884	773	847.67
12:00 mm - 01:00 pm	871	888	874	883	872	888	879.33
01:00 pm - 02:00 pm	821	886	898	900	895	896	882.67
02:00 pm - 03:00 pm	892	863	888	884	839	849	869.17
03:00 pm - 04:00 pm	833	833	794	728	607	733	754.67
04:00 pm - 05:00 pm	724	619	581	536	423	499	563.67
05:00 pm - 06:00 pm	372	308	290	149	87	18	204.00

Fuente: Propia

En la tabla 10, se verifica que las tomas se están dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 51.50 w/m2 del día 06/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 01:00 pm a 2:00 pm con un promedio de 882.67 w/m2.

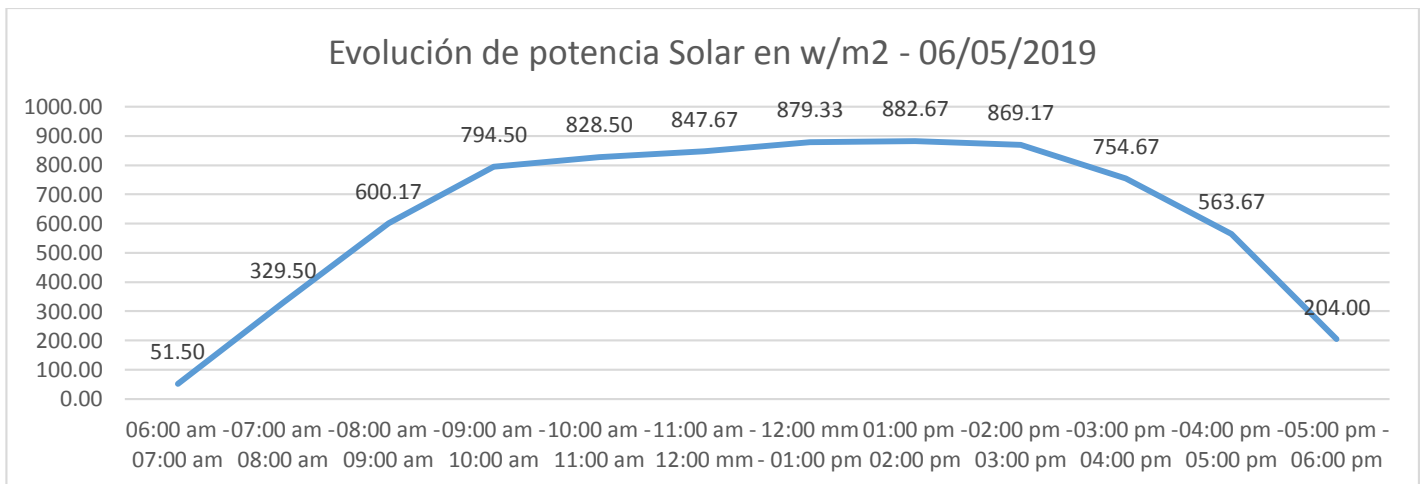


Figura 21: Evolución de la Potencia Solar (a)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 21, Los niveles de radiación solar que se tiene el día 06/05/2019 en la cual se aprecia los picos de radiación promedio las cuales son 828.50 w/m2, 847.67 w/m2,

869.17 w/m², 879.33 w/m² y 882.67 w/m² como los niveles de radiación promedio más bajos son 51.50 w/m² y 204.00 w/m².

Tabla 11: Niveles de Radiación Solar (c)

07/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m ²)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	2	4	8	10	14	12	8.33
07:00 am - 08:00 am	12	44	28	56	81.6	84.2	50.97
08:00 am - 09:00 am	71.2	65.4	141.3	283	259	509	221.48
09:00 am - 10:00 am	628	659	810	727	753	744	720.17
10:00 am - 11:00 am	744	826	803	840	783	882	813.00
11:00 am - 12:00 mm	702	876	703	813	855	797	791.00
12:00 mm - 01:00 pm	837	645	757	717	786	739	746.83
01:00 pm - 02:00 pm	716	695	745	634	806	721	719.50
02:00 pm - 03:00 pm	690	677	730	750	767	799	735.50
03:00 pm - 04:00 pm	808	792	722	786	717	616	740.17
04:00 pm - 05:00 pm	553	452	607	518	584	461	529.17
05:00 pm - 06:00 pm	267	350	258	211	58	46	198.33

Fuente: Propia

En la tabla 11, se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 8.33 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 198.33 w/m² del día 07/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 10:00 am a 11:00 am con un promedio de 813.00 w/m².

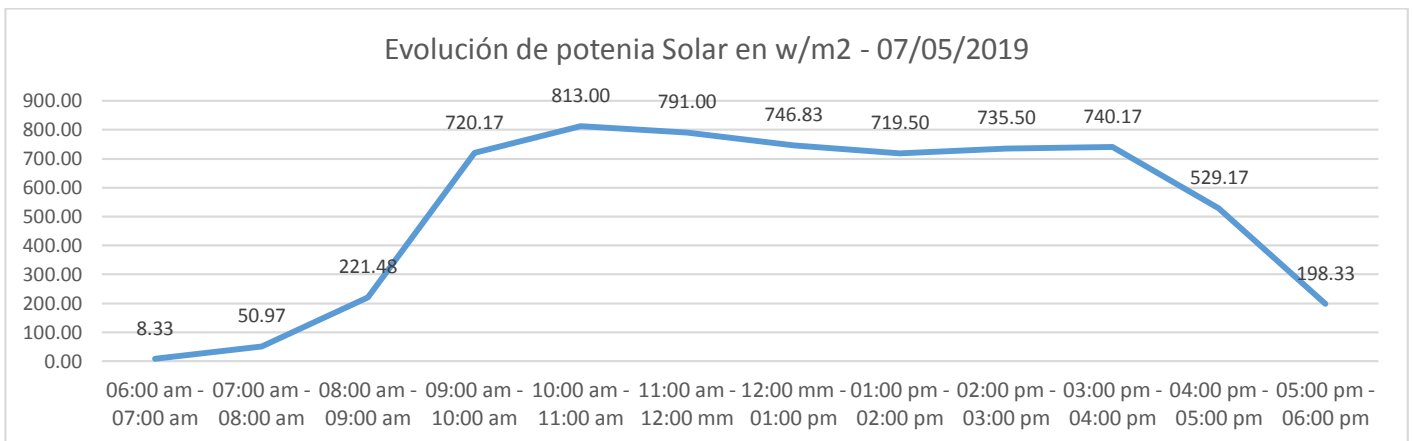


Figura 22: Evolución de Potencia Solar (b)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 22, la evolución de los niveles de radiación solar que se tiene el día 07/05/2019 en la cual se aprecia los picos de radiación promedio las cuales son 791.00 w/m²

y 813.00 w/m² como los niveles de radiación promedio más bajos son 8.33 w/m² y 50.97 w/m².

Tabla 12: Niveles de Radiación Solar (d)

Niveles de Radiación Solar (w/m ²)							
08/05/2019	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	Promedio
06:00 am - 07:00 am	20	22	27	34	72	104	46.50
07:00 am - 08:00 am	71	125	341	109	491	510	274.50
08:00 am - 09:00 am	495	505	570	714	666	653	600.50
09:00 am - 10:00 am	636	810	834	836	815	806	789.50
10:00 am - 11:00 am	710	845	835	876	800	835	816.83
11:00 am - 12:00 mm	881	857	873	795	879	768	842.17
12:00 mm - 01:00 pm	865	877	870	879	869	884	874.00
01:00 pm - 02:00 pm	817	881	893	893	892	895	878.50
02:00 pm - 03:00 pm	892	864	883	880	835	845	866.50
03:00 pm - 04:00 pm	831	834	790	723	602	731	751.83
04:00 pm - 05:00 pm	721	615	576	531	420	495	559.67
05:00 pm - 06:00 pm	368	302	285	144	83	13	199.17

Fuente: Propia

En la tabla 12, se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 46.50 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 199.17 w/m² del día 08/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 01:00 pm a 02:00 pm con un promedio de 878.50 w/m².

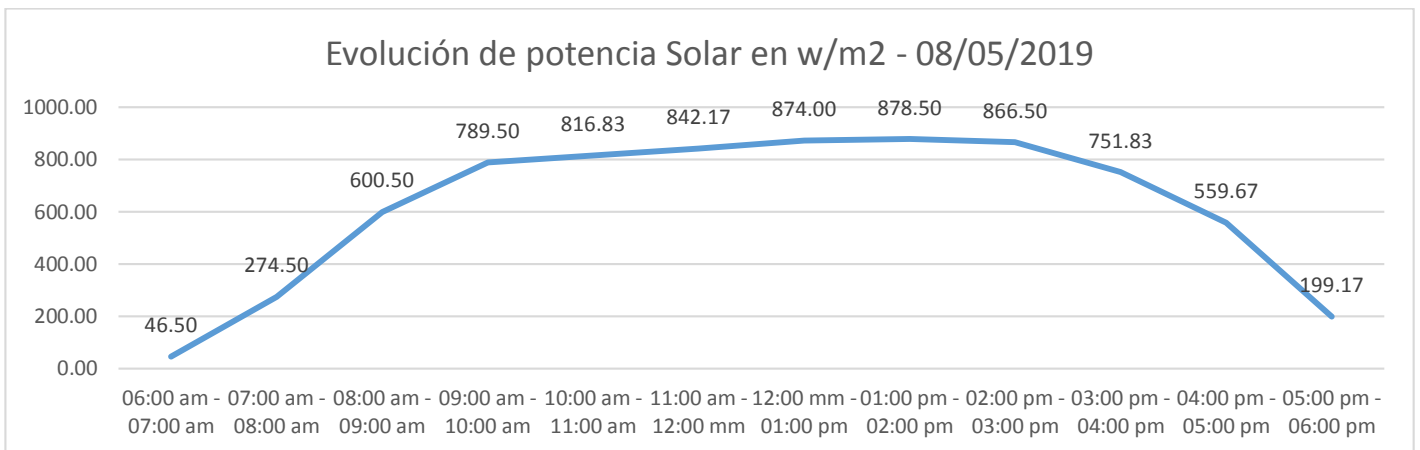


Figura 23: Potencia Solar (c)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 23, muestra el día 08/05/2019 en la cual se aprecia los picos de radiación promedio las cuales son 874.00 w/m², 878.50 w/m² y 866.50 w/m² como los niveles de radiación promedio más bajos son 46.50 w/m² y 199.17 w/m².

Tabla 13: Niveles de Radiación solar (e)

09/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m ²)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	1	3	7	9	13	11	7.33
07:00 am - 08:00 am	13	43	27	55	80	85	50.50
08:00 am - 09:00 am	72	66	141	282	257	508	221.00
09:00 am - 10:00 am	627	658	809	726	752	743	719.17
10:00 am - 11:00 am	743	825	802	839	782	881	812.00
11:00 am - 12:00 mm	701	875	702	812	854	796	790.00
12:00 mm - 01:00 pm	836	644	756	716	785	738	745.83
01:00 pm - 02:00 pm	715	694	744	633	805	720	718.50
02:00 pm - 03:00 pm	689	676	729	749	766	789	733.00
03:00 pm - 04:00 pm	807	791	721	785	716	615	739.17
04:00 pm - 05:00 pm	552	451	606	517	583	460	528.17
05:00 pm - 06:00 pm	266	349	257	210	57	45	197.33

Fuente: Propia

En la tabla 13, se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 7.33 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 197.33 w/m² del día 09/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 10:00 am a 11:00 am con un promedio de 812.00 w/m².

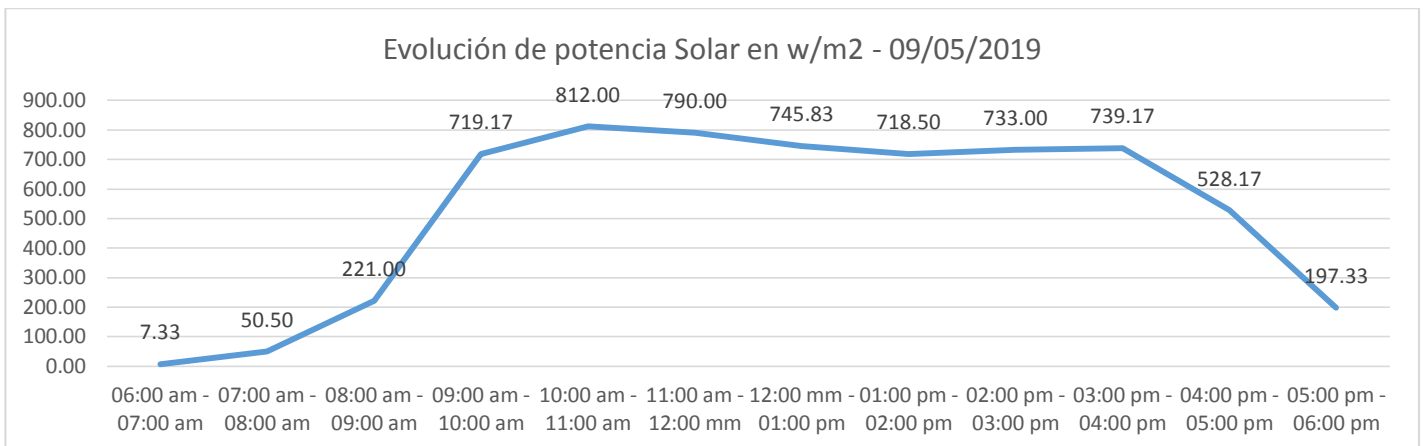


Figura 24: Potencia Solar (d)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 24, evolución de los niveles de radiación solar que se tiene el día 09/05/2019 en la cual se aprecia los picos de radiación promedio las cuales son 745.83 w/m², 790.00 w/m² y 812.00 w/m² como los niveles de radiación promedio más bajos son 7.33 w/m² y 50.50 w/m².

Tabla 14: Niveles de Radiación Solar (f)

10/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m ²)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	5	7	12	19	17	29	14.83
07:00 am - 08:00 am	66.9	56	34.6	25.5	36.7	47	44.45
08:00 am - 09:00 am	489	490	566	708	640	655	591.33
09:00 am - 10:00 am	639	812	830	835	820	809	790.83
10:00 am - 11:00 am	701	838	849	889	834	844	825.83
11:00 am - 12:00 mm	885	862	888	800	883	772	848.33
12:00 mm - 01:00 pm	870	888	873	882	871	884	878.00
01:00 pm - 02:00 pm	820	885	895	899	893	894	881.00
02:00 pm - 03:00 pm	892	863	886	884	839	839	867.17
03:00 pm - 04:00 pm	833	833	794	728	607	733	754.67
04:00 pm - 05:00 pm	724	629	581	536	423	477	561.67
05:00 pm - 06:00 pm	376	308	287	128	68	9	196.00

Fuente: Propia

En la tabla 14, se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 14.83 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 196.00 w/m² del día 10/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 01:00 pm a 02:00 pm con un promedio de 881.00 w/m².

