



**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
VIDA NUEVA**

TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR
FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA
MEDIANTE PANELES POLICRISTALINOS**

PRESENTADO POR:

ROMERO TUBON LEONARDO IVÁN

TUTOR:

ING. MACHAY TISALEMA BYRON ORLANDO

JUNIO 2021

QUITO – ECUADOR

TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto: **ING. MACHAY TISALEMA BYRON ORLANDO** en la ciudad de Quito, presentado por el/la ciudadano/a **ROMERO TUBÓN LEONARDO IVÁN**, para optar por el título de **TECNÓLOGO ELECTROMECAÁNICO**, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de junio de 2021.

TUTOR: ING. MACHAY TISALEMA BYRON ORLANDO

C.I.: 050364139-1

TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES POLICRISTALINO”** en la ciudad de Quito, del/la estudiante: **ROMERO TUBÓN LEONARDO IVÁN** de la Carrera en **TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA**.

Para constancia firman:

ING.

DOCENTE ISTVN

ING.

DOCENTE ISTVN

ING.

DOCENTE ISTVN

SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **ROMERO TUBÓN LEONARDO IVÁN** portador/a de la cédula de ciudadanía **172760549-3**, facultado/a de la carrera **TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA** , autor/a de esta obra certifico y proveo al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, usar plenamente el contenido del informe con el tema **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES POLICRISTALINOS”**, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto de titulación en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de junio de 2021.

ROMERO TUBÓN LEONARDO IVÁN

C.I.: 1727605493

DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado a Dios, por dar la vida a través de mis queridos padres quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mí, una persona con valores para poder desenvolverme profesionalmente.

A mis padres por forjarme como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluyen este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

AGRADECIMIENTO

Me complace sobre manera a través de este trabajo exteriorizar mi sincero agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva ya los distinguidos docentes quienes con su profesionalismo y ética puesta de manifiesto en las aulas; enrumban a cada uno de los que acudimos a ellas, con sus conocimientos que nos servirán para ser útiles a la sociedad.

A mi Tutor el Ingeniero Byron Machay, quien con su experiencia como docente ha sido la guía idónea, durante el proceso que ha llevado el realizar este proyecto; me ha brindado el tiempo necesario, como la información para que este anhelo llegue a ser felizmente culminado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
Antecedentes.....	4
Objetivos.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
MARCO TEÓRICO.....	7
La Energía.....	8
Tipos de energía.....	8
Energía renovable.....	8
Energía solar.....	9
Energía solar fotovoltaica.	10
Sistema fotovoltaico y sus elementos	10
Panel solar.....	13
Panel monocristalino.....	13
Panel policristalino.....	14
Regulador de carga.	17
Inversor de batería.....	18

Inversor de red.....	19
Batería.....	19
Ubicación geográfica.....	20
Ubicación e inclinación.....	21
Consumo energía.....	22
Mantenimiento al controlador de carga.....	22
Mantenimiento al inversor o convertidor DC/AC.....	22
METODOLOGÍA DEL PROYECTO - DESARROLLO.....	23
Exploración al domicilio donde se realizara la instalación del sistema solar fotovoltaico.....	23
Diseño de Estructura.....	25
Dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico para la su instalación.....	28
Calcular el sistema solar fotovoltaico a utilizar.....	28
Cálculo del generador fotovoltaico.....	29
Cálculo de la batería.....	31
Cálculo del regulador de carga.....	32
Montaje de la Estructura.....	33
Instalación del sistema solar fotovoltaico.....	35
Materiales y Recursos Utilizados.....	39
RESULTADOS - PROPUESTA.....	41
Tabla de valores del sistema solar fotovoltaico.....	41

Descripción de los resultados	44
Capacidad del sistema fotovoltaico	49
Esquema del Sistema Fotovoltáico Propuesto	50
Restricciones.....	50
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Imagen N° 1 Formas de energía.....	8
Imagen N° 2 Paneles Solares.	9
Imagen N° 3 Radiación Solar.....	9
Imagen N° 4 Sistema Fotovoltaico.	11
Imagen N° 5 Panel Monocristalino.	13
Imagen N° 6 Panel Monocristalino.	14
Imagen N° 7 Panel de Silicio.	15
Imagen N° 8 Regulador de Carga	17
Imagen N° 9 Inversor de Batería.....	18
Imagen N° 10 Inversor de Red.....	19
Imagen N° 11 Banco de Baterías	20
Imagen N° 12 Atlas Solar	21
Imagen N° 13 Destino del hogar beneficiado	23
Imagen N° 14 Llegada al hogar beneficiado.....	24
Imagen N° 15 Materiales a utilizar	24
Imagen N° 16 Estructura de los paneles	25
Imagen N° 17 Soldadura de la estructura.....	25
Imagen N° 18 Desbaste de la rebaba.....	26
Imagen N° 19 Pitar la estructura	27

Imagen N° 20 Pitar la estructura	33
Imagen N° 21 Ingreso de los materiales al lugar.	33
Imagen N° 22 Limpieza del lugar a trabajar.	34
Imagen N° 23 Montaje del tubo con hormigón.....	34
Imagen N° 24 Montaje de paneles Policristalinos	35
Imagen N° 25 Equipos Fotovoltaicos	35
Imagen N° 26 Cableado de la vivienda beneficiada.	36
Imagen N° 27 Empalmes	36
Imagen N° 28 Puesta de tomacorrientes y boquillas.....	37
Imagen N° 29 Protección del sistema solar fotovoltaico.	37
Imagen N° 30 Puesta de Focos.....	38
Imagen N° 31 Conexión del sistema fotovoltaico.....	38
Imagen N° 32 Verificar conexiones	39
Imagen N° 33 Funcionamiento del sistema solar fotovoltaico.	39
Imagen N° 34 Registro fotográfico toma de corriente con multímetro.....	44
Imagen N° 35 Salida de Vatios en las pruebas con el multímetro día 1.	44
Imagen N° 36 Salida de Vatios en las pruebas con el multímetro día 2.	45
Imagen N° 37 Salida de Vatios en las pruebas con el multímetro día 3.	45
Imagen N° 38 Sistema instalado dentro de la vivienda.....	46
Imagen N° 39 Sistema instalado dentro de la vivienda.....	46
Imagen N° 40 Sistema de luminiscencia externa de la vivienda.....	47

Imagen N° 41 Ubicación de los paneles solares.	48
Imagen N° 42 Vista posterior ubicación paneles solares parte.	48
Imagen N° 43 Funcionamiento del sistema solar fotovoltaico.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°. 1 Unidades de energía solar.....	12
Tabla N°. 2 Eficiencia de tipos de paneles.....	16
Tabla N°. 3 Carga del Inversor.	28
Tabla N°. 4 Cálculo de dimensionamiento de campo fotovoltaico.....	30
Tabla N°. 5 Calculo de dimensionamiento de batería.....	31
Tabla N°. 6 Materiales, herramientas y equipos de protección.....	40
Tabla N°. 7 Entradas y salidas en voltios del Sistema.	41
Tabla N°. 8 Especificaciones Técnicas del panel solar.....	42
Tabla N°. 9 Especificaciones Técnicas del regulador de carga.....	42
Tabla N°. 10 Especificaciones Técnicas del Inversor.	43
Tabla N°. 11 Especificaciones Técnicas de la batería.....	43

RESUMEN

El presente proyecto consiste en la construcción de un módulo de energía solar fotovoltaica para un sistema de generación eléctrica a través de una conversión de energía solar a energía eléctrica. El principio de funcionamiento inicia al captar la radiación del sol sobre una de las caras de una célula fotoeléctrica del panel solar y se produce una diferencia de potencial eléctrico entre ambas caras que hace que los electrones salten de un lugar a otro, generando así corriente eléctrica. El sistema de generación y conversión está formado por paneles solares amorfo, controlador de carga, inversor y un banco de baterías. El sistema de generación de energía consta de dos paneles de Silicio Amorfo de 30W conectadas en paralelo, banco de batería de ciclo profundo de 40 Ah, un regulador de carga para la conexión de los paneles solares con la carga y el banco de batería. El módulo consta de un circuito de corriente continua que enciende tres lámparas fluorescentes de 10 vatios durante una hora por 3 días de autonomía y el circuito de corriente alterna consta de dos focos LED 15W de 110V y se mantiene encendido tres horas por dos días de autonomía.

