

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Implementar un sistema
fotovoltaico autónomo**

Wilber Rene Villafuerte Alccalaico

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Dedicatoria

A mí madre, Bárbara, por haberme apoyado en mi educación de técnico en mantenimiento de planta concentradora, que gracias a ello puedo trabajar y pagar mis estudios universitarios, gracias a ti madrecita esto es posible.

A mí enamorada Gloria por brindarme su apoyo incondicional, por brindarme felicidad y tranquilidad a mi vida.

A mis maestros de universidad por inspirar el amor al conocimiento.

El autor.

Agradecimiento

Agradezco a mis compañeros de salón por su apoyo en realizar algunas investigaciones concernientes a este proyecto, también agradecer a mis maestros por enseñarme a cómo desarrollar un proyecto de investigación siguiendo reglas y normas como amerita hacer este trabajo.

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Lista de tablas.....	vi
Lista de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I:.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	4
CAPÍTULO II:.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	5
2.2 BASES TEÓRICAS.....	7
2.3 LOS PRINCIPIOS QUE HAY QUE SABER PARA UN DISEÑO DE UN SISTEMA FOTVOLTAICO AUTONOMO DE GENERACION DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE.....	17
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	40
CAPÍTULO III:.....	43
METODOLOGÍA.....	43
3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
MEMORIA DE CALCULOS.....	44
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	50
CAPÍTULO IV:.....	52

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	52
4.1 RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	52
4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
CONCLUSIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
1. ANEXOS	60
2. Toma de datos de energía de ambos sistemas.....	61
3. Panel fotográfico de herramientas e instrumentos.....	63

Lista de tablas

Tabla 1. Lista de Exigencias de un Sistema Solar Fotovoltaico	23
Tabla 2. Matriz Morfológica.....	26
Tabla 3. Criterios de Evaluación Técnica.....	27
Tabla 4. Criterios de Valoración Económica	28
Tabla 5. Horas Solar Pico Durante el Año.....	36
Tabla 6. Irradiación media y global.....	37
Tabla 7. Datos de horas Solar Pico Segun la Nasa	45
Tabla 8. Datos de horas Solar Pico Según la Nasa	45
Tabla 9. Plantilla para recolectar Datos.....	50
Tabla 10. Recolección de Datos de Un Sistema Solar Fotovoltaico.....	53
Tabla 11. Recolección de datos del Panel Solar del Autor	54

Lista de figuras

Figura 1. Emisiones de CO2	2
Figura 2. Quema de combustibles Fósiles	2
Figura 3. Las Emisiones que son Directas de Gases de Efecto Invernadero solo Por Sectores Economicos.	8
Figura 4. Estimaciones de Actividades Humanas que generan los Gases de Efecto Invernadero.....	9
Figura 5. La Combustión de Combustibles Fósiles es Parte del Ciclo del Carbón	11
Figura 6. Mapa del Perú indicando la irradiación en la superficie del país anualmente	12
Figura 7. Modelo de Instalación Fotovoltaica en un Hogar.....	16
Figura 8. Parte de una Célula Fotovoltaica	17
Figura 9. Mapa del Perú	18
Figura 10. Zona Rural en Cusco	19
Figura 11. Zona Rural en los Distritos de Cusco	19
Figura 12. Situación Actual del consumo de Energías limpias y Renovables en el Perú ..	21
Figura 13. Paneles Solares en Serie.....	22
Figura 14. Instalaciones en Serie y Paralelo	22
Figura 15. Regulador, Batería e Inversos de Corriente	23
Figura 16. Receptores de Energía	23
Figura 17. Secuencia de Operaciones	25
Figura 18. Esquema de Caja Negra.....	25
Figura 19. Plano de Estructuras de Soporte de Paneles Solares.....	30
Figura 20. Plano de Soportes de Sugecion a Concreto.....	30
Figura 21. Plano de Soportería de Ductos del Cableado	31
Figura 22. Soportería para Ductos de Cableado	31
Figura 23. Detalles de Posicionamiento y Sujeción de Accesorios.....	32
Figura 24. Perfiles de Aluminio	35
Figura 25. Accesorios de Sujeción.....	35
Figura 26. Rieles de Aluminio	35
Figura 27. Perfiles en tubos Redondos	35
Figura 28. Trayectoria Solar en el Perú.....	36
Figura 29. Mapa de Radiación en Arequipa	39

Figura 30. Mapa Satelital de Arequipa	45
Figura 31. Datos Técnicos de un Panel Solar	46
Figura 32. Lista de Electrodomésticos que Tienen Algún Tipo de Motor	48
Figura 33. Distribución en Serie y en Paralelo de los Paneles Solares	49
Figura 34. Multímetro Digital	51
Figura 35. Estadígrafos.....	55

Resumen

La investigación realizada tiene como objetivo el aprovechamiento de la energía del sol para luego ser convertida en energía eléctrica y pueda ser usada por las personas con la finalidad de minimizar la contaminación ambiental ya que en la actualidad la energía que se usa como mayor recurso energético es producida por la quema de combustibles fósiles y que esto está ocasionando demasiada contaminación al medio ambiente por las emisiones de CO_2 . La producción de energía proviene aproximadamente en un porcentaje de 86% de combustibles fósiles y son los principales causantes del calentamiento global.

El sistema fotovoltaico es una alternativa de energía que produce electricidad de origen renovable. Es la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica en forma de corriente continua, la radiación del sol es captada por unos dispositivos semiconductores llamados celdas fotovoltaico, que tienen la propiedad de asimilar corriente eléctrica. Por lo tanto la energía fotovoltaica es una energía renovable por que procede de una fuente inagotable de energía, que es el sol. Que además es un recurso limpio sostenible y gratuito.

Palabras clave: renovable, fotovoltaico, radiación, energía

Abstract

The research carried out aims to harness the sun's energy and then be converted into electrical energy and can be used by people with the modification of minimizing environmental pollution that currently the energy used as a major energy resource is produced by the burning of fossil fuels and that this is causing too much pollution to the environment due to co2 emissions. Energy production approximately in a percentage of 86% of fossil fuels and are the main causes of global warning.

The photovoltaic system is an energy alternative that produces electricity from renewable sources. It is the direct transformation of solar radiation into electrical energy in the form of direct current. Solar radiation is captured by semiconductor devices called photovoltaic cells, which have the property of the electric current absorber. Therefore, photovoltaic energy is a renewable energy why come from an inexhaustible source of energy, which is the sun. That is also a clean sustainable and free resource.

Keywords: renewable, photovoltaic, radiation, energy

INTRODUCCIÓN

A su consideración presento este trabajo de investigación, con el propósito de optar el grado académico de bachiller en ingeniería mecánica.

El presente trabajo de investigación partió de la interrogante formulada de la siguiente manera: ¿cómo implementar un sistema fotovoltaico autónomo para el abastecimiento de energía eléctrica independientemente de una red eléctrica convencional de 220v?

Por lo cual el objetivo general es Facilitar una metodología para abastecer de energía eléctrica por medio del uso de la luz del sol, sirviendo como una alternativa para solucionar en parte el problema de la energía y reducir en parte la contaminación medio ambiental que es evidente en el mundo.

Concientizar a las personas sobre las ventajas que trae la manejabilidad de este tipo de energía ya que mucha gente primero se centra en el alto costo de la inversión, pero no existe una visión a futuro que les permita ver el ahorro que se podría hacer con la utilización de esta tecnología.

El método general que se realizó fue el científico y tipo de investigación experimental.

La investigación fue desarrollada en cuatro capítulos es como se describe a continuación: El capítulo I, se desarrolla los aspectos generales del proyecto de investigación como, el planteamiento del estudio, el objetivo, la justificación e importancia, la hipótesis y variables.

En el capítulo II aquí se desarrolla el marco teórico que corresponde a los antecedentes del problema, las bases teóricas y definiciones conceptuales.

En el capítulo III se desarrolla aspectos metodológicos, método y alcance de la investigación, diseño de la investigación y técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el capítulo IV, se desarrolla los resultados del tratamiento y análisis de la información y discusión de resultados.

Finalmente se presentan las conclusiones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

La mayoría de personas del mundo no tenemos muy claro que varios de los recursos que nos brinda la naturaleza no son ilimitados, pero eso no es un gran problema, su uso repetitivo no es benéfico para el mundo y esto nos trae problemas. Los principales conflictos son el uso de combustibles fósiles al realizar la quema de estos se genera gases de CO_2 , que es el primordial causante del efecto invernadero y más abundante en la atmosfera, también esto origina el agotamiento de los combustibles fósiles ya que estos no son renovables es por estos motivos que se ha planteado realizar esta investigación.

“[...] El consumo de las energías convencionales tienen, como toda actividad un impacto al medio ambiente y se puede concluir que esta es una de las causas principales de los mayores problemas de contaminación que sufre el planeta “ (1). Como por ejemplo el cambio climático, las lluvias ácidas y el calentamiento global, en cambio estos problemas no existen en las energías renovables.

“[...] En el siglo XX el mundo se enfatizó más en la contaminación ambiental, uno de los fenómenos actuales más preocupantes es la alteración del sistema climático global” (2).



Figura 1. Emisiones de CO₂

Fuente: SALET (2010).



Figura 2. Quema de combustibles Fósiles

Fuente: SALET (2010).

1.2 OBJETIVOS

- Facilitar una metodología para abastecer de energía eléctrica por medio del uso de la luz del sol, sirviendo como una alternativa para solucionar en parte el problema de la energía y reducir en parte la contaminación medio ambiental que es evidente en el mundo.
- Concientizar a las personas sobre las ventajas que trae la utilización de este tipo de energía ya que mucha gente primero se centra en el alto costo de la inversión,

pero no existe una visión a futuro que les permita ver el ahorro que se podría hacer con la utilización de esta tecnología.

- Con la aplicación de este sistema podemos lograr cero emisiones de gases que provocan el efecto invernadero como es el CO_2 .
- El uso de la energía solar nos permitiría brindar servicios de salud y educación donde antes era remotamente imposible ya que el acceso de la red convencional era prácticamente imposible.
- Con la implementación del sistema fotovoltaico se garantiza una mejor calidad de vida y mejores condiciones ambientales esto se reflejaría en la calidad del aire y la vida de las especies del planeta.
- Con el uso de esta tecnología fotovoltaica se disminuiría el uso de la red convencional de energía eléctrica en todo el mundo.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La investigación de este proyecto se realizara ya que hay distintas alternativas de generar energía limpia una de esas es el uso del sistema fotovoltaico autónomo que consta de la utilización de paneles solares y se nos ocurrió implementar un equipo que transforme la luz proporcionada por el sol y mediante un proceso transformarla en energía eléctrica lista para ser utilizada por las personas y en consecuencia contribuir al ahorro económico y al mismo tiempo combatir la contaminación ambiental generada por la quema de combustibles fósiles.

El uso de paneles solares puede servir para distintas funciones en el hogar como por ejemplo calentar agua encender luces y otros.

Una de las ventajas de usar un sistema fotovoltaico autónomo, es que en algunas ciudades se cuenta con bastante radiación solar y esta puede ser aprovechada por este sistema fotovoltaico y para beneficio de cualquier persona que quiera usarlo.

De manera sencilla este proyecto nos ayuda a entender todos los temas que se refieren a la energía solar y que ventajas brinda esta energía que se produce y sus implicaciones

cuando nos referimos a lo social, económico y ético. El uso de este sistema se demostrara que para la obtención de energía eléctrica no es necesario deteriorar y contaminar la naturaleza.

Con este proyecto se quiere concientizar a las personas que creen que esto realmente funciona.

Con el desarrollo de esta investigación influiremos en más personas sobre la investigación de otras fuentes de energía limpias y renovables en vista de nuestra preocupación actual por la no contaminación del medio ambiente y por la crisis de energías agotables que están afectando a todo el mundo.

Otro de los propósitos del trabajo, es aprovechar la luz del sol que aún es gratuita. Para el beneficio propio, para ser usada en distintas actividades que creamos conveniente esto conjuntamente nos facilita la vida, logrando ahorros económicos y con menos impacto social.

1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.4.1 Hipótesis

El conocimiento y la aplicación de la tecnología de celdas solares fotovoltaicas mejoraran enormemente las condiciones de vida de las especies del planeta ya sean humanas y animales, reducirá en un alto porcentaje la contaminación medio ambiental, por ser una tecnología que no emite gases de CO_2 al ambiente y no genera ruido, y también a largo plazo se lograra ahorros económicos considerables para el bolsillo de las personas.

1.4.2 Variables

1.4.2.1 Variable Independiente

Mejoramiento de la calidad de vida de las especies en el planeta.