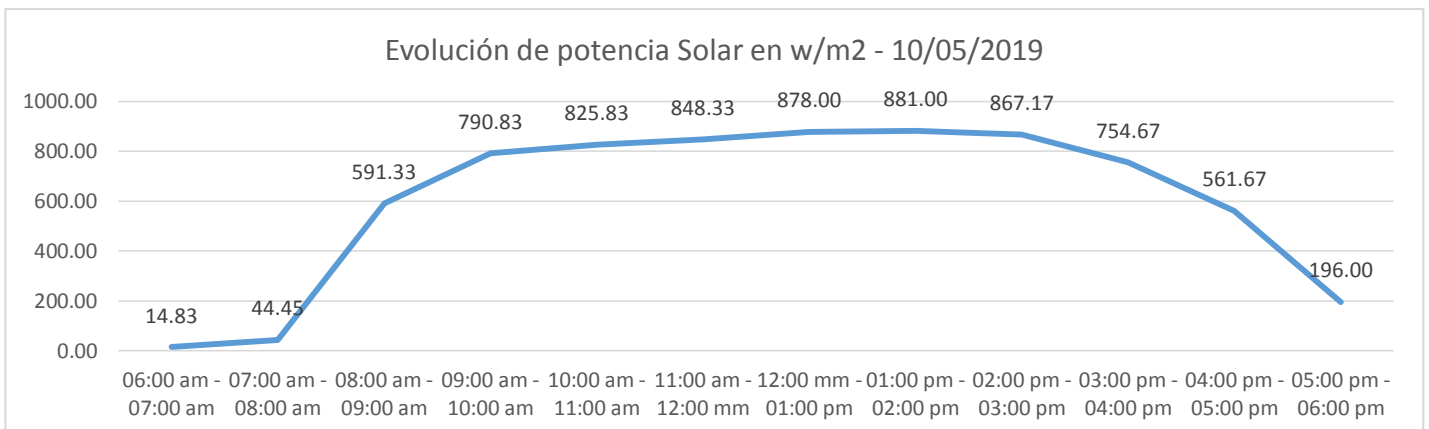


Figura 25: Evolución de la Potencia Solar (e)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 25, evolución de los niveles de radiación solar que se tiene el día 10/05/2019 en la cual se aprecia los picos de radiación promedio las cuales son 878.00 w/m², 881.00 w/m² y 867.17 w/m² como los niveles de radiación promedio más bajos son 14.83 w/m² y 44.45 w/m².

Tabla 15: Niveles de Radiación Solar (g)

11/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m ²)						
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	Promedio
06:00 am - 07:00 am	12	14	18	20	24	22	18.33
07:00 am - 08:00 am	22	54	38	66	91	84	59.17
08:00 am - 09:00 am	82	76	142	283	270	520	228.83
09:00 am - 10:00 am	630	670	827	739	763	754	730.50
10:00 am - 11:00 am	764	846	815	855	795	893	828.00
11:00 am - 12:00 mm	715	896	717	820	867	818	805.50
12:00 mm - 01:00 pm	850	655	777	727	795	749	758.83
01:00 pm - 02:00 pm	736	708	765	743	960	987	816.50
02:00 pm - 03:00 pm	680	687	743	765	776	809	743.33
03:00 pm - 04:00 pm	828	798	736	796	727	626	751.83
04:00 pm - 05:00 pm	573	472	627	538	610	482	550.33
05:00 pm - 06:00 pm	287	573	278	211	48	26	237.17

Fuente: Propia

En la tabla 15, se aprecia el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 18.33 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 237.17 w/m² del día 11/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 10:00 am a 11:00 am con un promedio de 828.00 w/m².

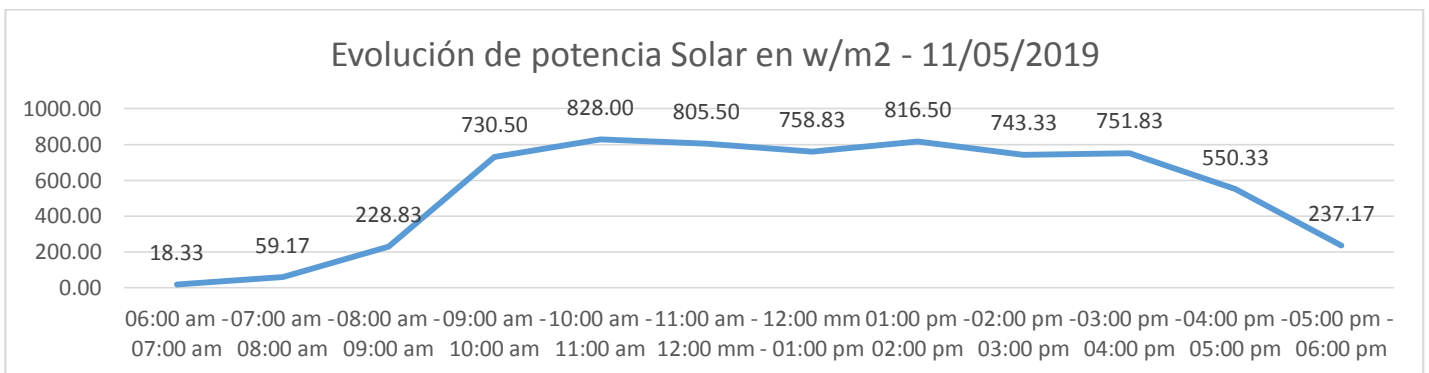


Figura 26: Evolución de Potencia Solar (f)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 26, evolución del día 11/05/2019 en la cual se aprecia los picos de radiación promedio las cuales son 828.00 y 816.50 w/m² como los niveles de radiación promedio más bajos son 18.33 w/m² y 59.17 w/m².

Tabla 16: Niveles de Radiación Solar (h)

12/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m ²)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	25	27	32	39	77	109	51.50
07:00 am - 08:00 am	76	130	346	414	496	515	329.50
08:00 am - 09:00 am	499	510	575	719	641	657	600.17
09:00 am - 10:00 am	641	815	839	841	820	811	794.50
10:00 am - 11:00 am	715	849	839	881	844	843	828.50
11:00 am - 12:00 mm	886	863	878	802	884	773	847.67
12:00 mm - 01:00 pm	871	888	874	883	872	888	879.33
01:00 pm - 02:00 pm	821	886	898	900	895	896	882.67
02:00 pm - 03:00 pm	892	863	888	884	839	849	869.17
03:00 pm - 04:00 pm	833	833	794	728	607	733	754.67
04:00 pm - 05:00 pm	724	619	581	536	423	499	563.67
05:00 pm - 06:00 pm	372	308	290	149	87	18	204.00

Fuente: Propia

En la tabla 16, el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 51.50 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 204.00 w/m² del día 12/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 01:00 pm a 02:00 pm con un promedio de 882.67 w/m².

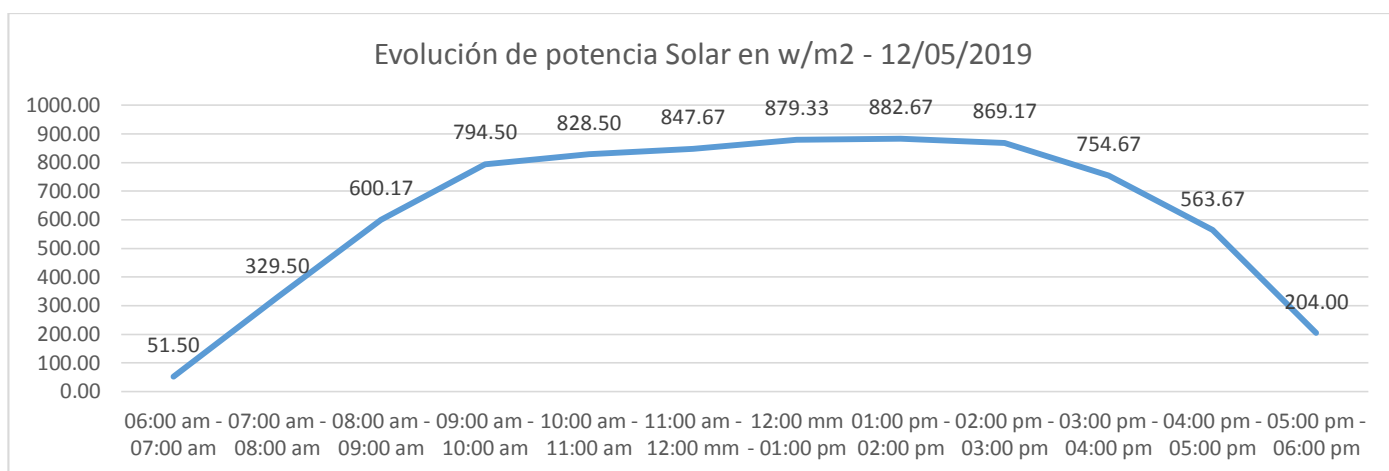


Figura 27: Evolución de Potencia Solar (g)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 27, evolución de los niveles de radiación solar que se tiene el día 12/05/2019 en la cual se aprecia los picos de radiación promedio las cuales son 879.33 y 882.67 w/m2 como los niveles de radiación promedio más bajos son 51.50 w/m2.

Tabla 17: Niveles de Radiación Solar (i)

13/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m2)						
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	Promedio
06:00 am - 07:00 am	2	4	8	10	14	12	8.33
07:00 am - 08:00 am	12	44	28	56	81.6	84.2	50.97
08:00 am - 09:00 am	71.2	65.4	141.3	283	259	509	221.48
09:00 am - 10:00 am	628	659	810	727	753	744	720.17
10:00 am - 11:00 am	744	826	803	840	783	882	813.00
11:00 am - 12:00 mm	702	876	703	813	855	797	791.00
12:00 mm - 01:00 pm	837	645	757	717	786	739	746.83
01:00 pm - 02:00 pm	716	695	745	634	806	721	719.50
02:00 pm - 03:00 pm	690	677	730	750	767	799	735.50
03:00 pm - 04:00 pm	808	792	722	786	717	616	740.17
04:00 pm - 05:00 pm	553	452	607	518	584	461	529.17
05:00 pm - 06:00 pm	267	350	258	211	58	46	198.33

Fuente: Propia

En la tabla 17, se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 8.33 w/m2 y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 198.33 w/m2 del día 13/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 10:00 am a 11:00 am con un promedio de 813.00 w/m2.

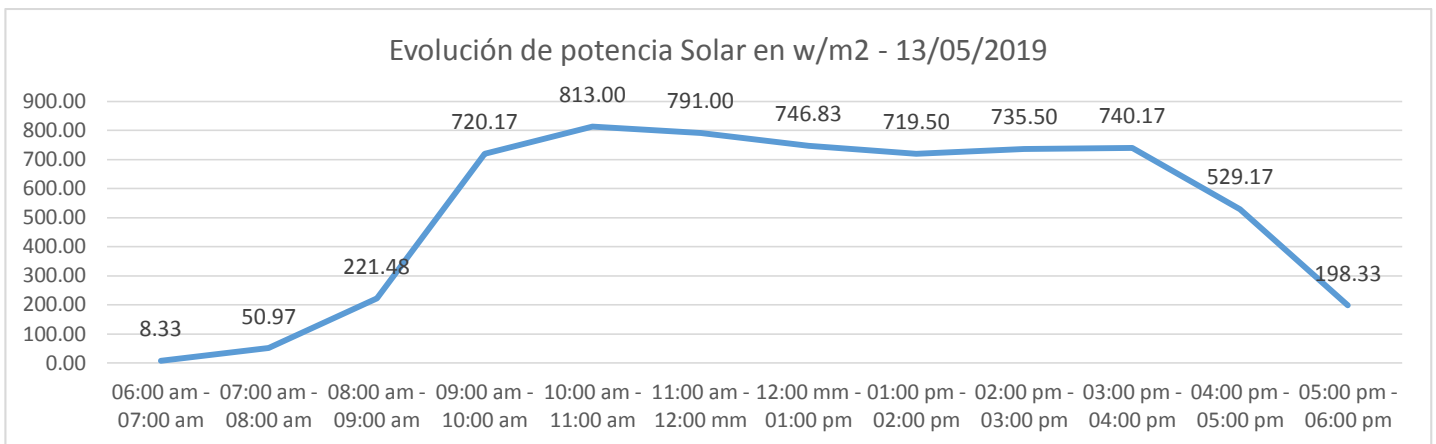


Figura 28: Evolución de Potencia Solar (h)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 28, evolución de los niveles de radiación solar que se tiene el día 13/05/2019 en la cual se aprecia el pico más alto de radiación solar promedio es 813.00 w/m2 y los niveles de radiación promedio más bajos son 8.33 w/m2.

Tabla 18: Niveles de Radiación Solar (j)

14/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m2)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	27	29	34	41	79	111	53.50
07:00 am - 08:00 am	78	132	348	416	498	517	331.50
08:00 am - 09:00 am	501	512	577	721	643	659	602.17
09:00 am - 10:00 am	643	817	841	843	822	813	796.50
10:00 am - 11:00 am	717	851	841	883	846	845	830.50
11:00 am - 12:00 mm	888	865	880	804	886	775	849.67
12:00 mm - 01:00 pm	873	890	876	885	873	890	881.17
01:00 pm - 02:00 pm	823	888	890	902	897	898	883.00
02:00 pm - 03:00 pm	894	865	890	886	841	851	871.17
03:00 pm - 04:00 pm	835	837	796	730	609	735	757.00
04:00 pm - 05:00 pm	726	631	583	538	425	501	567.33
05:00 pm - 06:00 pm	374	310	292	151	89	20	206.00

Fuente: Propia

En la tabla 18, se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 53.50 w/m2 y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 206.00 w/m2 del día 14/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 01:00 pm a 02:00 pm con un promedio de 883.00 w/m2.

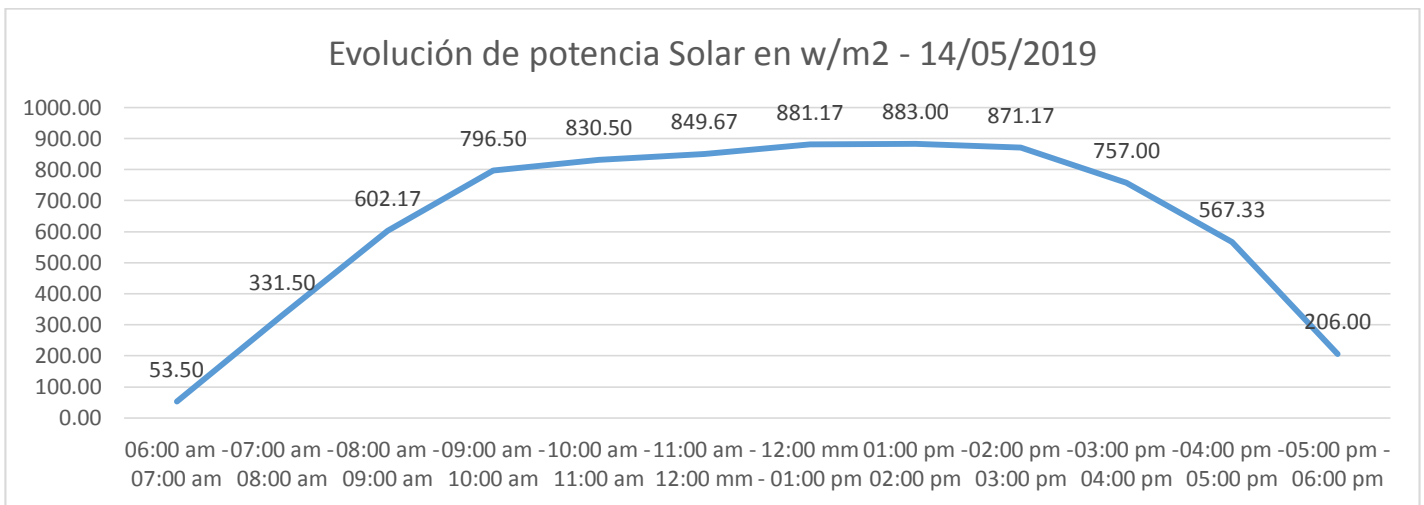


Figura 29: Evolución de Potencia Solar (i)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 29, evolución del día 14/05/2019 en la cual se aprecia el pico más alto de radiación solar promedio es 883.00 w/m² y los niveles de radiación promedio más bajos son 53.50 w/m².