PALABRAS CLAVES: Panel de silicio amorfo, corriente alterna, fotovoltaico, autonomía.

ABSTRACT

This project consists of the construction of a photovoltaic solar energy module for an electricity generation system through the conversion of solar energy into electrical energy. The principle of operation starts by capturing the sun's radiation on one side of a photoelectric cell of the solar panel and produces an electrical potential difference between the two sides that makes the electrons jump from one place to another, thus generating electric current. The generation and conversion system consists of amorphous solar panels, charge controller, inverter and a battery bank. The power generation system consists of two 30W amorphous Silicio panels connected in parallel, 40 Ah deep cycle battery bank, a charge controller for connecting the solar panels to the load and the battery bank. The module consists of a direct current circuit that lights three 10-watt fluorescent lamps for one hour for 3 days of autonomy and the alternating current circuit consists of two 15W LED bulbs of 110V and remains on for three hours for two days of autonomy.

KEYWORDS: Amorphous Silicio panel, alternating current, photovoltaic, autonomy



Lic. Jorge Luis Gavilanez

0985184054

1716907298

Aprobado

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las fuentes de energía fósil explotadas terminarán agotándose, es por ello que es necesario tomar en consideración y contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, que incidan en la mitigación de los impactos del cambio climático, mediante la adopción de energías renovables para propiciar el ahorro de la misma y la disminución en costos de producción; y así incentivar a los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, presentando un módulo de energía solar fotovoltaica a fin de optar a la implementación de energía limpia y aportar al desarrollo sostenible que ayude a coexistir en el planeta.

El presente proyecto contiene elementos tecnológicos que se deben utilizar para la generación de electricidad a través de los módulos de Silicio, el módulo consta de los materiales necesarios para enseñar y fomentar de cómo está constituida de una correcta instalación fotovoltaica. Además, el módulo de práctica de energía solar, cubre antecedentes, fundamentos, instalación, operación, mantenimiento y servicios de los sistemas alternativos de energía, y la conexión adecuada de los elementos eléctricos, electrónicos y los pasos requeridos para alcanzar los objetivos y tener mayor eficiencia.

La mayoría de los componentes del módulo del sistema solar son de fácil uso y accesibles dentro del mercado nacional. Además, consta de un manual que contiene información detallada sobre el mantenimiento de los equipos y fórmulas para facilitar la selección adecuada de los elementos a utilizar.

Antecedentes

La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. La radiación solar que alcanza la tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando. Hoy en día, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotoeléctricas, heliostatos o colectores solares, pudiendo transformarse en energía eléctrica térmica.

Una de las mayores fuentes para el desarrollo del país, así como por ejemplo la instalación del proyecto Villonaco con una potencia de 16.5 MW se encuentra ubicado en la provincia de Loja, cantón Loja. Es la primera central eólica, comenzó su operación en octubre de (2019).

Otro de los proyectos más relevantes de energía solar fotovoltaica es el proyecto de Santa Elena con una potencia de 2000 watts, para poder satisfacer las necesidades que tienen cada una de las familias que habitan en el cerro.

A través de la licitación, el Gobierno ecuatoriano seleccionará también proyectos de energía eólica y mini hidroeléctrica. A los desarrolladores seleccionados se les otorgará un PPA (Propiedad de Poder Adquisitivo) a 25 años, mientras que el único comprador de la energía generada será la eléctrica estatal Corporación Eléctrica de Ecuador, S.A. (CELEC), lanzará una subasta para proyectos de energía renovable a gran escala a finales de julio, a través de la cual asignará alrededor de 500 MW de capacidad de generación de energía sustentable y no contaminante (Emiliano, julio 2019).

En el ITSVN existe antecedentes de un proyecto de energía fotovoltaica; este plan tuvo el objetivo de implementar un sistema de carga para celulares mediante Energía solar fotovoltaica, enfocándose en incentivar al uso de energías renovables (Rosales, junio 2019).

Con estos antecedentes, se figura un éxito en un proyecto de energía natural para servicio de la comunidad.

Justificación

En la presente investigación tratara sobre sistemas de energías renovables su funcionamiento, instalación, características y tipos de energías renovables impulsando a realizar proyectos con energía solar fotovoltaica ya que tiene beneficios como: son energías beneficiosas para el medio ambiente, son recursos naturales gratuitos e inagotables, las energías renovables pueden llegar a lugares aislados, el uso de las energías renovables es un plus para lograr la independencia energética y ayudar al ecosistema a mantener su punto de equilibrio.

La época de transición energética que se caracteriza por la importancia del uso de las energías renovables, la descarbonización, el uso de combustibles menos contaminantes, placas solares en nuestras casas, sistemas de almacenamiento de electricidad, o incluir en nuestras vidas el vehículo eléctrico, entre otras cosas. Ante este nuevo escenario, es totalmente necesario modificar nuestros patrones de consumo si queremos llegar al objetivo de reducir las emisiones de CO₂ y hacer un entorno más sostenible con el medioambiente. En definitiva, luchar contra el cambio climático requiere profundos cambios en nuestro modelo energético y en nuestros patrones de conducta, pero es ya un compromiso ineludible para la sociedad.

Los beneficios que se obtendrá con esta donación para la familia será el acceso a un servicio básico como es la electricidad, ya que por más de una década esta familia no contaba con este servicio existen diferentes factores que influyeron para que esto no suceda tales como: lejanía, los recursos económicos eran insuficientes no contaban con el conociendo que podían implementar un sistema solar fotovoltaico, cuenta con energía renovable e inagotable aproximadamente unos 20 años. Con una sencilla instalación se puede tener energía alterna y energía continua que será de mucha utilidad para encender lámparas de 110V y aparatos eléctricos necesarios en este domicilio.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en un hogar mediante paneles policristalinos.

Objetivos Específicos

- Investigar el funcionamiento de los elementos de los del sistema solar fotovoltaico.
- Realizar el cálculo de las especificaciones técnicas del inversor y controlador de carga del sistema solar fotovoltaico.
- Instalar equipos del sistema solar mediante la intervención del llamado efecto fotovoltaico.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

En la actualidad, la tendencia mundial se enfoca al uso de energías renovables, mismas que son amigables con el medio ambiente, aprovechando los recursos naturales para generarlas (Vega, 2010). Las fuentes de energías renovables se han convertido en un tema prioritario en las agendas energéticas, tanto en los países industrializados como en muchas economías en desarrollo, gracias a sus efectos beneficiosos en las esferas económicas, sociales y ambientales (Del Sol, 2008).

Así, se destaca la importancia de disponer de fuentes alternativas de energía para satisfacer la demanda de las grandes naciones al proporcionar la expansión del crecimiento en las fuentes alternativas (Vilela y Araújo, 2006).

De acuerdo a Bertinat (2004), esta tendencia requiere estar fundamentada en los siguientes pilares, condiciones y criterios:

- Seguridad en el abastecimiento de los diversos insumos energéticos.
- Reducción de la actual dependencia energética.
- Prevenir y revertir los impactos ambientales locales y globales, resultantes del actual sistema de producción y consumo de energía.
- Asegurar la cobertura y el acceso equitativo de toda la población a los recursos y servicios energéticos.
- Garantizar la participación democrática de la población en los procesos de decisión sobre las políticas y proyectos energéticos.

A partir de la gran importancia que ha tomado este tema, las políticas energéticas de los diferentes países se han enfocado en aumentar gradualmente el suministro de energía renovable, elaborándose para ello una estrategia de desarrollo que diversas regiones, tales como la Unión Europea, Sudamérica y Centroamérica busquen un modo de aprovechar los recursos naturales para la producción de energía, mismos que minimicen el impacto ambiental de la actividad humana sobre el ambiente natural (Bertinat, 2004). De lo anterior, el uso de las fuentes alternativas para la generación de energía eléctrica ha tomado un auge importante; en particular el uso de la energía solar, que mediante su utilización, se espera satisfaga la demanda de energía de diversas actividades humanas.