1.4.2.2 Variable Dependiente

Sistema de paneles solares fotovoltaico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

(CARRASCO, 2017), Realizo la investigación **“Rendimiento de sistemas fotovoltaicos de 100 Wp, Chachapoyas, Amazonas 2017”**.

Resumen: se instaló un sistema fotovoltaico (SFV) para abastecer con energía eléctrica de 220 V, para iluminar los equipos de primera necesidad a dos viviendas que no cuentan con energía eléctrica en Chachapoyas, Amazonas, Perú. Cada SFV está constituido por panel fotovoltaico de 100 wp, regulador de carga, baterías de 100 Amph, inversor de carga de 300 W. con los datos de la radiación solar y porcentaje de carga de las batería, se definió que con el sistema fotovoltaico funciona 3 focos LED de 8 W, en simultaneo con la carga de la batería de un teléfono celular o de una radio de 18 W durante aproximadamente 4 horas asimismo, durante el mismo tiempo funciona un foco LED de 8 W con un televisor de 70 W. se plantea que la energía eléctrica producida se emplee en iluminación para que los miembros de la familia desarrollen sus actividades del día a día. Se definió con el ahorro por no tener que comprar pilas para los artefactos ni velas para el alumbrado de los ambientes de la vivienda, las personas pueden financiar en 5 años un sistema como el evaluado que colabora a mejorar la calidad de vida de la familia (3)

(VERGARA, 2009), Realizo la investigación **“Dimensionamiento de Sistemas solares fotovoltaicos”**

Resumen: se tiene como finalidad hacer entender un método practico y eficaz de dimensionamiento para pequeños y medianos sistemas, basados en el balance energético de la cantidad de electricidad, también destacar los lineamientos de prioridad basados en características técnicas de calidades y

capacidades que se debe tener en cuenta para hacer la selección adecuadamente de los elementos principales de un sistema fotovoltaico, como son los paneles solares, baterías, controladores e inversores, y por ultimo presentar sistemas aplicados que vienen desarrollándose satisfactoriamente desde ya hace más de 6 años. Lo que da credibilidad la validez del modo señalado lo que venimos aplicando en miles de construcciones desde hace más de 14 años y que vienen operando adecuadamente en las áreas de telecomunicaciones, control y accionamientos en DC de hidroeléctricas, en bombeo de agua, electrificación rural y otros. Dicha falencia determina que varios sistemas diseñados e instalados por terceros a nivel nacional, fallen especialmente por estar sub dimensionados o por usar cosas o accesorios que no son adecuados, fallas que hacen que los sistemas no trabajen o trabajen incorrectamente y lo que es más problemático, queda una reputación y que se va acumulando en contra de este tipo de correcciones (4)

(ENRIQUEZ, 2013), Realizo la investigación **“Diseño y Cálculo de un Sistema Fotovoltaico Autónomo”**

El presente documento de informe trata del diseño y cálculo de un sistema que genera energía eléctrica de tipo fotovoltaico aislado de la red. Puntualmente se diseñó el sistema fotovoltaico para dar energía a una posta médica que se ubicada en la localidad de Tocota capital del distrito de huanuahuano que pertenece a la provincia de Caravelí en el departamento de Arequipa. El terreno obtiene una radiación que hace posible la instalación de un sistema fotovoltaico. Se construye esta propuesta por ser un lugar alejado del sistema eléctrico convencional aproximadamente a unos 38 KM. En la actualidad la situación energética transforma a la tecnología solar fotovoltaica en un medio ecológico de percibir energía limpia, colaborando a un aspecto de vital importancia como es minimizar el consumo de energías contaminantes sustituyéndola por una energía limpia y renovable (5)

2.2 BASES TEÓRICAS

LOS COMBUSTIBLES FÓSILES COMO FUENTE DE ENERGÍA

Tenemos que saber diferenciar entre emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero (GEI), para eso tenemos las siguientes definiciones: Emisiones directas de GEI: son emisiones que son de alguna organización o algún tipo de propiedad. Explicado de una manera muy sencilla, se podría comprender como las emisiones liberadas in situ en el área donde se ejecuta la actividad, por ejemplo, las emisiones liberadas por un sistema de calefacción si éste se basa en la quema de combustibles fósiles. Emisiones indirectas de GEI: Son emisiones liberadas por algunas organizaciones, pero que suceden en lugares que son propiedad de o están controladas por otra organización. Un ejemplo de emisión indirecta es la emisión procedente de la electricidad consumida por una empresa u organización, las cuales sus emisiones han sido generadas en el lugar en el que se generó dicha electricidad. A continuación Figura 3 presenta el porcentaje de emisiones directas de GEI, por sectores económicos correspondiente al año 2010. El 25% que correspondiente a la producción de electricidad y calor que da lugar a las siguientes emisiones indirectas de los rubros correspondientes: Energía 1,4%. Industria 11%. Transporte 0,3%. Edificios 12%. Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo 0,87%. En el apartado de Energía (otros) se consideran el refinado de petróleo, la producción de combustibles sólidos, la producción y transporte de combustibles, la producción y uso de equipos eléctricos, los incendios de combustibles fósiles y las emisiones indirectas de N₂O a partir de energía (6)

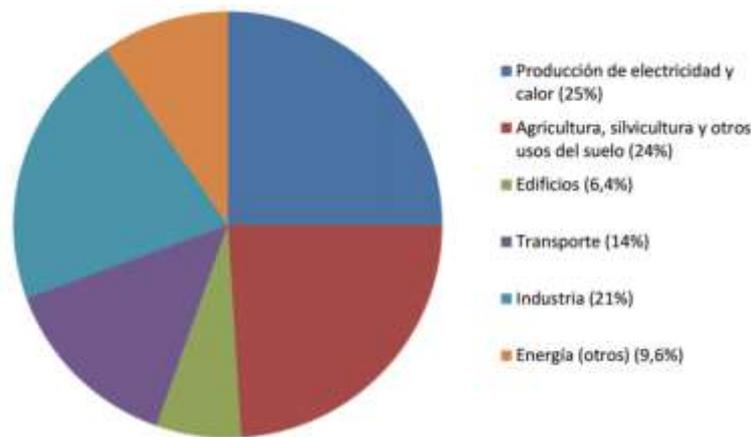


Figura 3. Las Emisiones que son Directas de Gases de Efecto Invernadero solo Por Sectores Economicos.

Fuente: CERDÁ, (2018)

Se debe tener en consideración que varias de las emisiones explicadas en la figura anterior a sectores económicos vienen de combustión de combustibles fósiles (por ejemplo, en el transporte, en los edificios o en parte de la industria) y, por lo tanto, son emisiones que están relacionadas con la energía. Es por eso, que para el tema que nos ocupa en este trabajo, es interesante complementar la figura anterior con la Figura 24, con datos que proporciona la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés). En la Figura 4, en el sector de la energía, el 90% de sus emisiones de GEI lo son de CO₂, el 9% emisiones de CH₄ y el 1% de N₂O. Las emisiones correspondientes a agricultura son principalmente CH₄ y N₂O, provenientes sobre todo del cultivo de ganado y del arroz doméstico. El 7% de las emisiones provienen de procesos industriales no relacionados con la energía. En el apartado de otros se incluye la combustión de biomasa a gran escala, descomposición por combustión, descomposición de turba, emisiones indirectas de N₂O procedentes de emisiones de este gas no relacionadas con la agricultura, así como la gestión de residuos. En la Tabla 4 se presentan las emisiones de GEI en España, entre 1990 y 2015. Las emisiones totales en España han crecido el 18,3% entre los años 1990 y 2015. Por categorías, el

método y eliminación de residuos ha crecido el 92,1%, el procesado de energía y los procesos industriales han crecido el 20,7% y 19%, respectivamente, mientras que las emisiones. (6)

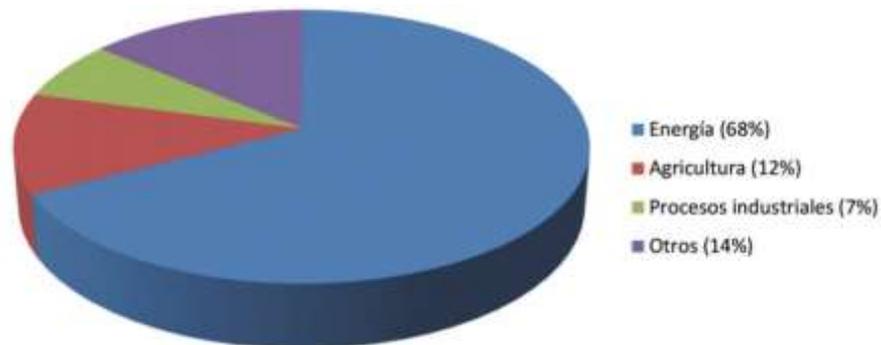


Figura 4. Estimaciones de Actividades Humanas que generan los Gases de Efecto Invernadero

Fuente: IEA, (2017)

COMBUSTIBLES FÓSILES

Los seres humanos hoy en día en la actualidad, necesitamos de la energía eléctrica para poder nuestras actividades del día a día, la electricidad tiene mucha importancia para el desarrollo de la economía, todos los procesos y procedimientos que nos proporcionan bienestar y comodidad en nuestra vida diaria demandan de un gran gasto energético.

Esto es un proceso de generación eléctrica mediante la aplicación de distintos factores o fuentes, esto puede ser fuentes de energía renovable o fuentes de energía no renovable las energías de fuentes renovables pueden ser remplazadas con el tiempo y no desaparecen con el tiempo por ser inagotables, en cambio las energías no renovables están propensas a un día agotarse por completo y es amenazada constantemente por el incremento de la población y el incremento de la demanda energética de las personas contando con ello el avance de la tecnología.

En la actualidad con los avances tecnológicos es posible el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables, como por ejemplo tenemos las siguientes energías renovables que pueden ser aprovechadas: tenemos la energía solar, hidráulica, eólica.

La mayoría de la población inconscientemente y por la ignorancia de no saber sobre energías renovables, aún continúa usando como mayores recursos energéticos las fuentes de energía no renovables aquellos que provienen de la quema de combustibles fósiles como podemos observar en la figura 5.

Evidentemente al consumir energías no renovables tiende a existir la posibilidad de que un día esta se vaya agotar, por ende está conforme pase el tiempo va a ir en aumento su precio hasta el punto en donde sea incomodo pagar su precio.

Los combustibles fósiles son principalmente composiciones de carbón e hidrogeno, y existen tres principales de estas materias que pueden ser usadas para la generación de energía eléctrica y son: carbón, petróleo y gas natural, y uno de los elementos más abundantes en el planeta es el carbón que lo extraen principalmente de las minas, los suministros actuales de carbón tienen una proyección de abastecimiento de unos 200 años o más, muchos países aún se valen del carbón como fuente energética ya que no pueden permitirse utilizar gas natural o petróleo por su elevado precio económico.

El petróleo es uno de los recursos o combustibles fósiles que se forma de restos de microorganismos marinos que se depositan en el fondo del mar. En la actualidad el petróleo es el combustible fósil más usado, este combustible no puede ser encontrado de manera fácil en cualquier parte de la tierra y ya que es un recurso muy limitado y solo se encuentra en algunas áreas geográficas su obtención ha ocasionado guerras entre los suministradores de petróleo.

Por otro lado el gas natural es un recurso más abundante y relativamente más limpio que el carbón, su origen es similar al del petróleo de microorganismos marinos. En la actualidad es un recurso poco explotado y nuevo. El gas natural comienza a ser más utilizado y a ganar más espacio por países desarrollados, y al igual que el petróleo, científicos determinaron que existe la posibilidad de que el gas natural se agote a finales del siglo 21, y es necesario ya ir pensando con que otras alternativas se pueden aprovechar las fuentes de energías renovables e inagotables.