Tabla 19: Niveles de Radiación Solar (k)

15/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m ²)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	7	9	15	18	22	37	18.00
07:00 am - 08:00 am	39	40	25	50	81	82	52.83
08:00 am - 09:00 am	71.2	65.4	212	283	259	499	231.60
09:00 am - 10:00 am	618	659	805	727	753	733	715.83
10:00 am - 11:00 am	734	826	793	840	783	878	809.00
11:00 am - 12:00 mm	700	876	798	813	855	787	804.83
12:00 mm - 01:00 pm	830	645	751	717	786	729	743.00
01:00 pm - 02:00 pm	715	695	735	634	806	720	717.50
02:00 pm - 03:00 pm	680	677	725	750	767	788	731.17
03:00 pm - 04:00 pm	798	792	719	786	717	612	737.33
04:00 pm - 05:00 pm	543	452	601	518	584	454	525.33
05:00 pm - 06:00 pm	247	350	248	211	58	42	192.67

Fuente: Propia

En la tabla 19, se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 18.00 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 192.67 w/m² del día 15/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 10:00 am a 11:00 am con un promedio de 809.00 w/m².

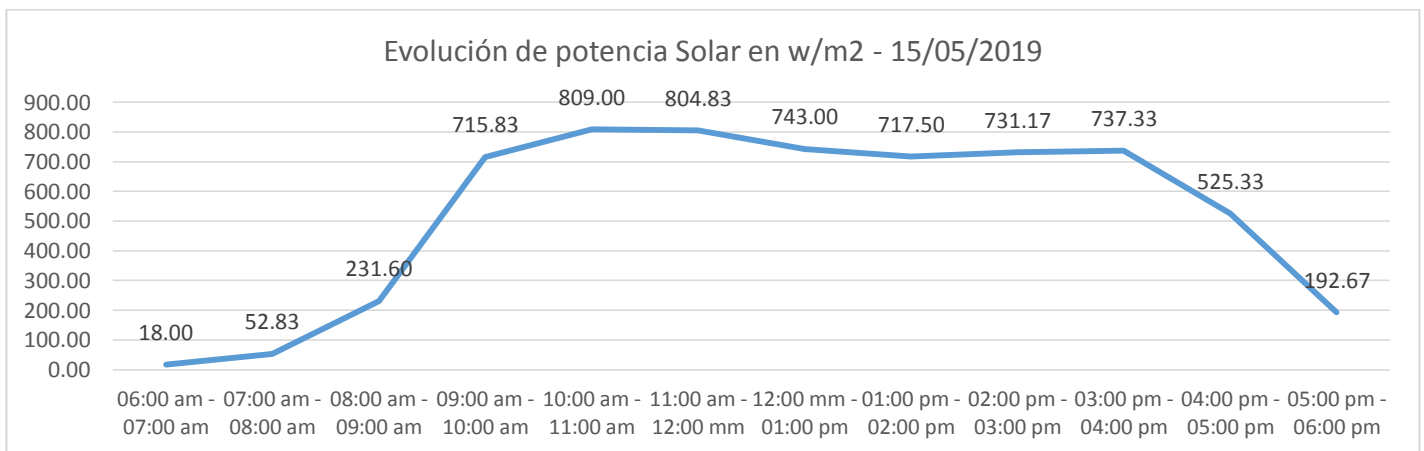


Figura 30: Evolución de Potencia Solar (j)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 30, la evolución de los niveles de radiación solar que se tiene el día 15/05/2019 en la cual se aprecia el pico más alto de radiación solar promedio es 809.00 w/m² y los niveles de radiación promedio más bajos son 18.00 w/m².

Tabla 20: Nivel de Radiación Solar (l)

16/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m ²)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	15	22	25	42	57	98	43.17
07:00 am - 08:00 am	86	92	127	227	290	387	201.50
08:00 am - 09:00 am	399	410	575	719	674	657	572.33
09:00 am - 10:00 am	541	715	839	741	920	941	782.83
10:00 am - 11:00 am	615	749	839	892	844	943	813.67
11:00 am - 12:00 mm	786	763	878	802	884	673	797.67
12:00 mm - 01:00 pm	771	788	874	883	872	777	827.50
01:00 pm - 02:00 pm	721	786	898	900	895	996	866.00
02:00 pm - 03:00 pm	792	763	888	777	749	638	767.83
03:00 pm - 04:00 pm	733	733	794	728	577	433	666.33
04:00 pm - 05:00 pm	624	678	581	536	423	399	540.17
05:00 pm - 06:00 pm	327	197	280	239	67	12	187.00

Fuente: Propia

En la tabla 20, se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 43.17 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 187.00 w/m² del día 16/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 01:00 pm a 02:00 pm con un promedio de 866.00 w/m².

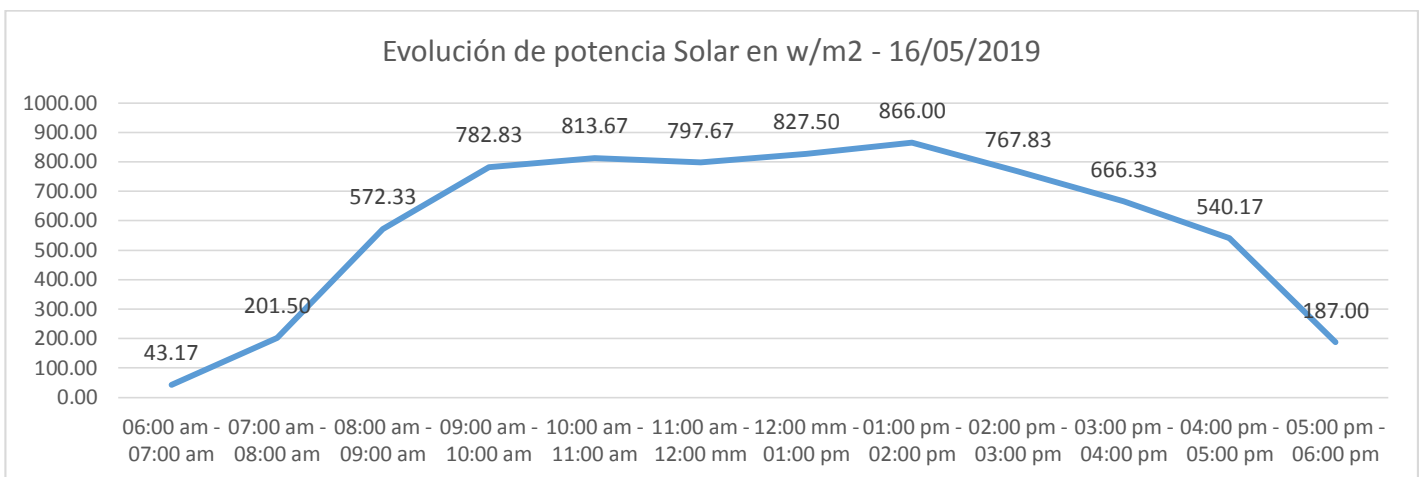


Figura 31: Evolución de Potencia Solar (k)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 31, la evolución de los niveles de radiación solar que se tiene el día 16/05/2019 en la cual se aprecia el pico más alto de radiación solar promedio es 866.00 w/m² y los niveles de radiación promedio más bajos son 43.17 w/m².

Tabla 21: Niveles de Radiación Solar (m)

17/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m ²)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	4	6	10	12	16	12	10.00
07:00 am - 08:00 am	12.7	55	38	66	91	84.2	57.82
08:00 am - 09:00 am	81.4	75.6	151.7	383	359	609	276.62
09:00 am - 10:00 am	728	759	910	827	853	844	820.17
10:00 am - 11:00 am	844	926	903	940	883	982	913.00
11:00 am - 12:00 mm	802	976	803	913	955	879	888.00
12:00 mm - 01:00 pm	937	745	857	817	886	839	846.83
01:00 pm - 02:00 pm	816	795	845	734	906	821	819.50
02:00 pm - 03:00 pm	690	677	730	750	767	799	735.50
03:00 pm - 04:00 pm	808	792	722	786	717	616	740.17
04:00 pm - 05:00 pm	433	352	507	418	585	351	441.00
05:00 pm - 06:00 pm	269	352	255	218	48	36	196.33

Fuente: Propia

En la tabla 21, se aprecia las mediciones tomadas desde las 6:00 am a las 6:00 pm donde se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 10.00 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 196.33 w/m² del día 17/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 10:00 am a 11:00 am con un promedio de 913.00 w/m².

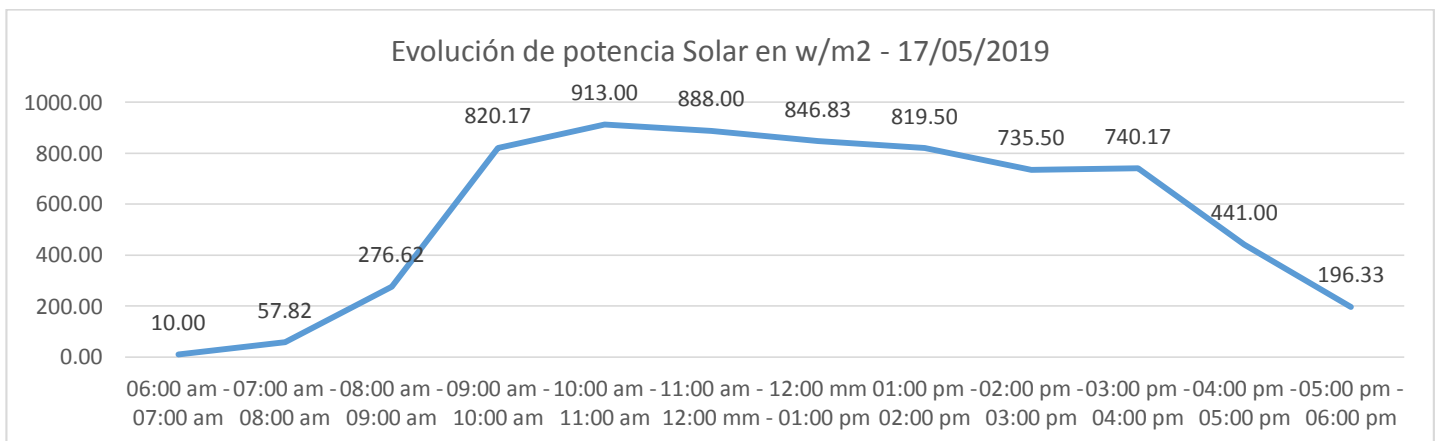


Figura 32: Evolución de Potencia Solar (l)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 32, la evolución de los niveles de radiación solar que se tiene el día 17/05/2019 en la cual se aprecia el pico más alto de radiación solar promedio es 913.00 w/m2 y los niveles de radiación promedio más bajos son 10.00 w/m2 y 57.82 w/m2.

Tabla 22: Niveles de Radiación Solar (n)

18/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m2)						Promedio
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	
06:00 am - 07:00 am	25	27	32	39	77	109	51.50
07:00 am - 08:00 am	76	130	346	414	496	515	329.50
08:00 am - 09:00 am	499	510	575	719	641	657	600.17
09:00 am - 10:00 am	641	815	839	841	820	811	794.50
10:00 am - 11:00 am	715	849	839	881	844	843	828.50
11:00 am - 12:00 mm	886	863	878	802	884	773	847.67
12:00 mm - 01:00 pm	871	888	874	883	872	888	879.33
01:00 pm - 02:00 pm	821	886	898	900	895	896	882.67
02:00 pm - 03:00 pm	892	863	888	884	839	849	869.17
03:00 pm - 04:00 pm	833	833	794	728	607	733	754.67
04:00 pm - 05:00 pm	724	619	581	536	423	499	563.67
05:00 pm - 06:00 pm	372	308	290	149	87	18	204.00

Fuente: Propia

En la tabla 22, se aprecia las mediciones tomadas desde las 6:00 am a las 6:00 pm donde se verifica que las tomas se está dando por horas en un total de 6 mediciones en la cual el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 51.50 w/m2 y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 204.00 w/m2 del día 18/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 01:00 pm a 02:00 pm con un promedio de 882.67 w/m2.

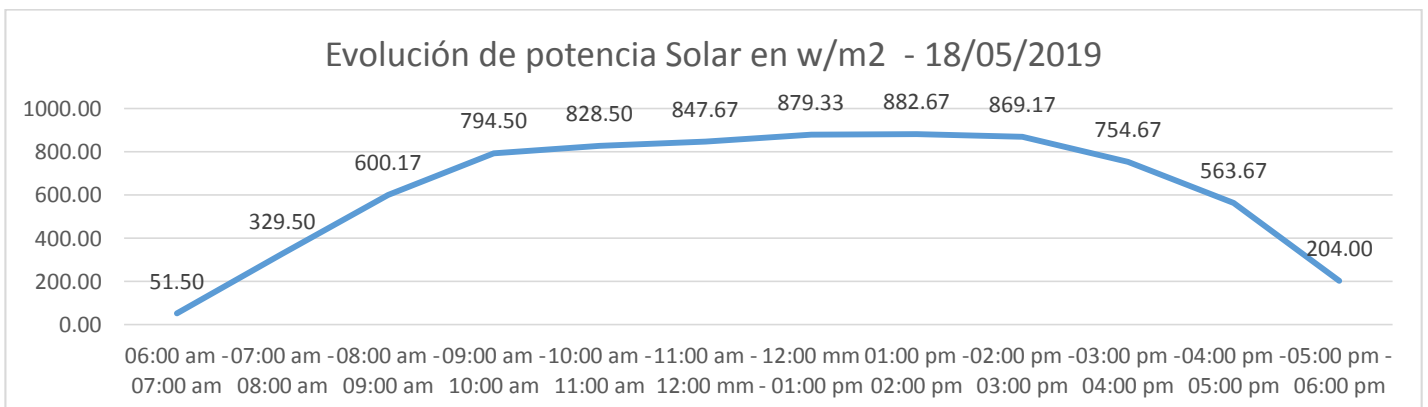


Figura 33: Evolución de Potencia Solar (m)

Fuente: Propia

Dentro de la figura 33, la evolución de los niveles de radiación solar que se tiene el día 18/05/2019 en la cual se aprecia el pico más alto de radiación solar promedio es 882.67 w/m² y los niveles de radiación promedio más bajos son 51.50 w/m².