La Energía

La energía también puede almacenarse para ser usada cuando se la requiere. Por ejemplo las pilas o baterías son elementos que almacenan energía química y la transforman en energía eléctrica. Incluso los seres vivos almacenan energía a través de lo que conocemos como “grasa” (lípidos) o azúcares.

La energía se puede encontrar en diferentes formas, la energía eléctrica, es transformada en luz, la energía del calor para poder cocinar nuestros alimentos, la energía de la combustión de un motor transformada en movimiento en una canoa, la energía de nuestros cuerpos transformada en energía potencial, energía cinética, energía potencial. (Criado, 2017, p.56).



Imagen N°. 1 Formas de energía
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Méndez D, (2018)

Tipos de energía.

Cualquiera de estas fuentes es capaz de producir algún tipo o formas de energía que se conoce como energías renovables y no renovables:

Energía renovable.

Las energías renovables son aquellas que se producen o llegan en forma continua a la tierra y que a través del tiempo parecen ser inagotables, ya que son capaces de regenerarse por medios naturales, entre las energías renovables, más utilizadas se puede mencionar la solar fotovoltaica, la eólica, la geotérmica, y la hidráulica. Orbegoso, (2010) Afirma que “las energías renovables son más amigables con el medio ambiente, lo que le permite tener

una gran ventaja sobre las energías no renovables, pues en la producción de esta energía no se ocasiona contaminación al medio ambiente” (p.26).



Imagen N° 2 Paneles Solares.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: García D, (2020)

Energía solar.

La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando.



Imagen N° 3 Radiación Solar.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Ramos L, (2012)

Es la energía radiante producida en el Sol, como resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la Tierra a través del espacio en paquetes de energía llamados fotones (luz), que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres sin la presencia del sol no existiría vida

en la tierra. El planeta sería demasiado frío, no crecerían las plantas ni habría vida alguna, excepto algunas bacterias. Todos los recursos energéticos provienen indirectamente del sol. Los combustibles fósiles son plantas y árboles muy antiguos, que crecieron gracias a la luz solar y han sido comprimidos durante millones de años. La energía eólica e hidráulica es generada mediante procesos conducidos por el sol. La madera para combustible es obtenida de los árboles, los cuales no podrían crecer sin luz solar. (Biomass, 2012, p.5).

Energía solar fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica es aquella que transforma la energía del sol en energía eléctrica, y luego es almacenada para el uso directo y de forma racional, cuando sea necesario. Asociación Catalana (2017) menciona “La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esto se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores introducidos en paneles solares. Cuando la luz del sol incide en el panel solar genera una corriente eléctrica que se suele utilizar como fuente de energía” (p.40).

Sistema fotovoltaico y sus elementos

El módulo solar fotovoltaico es el componente encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica, está compuesto por regulador de carga, banco de batería, inversor, soportes.

Los sistemas fotovoltaicos (FV) convierten la luz solar directamente en electricidad, mediante el uso de lo que es conocido como “células solares”. Una célula solar está hecha de material semiconductor dispuesto en dos capas: P y N. Cuando la radiación del sol incide en la célula fotovoltaica en forma de luz solar, la línea de separación entre P y N actúa como un diodo. Los fotones con suficiente energía que inciden en la célula provocan que los electrones pasen de la capa P a la capa N. Un exceso de electrones se acumula en el lado N mientras que en el lado P se produce un déficit. La diferencia entre la cantidad de electrones es la diferencia de potencial o voltaje, que puede ser usado como una fuente de energía. Con tal de que la luz

sigua incidiendo en el panel, la diferencia de potencial se mantiene, incluso en días nublados, debido a la radiación difusa de luz (Biomás, 2012, p.6).

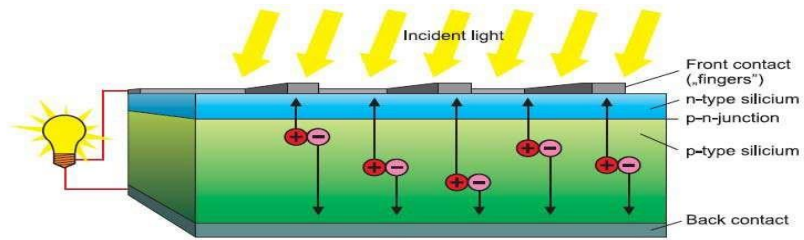


Imagen N° 4 Sistema Fotovoltaico.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Biomás R, (2012)

Tabla N°. 1 Unidades de energía solar.

UNIDAD	EXPLICACION	CONVERSION
Potencial Solar		
Wp	Watt pico	
W	Watt	
KW	Kilowatt	
W/m ²	Whatt por metro cuadrado	
Energía Solar		
		a KWh/m²
KWh/m ²	KWh por metro cuadrado	1
KJ/cm ²	KJ por centímetro cuadrado	2.778
MJ/m ²	MJ por metro cuadrado	0.2778
KCal/cm ²	1000 calorías por centímetros cuadrados	11.67
Btu/ft ²	Unidades térmicas británicas por pie cuadrado	0.0428
Langley	Calorías por centímetro cuadrado	0.0116

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Ayala (2020).

Panel solar

Un panel solar es la unidad básica de construcción de un sistema FV y aquel que permite usar los rayos del sol como energía. Gómez, (2012). Afirma “un panel solar o módulo solar es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento” (p.8).

Panel monocristalino.

En los paneles solares monocristalinos las celdas de silicio monocristalino, son fáciles de reconocer por su coloración y aspecto uniforme que indica alta pureza en silicio. Las placas solares monocristalinas están compuestas por células monocristalinas, son ese tipo de célula que, a simple vista, se puede diferenciar por su color “negro” y con las esquinas recortadas con un chaflán (resultado del corte de la célula). Son los módulos fotovoltaicos de más eficiencia que podemos encontrar, siempre superan en eficiencia y rendimiento a los policristalinos. El modo más común de fabricación de células de silicio monocristalino consiste en partir de un lingote de un único cristal de silicio, obtenido por los métodos de Czochralski (Cz) o zona flotante (FZ), y cortarlo en obleas que constituyen el sustrato sobre el que tendrá lugar todo el proceso restante (Gómez, 2012,p 80).



Imagen N° 5 Panel Monocristalino.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Gomes E, (2012)

Panel policristalino.

Los paneles solares policristalinos están compuestos, por células policristalinas y podemos diferenciar por su color “azulado”.

Las células de silicio policristalino (mc-Si) también utilizan obleas de silicio como sustrato, pero a diferencia de las monocristalinas, éstas proceden del corte de un bloque de silicio que se ha dejado solidificar lentamente en un crisol y que está formado por muchos pequeños cristales de silicio. Los avances más recientes, como cortadoras de obleas con diamante utilizadas por fabricantes como Solar World, han supuesto una mejora en la eficiencia de utilización del silicio,(se desperdicia menos cantidad de material) y permiten obtener obleas de menos 200 micras de espesor, aunque este espesor está cerca de su límite físico pues debemos tener en cuenta que la célula debe ser lo suficientemente resistente para no romperse en su posterior manipulación para la fabricación del panel (Gómez, 2012,p.81).



Imagen N° 6 Panel Monocristalino.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Gómez E, (2012)

La célula solar de capa fina de silicio amorfo es el mismo que las cristalinas pero su elaboración es muy diferente. Los aspectos característicos de esta tecnología son:

- Proceso de fabricación sencillo y de fácil automatización.
- Necesidad de poco material activo y reducción del gasto energético y del coste.
- Facilidad para realizar módulos flexibles y con óptima eficiencia cuántica en un amplio rango del espectro.




Las células de silicio amorfo han sido las primeras células de capa fina que se comenzaron a comercializar, sin embargo, debido a la bajada de precios experimentado por los paneles solares cristalinos, han ido perdiendo posiciones en el mercado y actualmente su implantación es muy reducida. La tecnología del silicio amorfo a-Si tiene una eficiencia considerablemente menor que las basadas en silicio cristalino, debido principalmente a la mala calidad del silicio utilizado, cuya estructura interna dificulta la recolección de los portadores foto generados. Sin embargo, son especialmente adecuadas para uso en interiores, en atmósferas con mucho polvo (Gómez, 2012, p.85).