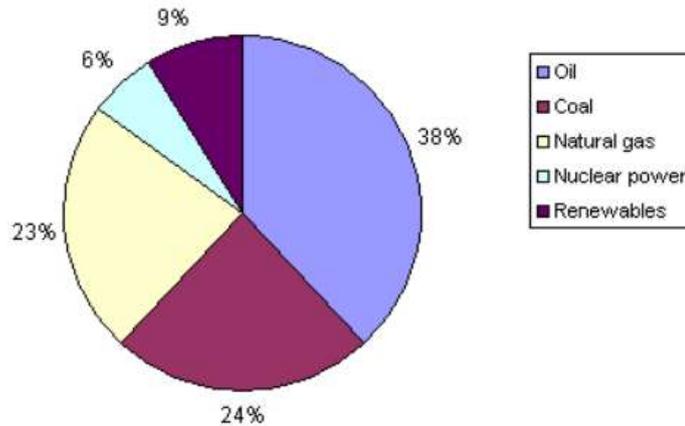


Figura 5. La Combustión de Combustibles Fósiles es Parte del Ciclo del Carbón

Fuente: Información y Administración de Energía, (2001)

EL SOL COMO FUENTE DE ENERGIA

El sol por su radiación que emite a la tierra es una fuente de energía inagotable y limpia, esta energía del sol está compuesta por calor, luz y los rayos ultra violeta que llegan a impactar en nuestro planeta, y con la aplicación de la tecnología con la que contamos actualmente es posible poder aprovechar esta energía para ser almacenada y utilizada para:

- Para generar energía eléctrica, con la aplicación de la instalación de paneles solares se puede absorber la energía solar y transformarla en energía eléctrica mediante las celular fotovoltaicas y con el uso de un inversor.
- Almacenar y abastecer de energía eléctrica: con la aplicación de baterías de litio al sistema es posible el almacenamiento de la energía eléctrica en forma continua, y poder ser distribuida por la noche para así poder utilizar la energía solar las 24 horas del día.
- Calentamiento de fluidos: en la actualidad contamos con paneles solares que transforman la energía del sol en energía térmica, que es transmitida a un fluido y

este a su vez se almacena en termo tanques con aislamientos térmicos para mantener la temperatura por bastante tiempo.

Este tipo de energía puede ser usada en diferentes áreas en la vida diaria, ya sea para satisfacer las necesidades de un hogar, también satisfacer las necesidades industriales, su aplicación puede ser usada en diferentes escalas con la ventaja de ser un recurso renovable e impactar de manera positiva en el planeta.

RADIACIÓN SOLAR EN EL PERÚ

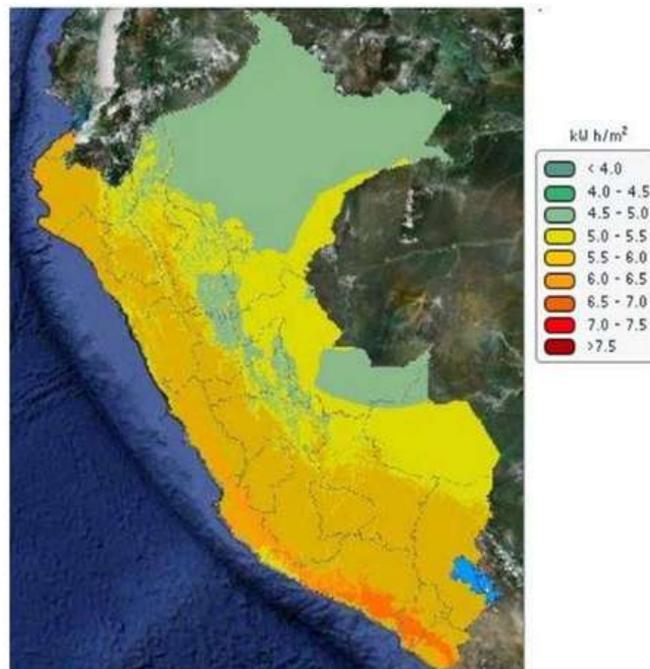


Figura 6. Mapa del Perú indicando la irradiación en la superficie del país anualmente

Fuente: Global Solar Atlas. (2017)

“[...] El atlas de la energía solar del Perú realizado por el ministerio de energía y minas hace mención de que el país cuenta con una alta radiación solar, esta institución da a conocer cifras que demuestran el alto potencial fotovoltaico” (7) que debe ser aprovechado por el país para generar energía que no contamina al medio ambiente, de calidad limpia y renovable.

Según datos proporcionados por Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (senhami), menciona que en las estaciones de verano la radiación solar se incrementa a altos niveles llegando a alcanzar un índice de 19 en una escala de 20 puntos, para tener una idea de lo destacado la radiación solar se considera extrema cuando supera los 11 puntos de escala.

Recibimos demasiada radiación solar esto se debe a la posición del Perú situado en la franja tropical donde los rayos del sol son de mucha intensidad.

Con estos datos mencionados cabe destacar que en el Perú si es posible la captación de la energía del sol mediante la aplicación de paneles solares fotovoltaico, esto acarrearía grandes beneficios para el país, ocasionando ocasionado impacto positivo al Perú y al mundo, brindando electrificación a zonas rurales donde la electrificación convencional de 220v tiene dificultades de acceso, y así generar prosperidad en esos lugares.

ESTIMACIÓN DE RADIACIÓN SOLAR EN LA CIUDAD AREQUIPA

“La radiación solar registrada en la ciudad de Arequipa por el (senhami), esta entre 850 a 950 watts por metro cuadrado (W/m^2), y está considerado como uno de los más altos índices de radiación en Sudamérica esto se debe a que la región está ubicada cercanamente a el desierto de Atacama y la contaminación” (7).

La radiación solar en Arequipa llega hasta los 14 puntos, y también es considerada peligrosa para la salud de la población, sobre todo para niños y personas de la tercera edad.

CLASES DE RADIACIÓN

- Radiación directa es la que se recibe o la que incide directamente del sol
- Radiación difusa es la que se recibe de la atmosfera como consecuencia de parte de la dispersión de la radiación del sol.
- Radiación reflejada es aquella reflejada por la superficie terrestre
- Radiación global es la radiación solar recibida en un ángulo solido sobre una superficie horizontal.

LA ENERGÍA SOLAR Y PANEL FOTOVOLTAICO

La energía solar producida por paneles fotovoltaicos, es una fuente de energía de origen renovable y se obtiene directamente de la radiación del sol mediante unas células fotovoltaicas que tienen la propiedad de captar la luz proporcionada por el sol y convertirla en electrones para luego ser almacenadas en baterías y luego ser consumidas por las personas.

LA ENERGIA FOTOVOLTAICA Y SUS VENTAJAS

- Es un recurso ilimitado
- Es una energía limpia y de origen renovable
- Impacta de manera positiva al medio ambiente
- Los paneles solares tienen un tiempo de vida largo de unos 30 años aproximadamente
- En la actualidad los costos de estos sistemas se has reducido enormemente por el avance de la tecnología
- La energía fotovoltaica es capaz de acceder a lugares de difícil acceso para la red convencional de 220v
- Son de mantenimiento relativamente sencillo que cualquier persona con algo de criterio lo podría hacer
- Garantiza la preservación de las especies del planeta

- Con el uso de esta tecnología se disminuiría la contaminación medio ambiental generada por la quema de combustibles fósiles y emisiones de co2 al medio ambiente.

DESVENTAJAS DE LA ENERGIA FOTOVOLTAICA

- El costo inicial de la instalación del sistema fotovoltaico es elevado
- El sistema fotovoltaico ocupa un determinado espacio
- Necesita tener contacto directo con luz incluida la del sol
- En estaciones de invierno y otoño la generación de energía eléctrica puede ser relativamente bajo.
- Requiere de las personas que vayan a instalarlo sean capacitados y calificados

ENERGÍA SOLAR

La energía del sol puede ser usada para generar energía eléctrica o calorífica, realizando los cálculos respectivos del consumo de un hogar, se puede diseñar un sistema que satisfaga las necesidades del consumo de un hogar.

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

La distribución y la ubicación de los componentes de un sistema fotovoltaico, la debe realizar el profesional encargado del diseño del sistema y así evitar cualquier mal funcionamiento y aspectos de seguridad requeridos para la instalación.



Figura 7. Modelo de Instalación Fotovoltaica en un Hogar

Fuente: JOACHIN (2008).

CELULA FOTOELECTRICA

“Es también conocida con el nombre de celda solar o célula fotovoltaica, es un objeto electrónico que capta la energía de luz (fotones) y las transforma en energía eléctrica (flujo de electrones) por un efecto llamado fotoeléctrico y así generando energía solar fotovoltaica” (8).

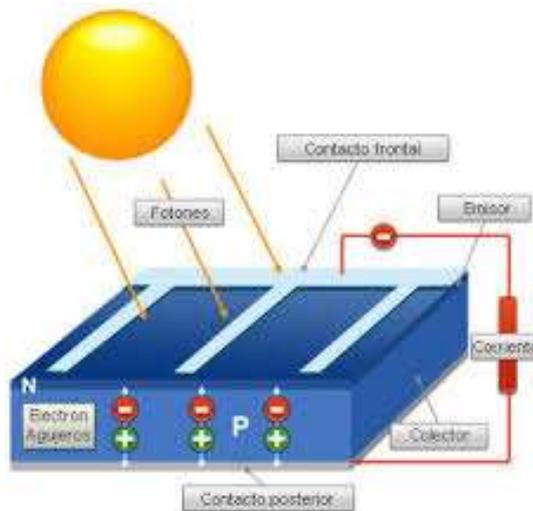


Figura 8. Parte de una Célula Fotovoltaica

Fuente: MONTOYA (2011).

LOS EFECTOS DE LA CÉLULAS FOTOVOLTAICO

“[...] Es comprendido como efecto fotoeléctrico y se caracteriza por la elaboración de una corriente eléctrica entre dos piezas de material distinto que están conectados y expuestos a la luz o a una radiación electromagnética” (9).

2.3 LOS PRINCIPIOS QUE HAY QUE SABER PARA UN DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTONOMO DE GENERACION DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE

DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA ENERGETICA PARA LOS USUARIOS

El Perú es uno de los tantos países de Latinoamérica que cuenta con los recursos económicos que pueden ser desarrollados para la aplicación de tecnologías actuales como las energías renovables, aparte cuenta con una ubicación geográfica estratégica para el aprovechamiento de luz y la radiación solar.

POBLACIÓN

Según los datos reportados por los censos nacionales El Perú tiene una población censada que efectivamente asciende a unos 32.17 millones datos tomados en el año 2017

INFRAESTRUCTURA DE SITIOS RURALES Y ALEJADOS

En distintas localidades del Perú, hay zonas rurales que no cuentan con una electrificación de la red convencional de 220v son las menos favorecidas en tener servicios de básicas necesidades como es el agua y la electrificación, esto perjudica al progreso de los pobladores.



Figura 10. Zona Rural en Cusco

Fuente: propia



Figura 11. Zona Rural en los Distritos de Cusco

Fuente: Propia

CLIMA Y TEMPERATURA EN EL PERU

El clima en el Perú está determinado por su ubicación geográfica, el país se encuentra ubicado en una zona intertropical de la tierra esto quiere decir que estamos ubicados a baja latitud y cerca del ecuador terrestre esto significa que en las estaciones de verano e invierno la diferencia de temperaturas no es grande, la cordillera de los andes determina que en el país haya diferentes variedades de climas, que van desde el clima subtropical de montaña al clima alpino frío de alta montaña, y finalmente las corrientes marinas determinan que la costa tenga un clima subtropical árido.

LA ACTUAL SITUACION ACTUAL DEL USO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN EL PERU

En la década de los años 2000 el gobierno retomó sus intereses e inversiones en la producción de electricidad, aquí incluye la energía renovable tradicional, y también nuevas leyes han sido introducidas.

Por el crecimiento de la economía en el país y mejorar la calidad de vida de sus habitantes, para esto se requiere un incremento de la energía eléctrica producida. Diferentes fuentes estimaron un aumento de la energía anual del 8% al 10% es necesario este incremento para así evitar la escasez.

Gas de Camisea fue y aún sigue siendo una fuente de energía que abastece un 50 % de la energía eléctrica en todo el país, pero esta energía con la que contamos no es ilimitada, el gas está proyectado a acabarse en algunas cuantas décadas, y es necesario pensar en otras alternativas que generen energía eléctrica de fuentes inagotables y sobre todo que sean limpias y renovables, una opción sería la aplicación de energías eólicas, y otra opción estaría la implementación de sistemas fotovoltaicos.



Figura 12. Situación Actual del consumo de Energías limpias y Renovables en el Perú

Fuente: Ortega (2000).

DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS NATURALES (RADIACION SOLAR)

“Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o por ser capaces de regenerarse por medios naturales” (10)

La energía solar es una de las grandes fuentes de vida que la hemos recibido por milenios desde épocas muy antiguas. La tierra recibe cada año un equivalente a varios miles de veces la energía que consume la humanidad, de ahí la idea de cómo poder aprovechar este beneficio y poder recoger esta energía de forma adecuada con paneles solares y su ya posible transformación de la energía luminosa a energía eléctrica de tipo continua.