Tabla 23: Niveles de Radiación Solar (o)

19/05/2019	Niveles de Radiación Solar (w/m ²)						
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Quinta Medición	Sexta Medición	Promedio
06:00 am - 07:00 am	2	4	8	10	14	12	8.33
07:00 am - 08:00 am	12	44	28	56	81.6	84.2	50.97
08:00 am - 09:00 am	71.2	65.4	141.3	283	259	509	221.48
09:00 am - 10:00 am	628	659	810	727	753	744	720.17
10:00 am - 11:00 am	744	826	803	840	783	882	813.00
11:00 am - 12:00 mm	702	876	703	813	855	797	791.00
12:00 mm - 01:00 pm	837	645	757	717	786	739	746.83
01:00 pm - 02:00 pm	716	695	745	634	806	721	719.50
02:00 pm - 03:00 pm	690	677	730	750	767	799	735.50
03:00 pm - 04:00 pm	808	792	722	786	717	616	740.17
04:00 pm - 05:00 pm	553	452	607	518	584	461	529.17
05:00 pm - 06:00 pm	267	350	258	211	58	46	198.33

Fuente: Propia

En la tabla 23, se aprecia las mediciones tomadas desde las 6:00 am a las 6:00 pm evidencia que el promedio de dichas medidas entre las 6:00 am y las 7:00 am es de 8.33 w/m² y entre las 5:00 pm hasta las 6:00 pm es de 198.33 w/m² del día 19/05/2019, donde se aprecia que la mayor incidencia solar se muestra entre las 10:00 am a 11:00 am con un promedio de 813.00 w/m².

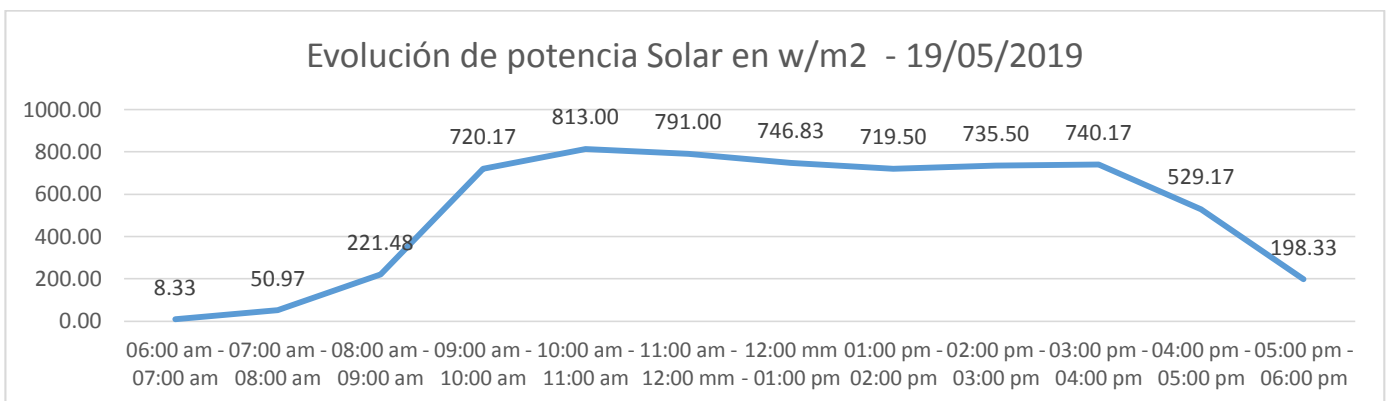


Figura 34: Evolución de Potencia Solar (n)

Fuente: Propia.

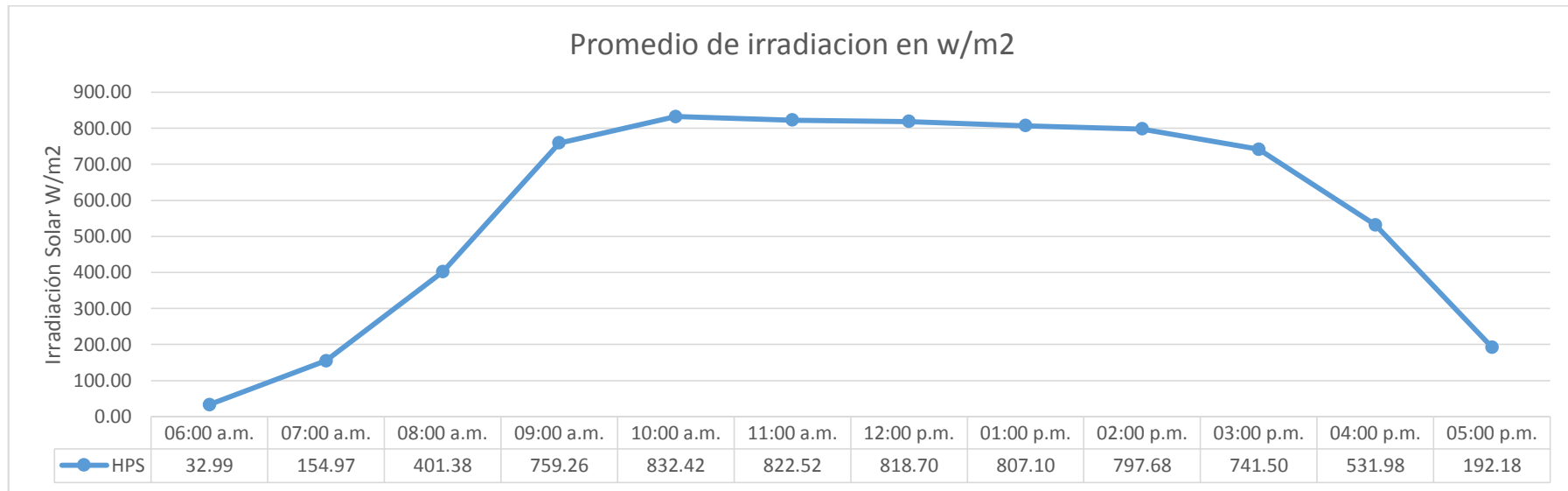
Dentro de la figura 34, se aprecia que el pico más alto de radiación solar promedio es 813.00 w/m² y los niveles de radiación promedio más bajos son 8.33 w/m² y 50.97 w/m².

Tabla 24: Determinación De Los Niveles De Radiación Solar Promedio En Kw.H/M2

	Determinación de los Niveles de Radiación Solar w.h/m2												Niveles Radiación Solar en w.h/m2
	06:00 a.m.	07:00 a.m.	08:00 a.m.	09:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.	12:00 p.m.	01:00 p.m.	02:00 p.m.	03:00 p.m.	04:00 p.m.	05:00 p.m.	
05/05/2019	103.67	110.83	231.33	699.50	913.00	795.67	846.83	719.50	835.50	739.67	427.50	64.00	540.58
06/05/2019	51.50	329.50	600.17	794.50	828.50	847.67	879.33	882.67	869.17	754.67	563.67	204.00	633.78
07/05/2019	8.33	50.97	221.48	720.17	813.00	791.00	746.83	719.50	735.50	740.17	529.17	198.33	522.87
08/05/2019	46.50	274.50	600.50	789.50	816.83	842.17	874.00	878.50	866.50	751.83	559.67	199.17	624.97
09/05/2019	7.33	50.50	221.00	719.17	812.00	790.00	745.83	718.50	733.00	739.17	528.17	197.33	521.83
10/05/2019	14.83	44.45	591.33	790.83	825.83	848.33	878.00	881.00	867.17	754.67	561.67	196.00	604.51
11/05/2019	18.33	59.17	228.83	730.50	828.00	805.50	758.83	816.50	743.33	751.83	550.33	237.17	544.03
12/05/2019	51.50	329.50	600.17	794.50	828.50	847.67	879.33	882.67	869.17	754.67	563.67	204.00	633.78
13/05/2019	8.33	50.97	221.48	720.17	813.00	791.00	746.83	719.50	735.50	740.17	529.17	198.33	522.87
14/05/2019	53.50	331.50	602.17	796.50	830.50	849.67	881.17	883.00	871.17	757.00	567.33	206.00	635.79
15/05/2019	18.00	52.83	231.60	715.83	809.00	804.83	743.00	717.50	731.17	737.33	525.33	192.67	523.26
16/05/2019	43.17	201.50	572.33	782.83	813.67	797.67	827.50	866.00	767.83	666.33	540.17	187.00	588.83
17/05/2019	10.00	57.82	276.62	820.17	913.00	888.00	846.83	819.50	735.50	740.17	441.00	196.33	562.08
18/05/2019	51.50	329.50	600.17	794.50	828.50	847.67	879.33	882.67	869.17	754.67	563.67	204.00	633.78
19/05/2019	8.33	50.97	221.48	720.17	813.00	791.00	746.83	719.50	735.50	740.17	529.17	198.33	522.97
	32.99	154.97	401.38	759.26	832.42	822.52	818.70	807.10	797.68	741.50	531.98	192.18	

Fuente: Propia.

Tabla 25: Promedio de irradiación



Fuente: Propia.

Tabla 26: Distribución del Weibull

DISTRIBUCION DE WEIBULL										
i	horas	Frecuencia Porcentual	Frecuencia Acumulada	ti = irradiancia w/m2	Ln (ti)	$Ln \left[\ln \left(\frac{1}{1 - Fa} \right) \right]$	$(X - \bar{X})$	$(Y - \bar{Y})$	$(X - \bar{X}) * (Y - \bar{Y})$	$(X - \bar{X})^2$
1	12	0.066667	0.066667	521.83	6.257342	-2.67375	-0.092588	-2.437962	0.225725	0.008572
2	12	0.066667	0.133333	522.87	6.259333	-1.94421	-0.090597	-1.708416	0.154777	0.008208
3	12	0.066667	0.200000	522.87	6.259333	-1.499940	-0.090597	-1.264150	0.114528	0.008208
4	12	0.066667	0.266667	522.87	6.259333	-1.170683	-0.090597	-0.934893	0.084698	0.008208
5	12	0.066667	0.333333	523.26	6.260078	-0.902720	-0.089851	-0.666931	0.059924	0.008073
6	12	0.066667	0.400000	540.58	6.292643	-0.671727	-0.057287	-0.435937	0.024973	0.003282
7	12	0.066667	0.466667	544.03	6.299004	-0.464246	-0.050925	-0.228456	0.011634	0.002593
8	12	0.066667	0.533333	562.08	6.331644	-0.271625	-0.018285	-0.035835	0.000655	0.000334
9	12	0.066667	0.600000	588.83	6.378138	-0.087422	0.028208	0.148368	0.004185	0.000796
10	12	0.066667	0.666667	604.51	6.404418	0.094048	0.054489	0.329838	0.017972	0.002969
11	12	0.066667	0.733333	624.97	6.437704	0.278961	0.087774	0.514751	0.045182	0.007704
12	12	0.066667	0.800000	633.78	6.451702	0.475885	0.101772	0.711675	0.072429	0.010358
13	12	0.066667	0.866667	633.78	6.451702	0.700571	0.101772	0.936361	0.095296	0.010358
14	12	0.066667	0.933333	633.78	6.451702	0.996229	0.101772	1.232019	0.125385	0.010358
15	12	0.066667	1.000000	635.79	6.454868	3.603779	0.104939	3.839569	0.402920	0.011012
SUMATORIA	180				95.24894	-3.536849			1.440284	0.101032

Fuente: Propia

Teniendo lo siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Ln}(ti)}{n} = \frac{95.24894}{15}$$

$$\bar{X} = 6.35$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum \text{Ln} \left[\text{Ln} \left(\frac{1}{1 - Fa} \right) \right]}{n} = \frac{-3.536849}{15}$$

$$\bar{Y} = -0.2$$

Hallando el factor de forma:

$$K = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2} = \frac{1.440284}{0.101032}$$

$$K = 14.26$$

Se tiene que:

$$y = b - Kx \quad \text{Entonces: } b = y - Kx$$

$$b = -0.2 - (14.26)(6.35) = -90.76$$

Hallando el factor de escala:

$$C = e^{\left(-\frac{b}{K}\right)}$$

$$C = e^{\left(-\frac{-90.76}{14.26}\right)}$$

$$C = 582.00$$

$y=kX+b$ $y=14.26X + 90.76$ Ecuación final de regresión

Hallando el promedio de la irradiación solar:

Usando el valor K el C que se obtuvieron lograremos determinar:

Lugar	Factor de forma K	Factor de escala w/m2
Fundo San Luis	14.26	582.00

El factor de escala C (w/m2) indica la irradiación solar que se promedia en el área a estudiar, y el K indica cuan dispersos es el dato y periodos en que se toman la energía hacer usada por lo consiente de determina el promedio siendo esta:

$$\text{promedio de Radiacion} = 582.00 \frac{w}{m2} = 582.00 \times \frac{12}{1000} \text{ kwh/m2}$$

$$\text{promedio de Radiacion} = 6.98 \text{ kwh/m2}$$

3.3 Seleccionar los elementos electromecánicos del Sistema de Bombeo en fundo San Luis.

De los cálculos anteriores dependerá de que el requerimiento del recurso hídrico para abastecer en su totalidad al fundo san Luis es de 124.78 m3/día, teniendo en cuenta que el riego se realizara por hectáreas entonces la cantidad de agua que se necesitaría por hectárea seria 41.59 m3/día.

Si se requiere de 124.78 m3/día el tiempo de trabajo de la bomba será de 9 horas por día entonces se tiene que:

$$124.78 \frac{m^3}{dia} \times \frac{1 dia}{9 h} = 13.86 \frac{m^3}{h} \times \frac{1h}{3600 s} = 0.00385 \frac{m^3}{s}$$

$$13.86 \frac{m^3}{h} \times \frac{1000 l}{1 m^3} = 13860 \frac{l}{h} \times \frac{1h}{3600 s} = 3.85 \frac{l}{s}$$

Calcular las alturas manométricas

Una vez tenemos cuanto se requiere de agua debemos calcular cual será la caída ya que es útil para la selección de bombas y utilizamos el método de Hazen – Williams.

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

Donde:

H: Altura Manométrica (m).

Q: Caudal (m³/s).

C: Constante para PVC es 140 (ver anexo 06).

D: 2 veces el Radio de PVC (m).

Pérdidas en la succión:

8 metros de Tubo de 4"

1 codo de 90° para tubo de 4" equivalente a 6.14 m

1 válvula Check que es equivalente a 5,25 m

Entonces se tiene que $L = 8 + 6.14 + 5.25 = 19.34 \text{ metros}$

$$H_{\text{succión}} = 10.674 \times \left[\frac{(0.00385)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.1084)^{4.871}} \right] \times 19.34$$

$$H_{\text{succión}} = 10.674 \times \left[\frac{0.00003374996}{9432.550132 \times 0.00001993552} \right] \times 19.34$$

$$H_{\text{succión}} = 0.037 \text{ m. c. a}$$

$$H_{\text{estática}} = 6 \text{ m. c. a}$$

Componentes que identifican a lo que sale de las bombas.