Imagen N° 7 Panel de Silicio.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Gómez E, (2012)

Las placas solares de silicio amorfo no consisten en la unión de células individuales como en los paneles solares cristalinos, sino en una lámina cortada a medida en la que se observan unas tiras delgadas que separan las células, creadas y conectadas entre sí durante la elaboración del propio módulo, cuyo enmarcado facilita el manejo y el montaje del mismo. El rango de tensiones también es más amplio que en los de silicio cristalino, abarcando desde unos pocos voltios hasta decenas de voltios y que los hace interesantes también para sistemas de bombeo solar (Alonzo, 2015, p.30)

Tabla N°. 2 Eficiencia de tipos de paneles.

Celdas	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24%	15-18%	Típicos azules homogéneos la conexión de las células individuales entre sí.	Se obtiene del silicio para fundirlo y taparlo con bronce.
	Policristalino	19-20%	12-14%	Superficie estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules	Igual que el monocrystalino pero se disminuye el número de tasas de cristalización.
	Amorfo	16%	10%	Tiene un color homogéneo (marrón) no existe conexión visible de las células	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: López (201

Regulador de carga.

Es un dispositivo electrónico, que controla el flujo de la corriente de carga que proviene de los módulos hacia la batería. CNEL, (2010) afirma “Es el equipo que se encarga de controlar el estado de carga de las baterías y de regular la intensidad de la carga para conseguir alargar la vida útil de las baterías. Se emplea en instalaciones autónomas o aisladas en las que haya que cargar directamente unas baterías” (p.9).

Este equipo controla la entrada de corriente que proviene del panel solar para evitar que haya sobrecargas y también que las baterías se descarguen más de la cuenta. Habitualmente se emplean 2 clases de reguladores de carga, el PWM, y el MPPT o maximizador. Dependiendo del tipo de placa que se emplea, se deberá usar uno u otro como se muestra en la figura 8.



Imagen N° 8 Regulador de Carga
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Torres E, (2010)

La diferencia es que el PWM trabaja con un voltaje fijo y se deben instalar unas placas que aporten dicho voltaje y, en cambio, el MPPT trabaja buscando el punto de máxima potencia para así maximizar la intensidad aportada por las placas. Los paneles que se usan con el PWM son paneles pequeños, de los que se llaman de 12V o 24V, de 36 o 72 células. Con los MPPT se puede usar cualquier placa, por lo que se suele emplear los paneles usados para los parques solares o instalaciones conexión a red de 60 células, ya que son más baratos al ser más habituales.

Inversor.

Es aquel que se encarga de transformar la energía almacenada en el banco de batería, (12V DC-24V DC a 110V AC-220V AC).

Un inversor es un dispositivo que cambia o transforma una tensión de entrada de corriente continua a una tensión simétrica de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Se divide el apartado en dos tipos, los inversores de baterías y los inversores de red, pues tienen uso y funcionamiento diferente pese a que se llamen igual y conviertan, ambos, la corriente continua en corriente alterna. (CNEL, 2010, p.8).

Inversor de batería.

Es aquel que toma la corriente de una batería, a una tensión determinada y la pasa a corriente alterna, ya sea en monofásica o trifásica dependiendo del tamaño, normalmente en monofásica. Es decir, crea la onda adecuada como se muestra en la figura 9.



Imagen N° 9 Inversor de Batería
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Gonzales K, (2010)

Inversor de red.

Son aquellos que se conectan directamente de los paneles y generan una onda en corriente alterna idéntica a la de la red que están conectados. Estos inversores no pueden funcionar si no existe otra red a la que se conecte, que bien puede ser la red pública u otra generada por un inversor de baterías o un generador como se muestra en la figura 10.



Imagen N° 10 Inversor de Red
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Aguirre P, (2011)

Estos aparatos están limitados según el país donde se conectan en frecuencia y tensión para que siempre haga una onda igual que la que se encuentra. Los inversores de red se utilizan en los parques solares de venta de electricidad, en las instalaciones de autoconsumo y en las instalaciones aisladas con conexión AC-SIDE.

Batería.

Las baterías son los elementos encargados de almacenar la energía que se recoge durante el día para usarla cuando se necesite (día o noche). Las baterías son los elementos donde se almacena la energía producida por las placas solares durante las horas de sol para que pueda ser utilizada cuando sea necesario, a la hora que sea. las baterías almacenan siempre a un voltaje determinado, 12V, 24V, 40V y tienen una capacidad máxima que se mide, habitualmente, en Ah. Las baterías convencionales hasta ahora han sido de Plomo ácido en forma de líquido o gel, las cuales pueden presentar problemas de estabilidad, mantenimiento o durabilidad (Asociación Catalana, 2017, p.55).



Imagen N° 11 Banco de Baterías
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Catalana C, (2017)

Ubicación geográfica.

La ubicación es un lugar, un sitio o una localización donde está ubicado algo o alguien en determinado sitio. La cantidad de insolación global o total que incide al día sobre los módulos solares, se expresa en kWh/m² /día o su equivalente en horas de sol máximo u horas pico (HSP). Este dato se puede obtener en el “Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica”, dividiendo el valor dado por el Atlas entre 1 000 para obtener Kilovatios, ya que las unidades del Atlas están en Wh/m² /día. (CONELEC, 2014, p.7) como se muestra en la figura 12.

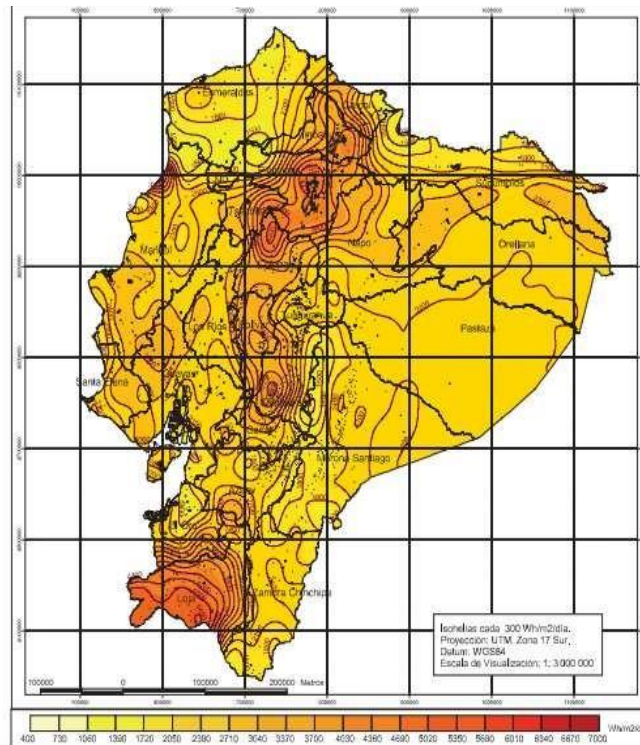


Imagen N° 12 Atlas Solar
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: CONELEC (2014)

Ubicación e inclinación.

La inclinación óptima para los sistemas FV varía con la latitud. En el hemisferio norte la orientación óptima de los módulos FV es hacia el sur, y lo contrario para el hemisferio sur. Si la orientación no es hacia el sur, pero es, por ejemplo, hacia el sureste o el suroeste, la producción de electricidad se reduce en unos pocos puntos porcentuales. El ángulo óptimo de inclinación, con respecto a la horizontal, es aproximadamente de 41 en el norte de Europa, 35 en Europa Central, y unos 32 en el sur de Europa. El ángulo de inclinación óptimo es mayor durante el invierno y menor durante el verano (Progenssa, 2010, p.18).

Consumo energía.

El consumo energético es el gasto total de energía para un proceso determinado, enfocados en hogares, industrias y transporte.