Como ya mencionamos anteriormente se obtiene dos formas de radiación solar: la radiación difusa y la radiación directa. La radiación directa es la que se recibe

directamente del foco solar sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es recibida por la corteza atmosférica celeste diurna, gracias a las múltiples refracciones y reflexiones emitidas por las nubes y el resto de elementos de la atmósfera. Gracias a estos fenómenos la radiación puede concentrarse para luego ser usada, ahora con la tecnología es posible aprovechar cualquier tipo de energías.

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

COMPRESION DE LA SOLICITUD

Los módulos solares son dispositivos que van a ser usados para aprovechar la energía solar, lo paneles solares fotovoltaicos contienen un conjunto de células solares que convierten la energía solar en energía eléctrica.



Figura 13. Paneles Solares en Serie

Fuente: Carrasco (2017).



Figura 14. Instalaciones en Serie y Paralelo

Fuente: Carrasco (2017).

Dispositivos reguladores de carga, baterías de litio, inversores de CC/CA.



Figura 15. Regulador, Batería e Inversos de Corriente

Fuente: Carrasco (2017).

Receptores lavadoras, refrigeradoras, focos, televisores, etc.



Figura 16. Receptores de Energía

Fuente: Carrasco (2017).

Tabla 1.
Lista de Exigencias de un Sistema Solar Fotovoltaico

LISTA DE EXIGENCIAS		Página: 1/10
		Edición:
		Rev2
PROYECTO	Implementación de un sistema fotovoltaico autónomo para el abastecimiento de energía eléctrica	Fecha: 21/06/2019
		Revisado: J.A.S.P

Ciente: personas naturales que estén interesadas.

Elaborado:

W.R.V.A

FECHA (cambios)	Deseo o Exigencias	DESCRIPCIÓN	RESPONSA BLE
06/21/19	E	<ul style="list-style-type: none">abastecer de energía eléctrica a un hogar sin generar ningún tipo de problemas en cuestiones de seguridad	W.R.V.A
06/21/19	E	<ul style="list-style-type: none">reducir el consumo de energía eléctrica de las grandes industrias, conjuntamente reducir en cierto porcentaje la contaminación ambiental y reducir la quema de combustibles fósiles.	W.R.V.A
06/21/19	E	Obtener ahorros económicos a mediano y largo plazo.	W.R.V.A
06/21/19	E	<ul style="list-style-type: none">reducir los costos de mantenimiento	W.R.V.A

Datos obtenidos en campo (Elaboración Propia)

SECUENCIA DE OPERACIONES

La secuencia de operaciones es la disposición del orden de como nuestros componentes van a estar distribuidos, para formar un sistema de panel solar fotovoltaico con los accesorios correspondientes para un funcionamiento, es necesario priorizar el dimensionamiento de cada uno de estos componentes.



Figura 17. Secuencia de Operaciones

Fuente: Elaboración Propia

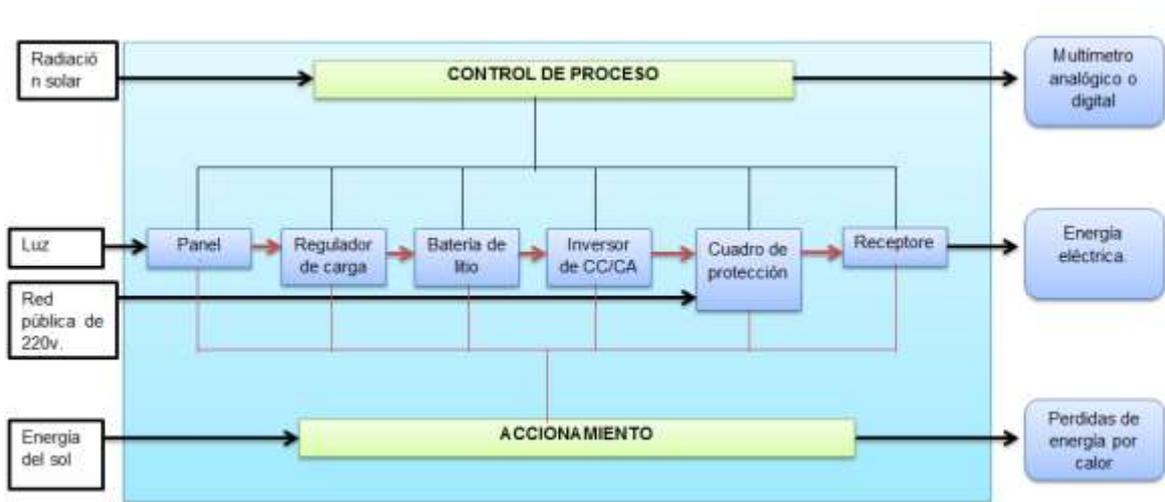
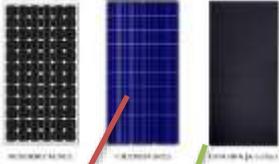
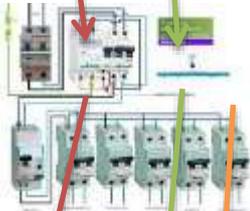
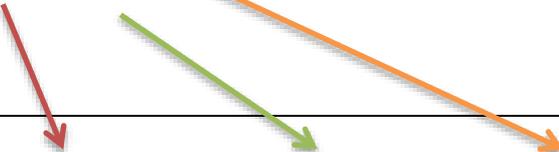


Figura 18. Esquema de Caja Negra

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.
Matriz Morfológica

FUNCION	PORTADORES DE FUNCIONES (alternativas de efecto y/o principios de solución)		
1 SUMINISTRO ELECTRICO	Paneles 	solares	Red eléctrica 
2 REGULADOR DE CARGA	Regulador de cargas solares 		
3 BATERIAS	Baterías estacionarias 	Baterías de litio 	
4 INVERSORES	Inversores de CC/CA 		
5 CUADRO DE PROTECCION	Cuadros de protección 		
6 RECEPTORES	Televisores, lavadoras, focos, etc. 		



CONCEPTO DE
SOLUCION N°1

CONCEPTO DE
SOLUCION N°2

CONCEPTO DE
SOLUCION N°3

Fuente: Elaboración Propia

ELABORACION TECNICA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO

Se desarrolló este cuadro técnico con el concepto de la norma alemana de diseño de proyectos la VDI 2225, donde nos muestra las posibles soluciones factibles de realizar, gracias al criterio de evaluación de esta norma se pudo determinar la viabilidad de la aplicación de la solución dos resaltada con rojo.

La norma VDI nos permite dar valores o puntuaciones que van desde el 0 al 4 que significan que un criterio de evaluación puede calificarse de manera que no satisfaga la necesidad o que el criterio de evaluación sea muy ideal y óptimo.

Tabla 3.
Criterios de Evaluación Técnica

		Diseño mecánico – Evaluación de Proyectos			Proyecto de tesis			
		Valor económico (Yi)						
Proyecto: rediseño de un equipo que transforma la energía solar en energía eléctrica enfocado para las necesidades de un hogar								
P: puntaje de 0 a 4 (escala de valor según VDI 2225)								
0=No satisface, 1=Aceptable, 2=Suficiente, 3=Bien, 4=Muy bien (ideal)								
g : es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación.								
Criterios de evaluación para diseños en fase de conceptos de proyectos								
Variantes de concepto/proyecto		Solución 1		Solución 2		Solución 3		
		S1		S2		S3		
Nro.	Criterio de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp
1	Sistema autónomo	4	3	12	4	16	0	0

2	Transporte	4	3	12	3	12	3	12
3	Montaje	4	2	8	3	12	3	12
4	Influencia del medio ambiente	4	4	16	4	16	0	0
5	Rendimiento	4	4	16	4	16	4	16
6	Certificación iso 9001	4	4	16	4	16	4	16
7	Durabilidad	4	2	8	4	16	3	12
8	Manipulación	4	4	16	4	16	2	8
9	Mantenimiento	4	3	12	3	12	3	12
10	Ocupa bastante espacio	4	2	8	2	8	4	16
11	Seguridad	4	2	8	4	16	4	16
12	Calidad	4	2	8	4	16	4	16
Puntaje máximo $\sum p$ ó $\sum gp$		48	35	140	43	172	34	136
Valor técnico Y_i			0.73	0.73	0.90	0.90	0.71	0.71

Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para realizar la evaluación económica también se usaron los criterios de la norma de diseño de proyectos VDI 2225 el cual nos muestra tres alternativas de solución, aquí se consideraron tecnologías y artefactos que están dispuestos por un determinado precio que se consideró como una escala del 0 al 4 el 0 significa que no satisface las necesidades de nuestro proyecto al contrario el 4 que viene a ser muy ideal.

Tabla 4.
Criterios de Valoración Económica

Diseño mecánico – Evaluación de Proyectos	Proyecto de tesis
Valor económico (Y_i)	
Proyecto: rediseño de un equipo que transforma la energía solar en energía eléctrica enfocado para las necesidades de un hogar	

P: puntaje de 0 a 4 (escala de valor según VDI 2225)

0=No satisface, 1=Aceptable, 2=Suficiente, 3=Bien, 4=Muy bien (ideal)

g : es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación.

Criterios de evaluación para diseños en fase de conceptos de proyectos

Variantes de concepto/proyecto			Solución 1		Solución 2		Solución 3	
			S1		S2		S3	
Nro.	Criterio de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp
1	Costo de la tecnología	4	1	4	2	8	2	8
2	Número de piezas	4	2	8	3	12	2	8
3	Fácil adquisición de los accesorios y componentes	4	1	4	2	8	2	8
4	Fácil montaje	4	2	8	3	12	2	8
5	Fácil mantenimiento	4	3	12	4	16	1	4
6	Transporte	4	2	8	3	12	0	0
7	Durabilidad de la batería	4	3	12	3	12	0	0
8	Costo del Consumo de energía de la red convencional	4	3	12	4	16	0	0
9	Costo de la instalación del equipo panel solar fotovoltaico	4	1	4	2	8	1	4
10	Costo del mantenimiento	4	3	12	3	12	1	4
Puntaje máximo $\sum p$ ó $\sum gp$		48	35	140	43	172	34	136
Valor técnico Y_i			0.73	0.73	0.90	0.90	0.71	0.71