8 metros de tubería de 4"

1 unidad Tee de 4" equivalente a 2.05 m

Perdidas en tubería de 4"

Entonces se tiene que $L = 8 + 2.05 = 10.05 \text{ metros}$

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.00385)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.1084)^{4.871}} \right] \times 10.05$$

$$H = 0.019 \text{ m. c. a}$$

Componentes que se obtiene por los puntos más alejados y de eso dependerá cuanto se pierde y eso lo determinamos a continuación:

450 metros de tubo de 4"

350 metros de tubo de 2"

2 Tee para 4" equivalente a 4.09 metros

2 Tee para 2" equivalente a 3.12 metros

2 válvulas de 2" equivalente a 7.02 metros

Cuanto se pierde en una de 4"

Entonces se tiene que $L = 450 + 4.09 = 454.09$ metros

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.00385)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.1084)^{4.871}} \right] \times 454.09$$

$$H = 0.87 \text{ m. c. a}$$

Cuanto se pierde en una de 2"

Tenemos la $L = 350 + 7.02 + 3.12 = 360.14$ metros

$$H = 10.674 \times \left[\frac{(0.00193)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.0545)^{4.871}} \right] \times 360.14$$

$$H = 5.47 \text{ m. c. a}$$

Presión para los goteros = 20.7 m.c.a (Información de fabricante)

Filtros: 4 m.c.a

En total obtenemos que:

$$TDH = HE + HF$$

Donde: $HF = 0.037 + 0.019 + 0.87 + 5.47 + 20.7 + 4$

$$HF = 31.1 \text{ m. c. a.}$$

$$ADT = 6 + 31.1$$

$$ADT = 37.1$$

Con todo lo mencionado anteriormente que se calculó podemos determinar que la bomba sería una **44SR45G/75** con potencia de **5.5kw. a 7.5 HP.**

3.4 Dimensionar el equipamiento electromecánico del sistema fotovoltaico en fundo San Luis.

Máximo potencial requerido de las bombas (Pb):

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

$$\text{Horas de trabajo al dia: } Hd = 3 \text{ h}$$

Obtenemos una totalidad de:

$$Et = Pb \times Hd$$

$$Et = 5.5 \times 3$$

$$Et = 16.5 \text{ Kw.H}$$

Calcular cuánto consume de energía en la realidad.

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

Donde:

E = E. Real

E_T = E. Total

R = Constante general fotovoltaica.

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

$$K_b = 0.05 \quad K_c = 0.05 \quad K_v = 0.1 \quad K_a = 0.005$$

Días de Autonomía:

$$N = 4 \text{ días}$$

$$P_d \text{ máx} = 0.8$$

$$R = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.1) \times \left(1 - \frac{0.005 \times 4}{0.8}\right)$$

$$R = 0.78$$

Para lo cual tenemos:

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

$$E = \frac{16.5 Kw.h}{0.78}$$

$$E = 21.15 (Kw.h)$$

Seleccionar los módulos solares

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

Donde:

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

$$N_t = \frac{21150 w.h}{370 w \times 6.98 h \times 0.9}$$

$$N_t = 9.01$$

$$N_t = 9 \text{ paneles}$$

Con esos cálculos que se realizaron procede a la selección de los paneles (ver anexo 08 y 09):

Potencia de modulo = 370 w monocristalino.

Marca = BAUER ENERGY.

Modelo = BSP370M.

Se deberá instalar sistemas fotovoltaicos para trabajar en tensiones DC de 48volts, con el fin de la reducción de corrientes en las terminaciones en algún panel.

Tabla 27: Data sheet de panel solar que se selecciono

Tamaño del módulo	1956 x 992 x 45 mm
Células	72 piezas monocristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	370W
Cable	90cm, 4mm ²
Voltaje en circuito abierto (Voc)	48.3V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.95A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	40.1V
Intensidad a máxima potencia (Im)	9.23A
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coficiente temperatura – Isc	+0.02973%
Coficiente temperatura – Uoc	-0.38038%
Coficiente temperatura – Pmpp	-0.57402%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	19%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	21.5 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años

Fuente: Catálogo grupo “BAUER ENERGY”

A) Determinar el número de sistemas y su agrupación de manera serial

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

$$N_s = \frac{48}{40.1} = 1.2$$

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

B) Determinar el número de sistemas y su agrupación de manera paralela

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

$$N_T = \frac{9}{2} = 4.5$$

$$N_T = 5 \text{ paneles}$$

Podemos deducir que debemos tener 5 grupos de paneles conectados de manera paralela, y estas se conforman de 2 paneles en serie, llegando a una totalidad de 10.

Dimensionar acumuladores o baterías

Es necesario calcular sobre las capacidades de baterías con esta ecuación.

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

C_n = Capacidad de la batería (Ah).

E = Energía Real (wh).

N = días de autonomía = 4

P_d = Profundidad de descarga = 0.8

V_s = Voltaje del Sistema = 48 V

$$C_n = \frac{21150}{48} \times \frac{4}{0.8}$$

$$C_n = \frac{84600}{38.4}$$

$$C_n = 2203.13 (A.h)$$

Según el cálculo se recomienda usar el acumulado ULTRACELL, UCG316 – 12, ya que tiene un almacenamiento de 316Ah y una tensión de 12v.

$$\text{Número de baterías} = \frac{2203.13}{316} = 6.97 = 7 \text{ grupos de baterías}$$

Se armarán 4 acumuladores conectados de manera serial en un total de 48v, se logrará tener 7 agrupaciones de acumuladores en paralelo para una totalidad de 28 acumuladores con esa capacidad, siendo de manera suficientemente para el proyecto, deben ser ventiladas para evitar que se acumulen gases tóxicos. (ver anexo 10).

Seleccionar el regulador de carga

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

Donde:

I_{max} = Intensidad máxima (A).

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

N_p = Numero de paneles en paralelo

$$I_{max} = 9.95 \times 5$$

$$I_{max} = 49.75 \text{ A}$$

seleccionaremos 1 regulador: VICTRON ENERGY de 100A modelo: MPPT 150/100 (ver anexo 11).

Debemos colocar de manera paralela así poder cumplir con lo que se requiere.

Selección del inversor

Se tiene que dar energía a una electrobomba de 5.5 kW (7.5 HP), aunque esta dure unas milésimas de segundo también se tiene que el sistema es de 48 voltios para lo cual se selecciona la marca BESTSUN de 4 kW – 48 DC de las siguientes características:

Tabla 28: Características eléctricas del inversor seleccionado

Product Specification		Bestsun				
Solar Power System		Technical Parameters				
MODEL		BPS-1000M	BPS-2000M	BPS-3000M	BPS-4000M	BPS-5000M
Default Battery System Voltage		24VDC			48VDC	
INVERTER OUTPUT	Rated Power	1000VA/ 800W	2000VA/ 1600W	3000VA/ 2400W	4000VA/ 3200W	5000VA/ 4000W
	Surge Power	2000VA	4000VA	6000VA	8000VA	10000VA
	Waveform	Pure sine wave				
	AC Voltage Regulation (Batt.Mode)	230VAC±5%				
	Inverter Efficiency (Peak)	90%	93%			
	Transfer Time	10ms(For Personal Computers) 20ms(For Home Appliances)				
	AC INPUT	Voltage	230VAC			
	Selectable Voltage Range	170-280VAC(For Personal Computers) 90-280VAC(For Home Appliances)				
	Frequency Range	50Hz/60Hz (Auto sensing)				
BATTERY	Nominal voltage	24VDC			48VDC	
	Floating Charge Voltage	27VDC			54VDC	
	Overcharge Protection	31VDC			60VDC	

Fuente: Catalogo "BESTSUN"

Se tiene una corriente máxima del sistema fotovoltaico de 49.75 A y según las especificaciones técnicas del inversor seleccionado (ver anexo 12), se indica que la Máxima corriente de Carga = 120 A.

$$\text{Número de Inversores} = \frac{49.75 \text{ A}}{120 \text{ A}}$$

$$\text{Número de Inversores} = 0.41$$

$$\text{Número de Inversores} \approx 1$$

Se seleccionan 1 inversor de marca BESTSUN de 4 kW – 48 DC

Selección de los conductores

Para la selección de los conductores se tiene el cuadro del (anexo 13) detalla el tipo de cable a medida de sus corrientes nominales permisibles.

1. Conductor del panel al regulador de carga

Este soportar la corriente de cortocircuito del controlador teniendo una intensidad de 49.75 A, es por lo que se selecciona un conductor de 16 mm² en THW (ver anexo 13).

2. Conductor regulador a la batería

El conductor deberá soportar el paso mínimo de una intensidad de 49.75 A, es por lo que se selecciona un conductor de 16 mm² en THW (ver anexo 13).

3. Conductor batería al inversor

El conductor deberá soportar la corriente que el inversor necesita para poder alimentar a la bomba sumergible que tiene un consumo de 27.78 amperios por lo que se selecciona un conductor de 4 mm² en THW (ver anexo 13).

4. Conductor inversor a las cargas

En este caso el conductor debe soportar la intensidad de corriente de los motores que es 27.78 amperios por lo que se selecciona un conductor de 4 mm² en THW (ver anexo 13).

5. Barra de carga a motor

En este caso el conductor debe soportar la intensidad de corriente de los motores que es 27.78 amperios por lo que se selecciona un conductor de 4 mm² en THW (ver anexo 13).

Calcular la caída de tensión

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

Donde:

I = Intensidad de Corriente (A).

L = Longitud de la Instalación (m)

S = Sección del conductor (mm²)

V = Tensión de Línea (V)

*Cos*φ = Factor de Potencia

Conductor del panel al regulador de carga

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

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 49.75 \times 12 \times 0.90}{16 \times 48} \times 100$$

$$\Delta V (\%) = 2.16$$

$$\Delta V (\%) = 2.16 < 3\% \text{ ok}$$

Conductor regulador a la batería

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times I \times L \times \cos\phi}{S \times V} \times 100$$

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 49.75 \times 7 \times 0.90}{16 \times 48} \times 100$$

$$\Delta V (\%) = 1.26$$

$$\Delta V (\%) = 1.26 < 3\% \text{ ok}$$

Conductor batería al inversor

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times I \times L \times \cos\phi}{S \times V} \times 100$$

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times 27.78 \times 5 \times 0.90}{4 \times 48} \times 100$$

$$\Delta V (\%) = 2.01$$

$$\Delta V (\%) = 2.01 < 3\% \text{ ok}$$

Conductor inversor a las cargas

$$\Delta V (\%) = \frac{0.0309 \times I \times L \times \cos\phi}{S \times V} \times 100$$

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

$$\Delta V (\%) = 1.05$$

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

3.5 Elaborar el análisis económico del proyecto en el fundo San Luis.

Tabla 29: Determinación del Presupuesto del Proyecto

Componente	Unid. de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo Total S/.
Paneles Solares 370 watt – 24V	Unid	10	949.13	9,491.30
Estructuras de Panel solar	Unid	10	166.14	1,661.40
Inversor Bestsun de 4000 watts, 48 DC	Unid	1	4,500.00	4,500.00
Regulador de Carga solar Victron Energy de 100 A modelo MPPT 150/100	Unid	1	2,100.00	2,100.00
Electrobomba sumergible modelo 4SR45G/75, PEDROLLO de 7.5 HP	Unid	1	4,876.00	4,876.00
Batería ULTRACELL UCG-316 Ah de 12V	Unid	28	1,853.63	51,901.64
Conductor THW de 4mm ²	Rollo	1	140.00	140.00
Conductor THW de 16mm ²	Rollo	1	450.00	450.00
Tubo PVC de 1 pulgada	Unid	200	7.5	1,500.00
Montaje Electromecánico	Global	1	15,000.00	15,000.00
Transporte	Global	1	5,000.00	5,000.00
Ferretería	Global	1	2,500.00	2,500.00
Presupuesto del módulo fotovoltaico				99,120.34

Fuente: Propia

El presupuesto total para la implementación del sistema Solar es de S/. 99,120.34 (Noventa y Nueve Mil Ciento Veinte con 34/100 Soles).

Evaluación económica del proyecto

Se tiene que el costo total de inversión asciende a la suma de S/. 99,120.34 (Noventa y Nueve Mil Ciento Veinte con 34/100 Soles), para lo cual se tiene que la evaluación económica del presente proyecto se evaluara teniendo en cuentas los ingresos y los egresos económicos para lo que se tiene lo siguiente:

a) Ingresos

Tenemos 3 ha libre para cosechar maíz:

$$1 \text{ hectarea} = 100 \text{ metros de ancho por } 100 \text{ metros de largo}$$

$$\text{distancia entre surcos} = 0.80 \text{ m}$$

$$\text{distancia entre planton y planton de maiz} = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Número de Surcos} = \frac{100}{0.80} = 125 \text{ surcos por hectarea}$$

$$\text{Número de Puntos de sembrío de Maiz} = \frac{100}{0.50} = 200 \text{ puntos por surco}$$

Conocemos que una zona de siembra tiene 2 plantas de maíz entonces tenemos que:

$$\text{Número de Plantones de Maiz} = 200 \times 2 = 400 \text{ por surco}$$

Como son 125 surcos entonces se tiene:

$$\text{Número de Plantones Totales} = 400 \times 125 = 50000 \text{ por ha}$$

Por lo cual tenemos 3 ha para cosechar maíz haciendo una totalidad de:

$$50000 \times 3 = 150000 \text{ plantas.}$$

Todo el producto final cosechado se vende para alimentos de animales durante tres cosechas anualmente, llevando consigo cuentas que a la venta costaría entre 8 plantas por un nuevo sol.

Tabla 30: Cosecha

Cantidad por Cosecha	Costo U.	Costo por Cosecha	Costo por Año
150000 plantas	8 x 1 S/.	S/. 18,750.00	S/. 56,250.00

Fuente: Propia

b) Egresos

Se tiene lo siguiente:

- Pago a trabajadores para sembrar (7 t. a 40 soles diarios x 3 días)
- Pago a trabajadores por cosecha (7 t. a 40 soles diarios x 7 días)

Tabla 31: Egresos

Descripción	Costo por Cosecha 1	Costo por Cosecha 2	Costo por Cosecha 3	Costo total al año
Pago a trabajadores para sembrar	S/. 840.00	S/. 840.00	S/. 840.00	S/. 2520.00
Mantenimiento de Sembrío	S/.1000.00	S/.1000.00	S/.1000.00	S/.3000.00
Gastos de Operación y Mantenimiento	S/. 1200.00	S/. 1200.00	S/. 1200.00	S/. 3600.00
Gastos de Salarios de Peones para cosecha	S/. 1,960.00	S/. 1,960.00	S/. 1,960.00	S/. 5880.00

Fuente: Propia

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO					
AÑOS	0	1	2	3	4
INGRESOS	Inversión (Costo de Proyecto)	Ingresos Trabajos realizados	Ingresos Trabajos realizados	Ingresos Trabajos realizados	Ingresos Trabajos realizados
Ingresos	99120.34	56250.00	56250.00	56250.00	56250.00
Otros		0.00	0.00	0.00	0.00
Total, Ingresos	99120.34	56250.00	56250.00	56250.00	56250.00
EGRESOS					
Gastos de Salario por sembrío		-2520.00	-2520.00	-2520.00	-2520.00
Mantenimiento de sembrío		-3000.00	-3000.00	-3000.00	-3000.00
Operación y mantenimiento		-3600.00	-3600.00	-3600.00	-3600.00
Gastos costos pago al operario		-5880.00	-5880.00	-5880.00	-5880.00
Total, Egresos	0.00	-15000.00	-15000.00	-15000.00	-15000.00
INGRESO NETO	-99120.34	41250.00	41250.00	41250.00	41250.00

VAN S/	31,636.61
TIR	24.03%
TASA DE DESCUENTO	10%

Se evidencia un VAN positivo igual a S/. 31,636.61 con un TIR del 24.03%, mayor que la tasa de descuento en tal sentido la investigación es rentable

IV. DISCUSIÓN

Tomás nos presentó su proyecto donde trata del diseño integral de un sistema de bombeo de agua con una fuente obtenida del sol.