De acuerdo a la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), en la actualidad el precio varía entre los 6 y 8 centavos de dólar por kilovatio-hora y se proyecta en la próxima década este monto caiga a más de la mitad. Enfocándonos en los hogares, el consumo energético está integrado por el consumo de energía eléctrica y de gas, de gasoil y biomasa, y también en transporte de particulares y público, que se concreta en el consumo de productos derivados del petróleo. Por otro lado, de forma lógica, el concepto de consumo energético está inversamente conectado a la eficiencia energética, de tal forma que según aumenta el gasto de energía por servicio prestado, la eficiencia energética disminuye (FAO, 2010, p.90).

Mantenimiento al controlador de carga.

1. Mantener el controlador de carga colocado en posición correcta, lugar limpio, seco y protegido de los rayos solares.
2. Chequear el funcionamiento correcto del controlador de carga. Si detecta ruidos anormales, contacte al personal especializado.
3. Verificar que las conexiones estén correctas y bien apretadas.
4. Chequear que el fusible de entrada este en buen estado.

Mantenimiento al inversor o convertidor DC/AC

1. Verificar que el área de ubicación del inversor se mantenga limpia, seca y bien ventilada.
2. Verificar que el inversor este protegido de los rayos solares.
3. Comprobar que el inversor funciona adecuadamente y que no se producen ruidos extraños dentro de él. En caso de que la operación sea defectuosa o no funcione, contacte al personal especializado.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DEL PROYECTO - DESARROLLO

Exploración al domicilio donde se realizara la instalación del sistema solar fotovoltaico.

El lugar al en el cual se realizara el proyecto de aplicación práctica se encuentra al noroccidente de los bancos, conformado por una familia de 2 personas (padre e hijo), muy humildes con escasos recursos económicos. Esta vivienda se encuentra a unas dos horas del camino principal, es muy difícil el acceso, no cuenta con ninguno de los servicios básicos por el cual surge este proyecto.



Imagen N° 13 Destino del hogar beneficiado

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Se llega a la vivienda donde se realizara la instalación fotovoltaica y se recopila datos tales como: medidas del alambre que se utilizara de los paneles hasta el regulador de carga y el alambre que se utilizara dentro de la vivienda, también los materiales: focos, tomacorrientes, interruptores, boquillas, breaker eléctricos. Esto se lo hace para saber qué sistema solar fotovoltaico necesita la vivienda.



Imagen N° 14 Llegada al hogar beneficiado

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Se adquiere materiales de la siguiente manera: seis focos de 15W, cuatro toma corrientes de 110V, 6 boquillas de porcelana, cuatro break eléctricos de 20A, 100 metros de cable flexible color blanco 16AWG, dos paneles policristalinos de 21.7V, un inversor de 500W, un controlador de carga de 20A, 40 metros de cable cubierto 16AWG. Con herramientas que se utilizara dentro de la actividad tales como alicates, juego de destornilladores, grapas, taladro, amoladora e instrumentos de medición.



Imagen N° 15 Materiales a utilizar

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Diseño de Estructura

Con ayuda del flexómetro marcar las medidas, en los ángulos este paso se lo realiza por cuatro ocasiones con la amoladora cortar 4 ángulos de hierro de 2m. Para realizar esta actividad se debe usar las herramientas y prendas de protección adecuadas, se debe tomar en cuenta que los extremos de los ángulos deben tener un corte de 45° de inclinación para posteriormente solar sus extremos.



Imagen N° 16 Estructura de los panales
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Ya una vez cortado los ángulos de hierro proceder a solar las esquinas con ayuda de la soldadora y los electrodos usando siempre las prendas de protección personal.



Imagen N° 17 Soldadura de la estructura
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Con ayuda de la soldadora aplicando cordones de soldadura se junta la estructura de ángulos con un soporte que posteriormente se unirá con el tubo del sistema solar fotovoltaico. Con el disco de desbaste quitar la rebaba de la soldadura en los cuatro puntos, en este mismo punto se usara la lija para quitar excesos de grasa en los ángulos.



Imagen N° 18 Desbaste de la rebaba
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Con ayuda de una hoja de lija se quitara la rebaba, oxido, grumos que quedaron, esta actividad se la realizara por toda la estructura hasta que el hierro tenga un color brillante. Posteriormente se limpia el contorno a pintar con la ayuda de un guaípe y thinner, ya una vez realizado esto se mezcla la pintura y se coloca en el soplete y se pinta de forma ascendente y descendente no dejando mucho tiempo en un lugar así no se chorrea la pintura.



Imagen N° 19 Pitar la estructura
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico para la su instalación.

Calcular el sistema solar fotovoltaico a utilizar

Tabla N°. 3 Carga del Inversor.

HOJA DE CARGA											
Elemento	Cantidad	x Tensión	x Intensidad unit	Potencia watt	= Wations		x Uso	X Uso	÷7	W.h	
	.	V	A	W	AC	DC	h/día	Días/semana	días	AC	DC
Iluminación	3			10		30	2	7	7	0	60
Iluminación	2			8,8	17,6		2	7	7	35	
inversor	1			250	250			7	7	0	

Potencia AC	267,6	Cargar diaria AC	35
Potencia DC	30	Carga diaria DC	60
			95

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Venega (2017).

Cálculo del generador fotovoltaico.

La potencia pico del generador FV es determinada teniendo en cuenta la radiación total en la zona donde se instalará los módulos. El cálculo de números de módulos viene dado por la siguiente expresión:

$$N = N_{pp} \times N_{ps}$$

$$N_{ps} = \frac{V_{ng}}{V_{np}}$$

$$N_{pp} = \frac{L}{I_m \cdot G}$$

Dónde:

N_{ps}: Número de módulos asociados en serie para trabajar a la tensión nominal del sistema.

N_{pp}: Número de módulos asociados en paralelo para entregar intensidad adecuadas.

V_{ng}: Tensión nominal de la instalación.

V_{np}: Tensión nominal del módulo: 12V DC (24V DC en algunos casos especiales).

L: Energía real a suministrar (Ah)

I_m: Valor medio que toma la intensidad en el rango de tensión de trabajo desde la máxima potencia al corto circuito.

G_{dm} (β): Radiación global diaria media mensual sobre el plano inclinado en el peor mes.

Dimensionamiento de los paneles solares necesarios, dependiendo el tipo de panel y la radiación solar existente en Ecuador y en el lugar donde se realiza la instalación fotovoltaica para mayor eficiencia al momento de transformarla radiación solar en energía eléctrica como se muestra en la tabla 4.

Tabla N°. 4 Cálculo de dimensionamiento de campo fotovoltaico.

DIMENSIONES CAMPO FOTOVOLTAICO						
W.h/día	-Eficiencia Bateria	Horas solares Pico	Factor de Temperatura	Factor Perdidas del sistema	Factor sombreado	Wattios pico promedio
	%	HPS	%	%	%	
99.1	80	3600	0.88	0.85	0.9	0
Wattios pico		W pico panel	= Paneles	Potencia total		
0.05		300	1	300		
Tensión DC paneles	Tensión nominal Panel	= panel en serie	Numero Flas			
V	V	-				
24	12	2	0.5			

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Flores (2017)

Cálculo de la batería.

Es necesario estimar el número de días de autonomía requerido en la instalación, días seguidos sin sol que pueden darse donde se instalaran los módulos. Es de importancia tener un dimensionamiento adecuado de carga dentro de una instalación solar fotovoltaica, la batería no debe ser descargadas más del 60% para tener una mayor eficiencia y vida útil de la batería.

El sistema de acumulación, en Ah estará determinado de la siguiente formula:

$$CAh = \frac{L \cdot d}{Pd}$$

Dónde:

C: Capacidad de la batería (Ah). **L:** Carga real de consumo (Ah/día).

d: Días de autonomía de la instalación depende de la zona y el uso o finalidad de la aplicación.

Pd: profundidad de descarga máxima en parámetros de 0,5 para baterías de carro, 0,6 para baterías placas planas espesas y 0,8 para baterías tubulares.

Tabla N°. 5 Calculo de dimensionamiento de batería.