Fuente: Elaboración Propia

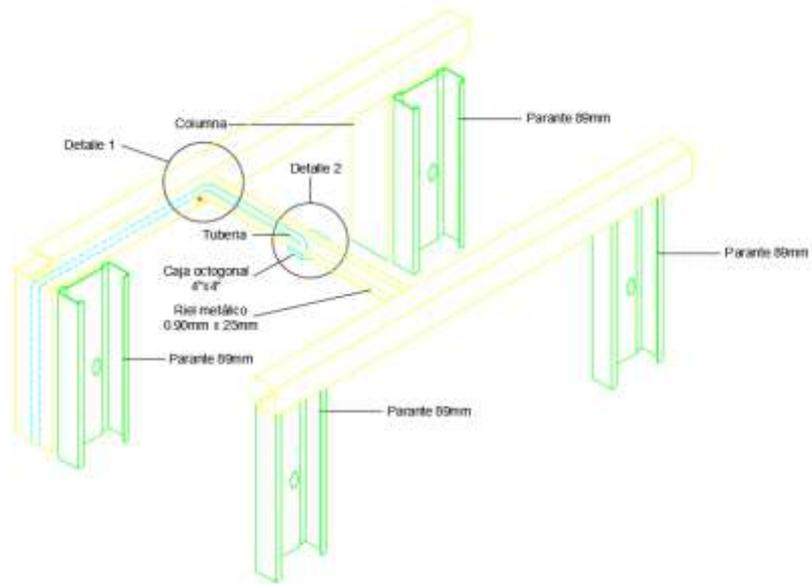


Figura 21. Plano de Soportería de Ductos del Cableado

Fuente: Elaboración Propia

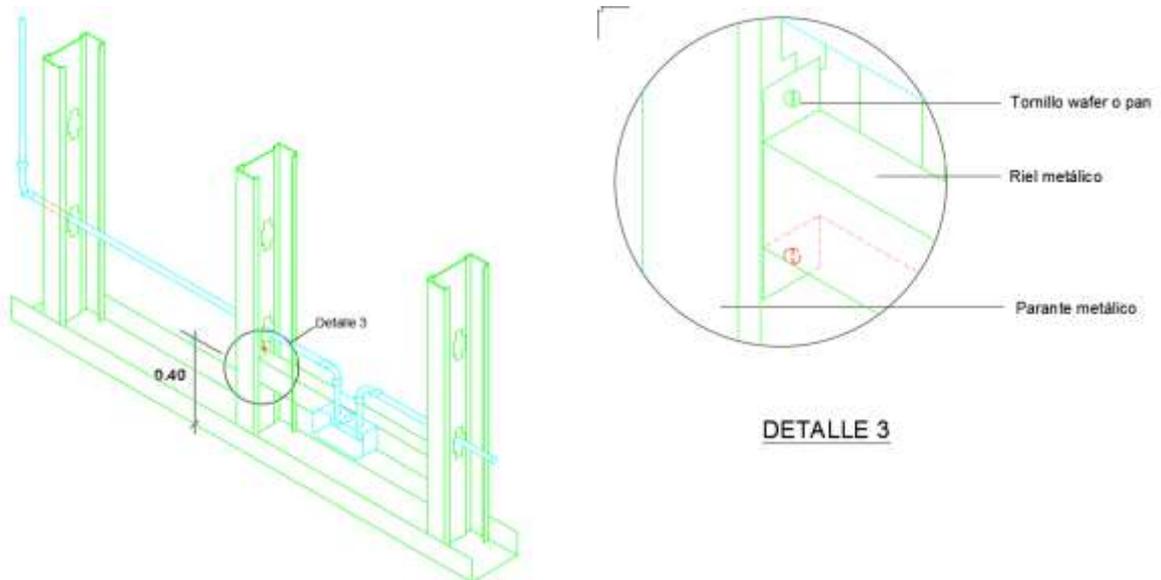


Figura 22. Soportería para Ductos de Cableado

Fuente: Elaboración Propia

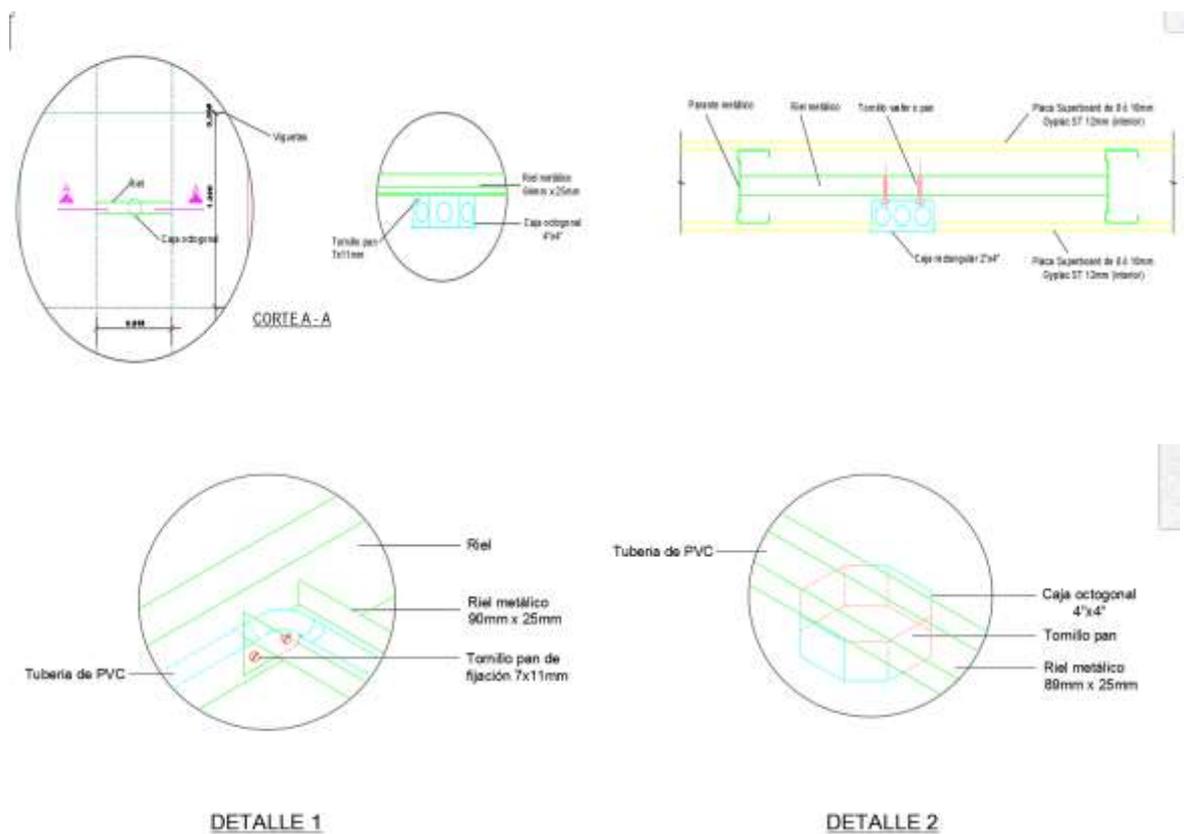


Figura 23. Detalles de Posicionamiento y Sujeción de Accesorios

Fuente: Elaboración Propia

PERTINENCIA DE UN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN BÁSICA PARA LOS USUARIOS

Los sistemas de instalación de energías renovables están conformadas por: un sistema de generación eléctrica (paneles fotovoltaicos, baterías de litio, inversores de corriente CC, etc.), subsistema acumulación de energía, subsistema de regulación de carga y descarga, y subsistema de acondicionamiento de potencia.

Estos sistemas de generación eléctrica fotovoltaica, necesitan de un sistema de acumulación de carga compuesto por baterías, estas pueden ser baterías de litio o baterías plomo-ácido con electrolito líquido.

Al realizar la instalación del sistema fotovoltaico en cualquier tipo de hogar que cumpla con los requisitos de poder aprovechar los beneficios de este sistema, se debe realizar un programa de inspección y mantenimiento, para que así se garantice el buen funcionamiento y alargar la vida útil del sistema, si es que no se dieran estas condiciones el sistema no trabajaría con eficiencia en cuanto a la generación eléctrica y los diferentes componentes que lo conforman se deteriorarían antes del tiempo previsto.

Al término de las instalaciones es necesario para los usuarios tener conocimiento del funcionamiento del sistema y como debería de realizarse el mantenimiento de los mismos para que su funcionamiento sea efectivo y prolongado.

Los usuarios de estos sistemas están con el derecho de exigir a las empresas que brindan este tipo de servicios de energías renovables, al término de la instalación es recomendable que les dé capacitaciones del funcionamiento y mantenimiento del sistema.

Lo que se debe lograr es la colaboración activa de los usuarios desde su planificación hasta la construcción e instalación de estos sistemas. Con esto estarán más involucrados y comprometidos con el desarrollo del proyecto.

Al finalizar la instalación de los sistemas fotovoltaicos se debe realizar un programa de mantenimiento anual por parte de la empresa que instalo el sistema o también puede ser realizada por los mismos usuarios teniendo bien en claro el conocimiento del funcionamiento de los equipos, todos estos detalles son importantes para garantizar el buen desempeño, funcionamiento y prolongar la vida útil de los sistemas fotovoltaicos.

El mantenimiento de estos equipos y componentes genera un costo, y esto debe ser cubierto por los usuarios por medio del cobro de una tarifa mensual si es que se va a requerir los servicios de alguna empresa en específico, estos gastos se podrían enfocar puntualmente en los componentes como los acumuladores de carga, dispositivos electrónicos y eléctricos etc. Esta tarifa debe fijarse al momento del término de finalizar el programa de mantenimiento.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los recursos naturales que tenemos en el Perú es posibles tener un sistema individual de energía fotovoltaico autónomo.
- Antes de realizar un instalación de estos sistemas fotovoltaicos autónomos primero se debe de hacer un estudio de la zona para saber la factibilidad y el aprovechamiento al máximo de estos sistemas.
- La inversión inicial suele ser algo costosa pero con el pasar del tiempo esto se convierte en un ahorro a largo plazo.
- Con el pasar del tiempo estos sistemas van siendo cada vez más baratos y asequibles para personas de bajos recursos económicos.
- Muy importante fijar los programas de mantenimiento anual para garantizar el buen funcionamiento y prolongar la vida útil de estos sistemas.

UBICACIÓN DE LOS MODULOS O PANELES FOTOVOLTÁICOS

“[...] La ubicación de los paneles fotovoltaicos debe ser lo más próximo y cercano a las viviendas, y se acomodaran donde el impacto de los rayos solares sea el mejor, para obtener al máximo la radiación solar” (11), las estructuras que soportan los paneles deberán de estar ubicadas en lugares libre de sombras durante el día, especialmente durante las horas solar pico.

El montaje y el anclaje de los módulos estarán dispuestos en unas estructuras de soporte que serán provistas por el fabricante estos estarán sujetos con pernos de anclaje de expansión a la estructura de concreto



Figura 24. Perfiles de Aluminio

Fuente: Elaboración Propia



Figura 25. Accesorios de Sujeción

Fuente: Elaboración Propia



Figura 26. Rieles de Aluminio

Fuente: Elaboración Propia



Figura 27. Perfiles en tubos

Redondos

Fuente: Elaboración Propia

Las horas solar pico durante el día se muestran a continuación

Tabla 5.
Horas Solar Pico Durante el Año

AÑO 2018	HORAS SOLAR PICO PROMEDIO DE CADA MES
ENERO	6.42 HORAS
FEBRERO	5.76 HORAS
MARZO	6.13 HORAS
ABRIL	5.92 HORAS
MAYO	5.58 HORAS
JUNIO	5.28 HORAS
JULIO	5.4 HORAS
AGOSTO	5.73 HORAS
SEPTIEMBRE	6.16 HORAS
OCTUBRE	6.5 HORAS
NOVIEMBRE	6.93 HORAS
DICIEMBRE	7.16 HORAS

Fuente: Salazar, (2017)

TRAYECTORIA DEL SOL (HORAS SOLAR) EN PERÚ

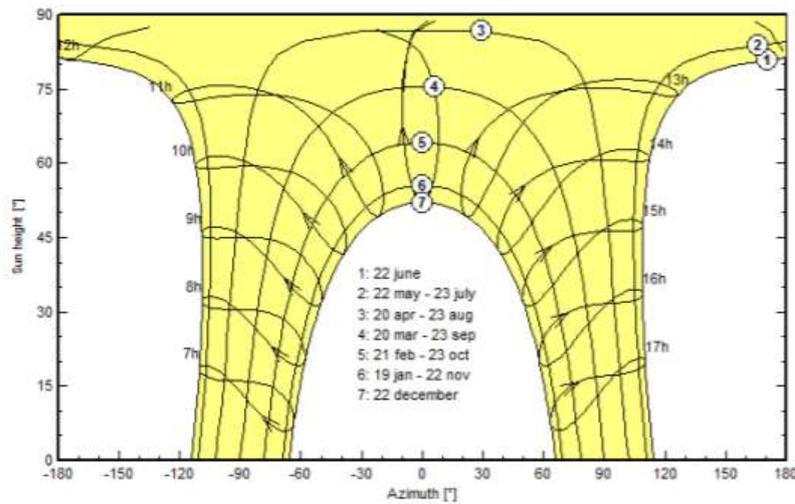


Figura 28. Trayectoria Solar en el Perú

Fuente: Programa PVSYST (2017)

Según los valores de radiación solar obtenida del programa METEONORM versión 6.0 se determinó que el ángulo de inclinación a cual los módulos tenían que estar dispuestos es de 15° respecto a la horizontal apuntando al ecuador.

En el mercado podemos encontrar distintos módulos fotovoltaicos de diversas potencias como por ejemplo 5, 30, 50, 75, 100, 150, 165, 200(w), etc.; según la demanda de energía que se requiera en los lugares donde se quiera instalar los sistemas fotovoltaico.

Así también hay múltiples calidades, existen células cristalinas de silicio semiconductor de las que están conformados mono cristalinos (que son las más eficientes y muy costosas), también podemos encontrar las poli cristalinos (que estos son menos eficientes pero más económicas), también podemos encontrar las amorfas (son poco eficientes pero son muy económicas).

IRRADIANCIA MEDIA DE LA RADIACION GLOBAL DE UNA SUPERFICIE A DISTINTOS ANGULOS DE INCLINACION

Tabla 6.
Irradiación media y global

	Gh	Gk0°	Gk10°	Gk15°	Gk20°	Gk25°	Gk30	Gk35°	Gk40°	Gk45°	Gk50°
Enero	5.47	5.45	6.06	6.31	6.51	6.68	6.81	6.89	6.93	6.92	6.88
Febrero	6.16	6.16	6.67	6.86	7.01	7.12	7.18	7.19	7.16	7.08	6.96
Marzo	6.19	6.18	6.42	6.48	6.5	6.49	6.43	6.33	6.2	6.02	5.82
Abril	6.98	6.98	6.96	6.88	6.76	6.60	6.40	6.16	5.88	5.57	5.23
Mayo	5.30	5.30	5.12	4.99	4.84	4.65	4.44	4.22	3.98	3.72	3.45
Junio	5.23	5.23	5.01	4.86	4.69	4.49	4.27	4.04	3.79	3.53	3.25
Julio	5.47	5.47	5.24	5.08	4.89	4.68	4.45	4.19	3.92	3.63	3.33
Agosto	5.78	5.78	5.68	5.57	5.44	5.28	5.08	4.86	4.61	4.34	4.05
Septiembre	5.15	5.15	5.23	5.22	5.18	5.11	5.02	4.89	4.74	4.57	4.36
Octubre	4.80	4.79	5.02	5.09	5.14	5.15	5.14	5.09	5.02	4.91	4.78
Noviembre	4.61	4.61	4.99	5.13	5.25	5.34	5.39	5.42	5.41	5.37	5.29
diciembre	4.85	4.85	5.42	5.65	5.85	6.02	6.15	6.24	6.28	6.29	6.26
Anual	5.5	5.49	5.64	5.67	5.66	5.62	5.55	5.45	5.32	5.15	4.96

FUENTE: Programa METEONORM Versión 6.0

FUENTE: Programa METEONORM, Versión 6.0

Gh: irradiación media de la irradiación global horizontal

Gk: irradiación media de la radiación global de la superficie inclinada radiación en kWh/m²*dia

Amarillo: mes de estación seca

Gris: meses de estación húmeda

PEOR MES O MES MÁS DESFAVORABLE

Durante el pasar del transcurso del año la temperatura generalmente varia de 9°C a 23°C son muy pocas veces o muy raras veces que la temperatura desciende a menos de 7°C o sube a más de 25°C.

Como podemos ver en la tabla 6 que la radiación solar es menor durante el mes de junio para los ángulos de inclinación de 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°.

Ahora teniendo el criterio de que obtenemos menor radiación en el mes de junio debemos de instalar los paneles solares con una inclinación, con mayor radiación durante el mes de junio.

LA ENERGÍA SOLAR EN LA CIUDAD DE AREQUIPA-PERÚ

La ciudad de Arequipa es una de las tantas ciudades que tiene beneficios con respecto a la energía solar porque sus días soleados son aproximadamente 300 días en todo el año. Los datos difundidos sobre el clima de Arequipa mencionan que tiene 11 horas de luz y 10.6 Horas de radiación solar en aproximadamente casi al año.

También cabe mencionar que Arequipa una de sus ventajas en su ubicación geográfica que es la zona sur, lugar donde la incidencia promedio de radiación solar anual es 6.08 KW/M².

Donde los meses de febrero y noviembre es donde mucho más radiación se presenta. (7)

AREQUIPA

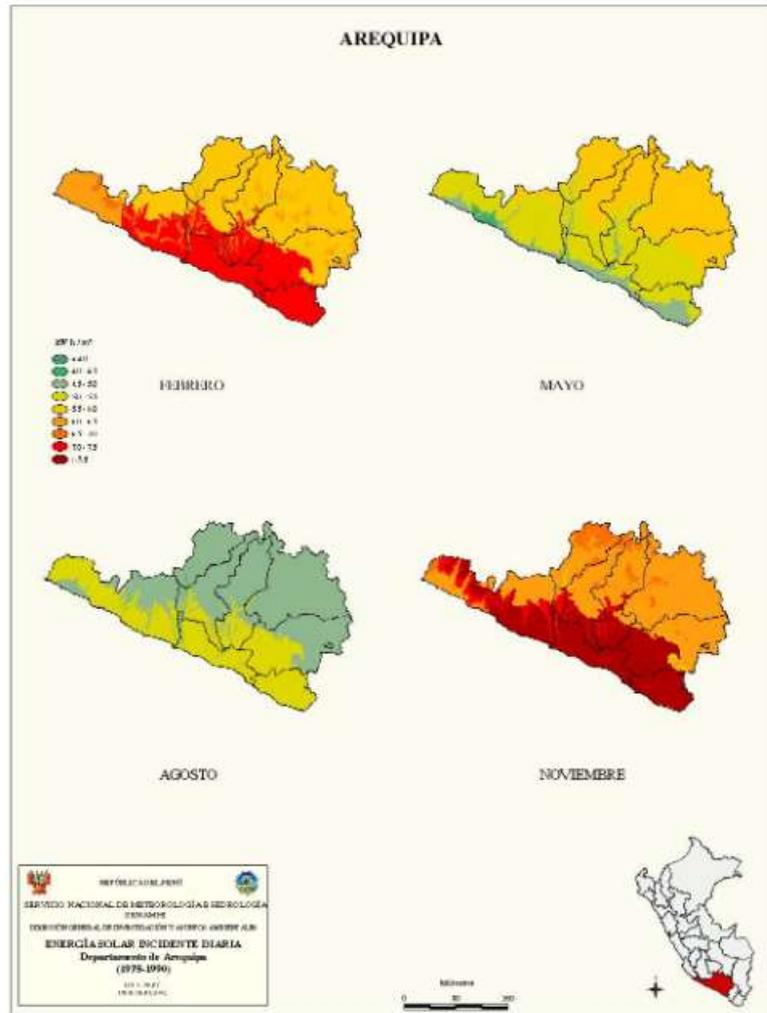


Figura 29. Mapa de Radiación en Arequipa

FUENTE: Servicio Nacional de Metrología e hidrología del Perú, (2003)

Como lo explicado anteriormente Arequipa es una de las ciudades que tiene mucho potencial para aprovechar la tecnología fotovoltaica, ya que su uso será eficiente y económicamente hablando resultara ser rentable.

En zonas como Arequipa tenemos suerte de contar con mucha radiación solar y este debe de ser explotado en su máxima expresión, la viabilidad de la instalación de los sistemas fotovoltaicos pretende ser de mucha utilidad para las necesidades básicas de las personas ayudando con el desarrollo y minimizando la contaminación medio ambiental.

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

“Autoconsumo eléctrico: se refiere a la energía que es consumida por la propia persona quien la está generando. Que logre cubrir todo su consumo de energía del 100% que esté generando un sistema propio, esto se le conoce como independencia en consumo eléctrico” (12).

Balance neto: esto significa que hay una probabilidad de crear un balance legal/regulada de lograr un balance con la electricidad que se consume y que se produce. Desde esta perspectiva si se produce más electricidad de la que se consume realmente, produce un crédito en energía a favor de la persona para así poder usar energía eléctrica en el futuro sin volver a pagarla. Si por el contrario, se consumiera más energía de lo que se genere solo se comprara la diferencia de energía a las compañías eléctricas (13).

“Inversor: el inversor es un accesorio o componente que transforma la corriente continua en corriente alterna que es producida por los paneles solares esto directamente en una instalación de otro modo de instalación transformaría la energía suministrada por baterías” (12).

Panel solar fotovoltaico: son placas conformadas de células solares, y también están dispuestas de finas obleas de silicio. El elemento silicio tiene unas características especiales que cuando recibe luz o radiación del sol esta se activa. Esto sucede con los electrones del átomo de silicio, la parte que rodea el núcleo, comienza a moverse y dicho movimiento genera la energía fotovoltaica en forma de electricidad de forma continua (12).

Potencia eléctrica: es una proporción por unidad de tiempo con la cual la electricidad se transmite por un cable eléctrico. Dicho de otra forma es la cantidad de energía que se entrega o que absorbe un elemento en un determinado momento y se simboliza con una (W) (12).

Consumo eléctrico: es la energía que se consume en un determinado tiempo y es medida en vatios-hora (Wh), o en kilovatios-hora (Kwh)” (12).

Arreglo fotovoltaico: se refiere a una disposición de paneles solares ya sean en arreglos en serie o conexiones en paralelo” (12).

Batería: componente que tiene la función de almacenar energía eléctrica en forma continua y suministrarla si así se requiere hay variedad de tipos de baterías como son las de litio también hay las de placas de plomo que son separadas en compartimentos con ácido (14).

Capacidad: es la propiedad de poder contener cualquier elemento hasta un límite determinado, como por ejemplo las baterías y los capacitores tienen la capacidad de almacenar energía en forma de campo eléctrico (14).

Caída de tensión: es la diferencia entre la tensión de transmisión y de recepción” (12).

Capacidad de transmisión: es la máxima potencia que puede ser transmitida por una línea de transmisión, tomando en cuenta algunas restricciones de operación como caída de tensión, límite térmico y límite de estabilidad en estado estable (15)

Conexión en serie: es la disposición de conexión de los paneles solares al conectar el terminal positivo de una placa con el terminal negativo de otra y de esta forma se aumenta el voltaje del sistema, quedando libre el negativo de la primera placa y el positivo de la segunda para posteriores conexiones (14).

“Conexión paralela: se refiere a la conexión de placas solares que se conectan los terminales positivos entre si y también los terminales negativos entre si y lo que se obtiene es aumento de la corriente proporcionalmente” (14).

Corriente alterna (AC): la corriente alterna se refiere a que la polaridad se invierte en un tiempo determinado o regularmente. En el Perú la polaridad se invierte 120 ocasiones por segundo o 60 ciclos las redes de alimentación convencional de 220 voltios usan el tipo de corriente alterna por que el voltaje se controla con facilidad (12).

Corriente directa (DC): es un tipo de corriente eléctrica donde la energía eléctrica fluye en una dirección, donde generalmente el voltaje es bajo y hay altas corrientes (16)

“Aislamiento: es una propiedad de algunos materiales cuya función principal es no dejar pasar fluido de electrones como también pueden almacenar temperatura ya sea frío o calor” (12)

“Almacenamiento: es una de las funciones que cumplen las baterías que son almacenar energía en forma de corriente continua” (14)

“Célula fotovoltaica: es un material semiconductor que es fabricado de silicio y su función es convertir la energía luminosa en electricidad en forma de corriente continua” (12).

“Irradiación: es un proceso donde un objeto es expuesto a la radiación y esta exposición puede realizarse de varias fuentes, incluidas las fuentes naturales” (17)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El método de investigación que se propuso en este trabajo es el sistémico, el propósito es estudiar el proyecto mediante la aplicación de sus elementos, para poder observar el comportamiento, funcionamiento y la dinámica del sistema.

El alcance de esta investigación pretende informar a las personas de que hay muchas alternativas de generar energía eléctrica renovable y una de estas es aplicando un sistema solar fotovoltaico autónomo, para aprovechar los beneficios que esta nos da como reducir en gran porcentaje la contaminación ambiental evitando la quema de combustibles fósiles y las emisiones de CO_2 al aire. De alguna manera con este proyecto de investigación también se busca incentivar a las personas de hacer aportes y mejoras con respecto a energías renovables y mejoras de no contaminación del planeta.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño que se uso fue el experimental, en este documento presentaremos un cálculo y diseño del consumo promedio de energía eléctrica de una vivienda y también presentaremos el cálculo del sistema fotovoltaico recomendado para usar por esta vivienda.

MEMORIA DE CALCULOS

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE PANELES SOLARES

Para hacer el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, va hacer necesario realizar cálculos.

Consideraremos como datos generales un promedio de consumo de energía eléctrica de un hogar.

E=Consumo diario de energía

HSP=Horas solar pico

WP=Potencia del panel solar

$$\frac{E*1.3}{HSP*WP} = N^{\circ} \text{ de paneles solares}$$

Calculando el consumo de una casa que cuenta con la instalación de red convencional

$$EF=85 \text{ [Kw]}$$
$$E = \frac{85[\text{kw}]}{30 \text{ días}} = 2.83[\text{kw}]$$

$$E*1000=2833.33[\text{w}]$$

Determinando **(HSP)**

Para determinar las horas solar pico recurrimos a una página web proporcionada por power data acces, aquí encontraremos los datos que estamos buscando de nuestra localidad en específico que es Arequipa.

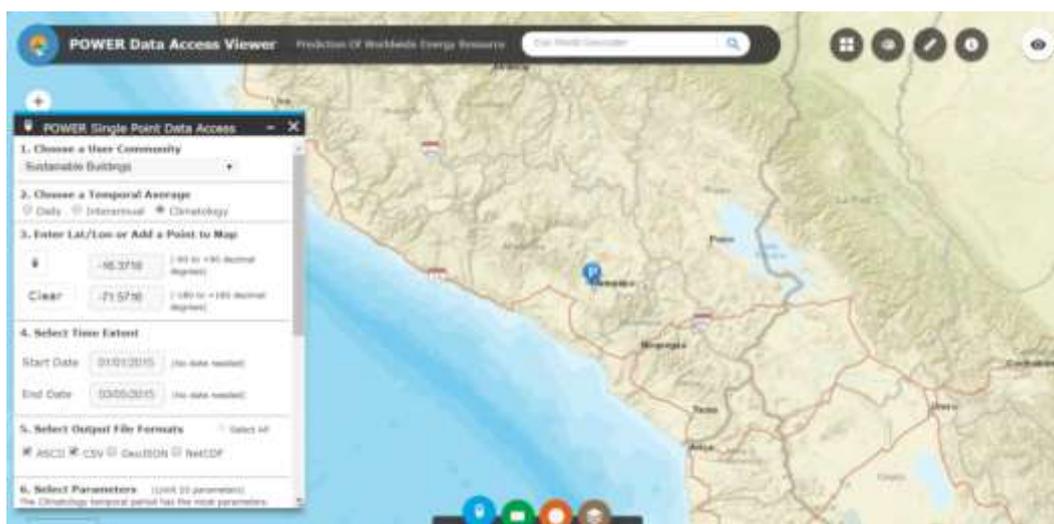


Figura 30. Mapa Satelital de Arequipa

Fuente: Data Acces Viewer (2010)

Tabla 7.
Datos de horas Solar Pico Segun la Nasa

Parámetro	Ene	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nob	Dic	Anual
0°	6.41	5.94	6.04	5.47	4.85	4,45	4.62	5.18	5.92	6.62	6.94	7.01	5.79
1°	6.42	5.94	6.05	5.51	4.91	4.51	4.68	5.22	5.95	6.62	6.95	7.03	5.82
16°	6.44	5.76	6.13	5.92	5.58	5.28	5.4	5.73	6.16	6.5	6.93	7.16	6.08
31°	6.13	5.31	5.9	6.01	5.94	5.75	5.82	5.94	6.06	6.05	6.56	6.93	6.03
90°	2.6	1.87	2.54	3.5	4.26	4.51	4.4	3.82	2.99	2.02	2.47	3.21	3.18
Optimo	6.47	5.94	6.14	6.01	6	5.91	5.93	5.94	6.17	6.62	6.99	7.17	6.27
Angulo													
optimo	9	0	-12	-28	-40	-45	-43	-33	-19	-3	8	14	-16
Puntos													
cardinales	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N

Fuente: Power Data Access Viewer

Tabla 8.
Datos de horas Solar Pico Según la Nasa

Fuente: Power Data Access Viewer

Según estaciones de año

- Primavera: del 21 de septiembre al 21 de diciembre

- Verano: del 21 de diciembre al 21 de marzo → 
- Otoño: del 21 de marzo al 21 de junio
- Invierno: del 21 de junio al 21 de septiembre → 

$$\frac{E \cdot 1.3}{HSP \cdot WP} = N^{\circ} \text{ de paneles solares}$$

$$N^{\circ} \text{ paneles} = \frac{2833.33 \cdot 1.3}{5 \cdot 200} = 3.68$$

Redondeando 3.9 se tendría que usar 4 paneles solares de 200[w] c/u

WS - 200		Certified With
Maximum Power (Pmax)	200.0 W	 IEC 61215 IEC 61730 - 1 IEC 61730 - 2 IEC 61701 Intertek, UL 
Open Circuit Voltage (Voc)	22.97 V	
Short Circuit Current (Isc)	11.64 A	
Maximum Power Voltage (Vmp)	17.97 V	
Maximum Power Current (Imp)	11.13 A	
Maximum System Voltage	1000 V DC	
Weight	17.5 Kg	
Dimension	1490 x 990 mm	
All Values measured at STC : 25°C Cell temp, 1000 W/m², AM 1.5		

Figura 31. Datos Técnicos de un Panel Solar

Fuente: Elaboración Propia.

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE BATERÍAS

ID=Intensidad [A] por día

Vt=Tensión de trabajo

$$ID = \frac{E}{Vt}$$

$$ID = \frac{2833.33[w]}{48[v]} = 59.03[A]$$

Banco de baterías (CB)

$$CB = \frac{\text{Días de autonomía} * ID}{0.7(\text{profundidad de descarga})}$$

$$CB = \frac{2*59.03[A]}{0.7} = 168.66[A] \approx 200[A] \longrightarrow CB=1 (48[v]-200[Ah])$$

SELECCIÓN DE UN INVERSOR SOLAR

El inversor solar es un equipo que tiene como principal funcionamiento la transformación de la corriente continua que entregan los paneles fotovoltaicos, a corriente alterna para que así pueda ser utilizada directamente por los artefactos eléctricos de un hogar.

Hay algunas recomendaciones para tener en cuenta al momento de seleccionar un inversor:

El inversor debe generar una onda senoidal pura, como la que proporciona la red eléctrica convencional porque tiene un mejor desempeño de trabajo con transformadores.

La nevera posee una potencia nominal de 120[w] y una potencia de arranque de 10 veces su potencia nominal, por lo tanto su potencia de arranque es de 1200[w].

EQUIPO	P.O.U	P.A.U	CANTIDAD	P.O.T	P.A.T
Focos de 20 [W]	20	20	6	120	120
Focos de 40 [W]	40	40	4	160	160
TV plastam	80	80	1	80	80
Ventilador de 80[w]	80	80	2	160	160
Nevera	120	1200	1	120	1200
POTENCIA TOTAL DE CARGAS EN [W]				640	1720

P.O.U=Potencia de operación unitaria en [w]

P.A.U=Potencia de arranque unitario en [w]

P.O.T=Potencia de operación total en [w]

P.A.T=Potencia de arranque total en [w]

Figura 32. Lista de Electrodomésticos que Tienen Algún Tipo de Motor

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla deducimos que la potencia pico que tendría que asumir el inversor es:

Potencia pico inversor \geq Potencia de arranque del sistema

Potencia pico inversor \geq 1720[w]

La potencia nominal de un inversor es la mitad de la potencia pico del mismo

POTENCIA NOMINAL INVERSOR CALCULADA = POTENCIA PICO INVERSOR/2

$$\text{POTENCIA NOMINAL INVERSOR CALCULADA} = \frac{1720[\text{W}]}{2} = 860[\text{w}]$$

Por recomendaciones del fabricante, el inversor debe trabajar como máximo al 80% de su capacidad por lo tanto:

$$\text{POTENCIA NOMINAL INVERSOR AJUSTADA} = 1.25 * 860[\text{w}] = 1075[\text{w}]$$

Entonces como no existe este **inversor** con este valor se escoge un valor cercano más Alto **1200[w]**

Recomendaciones:

- Tipo de onda: onda senoidal pura
- Voltaje 12, 24, 48, Vdc (dependiendo el arreglo de las baterías)

CALCULO PARA LA SELECCIÓN DEL REGULADOR DE CARGA

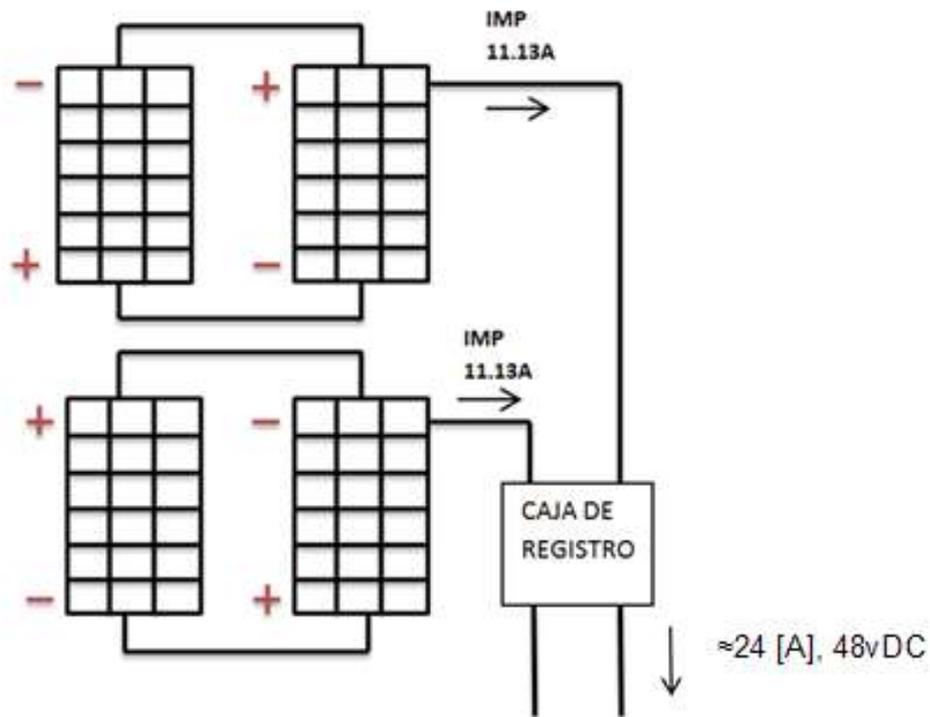


Figura 33. Distribución en Serie y en Paralelo de los Paneles Solares

Fuente: Elaboración Propia.

Hallando la corriente nominal para la selección del regulador (**CSR**)

$$CSR = 1.25 * \text{Corriente máxima del circuito de los paneles}$$

$$CSR = 1.25 * 24[Amp] = 30[Amp]$$

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

los instrumentos que se usaron para la recolección de datos fueron los siguientes: una tabla elaborada en Excel donde se toman datos diarios de la energía producida por el panel solar fotovoltaico con el apoyo de un instrumento de medición de corriente continua (multímetro digital), este instrumento nos permite medir cuanto de energía eléctrica es producida por las células solares.

Tabla 9.
Plantilla para recolectar Datos

Tabla de recolección de datos y parámetros eléctricos del sistema fotovoltaico autónomo

#° instrumento:
Fecha de inicio:
Fecha de término:

Número de días analizados	Parámetros de Energía		
	Corriente eléctrica (Amperios)	Tensión Eléctrica (Voltios)	Energía Eléctrica (Wh)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla elaborada en Excel nos permite registrar los datos obtenidos del multímetro digital de la cantidad de días que hayamos considerado hacer la prueba para el registro.

El otro instrumento usado es el multímetro digital, esta herramienta de prueba es muy útil y sirve para medir valores eléctricos es específicos, para las pruebas que se hicieron ayudaron mucho en dar valores de corriente continua generada por los paneles solares fotovoltaicos, para luego ser registrados.



Figura 34. Multímetro Digital

Fuente: Elaboración Propia.

METODOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

“Los métodos de procesamiento de datos se izó mediante la técnica de estadística inferencial, el análisis estadístico de los resultados, a continuación se izó lo siguiente.

Se obtuvieron Medidas de posición central, medidas de posición no central, medidas de dispersión, representaciones gráficas, estudio de idoneidad, estudio de independencia, estudio de normalidad” (18)

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La experimentación se realizó en un taller ubicado en la ciudad de Arequipa distrito de cerro colorado (parque industrial Rio seco), las mediciones se tomaron de un módulo instalado en serie ya que nuestra instalación original es dos módulos instalados en serie y estas dos hacen la instalación en paralelo igualmente, los datos se obtuvieron del diseño se este proyecto de investigación que está proyectado a ser un sistema fotovoltaico de abastecimiento eléctrico autónomo.

Resultados de la Energía (Wh) del diseño de un sistema fotovoltaico dado por el ministerio de Energía y Minas

“[...] En la tabla a continuación se muestran los resultados obtenidos del sistema fotovoltaico brindados por el ministerio de energía y minas la muestra es la generación de energía en 30 días de valoración en los meses de agosto y septiembre del 2015” (18)

Generación de energía del sistema fotovoltaico dado por el ministerio de energía y minas

Tabla 10.
Recolección de Datos de Un Sistema Solar Fotovoltaico

Días	SFV_M
1	418.39
2	408.63
3	448.51
4	458.11
5	437
6	393.04
7	432.9
8	406.95
9	395.46
10	401.8
11	396.1
12	345.31
13	387.64
14	427.68
15	421.8
16	415.52
17	407.26
8	353.63
19	352.18
20	442.5
21	412.27
22	359.65
23	399.54
24	460.74
25	385.46
26	400.8
27	398.1
28	390.1
29	430.23
30	422.68

Fuente: Salazar, (2017)

Resultados de energía (Wh) del diseño del sistema para abastecimiento eficiente de energía en el ámbito rural

A continuación en la presente tabla se muestra los datos obtenidos de la generación eléctrica de 30 días de valoración en el mes de agosto a septiembre del 2015.

Generación del sistema de diseño para el abastecimiento eficaz de energía en el ámbito rural

Tabla 11.
Recolección de datos del Panel Solar del Autor

<u>SFV_AE</u>
424.42
410.46
474.96
512.2
467.9
424.49
460.31
408.87
424.24
431.4
410.23
354.35
390.23
436.17
457.56
446.77
434.35
354.29
457.14
445.29
451.93
401.43
413.65
476.6
414.24
422.4
410.23
420.35
457.64
432.17

Fuente: Salazar, (2017)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Medidas de posición central: se refieren a las medidas que nos ayudan a saber encontrar los datos sin especificar como se distribuyen. La media de una serie diversa de datos que se encuentran en orden de magnitud, se pueden calcular muchas y diversas medias, pero la más utilizada es la media aritmética que simplemente es la suma de todas las observaciones divididas por el número total de datos.

Medida de posición no central: estas medidas de posición no central permiten observar otros puntos estratégicos de la dispersión que no son de los valores centrales. Y entre otros distintos indicadores se utilizan una gran serie de valores que dividen la muestra en tramos iguales se pueden clasificar en percentiles, deciles y en cuartiles

Medida de dispersión: la varianza mide la longitud entre valores de la serie y la media. Desviación típica o desviación estándar esto interpreta la variabilidad o desviación promedio de los datos con respecto a la media aritmética. Es la raíz cuadrada de la varianza de muestra (18)

	N	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar	Varianza
					Error		
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	estándar	Estadístico	Estadístico
SFV_M	30	345,31	460,74	407,0063	5,40170	29,58634	875,351
SFV_AE	30	354,29	512,20	430,8757	6,14253	33,64402	1131,920
N válido (por lista)	30						

Figura 35. Estadígrafos

Fuente: Salazar (2017.)

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La toma de datos se efectuó en dos módulos de prueba el primer módulo tenía las características de diseño del sistema fotovoltaico elaborado por el ministerio de energía y minas y la segunda tiene el diseño propuesto por el autor en los dos sistemas se

realizaron pruebas y se tomaron datos durante 30 días de funcionamiento entre los meses de agosto y septiembre.

Análisis estadístico de resultados

SFV-M (sistema fotovoltaico habilitado por el ministerio de energía y minas)

SFV-AE (sistema fotovoltaico diseñado por el autor)

Se ha comprobado que los resultados de energía en el módulo SFV-M y SFV-AE existen el 100% en los 30 días analizados. El promedio de energía generado en SFV-M es de 407 Wh y en el SFVAE es de 430.8757 Wh. Se analiza que el valor máximo de generación se obtiene con el SFV-AE que es de 512. 20 Wh. Se analiza también que existe una mayor varianza de los datos en el SFV-AE con un valor de 1131.920 lo que se infiere que hay mucha distancia entre los valores respecto a la media. La desviación típica en SFV-M es 29.58 y en el SFV-AE es de 33.64 donde se puede ver que existe mucha variabilidad de las desviaciones promedio de los datos con respecto a la media aritmética en el SFV-AE. También se pudo analizar que la generación de energía del SFV-AE es mayor que el SFV-M. Se mira que hay una agrupación de generación de energía por cada día en el cual todas las energías generadas con el SFV-AE son mayores. En el diagrama de caja nos permite comparar el grado de coincidencia de las distribuciones. Se observa que existe poca coincidencia entre los valores por lo que se concluye que mayor será la intensidad de la asociación entre las variables, del gráfico se aprecia que los datos se concentran entre 500 y 300 Wh. Todos los valores son normales no existe ningún valor fuera de lo común de la caja es decir no hay dispersión de los datos. También se puede ver que los valores con el SFV-AE tienen colas largas porque los datos son muy dispersos. El gráfico indica que los valores con SFV-AE son mayores es decir existe mayor generación de energía eléctrica con este sistema (18)

CONCLUSIONES

De la investigación realizada y de los resultados que se obtuvieron se concluye con lo siguiente a continuación:

- Se ha obtenido un diseño de sistema fotovoltaico funcional para cubrir los requerimientos básicos necesarios por las personas con ciertas limitaciones y observaciones que faltas mejorar en el diseño.
- Se logró por este medio educar a las personas sobre el responsable uso de la energía eléctrica.
- Se logró concientizar a las personas sobre la contaminación al medio ambiente provocado por la quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.
- Los valores de muestra que se obtuvieron fueron en días muy ventajosos por la radiación solar, hay que tener en consideración que los datos que se obtendrían en días fríos o estaciones del año con climas desfavorables, la energía que se obtendría en este caso sería muy baja.
- Indiscutiblemente el sol provee de ilimitada energía limpia y renovable no contamina y permite ser productivo y efectivo.
- Los sistemas fotovoltaicos no requieren demasiadas medidas de seguridad y no producen residuos tóxicos de complicado tratamiento para su reciclaje o eliminación.
- Los sistemas fotovoltaicos son de mantenimiento sencillo capaz de realizarlo por el propio usuario siempre en cuando tenga los conocimientos de funcionamiento y mantenimiento.
- La aplicación de los sistemas fotovoltaicos trae muchas ventajas las más resaltantes es reducir la contaminación ambiental por la quema de combustibles fósiles. A largo plazo genera ahorros económicos muy considerables.
- Se debería El aprovechamiento de la energía solar mediante los sistemas fotovoltaicos o células fotovoltaicas tiene un gran futuro como un tipo más de energía alternativa. Conforme la tecnología siga en avance los accesorios y los paneles solares llegaras a ser accesibles para cualquier persona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Agotamiento de los combustibles fósiles*. **SALET FERNANDEZ, Stéphane y ROCA JUSMET, Jordy**. Barcelona : Salet, s. ; Roca, J, 2010.
2. *Los Cambios Climáticos Globales y el desafío de la ciudadanía planetaria*. **FELDMANN, Favio Jose y BIDERMAN FURRIELA, Rachel**. Brasil : s.n., 2001.
3. *Rendimiento de Sistemas Fotovoltaicos de 100 Wp*. **CARRASCO GUEVARA, H.** Chachapoyas : s.n., 2017.
4. *Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaico y seleccion de componentes principales*. **VERGARA PRADO, J. R.** 2009.
5. *Diseño y Cálculo de un Sistema Fotovoltaico Autónomo* . **ENRIQUEZ FUENTES, E.** Arequipa : s.n., 2013.
6. *Cambio Climático y Energía una Vision a Nivel Global*. **CERDÁ, Emilio**. 1, España : Papeles de Europa, 2018, Vol. 31.
7. *Siseño de un Sistema de Energía Distribuida para Modulos de 3KW*. **JUAREZ RIVERA, Ricardo Martin**. Arequipa : s.n., 2018.
8. *Diseño de un Sistema Solar Fotovoltaico Aislado* . **JOACHIN BARRIOS, C. A.** Guatemala : s.n., 2008.
9. *Energía Solar Fotovoltaica*. **MONTOYA RASERO, Carlos**. 2011.
10. **OSINERGMIN**. [En línea] 2013.
<http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/IntroduccionEnergiasRenovables.html>.
11. *La necesidad del uso de los módulos fotovoltaicos, como generación eléctrica para el bombeo de agua potable en zonas rurales, en comparación económica y técnica a la generación diesel tradicional*. **ORTEGA UGALDI, R. F.** 2000.
12. *Suministro Alternativo de Energía Eléctrica Mediante Paneles Solares, para Autoconsumo Domiciliario en el Sector Urbano de Chimbote*. **BARRETO ARANDA, P.** Chimbote : s.n., 2018.
13. *Modelamiento de Balance de la Radiación Solar en el Cultivo de Rabanito con Diferentes Densidades de Siembra*. **RONDON RIOS, Sivia .Gimena**. Caraz : s.n., 2014.

14. *Dimensionamiento y Simulación de un Sistema Fotovoltaico para el Caserío Tancho Jalca en Bagua Grande Usando la Herramienta Computacional homer.* **VÁSQUEZ TAPIA, R.** Bagua Grande : s.n., 2019.
15. Glosario de Terminos de Sistemas Fotovoltaicos. [En línea] [Citado el: 26 de Noviembre de 2019.] <https://es.scribd.com/document/326710698/1-Glosario-de-Terminos-de-Sistemas-Fotovoltaicos>.
16. Maximo Solar Industries. [En línea] [Citado el: 26 de Noviembre de 2019.] <https://www.maximosolar.com/es/aprende/107-diccionario-de-terminos-fotovoltaicos>.
17. Eliseo Sebastian. [En línea] [Citado el: 26 de Noviembre de 2019.] <https://eliseosebastian.com/glosario-mas-usado-en-energia-solar/>.
18. *Diseño de un Sistema Fotovoltaico Autonomo para Abastecimiento Eficiente de Energía en el Ambito Rural.* **SALAZAR ESPINOZA, Jaime.** Huancayo : s.n., 2017.
19. América Fotovoltaica. [En línea] [Citado el: 26 de noviembre de 2019.] <http://www.americafotovoltaica.com/conceptos-basicos-en-energia-solar>.

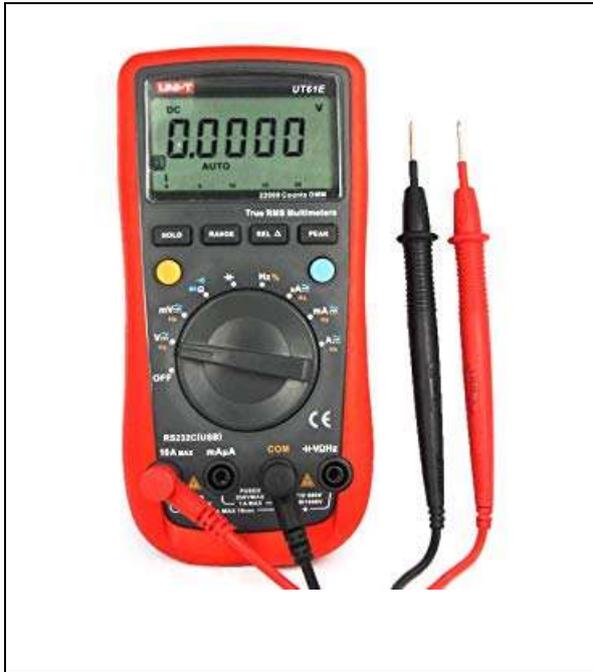
1. ANEXOS

2. Toma de datos de energía de ambos sistemas

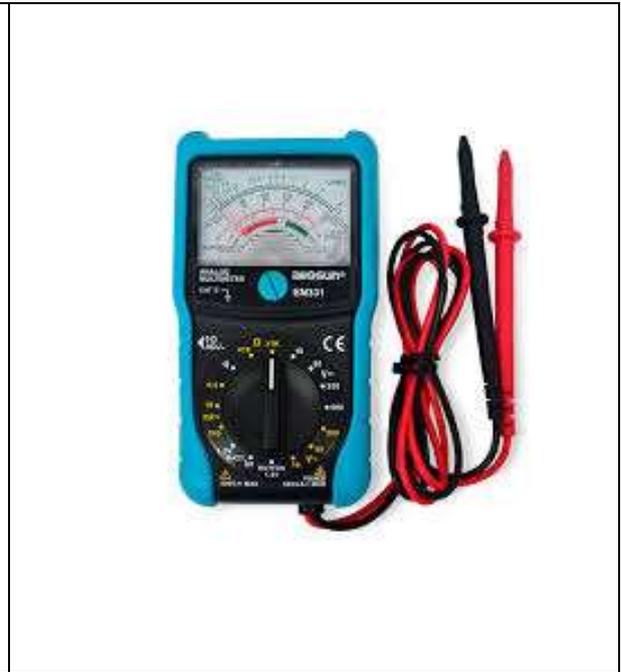
DIAS	SFV_M	DIAS	SFV_O
1	418.39	1	424.42
2	408.63	2	410.46
3	448.51	3	474.96
4	458.11	4	512.2
5	437	5	467.9
6	393.04	6	424.49
7	432.9	7	460.31
8	406.95	8	408.87
9	395.46	9	424.24
10	401.8	10	431.4
11	396.1	11	410.23
12	345.31	12	354.35
13	387.64	13	390.23
14	427.68	14	436.17
15	421.8	15	457.56
16	415.52	16	446.77
17	407.26	17	434.35
18	353.63	18	354.29
19	352.18	19	457.14
20	442.5	20	445.29
21	412.27	21	451.93
22	359.65	22	401.43
23	399.54	23	413.65
24	460.74	24	476.6
25	385.46	25	414.24
26	400.8	26	422.4
27	398.1	27	410.23
28	390.31	28	420.35
29	430.23	29	457.64
30	422.68	30	432.17

3. Panel fotográfico de herramientas e instrumentos

Multímetro digital



Multímetro Analógico



Herramientas manuales



Llaves regulables



Alicate para pelar cables



Máquina de soldar



Juego de destornilladores



Juego de llaves Allen



Juego de llaves mixtas



Arco de sierra



Esmeril angular



Equipos de protección personal



4. PLANOS DE INSTALACIÓN