Catarroja es un puerto que cuenta con estaciones para bombear agua que tiene como parte de una red que reutiliza el agua que expulsa la planta de Pinedo, en Valencia, esto abastece a gran parte de la extensión de tierras agrícolas al sur.

La finalidad de esto es conducir desde la acequia de real de Júcar, hasta el canal del mismo nombre, aunque el costo fue elevado aún no esté funcionando.

Con el objetivo de que pueda funcionar existe una propuesta, poder hacerlo mediante sistemas solares en este caso paneles para así haya una reducción en costos de esta estación, de esta manera pretendemos estudiar la viabilidad. Para lo cual se manifiesta que se está de acuerdo con lo establecido por el investigador ya que para el presente trabajo de investigación se inició con el cálculo del recurso hídrico necesario para el abastecimiento de agua tanto para consumo humano y para sembrío y luego la evaluación económica se realizó teniendo en cuenta los indicadores VAN y TIR teniendo en cuenta los principios de compra, venta y mantenimiento de sembrío.

Entonces nos podemos preguntar si este sistema funcionó en Valencia considerando el avance tecnológico y la inversión del estado español en relación al agricultor, ¿podemos aplicar un sistema similar con nuestras condiciones en el Perú?, ¿el estado peruano apoyara estas iniciativas de los agricultores, para poder tener mejores condiciones y mejorar en todos los aspectos cómo país?

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que la demanda hídrica que permita satisfacer los requerimientos de agua en el fundo San Luis es de 124.78 m³/día estando compuesto por recurso para consumo humano que es de 0.37 m³/día y para consumo agrícola siendo este de 124.4 m³/día, este en un total de 03 hectáreas libres para cultivo de maíz.
- Se determinó el índice en el fundo San Luis, utilizando un equipo Solarímetro de marca AMBIENT WEATHER, Las mediciones fueron tomadas en un periodo de 10 minutos por cada toma de datos teniendo como hora inicial las 06:00 am horas y como final las 06:00 pm horas tomando para tal efecto 06 mediciones por cada hora teniendo como resultado un mínimo de 6.98 Kw.H/m², por lo que para efectos de cálculo en el diseño del sistema fotovoltaico se utilizó el nivel mínimo siendo este 6.98 Kw.H/m².
- Según los cálculos realizados se concluye que para el sistema fotovoltaico se seleccionó una bomba sumergible modelo 4SR45G/75 marca PEDROLLO con una potencia de 5.5 kW, el sistema fotovoltaico tendrá una tensión de trabajo de 48 V, con un total de 10 paneles de 370 W monocristalino, un total de 28 baterías marca ULTRACELL, el modelo UCG316-12, con una capacidad de 316 Ah, 1 regulador de marca: VICTRON ENERGY de 100 amperios modelo: MPPT 150/100 y 1 inversor de marca BESTSUN de 4 kW – 48 DC.
- Se determinó el análisis económico del proyecto en el fundo San Luis para ello se cuenta con un presupuesto total para la implementación del sistema de S/. 99,120.34 (Noventa y Nueve Mil Ciento Veinte con 34/100 Soles), evidenciando un VAN positivo igual a S/. 31,636.61 con un TIR del 24.03%.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener en cuenta el cálculo de máxima demanda del recurso hídrico ya que de esta manera se estará garantizando el abastecimiento de agua tanto para consumo humano como para consumo agrícola siendo este un valor indispensable para el desarrollo y dimensionamiento del sistema de bombeo.

Se recomienda tener en cuenta las mediciones tomadas in situ para el cálculo de la radiación solar promedio en la zona de influencia del fundo San Luis, tomando como valor principal de diseño el valor mínimo siendo este 6.98 Kw.H/m² ya que con el valor mínimo se está garantizando el buen funcionamiento del sistema.

Según los cálculos realizados se recomienda brindar al sistema fotovoltaico un mantenimiento total teniendo en cuenta los equipos seleccionados siendo estos una bomba sumergible modelo 4SR45G/75 marca Pedrollo con una potencia de 5.5 kW, 40 paneles de 370 W monocristalino, 28 baterías marca Ultracell modelo UCG316-12, con una capacidad de 316 Ah, 1 regulador de marca: Victron energy de 100 amperios modelo: MPPT 150/100 y 1 inversor de marca BESTSUN de 4 kW – 48 DC, ya que con estos equipos seleccionados se garantiza el buen funcionamiento del sistema diseñado.

Se recomienda la implementación del sistema fotovoltaico ya que se está evidenciando un VAN positivo igual a S/. 31,636.61 con un TIR del 24.03%, mayor que la tasa de descuento es por la cual que se manifiesta que este proyecto es viable, rentable y sostenible en el tiempo.

REFERENCIAS

- Lamana Villegas , M. (2018). **INSTALACIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA RIEGO DE TERRENO CULTIVABLE**. Cataluña - España: Universitat de Lleida.
- ARIAS, F. (2012). **El Proyecto de Investigación - Introducción a la Metodología Científica (6ta Edición ed.)**. Caracas - Republica Bolivariana de Venezuela: Editorial Episteme, C.A.
- Arrieta Morelo, D. J., & Puello Bravo, S. Y. (2015). **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SEGUIDOR SOLAR PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO ENERGÉTICO EN PANELES FOTOVOLTAICOS DE UN SISEMA DE BOMBEO**. Cordova - Colombia: Universidad de Cordova.
- AVALLONE, E. (2010). **Manual de Ingenieria Mecanica Marks**. Sevilla - España: Mc. Graw Hill 9-19.
- Cabrera, Ignacio y Fermin, Rigoberto. (2015). **Celdas Fotovoltaicas para Energizar un Sistema de Bombeo de Agua**. Mexico D.F.
- Cisneros Guancha, J. E. (2013). **Guía para la aplicación de sistemas de gestión energética orientado a la energía eléctrica, basado en la norma ISO 50001**. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional de Quito.
- Cornejo. (2013). **Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el centro materno infantil de la Universidad de Piura** .
- Dominguez. (2012). **Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el Cobaev 35 Xalapa** .
- Farley, B. (2009). **ANALISIS DE VIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN ELECTRICA USANDO ENERGIA SOLAR PARA USO RESIDENCIAL**. Medellin.
- Feijoo. (2009). **Proyecto de implementación de paneles solares en haciendas alejadas de la fuente de energía convencional caso: hacienda El Vado**.
- FINK, D. (1997). **Manual de Ingenieria Electrica**. Bogota: Editorial Mc Graw Hill.
- Gil Tomás, A. (2018). **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 .

- Giraudy Arafet , Carlos M; Massipe Cano, Ivan; Rodríguez Rivera, Raciél; Rodríguez Gámez, Maria; Vázquez Pérez, Antonio. (Agosto de 2014). FACTIBILIDAD DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A RED. Ingeniería Energética, XXXV(2/2014), 141-148.
- HERNANDEZ, R, FERNANDEZ, C. & BATISTA, P. (2014). Metodología de la Investigación. México: Editorial Mc Graw Hill.
- HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BATISTA, Pilar. (2006). Metodología de la Investigación (4a Edición ed.). D.F. México: Mc Graw-Hill.
- Huincho. (2014). Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico de un centro de esparcimiento ecológico en el distrito de Huamancaca Chico, región Junín. Huancayo.
- INGA, Esteban y MENDEZ, Alfredo. (2012). Calidad del suministro eléctrico en el Perú (Primera Edición ed.). Lima: Guzlap Editores.
- Landaeta Chinchilla, L. R., & Suarez Sierra, M. A. (2017). ACTIBILIDAD 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.
- LLANCAMAN, C. (2007). Desarrollo de una manual de auditorías energéticas para empresas y edificios. Chile.
- LUCIO, N. (2015). Metodología de la Investigación. Estadística Aplicada en la Investigación. Lima, Perú: Macro EIRL.
- Minas, M. d. (2012). Plan Nacional de Electrificación Rural PNER 2013 - 2022. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2011). D.S. N° 020-97 EM, Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. Lima.
- Mora, C. (2008). Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada. Costa Rica.
- Orbegozo, C., & Arivilca, R. (2010a). ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. MANUAL TÉCNICO PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS.
- OSINERGMIN. (2011). Calidad de Suministro en el Perú – Caso Electronorte. Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, DS 020-1997-EM (NTCSE). Lima.
- OSINERGMIN. (2016). LA INDUSTRIA DE LA ELECTRICIDAD EN EL PERÚ: 25 AÑOS DE APORTE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PAÍS. Magdalena del Mar, Lima.

- Pareja Aparicio, M. (2010). ENERGÍA SOLA FOTOVOLTAICA: CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN AISLADA. Barcelona: Marcombo S.A.
- PASQUEVICH, D. (18 de Julio de 2016). La creciente demanda mundial de energía frente a los riesgos ambientales. Recuperado el 10 de Mayo de 2016, de <http://aargentinapciencias.org/>
- Pazmiño, Quinaluisa. (2007). Proyecto de inversión para el suministro de electricidad en la comunidad Facundo Vela – Provincia de Bolívar, mediante soluciones individuales de equipos fotovoltaicos.
- Peralta Vera , A. A. (2018). ESTUDIO EXPERIMENTAL DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO EN CORRIENTE CONTINUA. Arquipa - Perú: Universidad Tecnológica del Perú.
- Piriz. (2013). Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú. Lima.
- Rodriguez, Y. (2014). Mejoramiento del Sistema de Bombeo para Evacuación Eficiente de Aguas Subterráneas en Volcan Compañía Minera S.A.A. - Unidad San Cristobal. Huancayo - Perú.
- Rojas, D. (2017). Diseño del Sistema de Bombeo para el Abastecimiento Optimo de Agua Potable del Distrito de Huancán - Huancayo. Huancayo - Perú.
- Valdivia. (2012). Factibilidad técnico-económica de la instalación de energía solar fotovoltaica en la comuna de Pucón.
- Ventura Carrillo, P. G. (2018). 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.

ANEXOS

Anexo 01 - Tabla 03

Tecnología	Símbolo	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
Películas de silicio cristalino sobre vidrio		Película delgada	9	
Silicio amorfo	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		Película delgada	11	
Celdas tandem de alta eficiencia	III - V		30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III - V		33 tandem y 28 solo	

Eficiencias alcanzadas en diversos tipos de celdas solares

(Orbegozo, 2010, p. 19)

Anexo 02 - Tabla 04


Etapa de Cultivo	Estados Fenológicos	Ciclo	Requerimiento de Riego	
		Acumulado (días)	Por surcos (m3/ha)	Por goteo (m3/ha)
Siembra	20 Julio Emergencia	0	240.0	118.8
Crecimiento	5 hojas	35	586.0	290.0
	8 hojas	50	463.8	229.5
	10 hojas	60	335.4	166.0
Floración	Inicio floración masculina (14 hojas)	80	840.3	415.8
	Floración femenina	90	506.1	250.4
	Polinización Cuaje	105	1026.9	508.2
Llenado del grano	Formación de grano	125	1523.1	753.7
	Grano lechoso a grano dentado	135	801.2	396.5
Madurez	Madurez fisiológica	150	750.0	371.1
Cosecha	15-Ene	165		
			7072.8	3500

Consumo de agua en la etapa de cultivo de maíz por hectárea

Fuente: Ministerio de Agricultura

Anexo 03

		FICHA DE REGISTRO DE RADIACIÓN SOLAR							
Nombre y Apellidos									
Ubicación (Coordenadas UTM)									
Item	Fecha	Hora	Radiacion Solar W/m2	Observaciones	Item	Fecha	Hora	Radiacion Solar W/m2	Observaciones

		FICHA DE REVISIÓN DOCUMENTARIA								
Tipo de Fuente	Libro	<input type="checkbox"/>	Revista	<input type="checkbox"/>	Manual	<input type="checkbox"/>	Norma	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>
Nombre de la Fuente										
Nombre del Documento										
Título / Asunto										
Volumen										
Tomo / Legajo										
Folio / Página										
Lugar y Fecha del Doc										
Autor										
Ubicación de la Fuente										
CONTENIDO										

Ficha de validación de instrumentos de recolección de datos

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: ADANAQUE SANCHEZ JOSE LUIS
- Profesión: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
- Grado académico: TITULADO y COLEGIADO
- Actividad laboral actual: SUPERVISOR DE OBRA ELECTRICAS,
PROYECTISTA DE PROYECTOS ELECTROMECANICOS.


Jose Luis Adanaque Sanchez
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP: 125988

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

1. Sirvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		X	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


José Luis Adanaqué Sánchez
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 125988

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo (indicar el objetivo de la tesis).

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

DEBIDO A QUE EL ANÁLISIS VA DIRIGIDO A PÚBLICO EN GENERAL O BENEFICIARIOS CON POCO CONOCIMIENTO EN EL TEMA DE INVESTIGACIÓN.

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

PARA EL TIPO DE ESTUDIO CONSIDERO QUE LO ESTABLECIDO SON SUFICIENTES.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

CONSIDERO QUE LAS PREGUNTAS SE ENCUENTRAN BIEN PLANTEADAS.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.