DIMENSION DE BATERIAS				
Carga diaria AC	Eficiencia Inversor	+ Carga diaria AC	Tensión DC	=A.h/dia
W.h	%	W	V	4.3
35	90	60	24	
A.h/dia	X Días de autonomía	Límite de descarga	Capacidad de la batería	= Baterías en Paralelo
A.h	-	%	A.h(C10)	
4.3	2	50	400	0
Tensión DC	Tensión Batería	= Baterías en Serie	X Baterías en Paralelo	= Número de Baterías
V	V	-		
12	6	4	0	0

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Ortega (2016).

Cálculo del regulador de carga.

Para la selección del regulador de carga, se realizara en función de la aplicación y la función nominal del sistema y la corriente máxima de generación.

$$I_{mg} = N_{pp} \cdot I_{cc}$$

Dónde:

I_{mg}: Intensidad máxima a soportar en régimen nominal por el regulador.

N_{pp}: Numero de módulos en paralelo que constituyen el generador fotovoltaico.

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito del módulo fotovoltaico.

Diseño eléctrico.

El diseño eléctrico del módulo de practica está constituido por paneles solares que son el generador principal , conectado a un regulador de carga que se encarga de distribuir a la cargas de corriente continua, con conexión a la batería seguido al inversor donde transformara de corriente continua a corriente alterna, como se muestra en anexo 2.

El sistema eléctrico del módulo de práctica, está compuesto por tubos led 10W DC, salidas de 12v DC, medidores de corriente y voltaje DC, como se muestra en el anexo 3.

Consta de un circuito eléctrico de corriente alterna Con bombillas de 15W Ac y salida de 110V para el consumo. Como se muestra en la figura 13.

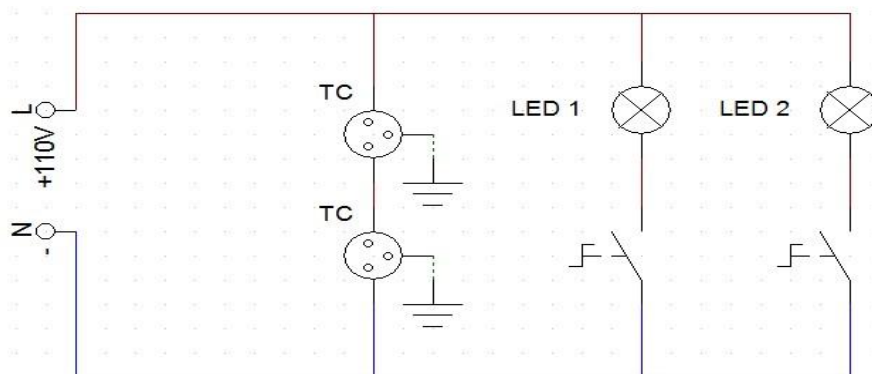


Imagen N° 20 Pitar la estructura
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Montaje de la Estructura

Se llega a un sitio hasta donde llega el vehículo con los materiales que se utilizara posteriormente tendremos que hacer un trasbordo a animales de carga (mulas) estos animales no ayudaran a llevar los materiales a la vivienda donde serán instalados algunos de los instrumentos tendremos que llevarlos nosotros ya que son delicados y muy costosos para evitar que se dañen.



Imagen N° 21 Ingreso de los materiales al lugar.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Se escoge el lugar donde estará la estructura el lugar debe ser con relación a la salida del sol, así los paneles atraparan los primeros rayos solares que cargara las baterías del sistema. Con ayuda de una cavadora se realiza la limpieza del área donde se colocara la estructura también se hace el agujero este agujero tiene 25cm y de profundidad 80cm. Este agujero estará lleno de concreto también sostendrá los paneles policristalinos.



Imagen N° 22 Limpieza del lugar a trabajar.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Se coloca el tubo de la estructura con un poco de hormigón en su asiento lo rellenamos de piedras de diferentes tamaños para que la sujeción sea más fuerte y con el tiempo no se caiga la estructura con ayuda de un nivel verificamos que el tubo quede recto así ayudara a captar los rayos solares. El montaje de la tablas a su alrededor es para evitar que el agua o humedad dañe este tubo con el pasar del tiempo, dejara reposar alrededor de 15 días.



Imagen N° 23 Montaje del tubo con hormigón

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Cuando la estructura esta dura se seguirá con el montaje, de dos paneles solares que irán asegurados con tornillos con tuerca lo cual evitara un accidente a corto, mediano o largo plazo.



Imagen N° 24 Montaje de paneles Policristalinos

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Instalación del sistema solar fotovoltaico

Primero llevar el cable de los paneles solares hasta el lugar donde se colocaran los equipos del sistema solar fotovoltaico, este lugar debe ser seguro no debe existir humedad o penetración de agua para evitar que los equipos se dañen también se debe tomar en cuenta que estos equipos no estorben al beneficiario y de fácil acceso para su manipulación.



Imagen N° 25 Equipos Fotovoltaicos

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Realizar el cableado para los lugares donde se instalara los toma de corriente y los focos incandescentes de 110V, para esta actividad utilizar los instrumentos de corte tales como alicates, corta filos, también se debe asegurar el cable a la madera para esto se utiliza las grapas para alambre esto evitara que el alambre se cuelgue, se vea antiestético y para seguridad del usuario evitando cortocircuitos.



Imagen N° 26 Cableado de la vivienda beneficiada.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Realizar los empalmes de la manera correcta para aislar se utiliza cinta aislante para cable eléctrico, estos empalmes se los realiza para evitar cortocircuitos en el sistema todas las conexiones deben estar en paralelo así evitamos pérdidas de energía y las baterías duraran más tiempo.



Imagen N° 27 Empalmes

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Ya una vez realizado los empalmes proceder a colocar los tomacorrientes y las boquillas en el lugar el beneficiario lo requiera para esta actividad se contara con la ayuda alicates, juego de destornilladores. Se pelara las puntas del cable y se introduce en las boquillas, tomacorrientes e interruptores se debe asegurar cada uno de estos elementos a la pared en este caso la madera con tornillos roscables.



Imagen N° 28 Puesta de tomacorrientes y boquillas.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Proceder a armar el kit solar: se conecta el controlador de carga junto con los con los breaket de protección para evitar una sobrecarga y que esta sobrecarga dañe nuestro inversor, también se conectara la batería al controlador de carga y al inversor para este proceso se debe tomar en cuenta la polaridad si no se la saben con ayuda del multímetro se puede identificar polaridad (+ -).



Imagen N° 29 Protección del sistema solar fotovoltaico.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Como consiguiente se colocara los focos en cada una de las boquillas se debe tomar en cuentan que los focos están construidos de un material frágil por lo que se tendrá cuidado al

momento de colocar, para los lugares altos nos ayudara una escalera esta debe estar bien colocada así se evitara un deslizamiento y un posible accidente.



Imagen N° 30 Puesta de Focos.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Ya una vez todo instalado conectamos los cables de los paneles solares al regulador de carga esta conexión se deja para el ultimo ya que los paneles poli cristalinos siempre está captando luz solar por lo cual produce energía eléctrica si se conecta antes puede haber una sobre carga que dañe el sistema, por lo que se conecta cuando las protecciones estén listas evitando lo anteriormente mencionado.

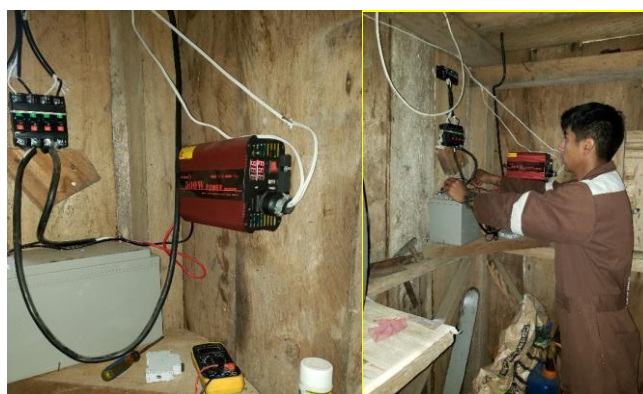


Imagen N° 31 Conexión del sistema fotovoltaico.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Antes de verificar su funcionamiento revisar que todo este aislado correctamente para evitar recalentamiento o sobrecargas en el sistema. Evitando que los equipos solares se dañen antes de entrar en funcionamiento. También se medirá el voltaje de entrada con el multímetro así se sabrá si los paneles están funcionando.



Imagen N° 32 Verificar conexiones
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Como último se sube los Bracket y verificar el funcionamiento con el multímetro voltajes de entradas y salidas del inversor alrededor de la vivienda, en cada uno de los tomacorrientes, en las boquillas también existe una salida desde el controlador de carga es de 12V esta salida ayuda a que el consumo de energía y el sistema solo funcione con 12V, en este caso toda la instalación se encuentra funcionando con 110V.



Imagen N° 33 Funcionamiento del sistema solar fotovoltaico.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)
Materiales y Recursos Utilizados

Tabla N°. 6 Materiales, herramientas y equipos de protección.

Materiales	Herramientas	Equipos de protección
6 Focos de 110V	Alicate	Zapatos punta de acero
5 Tomacorrientes de 110V	Alicate pela cables	Overol
30m de Cable flexible N °16	Juego de desarmadores	Guantes
1 Inversor de 500W	Estilete	Gafas
1 regulador de Carga de 20A	Taípe	Casco
2 Baterías de 1000A	Grapas para cable	Casco para solar
2 Brakes de 20A	1 Pico	
2 Paneles solares de	1 Pala	
1 barrilla de cobre de 3/8	1 Cavadora	
Estructura para panales solares	1 multímetro	
1q de cemento		
1q de ripio	Logística	
2 Enchufes eléctricos	Transporte Camión	
1 soldadura	Mulas de carga	
1 Paquete de electrodos		
1 Amoladora		
100 lt de agua		
Puntales de madera		
1 lt de pintura color ploma		
Compresor eléctrico		
1 lt de thinner		
6 boquillas de porcelana		

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

RESULTADOS - PROPUESTA

Con la instalación del sistema solar fotovoltaico se logra de manera eficiente contribuir en el desarrollo de un hogar ubicado al noroccidente de los bancos barrio San Luis Bajo, brindando la implementación de sistemas de producción de energías limpias a través del uso de los paneles solares. En esta instalación se cumple con el propósito de generar 600 Kwh de energía eléctrica para la generación de luminiscencia necesaria para alimentar las 6 lámparas que conforman el sistema de iluminación interno y externo de una vivienda. Contribuyendo así con el medio ambiente mediante el ahorro de energía eléctrica, reduciendo costos y siendo un ejemplo a seguir para los estudiantes a implementar nuevas tecnologías tercermundistas contribuyendo con el medio ambiente e impulsando a otros hogares con el mismo inconveniente, a utilizar los sistemas de generación de energías verdes

La instalación del sistema fotovoltaico fue en un lugar donde no contaban con el sistema de servicio eléctrico por múltiples razones: Recursos económico, distancia del hogar, dificultad de ingreso, este proyecto permitirá disponer de generación propia y reducir la compra de energía eléctrica.

Tabla de valores del sistema solar fotovoltaico

Tabla N°. 7 Entradas y salidas en voltios del Sistema.

	Paneles	Inversor	Controlador de carga	Baterías
Entrada	-----	14.3V	20.5V	14.3V
Salida	20.5V	123V	14.3V	12.25V

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°. 8 Especificaciones Técnicas del panel solar.

ESPECIFICACIONES PANALES SOLARES		
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Potencia máxima	130W
2	Tensión del circuito abierto	18.1 V
3	Voltaje de operación optima	21.7 V
4	Rango de tolerancia en tensión	± 3%
5	Dimensiones	110*210
6	Peso	13.5kg
7	Vida útil del panel	25 Años
8	Tecnología	Poli cristalinos

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°. 9 Especificaciones Técnicas del regulador de carga.

ESPECIFICACIONES DEL REGULADOR DE CARGA		
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Potencia máxima	60W
2	Voltaje de operación optima	30 V
3	Rango de tolerancia en tensión	± 10%
4	Amperaje	20A
5	Peso	9.5kg
6	Vida útil del panel	25 Años

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°. 10 Especificaciones Técnicas del Inversor.

ESPECIFICACIONES DEL INVERSOR		
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Potencia máxima	500W
2	Tensión del circuito abierto	30 V
3	Voltaje de operación optima	21.7 V
4	Rango de tolerancia en tensión	± 20%
5	DC-AC-	12V-110V
6	Vida útil del panel	25 Años

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°. 11 Especificaciones Técnicas de la batería.

ESPECIFICACIONES DE LA BATERIA		
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Potencia máxima	10HR
2	Voltaje de operación optima	12 V
3	Rango de tolerancia en tensión	± 3%
4	DC-AC-	12V-110V
5	Vida útil del panel	15 Años
6	Amperios	100Ah

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia

Descripción de los resultados

Se realiza una medición con multímetro para determinar la tensión que están produciendo los paneles solares durante 3 días con temperaturas diferentes.



Imagen N° 34 Registro fotográfico toma de corriente con multímetro.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Realiza la medición el día 1, con una temperatura de 20°C Se muestra de manera clara que el multímetro arroja un valor de 19.59V, lo cual evidencia un correcto funcionamiento de los mismos.



Imagen N° 35 Salida de Vatios en las pruebas con el multímetro día 1.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Realiza la medición el día 2, con una temperatura de 30°C Se muestra de manera clara que el multímetro arroja un valor de 19.68V, lo cual evidencia un correcto funcionamiento de los mismos y al presentarse una temperatura un poco más alta los paneles suministran más potencia.



Imagen N° 36 Salida de Vatios en las pruebas con el multímetro día 2.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Se Realiza la medición el día 3, con una temperatura de 32°C Se muestra de manera clara que el multímetro arroja un valor de 19.72V, lo cual evidencia un correcto funcionamiento de los mismos, se puede concluir que aunque la temperatura varié, los paneles tienen un suministro regulado de voltaje independientemente de las condiciones climáticas y ambientales del día.



Imagen N° 37 Salida de Vatios en las pruebas con el multímetro día 3.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

Se instalaron correctamente los equipos necesarios para la generación de energía eléctrica necesaria para alimentar el sistema, la instalación de estos equipos se deja ubicada de manera organizada, para evitar obstrucciones en el espacio y para que sea manipulado solo por personal autorizado de la universidad, ya que el correcto funcionamiento de los mismos depende de un buen manejo y uso.



Imagen N° 38 Sistema instalado dentro de la vivienda.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Se evidencia el correcto funcionamiento de las lámparas en toda la vivienda beneficiada las cuales están siendo alimentadas con energía solar a través del sistema fotovoltaico.



Imagen N° 39 Sistema instalado dentro de la vivienda.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Con este sistema se brinda una mayor iluminación en las áreas verdes aledañas al hogar, permitiendo una mejor visibilidad en la noche donde se necesita por roedores que hacen daño. También se puede evidenciar que el sistema instalado cumplió con el objetivo de iluminar adecuadamente la parte interna y externa, siendo así una herramienta para los propietarios del hogar, cumpliendo las expectativas esperadas.



Imagen N° 40 Sistema de luminiscencia externa de la vivienda.
Elaborado por: Leonardo Romero
Fuente: Elaboración Propia (2020)

En esta fotografía se puede observar la mejor ubicación que se logró encontrar en el lugar para la instalación y correcto funcionamiento de los paneles solares, se tuvo en cuenta el recorrido que hace el sol durante el año, para que los paneles aprovechen el mayor tiempo de la radiación solar.



Imagen N° 41 Ubicación de los paneles solares.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

En estas fotografías se puede observar que los paneles se encuentran ubicados, de tal forma que no hay obstáculo físico, que impidan el correcto funcionamiento de estos. Se logró ubicar de manera estratégica los equipos para la generación de energía también para que sean manipulados.



Imagen N° 42 Vista posterior ubicación paneles solares parte.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

En este registro fotográfico se puede apreciar la iluminación generada por el sistema solar fotovoltaico, podemos ver que se cumplió el objetivo que era suministrar y sostener la energía requerida para el tiempo solicitado de 6:00pm a 10:30 pm, el cual quedo funcionando correctamente.



Imagen N° 43 Funcionamiento del sistema solar fotovoltaico.

Elaborado por: Leonardo Romero

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Capacidad del sistema fotovoltaico

- Energía objetivo a sustituir: consumo diurno, aprox. 30% del consumo anual
- Equipos instalados para cubrir la energía objetivo: paneles solares, arquitectura de soporte, inversor electrónico DC/AC, controlador de carga.
- Cantidad estimada de paneles solares para cubrir demanda: 2 paneles poli cristalinos.

Esquema del Sistema Fotovoltaico Propuesto

- Área total disponible: 2500 m²
- Área útil para instalación requerida: 180 m²
- Utilización: 7.2% del área disponible

Restricciones

En meses de verano (enero a marzo) se dispondrá mayor recurso solar, pero sin actividades académicas, se desperdiciaría energía (excedentes). La normativa actual no permiten sean entregados a la red.

Así pues se formulan los modelos de los dispositivos involucrados en los sistemas fotovoltaicos: baterías, paneles solares, reguladores de carga, inversores, convertidores continuo-continuo, controlador para conexión a red eléctrica y resistencias de pérdidas. Se ha tomado como premisa de partida definir un único modelo para cada dispositivo, planteándolo de la forma más general posible

CONCLUSIONES

- Se han identificado los datos que son necesarios definir para dimensionar y definir una instalación de autoconsumo. Para ello se han realizado algunas hipótesis simplificadoras y se ha analizado la influencia de los parámetros más sensibles al resultado final.
- La energía fotovoltaica es una buena opción como alternativa a las energías tradicionales que además de tener un límite generan daños al medio ambiente, la energía solar fotovoltaica es limpia, no genera mayores daños al medio ambiente, además de que es una fuente de energía inagotable, es de gran utilidad en zonas donde es muy difícil el acceso de la red eléctrica.
- Mediante los cálculos de energía solar fotovoltaica se determina el tiempo de autonomía necesaria a utilizar y la elección de equipos necesarios para que abastezca a la vivienda beneficiada.
- La instalación de energía solar fotovoltaica depende mucho de los tipos de elementos a emplear, conexión adecuada y la radiación existente en la zona donde se encuentra dicha instalación, para garantizar su eficiencia y rendimiento en la generación eléctrica.

RECOMENDACIONES

- Realizar una inspección previa de las conexiones de los elementos que conforman el módulo antes de realizar el encendido o practica sobre el mismo, para evitar cortocircuitos en el sistema solar foto voltaico.
- Realizar una tabla de equipos de consumo a utilizar para realizar los respectivos cálculos y así utilizarlos paneles adecuados, inversor, regulador y el banco de batería, para mayor eficiencia y durabilidad de los equipos que conforman el sistema solar fotovoltaico.
- Al realizar el mantenimiento desconectar los disyuntores y protecciones que presenta el módulo, el panel del regulador y el banco de batería para garantizar la seguridad del técnico que realice el trabajo.
- No se deben hacer modificaciones en la instalación, dado que la instalación ha sido dimensionada específicamente para el uso que se estableció en un principio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- León, & Montero. (2002). *"Energías renovables: características, tipos y nuevos retos"*. Madrid: Factorenergía.
- Torres. I (2012). *"Instituto para la Diversificación y el ahorro de energía"*. Mexico: J. H Roender y Cia. S.A
- Wild, Subramanyam, & Halsey. (2007). *"Energía solar fotovoltaica"*. México: Business S.A.
- Zabala, A. (2015). *"Proyecto de un sistema solar fotovoltaico"*. Perú, Editorial San Marcos.
- Kotler, P y Armstrong, G. (1998). *"Conexión en serie y paralelo de serie de paneles solares"*. México: Prentice Hall.
- Thompson, A y Strickland, A. (2016). *"Todo sobre baterías de Gel"*. México: McGraw Hill.
- Peñas, J. (2016). *"Radiaciones solares"*. España: Editorial Universitaria Ramón Areces
- Hull, J. (2011). *"Fichas técnicas de Inversores A/C"*. México: Pearson
- Nogales, A. (2014). *"Regulador de carga solar"*. España. Editorial ESIC.
- Rosendo, V. (2018). *"Energías renovables una apuesta de futuro"*. España. Editorial ESIC.
- HORN, M., (2001), *Experiencias de electrificación fotovoltaica en el Perú* en Memorias del Seminario Identificación.
- Francisco, A. (1985) *"Energía solar: diseño y dimensionamiento de instalaciones"*. Editorial del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba. Mexico.
- García, A. (2015) *"Alimentación de vivienda aislada mediante paneles fotovoltaicos"*. Escuela Universitaria Politécnica de Albacete. Madrid.
- Merino, L. (2006). *Las energías renovables*. Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.
- Renovables, A. d. (2009). *Asociacion de empresas de energias renovables . Obtenido de asociacion de empresas de energias renovables*. Recuperado de: http://www.appa.es/09fotovoltaica/09que_es.php

- Méndez J & Cuervo, R. (2008). *Distribución eléctrica Energía solar fotovoltaica*. Madrid: Edición Confemetal.
- García, H., & Corredor, A. (2013). *Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales* en Colombia.

ANEXOS

ENTREVISTA DIRIGIDO AL BENEFIAIRIO DE ESTA DONACION

Objetivo

Fundamentar el uso del sistema solar fotovoltaico para el beneficio de un hogar.

1. ¿La energía solar funciona cuando está nublado o no?
2. ¿Cómo deben estar unidas las placas solares a mi techo o tejado?
3. ¿Se deben estar limpiando las placas solares constantemente?
4. ¿Me conviene combinar la energía solar con la energía eólica?
5. ¿Es fácil o complicado instalar un kit solar?
6. ¿Es una buena idea el riego mediante bombas solares para mis tierras de cultivo?
7. ¿Qué piensa sobre la energía fotovoltaica?
8. ¿Usted cree que la energía fotovoltaica es beneficiosa para el medio ambiente?
9. ¿Qué operaciones básicas debe realizar usted como mantenimiento del sistema?
10. ¿Se siente satisfecho con el kit solar que cuenta usted en estos momentos?
¿Satisface sus necesidades?

**FICHA PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE
INVESTIGACIÓN
Par revisor**

INDICADORES	OBSERVACIONES: Colocar SI o NO y el argumento de verificación que permita la mejora.
1. ¿El instrumento tiene encabezado?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
2. ¿El instrumento solicita datos informativos?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
3. ¿El instrumento tiene escrito el objetivo que persigue?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
4. ¿El instrumento determina la o las variables a las que responderá?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
5. ¿El instrumento tiene las instrucciones claras para su aplicación?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
6. ¿El formato de preguntas es correcto en su orden, numeración...?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
7. ¿Las preguntas están formuladas con lenguaje sencillo?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
8. ¿Las preguntas formuladas son?	Comprendibles <input type="checkbox"/> Medianamente comprensibles <input type="checkbox"/> Confusas <input type="checkbox"/> Incomprensibles <input type="checkbox"/> Argumento:
9. ¿El tipo de preguntas (cerradas, abiertas o mixtas) permitirán las respuestas a la variable determinada?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
10. ¿El número de preguntas planteadas son suficientes?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:

11. ¿Las preguntas planteadas se relacionan con marco teórico previo?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
12. ¿El tiempo establecido para la aplicación del instrumento es suficiente?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
13. ¿El o los informantes seleccionados son los adecuados para el instrumento que se pretende aplicar?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
14. La formulación del instrumento en qué medida se relaciona con la matriz de operacionalización de variables.	Totalmente <input type="checkbox"/> Medianamente <input type="checkbox"/> No se relacionan <input type="checkbox"/> Argumento:
15. ¿El instrumento está listo para ser aplicado?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Argumento:
16. Señale los aspectos positivos del instrumento	
17. Emita las recomendaciones necesarias para mejorar el instrumento.	

REVISOR

Nombre, firma, fecha.