José Luis Adunaqué Sánchez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
REG. CIP: 125088

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X			X			
2	X			X			
3	X			X			
4	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. Para mejorar el instrumento de recolección de datos?
SE DEBEN REALIZAR PREGUNTAS SENCILLAS PARA EL
ENCUESTADO YA QUE DE ESTA FORMA SE TIENE MUCHO
MÁS RELEVANCIA EN EL PRODUCTO FINAL DE LA
INVESTIGACIÓN

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


 José Luis Adanaqué Sánchez
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 REG. CIP. 125988

Firma del Experto

Anexo 04

Certificado de calibración



METROLOGÍA E INGENIERÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

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

Página : 1 de 2
Fecha : 2019-04-29

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

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

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

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

5 PATRON DE CALIBRACIÓN

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

6 CONDICIONES AMBIENTALES

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

7 OBSERVACIONES

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


Ing. Máximo Oriundo Cordero
CIP: 94415
Gerencia Técnica



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

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

Página : 2 de 2

Fecha : 2019-04-29

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

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

Medicion de Potencia Solar (W/m2)

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

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

FIN DE DOCUMENTO



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

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

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

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

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

Anexo 05

Tomas fotográficas de las tomas de medición con solarímetro



Vista fotográfica donde se aprecia el terreno apto para cultivo de maíz



Vista fotográfica donde se aprecia el pozo artesanal utilizado para regar los sembríos



Vista fotográfica de toma de datos con Solarimetro



Vista fotográfica donde se aprecia la toma de datos en w/m2



Vista fotográfica de recolección de datos in situ



Vista fotográfica donde se aprecia la toma de mediciones 619 w/m2

Anexo 06

Coeficiente de HAZEN – WILLIAMS

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

Longitudes equivalentes para los distintos tipos de accesorios

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

Anexo 07

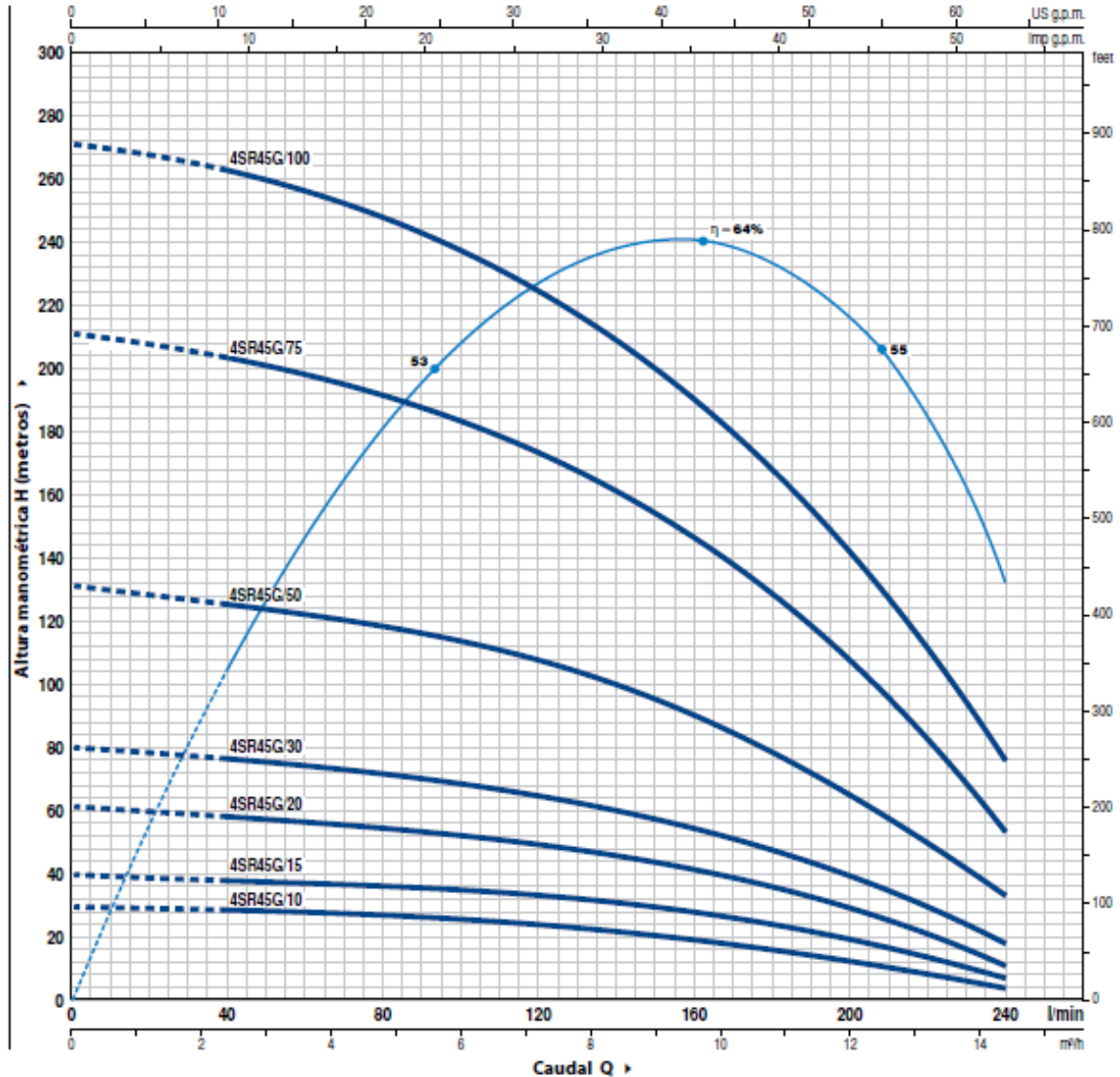
Curva de Trabajo de Bomba Sumergible

4SR45G



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	H metros							
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m ³ /h	0	2.4	4.8	7.2	9.6	12.0	14.4
				l/min	0	40	80	120	160	200	240	
4SR45Gm/10	4SR45G/10	0.75	1	H metros	30	28	26	24	20	15	6	
4SR45Gm/15	4SR45G/15	1.1	1.5		40	39	36	33.5	28.5	20	9	
4SR45Gm/20	4SR45G/20	1.5	2		61	57	54	50	42.5	31.5	12	
4SR45Gm/30	4SR45G/30	2.2	3		79	76	73	65	55	41.5	19	
-	4SR45G/50	3.7	5		131	126	120	107	91	67	34	
-	4SR45G/75	5.5	7.5		210	204	191	173	149	109	54	
-	4SR45G/100	7.5	10		270	262	249	226	192	140	76	

Q = Caudal H = Altura manométrica total

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

Anexo 08

Características eléctricas del módulo solar



PANEL SOLAR 370W 72 CÉLULAS MONOCRISTALINO

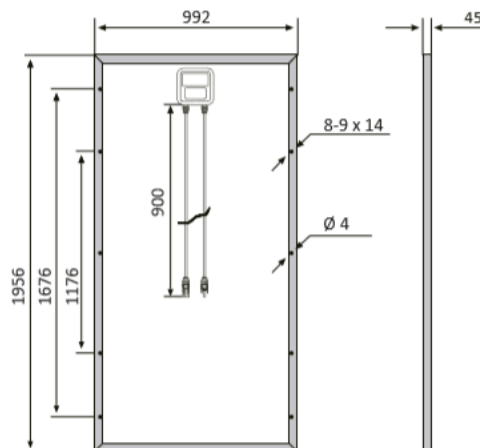
BSP370M

Características

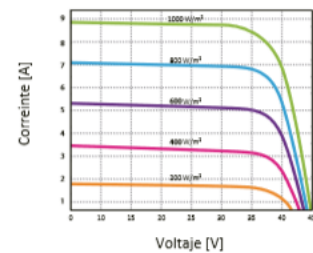
Tamaño del módulo	1956 x 992 x 45 mm
Células	72 piezas monocristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	370W
Cable	90cm, 4mm ²
Voltaje en circuito abierto (Voc)	48.3V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.95A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	40.1V
Intensidad a máxima potencia (Im)	9.23A
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.02973%
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.38038%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.57402%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	19%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	21.5 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años



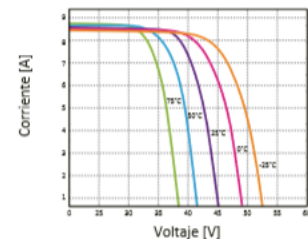
Esquemas



Curvas



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m²

Anexo 09

Sistema de Montaje del módulo solar



Montaje para suelo rústico

Componentes

Guía K2-Solid LS

Garantía

12 años

Material

Aluminio 6063 T66

Medidas disponibles: Según necesidad

Peso: 2,95 Kg/m

Pórtico

Garantía

12 años

Material

Aluminio 6063 T66

Medidas disponibles: Según necesidad

Peso: Según modelo

Tornillo de cimentación (opcional)

Garantía

12 años

Material

Acero galvanizado

Medidas disponibles: Aprox. 1500mm

Peso: Según modelo



K2 Systems

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

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

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

Anexo 10

Especificaciones técnicas del acumulador seleccionado



UCG316-12

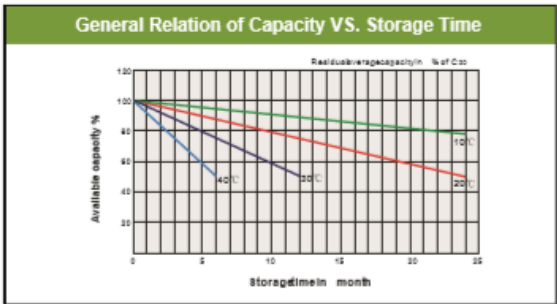
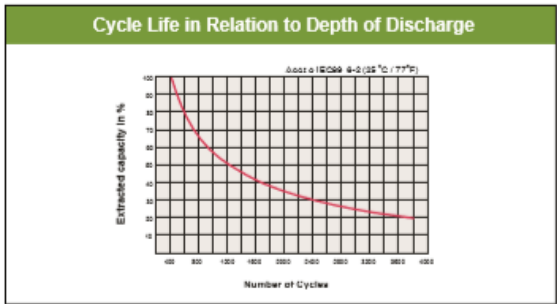
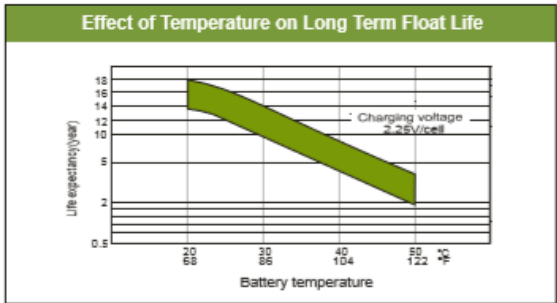
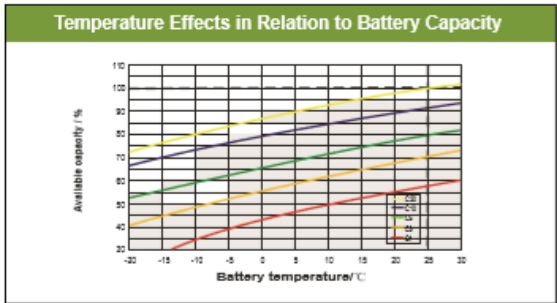
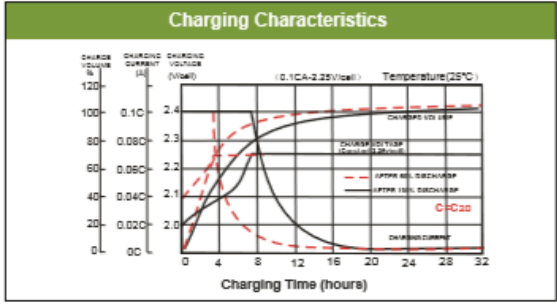
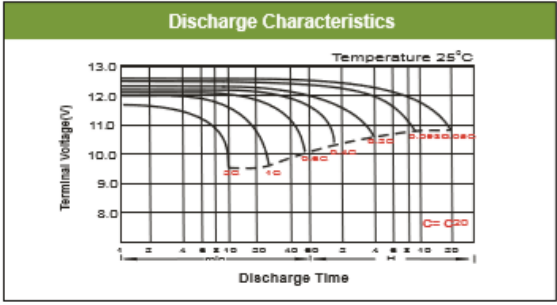


Physical Specification

Part Number:	UCG316-12
Length:	522 ± 2 mm
Width:	268 ± 2 mm
Container Height:	220 ± 2 mm
Total Height (with terminal):	226 ± 2 mm
Approx Weight:	Approx 73kg

Specifications

	Normal Voltage	12V
	Normal Capacity (100HR)	316.0AH
Terminal Type	Standard Terminal	F11
	Optional Terminal	-
Container Material	Standard Option	ABS
	Flame Retardant Option (FR)	ABS(UL94:V0)
Rated Capacity	236.0 AH/25.5A	(10hr, 1.80V/cell, 25°C / 77°F)
	275.0 AH/31.3A	(8hr, 1.80V/cell, 25°C / 77°F)
	218.0 AH/43.6A	(5hr, 1.75V/cell, 25°C / 77°F)
	198.0 AH/66.0A	(3hr, 1.75V/cell, 25°C / 77°F)
	165.5 AH/165.5A	(1hr, 1.60V/cell, 25°C / 77°F)
Max Discharge Current	2500A (5s)	
Internal Resistance	Approx 2.5mΩ	
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -15 ~ 50°C (5 ~ 122°F)
		Charge: 0 ~ 40°C (32 ~ 104°F)
		Storage: -15 ~ 40°C (5 ~ 104°F)
	Nominal Operating Temp. Range	25 ± 3°C (77 ± 5°F)
	Cycle Use	Initial Charging Current less than 75.0A Voltage 14.4V ~ 15.0V at 25°C (77°F) Temp. Coefficient -30mV/°C
	Standby Use	No limit on Initial Charging Current Voltage 13.5V ~ 13.8V at 25°C (77°F) Temp. Coefficient -20mV/°C
	Capacity affected by Temperature	40°C (104°F) 103% 25°C (77°F) 100% 0°C (32°F) 98%
Design Floating Life at 20°C	15 Years	
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	

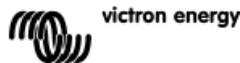


Anexo 11

Especificaciones técnicas del Controlador de Carga

Vervolg specificaties

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



Anexo 12

Especificaciones técnicas del Inversor

Product Specification

Bestsun

Solar Power System

Technical Parameters

MODEL	BPS-1000M	BPS-2000M	BPS-3000M	BPS-4000M	BPS-5000M	
Default Battery System Voltage	24VDC			48VDC		
INVERTER OUTPUT	Rated Power	1000VA/ 800W	2000VA/ 1600W	3000VA/ 2400W	4000VA/ 3200W	5000VA/ 4000W
	Surge Power	2000VA	4000VA	6000VA	8000VA	10000VA
	Waveform	Pure sine wave				
	AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230VAC±5%				
	Inverter Efficiency (Peak)	90%	93%			
	Transfer Time	10ms(For Personal Computers) 20ms(For Home Appliances)				
AC INPUT	Voltage	230VAC				
	Selectable Voltage Range	170~280VAC(For Personal Computers) 90~280VAC(For Home Appliances)				
	Frequency Range	50Hz/60Hz (Auto sensing)				
BATTERY	Nominal voltage	24VDC		48VDC		
	Floating Charge Voltage	27VDC		54VDC		
	Overcharge Protection	31VDC		60VDC		
SOLAR CHARGER & AC CHARGER	Maximum PV Array Open Circuit Voltage	75VDC		145VDC		
	PV Array MPPT Voltage Range	30~60VDC		60~115VDC		
	Standby Power Consumption	2W				
	Rated Power	800W		3000W		
	Maximum Solar Charge Current	30A		60A		
	Maximum Efficiency	98%				
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Maximum AC Charge Current	10A or 20A	20A or 30A		60A	
	Maximum Charge Current	26A	36A		120A	
	Dimension,W*H*D(mm)	272*372*131			295*528*141	
	Net Weight(kg)	7.4	7.6	8	12.5	13.5
OTHER	Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)				
	Operating Temperature	0°C -55 °C				
	Storage Temperature	-15 °C -60 °C				

Anexo 13

Especificaciones del cableado según la capacidad de corriente permisible en amperios

CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMISIBLE EN AMPERES

Temperatura ambiente: 30 °C

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

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

CONDUCTOR		CAPACIDAD DE CORRIENTE Ampere			
Calibre AWG-MCM	Sección mm ²	Instalaciones en Tubo Máximo Tres Conductores		Instalaciones al Aire Libre	
		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR			
		70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
18	0,821	9	14	13	18
	1,0	11	16	16	24
16	1,31	13	18	19	24
	1,5	15	22	23	27
14	2,08	20	25	28	35
	2,5	20	27	28	35
12	3,31	25	30	33	40
	4	26	34	35	46
10	5,26	34	40	48	55
	6	36	42	50	60
8	8,37	47	55	66	80
	10	47	60	74	83
6	13,3	62	75	90	105
	16	71	78	100	115
4	21,15	81	95	120	140
	25	90	100	133	150
2	33,63	110	130	160	190
	35	114	130	165	190
1	42,41	124	150	185	220
	50	138	150	210	230
1/0	53,51	143	170	220	260
2/0	67,44	166	195	250	300
	70	171	195	255	300
3/0	85,02	190	225	295	350
	95	204	225	315	355
4/0	107,2	219	260	340	405
	120	233	260	360	405
250	126,7	242	290	385	455
	150	271	300	420	480
300	152,0	271	320	420	505
350	177,4	295	350	480	570
	185	304	350	490	570
400	202,7	318	380	520	615
	240	357	400	565	635
500	253,4	361	430	590	700
	300	400	455	655	740
600	304,0	400	475	655	780
750	380,0	450	535	745	855
	400	465	535	775	880
	500	518	595	890	1 000
1000	506,7	518	615	890	1 055

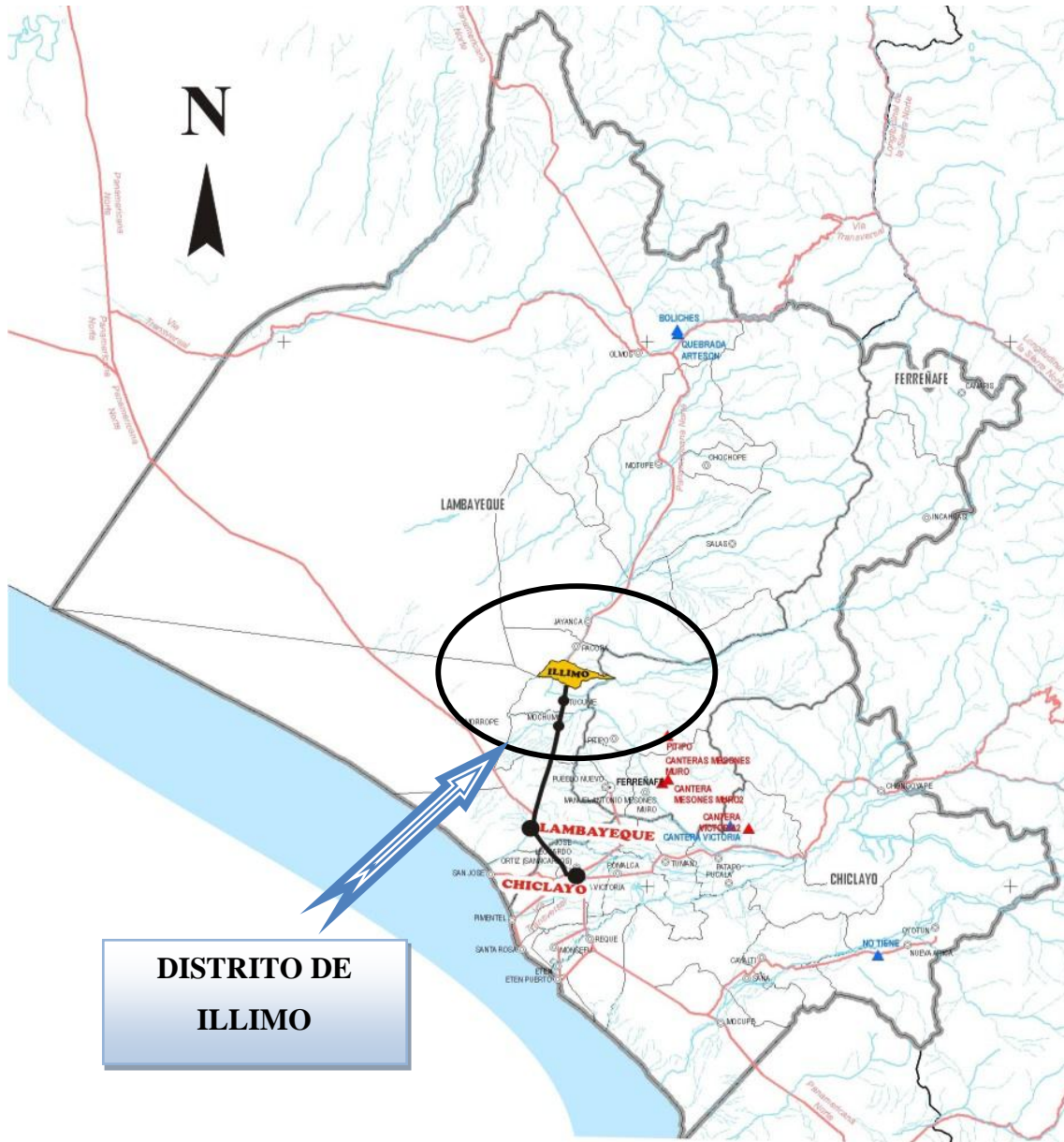
Anexo 14

Localización general del distrito de Illimo, provincia de Lambayeque



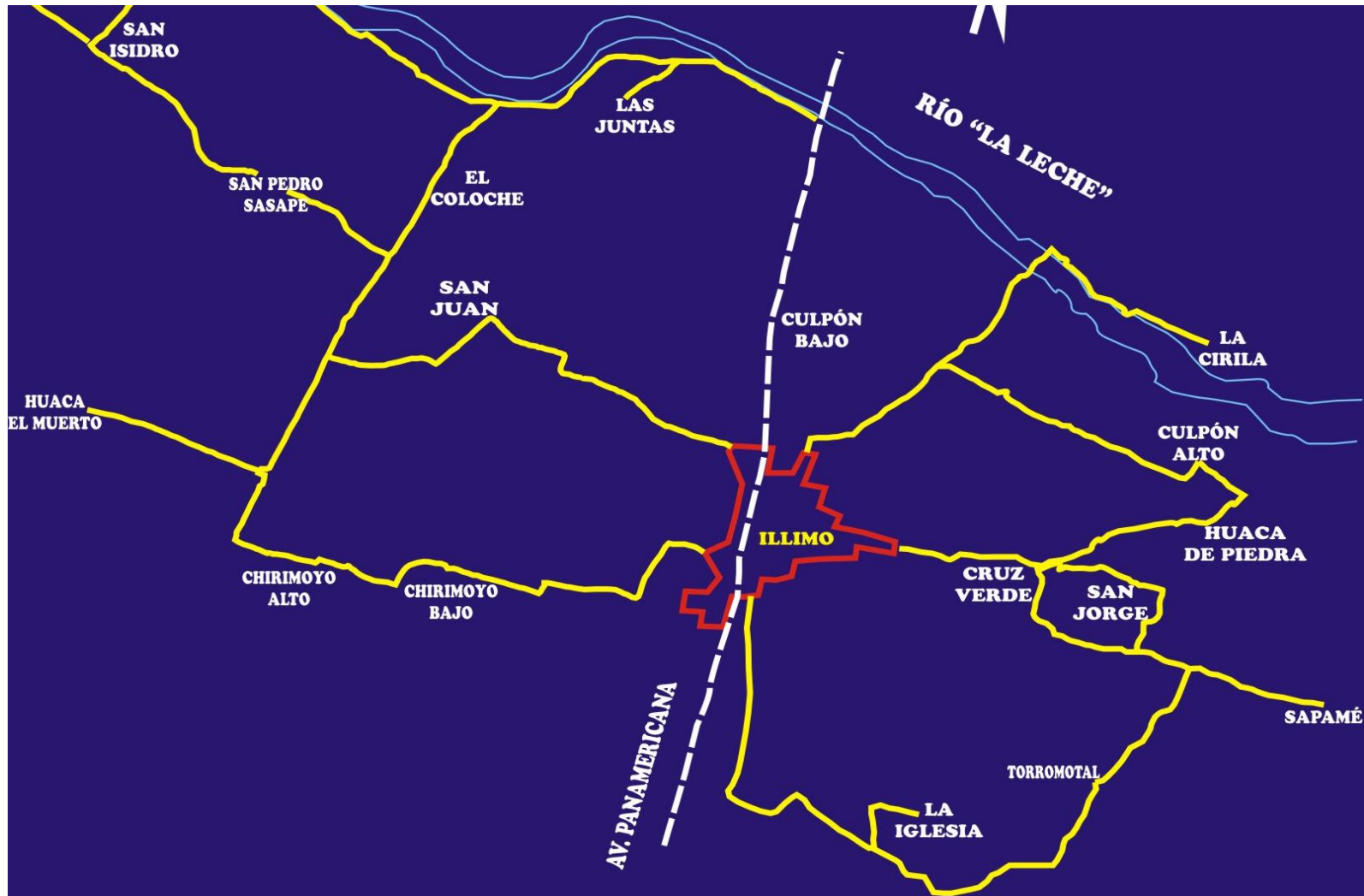
Anexo 15

Localizacion del distrito de Illimo



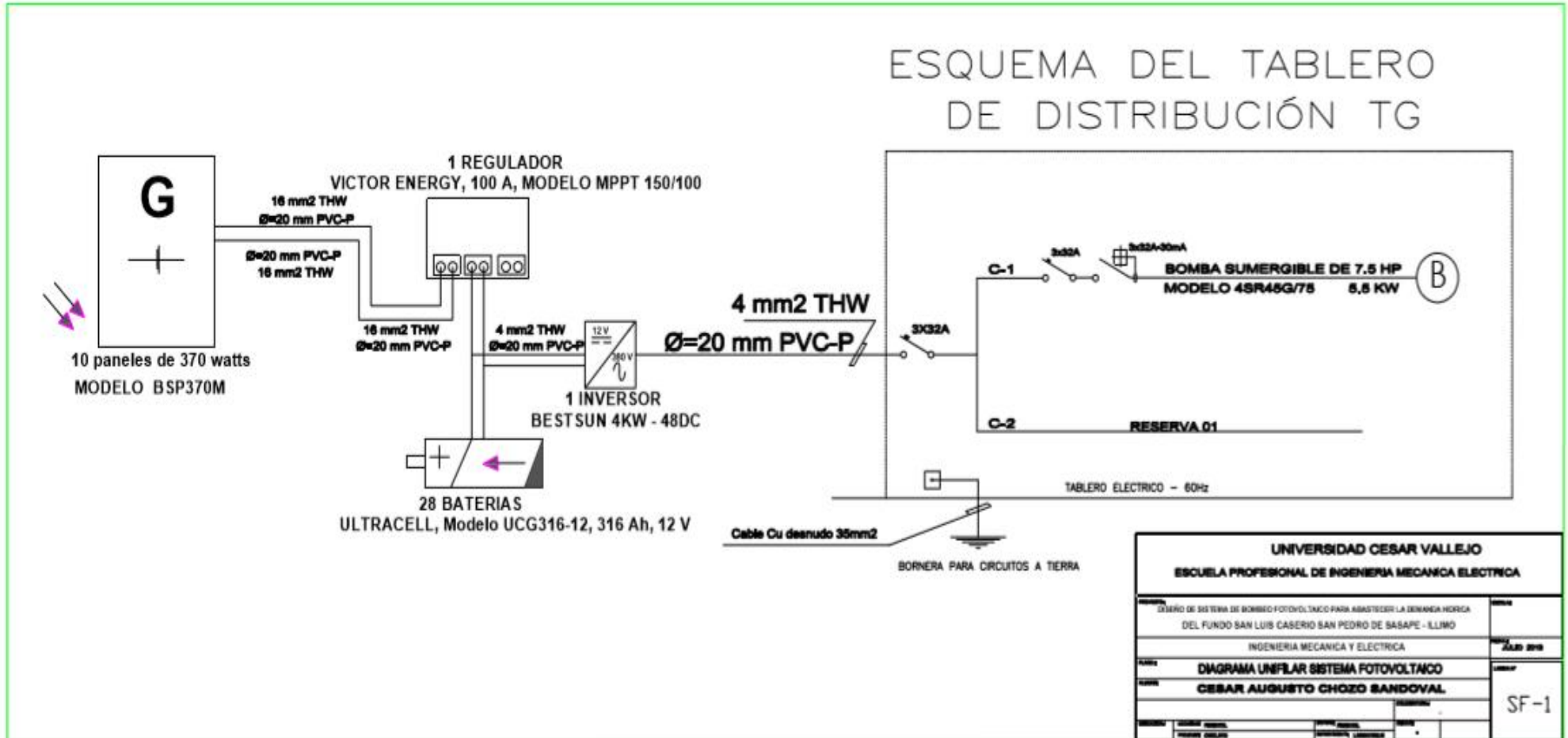
Anexo 16

Ubicación del caserío San Pedro de Sasape del distrito de Illimo



Anexo 17

Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico



Acta de aprobación de originalidad de tesis

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad **DE INGENIERÍA** y Escuela Profesional **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

**"DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER LA DEMANDA
HÍDRICA DEL FUNDO SAN LUIS – CASERÍO SAN PEDRO DE SASAPE - ILLIMO"**

Del estudiante **CÉSAR AUGUSTO CHOZO SANDOVAL**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **12%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 24 de enero de 2020


.....
Mgtr Deciderio Enrique Díaz Rubio
DNI: 16728343

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

Reporte de turnitin

Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer la demanda hídrica del Fundo San Luis – Caserío San Pedro de Sasape - Illimo


INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	7%	2%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	7%
2	www.takistaverna.net Fuente de Internet	1%
3	findfish.com Fuente de Internet	1%
4	keralataxi.info Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.trabber.co Fuente de Internet	<1%
7	www.roadtriprentals.co.nz Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	<1%

Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo **César Augusto Chozo Sandoval**, identificado con DNI N° 17619955, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, autorizo () , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER LA DEMANDA HÍDRICA DEL FUNDO SAN LUIS – CASERÍO SAN PEDRO DE SASAPE - ILLIMO**"; en el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

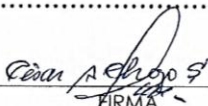
.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 17619955

FECHA: 24 de enero del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------

Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CHOZO SANDOVAL CÉSAR AUGUSTO

INFORME TÍTULADO:

“DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER LA DEMANDA HÍDRICA DEL FUNDO SAN LUIS – CASERÍO SAN PEDRO DE SASAPE - ILLIMO”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA : 17 de diciembre de 2019

NOTA O MENCIÓN : Aprobado por mayoría



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Dante Carranza
Mgtr. Dante Omar Vanta Carranza
Coordinador de Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN