



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES PARA LA
FINCA “LA ESTANCIA EL CARMEN”, EN LA PROVINCIA DE
LOJA.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

JOSÉ WILSON BARRERA CÓRDOVA

DIRECTOR: ING. JORGE PATRICIO VEGA PEÑAFIEL

Santo Domingo, Junio 2019

© Universidad UTE. 2019

Reservados todos los derechos de reproducción


FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	2300348790
APELLIDO Y NOMBRES:	José Wilson Barrera Córdova
DIRECCIÓN:	Coop. Nuevo Camino sector el Madrigal
EMAIL:	josewilo_bc@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	02-2746264
TELÉFONO MÓVIL:	0969329842

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño de un sistema de generación de energía eléctrica a través de paneles solares para la finca “La Estancia el Carmen”, en la provincia de Loja.
AUTOR O AUTORES:	José Wilson Barrera Córdova
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	19 de junio de 2019
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Jorge Patricio Vega Peñafiel
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Electromecánico
RESUMEN: Mínimo 180 y máximo 250 palabras	La presente investigación se fundamentó como primer capítulo la recopilación de información referente a antecedentes, fundamentación teórica, investigaciones anteriores, relacionadas al diseño de un sistema de generación de energía eléctrica mediante paneles solares con aplicación en una finca ubicada en la provincia de Loja, fundamentándose en la problemática del no acceso de este recurso por su ubicación geográfica a la propiedad denominada “La Estancia el Carmen”, se planteó como objetivo de investigación diseñar un sistema de generación de energía eléctrica a través de paneles solares fotovoltaicos, y de esta surtir energía a todas sus instalaciones,

	<p>disminuyendo pérdidas y problemas ocasionados, mismo que ha significado retrasos en producción y el desarrollo de las actividades cotidianas de sus habitantes, los cuales detectaron la necesidad de adoptar formas alternativas a base de combustibles fósiles generando altos costos de inversión y daños al medio ambiente como el efecto invernadero. En su segundo capítulo se realizó el método de investigación de campo con base en un diseño experimental, a través del cual se elaboró un levantamiento de información proveniente de la propiedad para lograr recolectar datos concretos que se tomaron como referencia para calcular el diseño de forma experimental del sistema de generación de energía, a su vez se realizó un presupuesto referencial para su elaboración e implementación en el lugar de estudio, de esta forma se logró abastecer en su totalidad la cantidad de energía necesaria para realizar las actividades de producción y vivienda. Finalmente, en su tercer capítulo se especificó los resultados que para el caso de investigación se estableció como un emprendimiento favorable generando al día un promedio de 6236 watts utilizados para la vivienda y plantas de producción, concluyendo como viable para implementar en otros lugares, con un costo aproximado de \$ 3248,91 dólares siendo su vida útil estimada de 25 años.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Generación de energía, paneles solares, efecto invernadero, fotovoltaica, recurso eléctrico.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 
 JOSÉ WILSON BARRERA CÓRDOVA
 C.I. 2300348790

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **BARRERA CÓRDOVA JOSÉ WILSON**, CI 2300348790 autor del proyecto titulado: **Diseño de un sistema de generación de energía eléctrica a través de paneles solares para la finca “La Estancia el Carmen”, en la provincia de Loja** previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 19 de junio de 2019.



f: _____
BARRERA CÓRDOVA JOSÉ WILSON
C.I. 2300348790

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título “**Diseño de un sistema de generación de energía eléctrica a través de paneles solares para la finca “La Estancia el Carmen”, en la provincia de Loja.**”, para aspirar al título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** fue desarrollado por **BARRERA CÓRDOVA JOSÉ WILSON**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a la evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



Ing. Jorge Patricio Vega Peñafiel

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I.1711940807

Loja, 19 de junio de 2019

Yo, Dr.Yandrhy Patricio Chávez Córdova con cedula de identidad 1101996195 Propietario de la finca “La Estancia El Carmen”, estoy CONFORME con el trabajo realizado en mi finca denominado: DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES PARA LA FINCA “LA ESTANCIA EL CARMEN”, EN LA PROVINCIA DE LOJA, elaborado por el señor José Wilson Barrera Córdova, siendo de gran aporte para la finca obteniendo excelentes resultados en su aplicación.

El interesado puede hacer uso de la presente cómo mas lo crea conveniente, sin más que acotar me despido muy atentamente,



Dr.Yandrhy Patricio Chávez Córdova

CC. 1101996195

CEL: 0993297236

PROPIETARIO

DEDICATORIA

Dedico con satisfacción la culminación de mi carrera universitaria, mi esfuerzo y trabajo en primer lugar a dios, quien me ha dado la oportunidad de vivir y de cumplir cada una de las metas trazada y especialmente la dedico a mis padres que con abnegación, esfuerzo, y lucha constante supieron darme el apoyo necesario para culminar la labor emprendida.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento:

A la Universidad Tecnológica Equinoccial por haberme dado los conocimientos base para el desarrollo de mi vida profesional en un marco de disciplina, dedicación y responsabilidad.

A Dios por haberme permitido alcanzar la meta de ser una profesional, superando cada uno de los retos que la vida universitaria presenta en el camino para llegar a esta etapa de mi vida.

De manera especial a mis padres por ser en mi vida una guía y sobre todo el apoyo que día a día me impulsaron a cumplir con todas las metas propuestas.

A mis profesores que han sido una luz en mi conocimiento y aprendizaje, ya que con su experiencia me han dado las herramientas para desarrollarme en mi vida profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. MARCO TEÓRICO	10
1.1.1. ENERGÍA.	10
1.1.2. ENERGÍA RENOVABLE	11
1.1.3. ENERGÍA SOLAR.	12
1.1.4. GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.	13
1.1.5. USO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.	14
1.1.6. PANEL SOLAR.	15
1.1.7. TIPOS DE PANELES SOLARES.	16
1.1.7.1. Paneles solares monocristalinos.	16
1.1.7.2. Paneles solares policristalinos.	17
2. METODOLOGÍA	19
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL	20
2.1.2. MÉTODO ANALÍTICO	20
2.2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO	21
2.3. CONSUMO DE ENERGÍA	22
2.3.1. DETERMINACIÓN DE CARGA.	22
2.3.2. UTILIZACIÓN DE ENERGÍA DIARIA.	23
2.4. RADIACION DEL SOL.	23
2.5. DIMENSIÓN DE SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICO	24
2.5.1. NÚMERO DE PANELES SOLARES REQUERIDOS	24
2.5.2. DIMENSIÓN DE BATERÍAS.	29
2.5.3. REGULADOR.	29
2.5.4. INVERSOR.	30
2.5.5. DETERMINACIÓN DE CONDUCTORES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	30
2.5.6. DETERMINACIÓN DEL CONDUCTOR	30
2.6. DETERMINACIÓN DE COSTOS	31
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1. DETERMINACIÓN DE CARGA	32
3.2. EVALUACIÓN DE RADIACIÓN SOLAR.	33
3.3. DETERMINACIÓN DE PANELES SOLARES.	33
3.4. DETERMINACIÓN DEL REGULADOR.	40
3.5. DETERMINACIÓN DE BATERIAS.	40

3.6.DETERMINACIÓN DEL INVERSOR.	41
3.7.DETERMINACIÓN DEL CONDUCTOR.	41
3.8.DETERMINACIÓN DE COSTOS	43
3.8.1. COSTO DIRECTO	43
3.8.2. COSTO INDIRECTO	44
3.8.3. COSTO TOTAL	44
3.9.ANÁLISIS DE RESULTADOS.	45
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	46
4.1.CONCLUSIONES	46
4.2.RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1	Ventajas y desventajas de paneles monocristalinos	17
Tabla 2	Ventajas y desventajas de paneles policristalinos.	18
Tabla 3	Datos de equipos.	23
Tabla 4	Datos de potencia nominal diarios.	32
Tabla 5	Datos de radiación solar en Paletillas.	33
Tabla 6	Datos de Radiación solar y energía mensual	34
Tabla 7	Especificaciones técnicas de los conductores.	42
Tabla 8.	Costos directos	43
Tabla 9.	Costo indirecto	44
Tabla 10.	Costo total del proyecto	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1 Energía Solar Fotovoltaica	13
Figura 2 Uso electricidad fotovoltaica	14
Figura 3 Panel Solar Policristalino.	21
Figura 4 Ubicación Geográfica de la Finca “La Estancia el Carmen”.	22

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1 PANEL SOLAR BENQ SUNFORTE PM096B00-330 W	55
ANEXO 2 BATERÍA DE GEL PARA PANELES SOLARES MARCA LIFEPO4 48V 400AH	55
ANEXO 3 FOCO LED ALTA POTENCIA 5W -9W	56
ANEXO 4 REGULADOR CONTROLADOR SOLAR PWM 80 AMP	56
ANEXO 5 INVERSOR DE POTENCIA SOLAR DE 6000 W 12 V	57
ANEXO 6 BOBINA DE CABLE 250MTS	57
ANEXO 7 FINCA "ESTANCIA EL CARMEN"	58
ANEXO 8 GALPÓN DE CERDOS	58
ANEXO 9 GALPÓN DE POLLOS	59
ANEXO 10 REPORTE SOFTWARE PV SIST 6.7.9. PALETILLAS	59
ANEXO 11 PLANO FINCA LA ESTANCIA EL CARMEN	60
ANEXO 12 PLANO DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	61

RESUMEN

La presente investigación se fundamentó como primer capítulo la recopilación de información referente a antecedentes, fundamentación teórica, investigaciones anteriores, relacionadas al diseño de un sistema de generación de energía eléctrica mediante paneles solares con aplicación en una finca ubicada en la provincia de Loja, fundamentándose en la problemática del no acceso de este recurso por su ubicación geográfica a la propiedad denominada “La Estancia el Carmen”, se planteó como objetivo de investigación diseñar un sistema de generación de energía eléctrica a través de paneles solares fotovoltaicos, y de esta surtir energía a todas sus instalaciones, disminuyendo pérdidas y problemas ocasionados, mismo que ha significado retrasos en producción y el desarrollo de las actividades cotidianas de sus habitantes, los cuales detectaron la necesidad de adoptar formas alternativas a base de combustibles fósiles generando altos costos de inversión y daños al medio ambiente como el efecto invernadero. En su segundo capítulo se realizó el método de investigación de campo con base en un diseño experimental, a través del cual se elaboró un levantamiento de información proveniente de la propiedad para lograr recolectar datos concretos que se tomaron como referencia para calcular el diseño de forma experimental del sistema de generación de energía, a su vez se realizó un presupuesto referencial para su elaboración e implementación en el lugar de estudio, de esta forma se logró abastecer en su totalidad la cantidad de energía necesaria para realizar las actividades de producción y vivienda. Finalmente, en su tercer capítulo se especificó los resultados que para el caso de investigación se estableció como un emprendimiento favorable generando al día un promedio de 6264 watts utilizados para la vivienda y plantas de producción, concluyendo como viable para implementar en otros lugares, con un costo aproximado de \$ 5.082 dólares siendo su vida útil estimada de 25 años.

Palabras Clave:

Generación de energía, paneles solares, efecto invernadero, fotovoltaica, recurso eléctrico.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos la energía alternativa se ha encontrado en la cotidianidad de los seres humanos, de acuerdo con (Ardila, 2013) las energías alternativas son totalmente gratuitas, son energías limpias y protectoras del medio ambiente. A lo largo de la existencia de la vida humana y a partir del aumento de la población, conforme con (Forero, Energías Renovables, 2015) la demanda energética global se ha acrecentado, provocando de este modo una excesiva movilización por suplirla, de una manera rápida y accesible, lo que ha llevado a hacer uso de forma inconsciente insumos nocivos como el combustible fósil.

Se puede definir por medio de (Herrera, 2011) a la energía como una magnitud física que se encuentra asociado con la capacidad que tiene los cuerpos para producir un trabajo automático, emitir luz, concebir calor, entre otras. Para lograr obtener energía se tendrá que partir de un cuerpo que la tenga y pueda generarse una transformación; a estos cuerpos se les llama fuentes de energía.

A su vez a través de (Quintela, 2012) se enuncia que la energía, a la magnitud física que se puede transformar en trabajo, o de forma más simple, aquella capacidad de transformar una propiedad en trabajo. La primera definición hace referencia a que esta no es más que una magnitud física, de manera precisa; por ende, quizá sea más adecuado el uso del segundo concepto. Sin embargo, ambas definiciones hacen referencia únicamente a la energía, ya que solo la energía se puede transformar en trabajo.

Según (Cardona J. , 2013) el hombre ha aprovechado y se ha valido de diferentes recursos para utilizarlos en su día a día, tal es el caso de la energía eléctrica que hoy día representa un rol importante en el desarrollo de la población general, teniendo acceso diferentes aspectos de la sociedad, como la educación, entretenimiento, entro otros, lo cual genera un mayor nivel de consumo de energía. Es necesario tener presente, que la energía eléctrica debe ser concebida, transportada, dividida, medida y registrada, por medio de entidades altamente especialistas en este campo, para de este modo llevar un control de dicho recurso.

Existe una primera clasificación, en cuanto a origen y duración de las energías nos lleva a considerar dos grandes grupos, los cuales han sido descritos por (Berrozpe, 2015) como los siguientes:

- a) Energías Renovables: Aquellas que provienen de fuentes naturales ilimitados en una escala humana de tiempo, bien por su alto

contenido energético o por su rápida reproducción. Tienen un impacto natural considerado nulo y siempre transformable.

- b) Energías no Renovables: Se consideran así a todo el resto de energías, que se encuentran disponibles en la actualidad, cuyo tiempo de regeneración es alto en la escala de tiempo estimado.

Con base en lo indicado por (Porrás, 2013), se puede decir en la sociedad actual desde localidades laborales como viviendas cuentan con dispositivos y aparatos que requieren de energía eléctrica para accionar su funcionamiento, por lo que en ocasiones se evidencia una demanda alta y niveles descontrolados de desperdicio, cuando se presenta una cantidad excesiva de dichos elementos, esto afecta manera amplia al sector rural y a los estratos de bajos recursos, ya que las tarifas subsidiadas han incrementado los costos, pagando así por la demanda de consumo que es concebida por otros sectores, los cuales no se preocupan por los altos costos que se pueden generar en el pago del servicio de energía eléctrica.

Si bien es cierto la principal fuente de energía renovable o también denominada como energía alternativa es el Sol. De acuerdo con (Redondo, 2015) el Sol envía a la Tierra energía radiante, es decir, luz visible, radiación infrarroja y un poco de ultravioleta. No obstante, en la atmosfera se cambia en diversos efectos, donde algunos de estos tienen importancia como recurso energético, se puede ejemplificar con la energía eólica y la energía de biomasa, donde radica la diferencia de temperaturas oceánicas y la energía de las olas.

Acorde a (Forero, Energía solar fotovoltaica, 2017) la energía solar fotovoltaica se utiliza para accionar lámparas eléctricas, radios, televisores y otros aparatos electrodomésticos que requieran de bajos niveles de electricidad. Las energías limpias o renovables, presentan las siguientes ventajas:

- Favorecen al cuidado del medio ambiente.
- Impide emisiones de CO² al entorno.
- Aumenta la independencia energética.
- Puede ser generada por cualquier persona o empresa.
- Producción de energía de manera espaciada.
- Perfeccionamiento de la calidad del servicio eléctrico.
- Comprime el consumo de combustibles.

A través del aporte realizado por (Romero, 2015) se tiene que energía solar se ha aprovechado desde tiempos remotos por la humanidad, tal es el caso

de Arquímedes, quien según la historia en el 212 A.C., pudo quemar un conjunto de naves romanas acumulando el calor solar encima de ellas por medio de espejos, y Leonardo da Vinci realizó un diseño de un espejo parabólico para centralizar la energía solar, proyecto que no pudo ser culminado.

A partir del siglo XIX, en la arquitectura se han realizado adaptaciones diferentes a través de la energía solar adaptando fachadas y techos de forma conveniente para que el sol entre en la vivienda o edificación y mantenga en alta temperatura su interior, sobre todo en los días de invierno que aún se evidencia energía solar.

Tal es el caso de lo que enuncia (Rodríguez I. , 2015) con respecto a las viviendas del norte, si se quiere que la luz ingrese por las ventanas de la casa, las cuales deben estar orientadas hacia el sur, sureste o suroeste. De acuerdo (Lopez, 2014) todos los grupos sociales tienen diversas particularidades en común en todo el mundo y sus necesidades se han convertido en un problema para la población general, por lo que solucionarlo es una estrategia necesaria al nivel mundial. Los inconvenientes principales, por lo que toda la sociedad se ha visto destituida del suministro de energías son:

- Escasas fuentes recuperables para la producción de energía eléctrica.
- Elevados costos en cuanto a las líneas de transmisión, los cuales están sujetos a las líneas de distancia entre la generadora y la población, dichos montos no pueden cubrir la demanda ya que es reducida en comparación con la inversión.

La producción de electricidad acorde a (Gutierrez, 2012) se puede desarrollar mediante fuentes alternativas, este es un punto fundamental en el progreso energético sostenible a nivel mundial, ya que su utilización puede asegurar el suministro de energía a mediano y largo plazo en contextos medioambientales que sean aceptables sin debilitación de los recursos para generaciones futuras.

El efecto fotovoltaico tiene su origen en 1839 (Barberá, 2012) descubierto por el físico francés Edmond Becquerel, al observar que ciertos materiales generaban pequeñas cantidades de electricidad al ser expuestos a la luz. El efecto fotovoltaico es definido por (Hernandez, 2016) como la base del proceso a través del cual una célula fotovoltaica que transforma la luz solar en energía eléctrica. La luz solar se encuentra conformada por fotones, o partículas energéticas, estos fotones son de diversas energías, las cuales a las diferentes longitudes de onda del espectro solar.

Conforme a lo indicado por (Oviedo, 2012) el aprovechamiento de la energía solar para el abastecimiento de energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico, está constituido básicamente por un generador y un equipo de acondicionamiento electrónico, que es diferente, dependiendo si este opera en forma independiente o desconectada. El generador fotovoltaico está conformado por un conjunto de módulos conectados en serie y/o paralelo, dependiendo del tipo de carga para la cual se suministra el fluido eléctrico.

Los avances pronunciados con respecto a la energía fotovoltaica se encuentran en pleno apogeo, en cuanto a su implementación para la generación distribuida, debido a que, de usar una fuente primaria de energía ilimitada, se facilita la instalación y se necesita de un mantenimiento mínimo. (Patiño, 2012) enuncia que otro aspecto que caracteriza la tecnología fotovoltaica es la habilidad con la que se integra a la red eléctrica, por ende, en los lugares en los que se acoja pueden convertirse en sitios energéticamente independientes que entregan electricidad a la red en lugar de consumirse.

Por consiguiente, (Tello, 2014) enfatiza que el suministro eléctrico está expuesto a la ocurrencia de diversos eventos que originan dificultades en el sistema eléctrico, reflejándose en cortaduras de energía. Debido a la alta demanda en el sistema eléctrico, se muestra a la energía solar como una de las factibles soluciones a dicho problema, ya que puede funcionar como respaldo si en el sitio afectado por la falla operan equipos a los cuales se les debe garantizar un suministro de energía constante por la importancia de las funciones que desarrollan.

Para la generación de electricidad es necesario utilizar dispositivos conocidos como paneles solares fotovoltaicos, (Ortiz V. , 2015) acota que estos convierten la luz que proviene directamente del sol en electricidad que serán almacenados utilizando medios de almacenamiento tales como las baterías eléctricas, para ser utilizada en la noche y los días nublados. Estas condiciones se convierten en limitantes para la energía solar; se podría considerar la energía solar como la principal fuente de energías renovables y debido a su inagotable uso posee un potencial para proveer de energía limpia.

Para la transformación de energía solar en electricidad, se requiere de un panel solar o modulo fotovoltaico, lo que se define por (Santos A. , 2017) como paneles de silicio que transforman la energía solar en energía eléctrica. Los paneles solares tienen una vida útil más de 25 años y son modulares, se pueden incrementar según la necesidad.

Según (Díaz, 2017) cada panel está conformado por un conjunto de células, conectadas de forma eléctrica, envueltas y ajustadas encima de una estructura de soporte. En su salida de conexión proporciona una tensión continua, que está planteada para elementos de valor concretos de (6V, 12V, 24V). De esta forma se determina el nivel de tensión que va a trabajar el sistema.

Los paneles solares acorde con lo indicado por (Roitman, 2015) generan energía eléctrica conforme a su tamaño, poder y cuánta radiación solar reciban. Los disponibles para uso hogareño y comercial tienen una eficiencia menor al 20 por ciento, lo que significa que menos del 20 por ciento de la energía del sol captada por el panel solar es absorbida y convertida en electricidad.

Según (Aranguru, 2015) la potencia que se puede conseguir con un panel solar y la energía que entrega, son dos puntos totalmente diferentes. Un panel se encuentra calificado como de 180 W, entonces podrá rendir hasta ese nivel dependiendo de las condiciones de acuerdo a las características con las que cuente el panel.

En los últimos años se ha hecho mención de energía solar como método de conversión a electricidad, lo que se conoce como método fotovoltaico; todo sistema solar fotovoltaico está compuesto por paneles solares, acumuladores, regulador de carga, inversor, convertidor y controlador para conexión a red eléctrica y resistencias de pérdidas, esto acorde a lo aportado por (Santos D. , 2015). El diseño de un sistema fotovoltaico se basa en encontrar el ángulo de corriente óptimo de los centros fotovoltaicos, el área del conjunto de módulos, la capacidad de las baterías que mejor se adecuen a la demanda eléctrica y la distribución de radiación solar en el sitio.

Los sistemas fotovoltaicos o modelos solares fotovoltaicos (también conocidos como paneles solares, a pesar de que esta denominación comprende otros dispositivos) acorde a lo aportado por (Mc Graw, 2015) estos se encuentran conformados por un número de celdas por medio de las cuales se desarrollaría electricidad que parte de ellos. El parámetro general para medir y catalogar su potencia es conocido como potencia pico, y pertenece a la potencia mayor que el módulo puede conceder en base a condiciones previamente determinadas, donde se tiene las siguientes:

- La radiación es de 1000 W/m².
- La temperatura de módulo es de 25° C.

En el mercado actual se pueden encontrar una gran cantidad y variedad de módulos fotovoltaicos, por medio de (Ocampo, 2016) se tiene que pueden ser de diferentes tamaños y formas en forma de placa, de varios materiales como de teja o de ventana; contando con marco o sin él; con soporte mecánico o sin agarre. Es por la gran variedad de paneles que las ofertas en el mercado son tan amplias. Las instalaciones fotovoltaicas se ven caracterizadas por los siguientes aspectos:

- Su simplicidad y fácil instalación.
- Ser modulares.
- Tener una larga duración.
- No requerir mucho mantenimiento.
- Tener una elevada fiabilidad.
- No producir ningún tipo de contaminación ambiental.
- Tener un funcionamiento totalmente silencioso.

De acuerdo con (Baez, 2016) se puede conocer que el mayor beneficio que se obtiene con el uso de la energía fotovoltaica reside en el costo, que es menor en cuanto al mantenimiento y operación que esta tiene, motivo por el cual el único gasto alto de esta innovación se ve al momento de realizar la compra e instalar los equipos y en caso de hacer uso de baterías la sustitución de las mismas se realiza cada 5 años, no obstante, es necesario destacar que la vida útil de estos paneles solares es de 25 a 30 años.

Para (Chicaiza J. , 2018) el sector energético ecuatoriano es una de la más significativa de las actividades económicas del país. No obstante, y a pesar de esta importancia, resulta muy difícil encontrar trabajos o publicaciones, que sobre base empírica y con un manejo apropiado de los aspectos técnicos, proporcionen una información global sobre el tema.

Acorde con (Espinoza, 2018) Ecuador, posee condiciones favorables para su aplicación en materia eléctrica renovable, lo cual se traduce en la recepción de una mayor y constante cantidad de radiación solar, misma que varía dentro del territorio nacional únicamente por condiciones climatológicas locales y que varían además de acuerdo a la cercanía o lejanía del Sol

Según (Quisaguano, 2018) el desarrollo energético a través de los recursos renovables, fortalecerá el nivel de generación de energía y aumentará el porcentaje de viviendas con servicios eléctricos. Asimismo, la expansión del sistema de generación desarrollo e innovación tecnológica, lo que dotará de fuentes de trabajo a la comunidad y traerá beneficios económicos al país.

El desarrollo energético ecuatoriano a través de los recursos renovables, fortalecerá el nivel de generación de energía y aumentará el porcentaje de viviendas con servicios eléctricos. Además de esto, de acuerdo con (Hernandez, 2018) es necesaria que se lleve a cabo la expansión del sistema de generación desarrollo e innovación tecnológica, lo que dotará de fuentes de trabajo a la comunidad y traerá beneficios económicos al país.

En los últimos años la matriz energética se modificó en el Ecuador, todo esto se dio con la construcción de nuevas centrales energéticas, en este proceso implica el estudio de los efectos que se generan en la transportación de energía. (Ortiz, 2015) Asevera que por primera vez las líneas de transmisión en el Ecuador están construidas a un rango de voltaje de 500v, mismas que sueltan la energía producida en la más importante y grande central hidroeléctrica del país Coca Codo Sinclair.

El aumento en el consumo de energía eléctrica ha sido cubierto por centrales de mayor potencia entre ellas la mencionada anteriormente y redes de transporte de energía de tensiones cada vez más altas. Este aspecto, que las LT ocupan un lugar importante dentro de este tipo de contaminación, así como la toma de conciencia respecto de preservar el medio ambiente, ha hecho incrementar la preocupación por la contaminación eléctrica, ya tanto por los territorios afectados y las magnitudes de estas. (Ortiz L. , 2014) .

Conforme a (Alcivar, 2016) Ecuador, como parte del Convenio Mecanismo de Desarrollo con las Naciones Unidas, se encuentra bajo compromiso a reforestar, promover el uso de fuentes renovables de energía y darle promoción aquellos equipos ahorradores de energía, como campaña de ahorro de dicho recurso ineludible.

La Autoridad Nacional Designada-MDL se creó mediante Resolución Ministerial 015, la cual tiene el Registro Oficial N° 86 con fecha de mayo del 2003. La firma de este convenio de acuerdo (Aviles, 2014) representa un compromiso amplio con una visión futurista que satisficiera de beneficios a las generaciones presentes y futuras con respecto a los cuidados del medio ambiente por el dominante índice de contaminación que existe en el entorno, y es la motivo de la elección de una alternativa de servicio e implementación de apoyo al medio ambiente.

A su vez el autor (Matés Crespo, 2015) complementa, que, en el Ecuador por su ubicación geográfica y a la pluralidad de alturas determinada por la cordillera de los Andes, presenta cambios notables en el clima a breves distancias con diferentes tipos de humedad y temperatura. Condiciones que

son inesperadas y que favorecen al deterioro y corrosión de las líneas de red eléctrica.

El fundamento y la estructura de esta investigación es de forma experimental con base en un diseño de un sistema de generación de energía eléctrica mediante paneles solares con aplicación en una finca ubicada en la provincia de Loja, fundamentándose en la problemática del no acceso de este recurso por su ubicación geográfica a la propiedad denominada “La Estancia el Carmen”.

Dicha investigación se llevara a cabo una propuesta como objetivo de investigación diseñar un sistema de generación de energía eléctrica a través de paneles solares, de esta forma se proporcionó energía a todas sus instalaciones, disminuyendo perdidas y problemas ocasionados por la falta de este recurso, mismo que ha significado retrasos en la producción y el desarrollo de las actividades cotidianas de sus habitantes, que vieron la necesidad de adoptar formas alternativas a base de combustibles fósiles generando altos costos económicos y daños al medio ambiente como el efecto invernadero.

Dentro de los objetivos específicos de la presente investigación se pueden desglosar los siguientes:

- Determinar la situación en cuanto a la energía eléctrica en la Finca “La Estancia el Carmen”, en la Provincia de Loja.
- Implementar método de paneles solares fotovoltaicos para generar energía eléctrica.
- Precisar beneficios de la aplicación de paneles solares para la transformación de energía eléctrica en la Finca “La Estancia el Carmen”, en la Provincia de Loja.

En el presente trabajo de titulación se desarrolló un método de investigación experimental considerando el trabajo de investigación de campo en base al comportamiento respecto a la utilización de paneles solares como mecanismo para surtirse de su energía y transformarla en electricidad y de esta manera fortalecer la productividad de la finca, y así registrar su transmisión eléctrica, de forma que se atenúen los aspectos en el ámbito social, económico y ambiental.

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. ENERGIA.

Se puede a través de (Quintela, 2012) como energía a la magnitud física que se puede transformar en trabajo, o, de manera más simple, aquella capacidad de transformar una propiedad en trabajo. La primera hace referencia a que esta no es más que una magnitud física, de manera precisa; por ende, quizá se exalte el uso del segundo concepto. Sin embargo, ambas definiciones distinguen exclusivamente a la energía, debido a que solo la energía se puede transformar en trabajo.

Por lo tanto, (Gonzalez, 2013) acota que durante el proceso la energía va perdiendo su capacidad de transmitirse en forma de trabajo (es decir sino es constante se degrada). Como la energía descendida no se puede utilizar nuevamente para llevar a cabo trabajo, es que se llega a la idea que la definición de energía como “capacidad de hacer trabajo” no es totalmente general. Asimismo, se evidencian otros conceptos de energía, tal como la energía es una medida del movimiento”, introducida por los filósofos materialistas del siglo XIX, entran en contradicción con los textos contemporáneos de física, donde es posible encontrar energías descubiertas posteriormente que no están asociadas al movimiento.

Con base en (Mulato, 2015) se tiene que esto dependerá de las condiciones de todos los medios físicos, y el desarrollo de la vida de la población en sus diversos procesos, a través del cumplimiento de la transformación, utilización, almacenamiento y transmisión de energía eléctrica en todas sus formas.

Lo antes mencionado se puede representar como energía potencial, es decir, energía almacenada, así como energía motriz, donde estas se pueden transformar pasando por un proceso, en este caso se puede decir que, la energía potencial que es liberada y esta pasa a convertirse en energía cinética, y al momento de esta ser almacenada pasa a transformarse en energía potencial. Dicha energía no puede ser modificada bajo ningún aspecto, sólo se puede transformar de una manera a otra, tal y como es explicado en la Primera Ley de la Termodinámica.

Según su origen, (Ortiz D. V., 2014) las clasifica en:

- Energía química: es aquella que se encuentra comprendida en los compuestos químicos y que, por medio de diferentes procesos, es totalmente susceptible de ser redimida.

- Energía nuclear: puede ser localizada en las sustancias atómicas y es liberada por medio de los procesos de modificación a nivel nuclear. La cual también es conceptualizada como energía atómica.
- Energía eléctrica: este tipo de energía es manifestada como consecuencia del movimiento de electrones englobando al conductor.
- Energía mecánica: se conoce, así como aquella formada por la materia en movimiento.
- Energía radiante: este tipo de energía se encuentra en los diferentes tipos de radiación electromagnética.

Para (Guevara, 2016) este tipo de energías son inconvertibles, y para representación de ello se tiene la conversión de:

- Transformación de energía nuclear en energía eléctrica, la cual es generada en las centrales nucleares.
- Conversión de energía química en energía mecánica, la cual se produce en motores de combustión.
- Traspaso de energía eléctrica en energía radiante, es decir, luz y calor, la cual se produce en las lámparas.

1.1.2. ENERGÍA RENOVABLE

Con referencia a (Torres, 2014) se puede denominar como energía renovable a aquella cuya propiedad puede ser utilizada en diferentes ocasiones sin el inconveniente de que se pueda terminar en algún momento determinado y su uso no perjudique al medio ambiente, estas proporcionan una doble cualidad, por estar disponibles de forma indefinida y además no afectan sobre el medio ambiente. Se caracteriza principalmente por ser significativamente ecológicas y contribuyendo con el cuidado del medio ambiente, cabe destacar que en gran medida es mucho menos costosa.

Las energías renovables, según lo considerado por (Díaz Narváez, 2010) en el transcurso de esta última década, se ha incrementado el auge de participación en la concientización energética de una manera más considerable debido a que cumplen en cierta manera política de sostenibilidad citada anteriormente.

Este tipo de fuentes de energía son ayudantes de la conservación del medio ambiente, acorde a (Diez Cardona, 2007) esto no representa que no sea nocivo para el entorno ambiental, pero dichos efectos nocivos son minúsculos, si se realiza la comparación con los daños ambientales que aguanta el uso de las yacimientos de energía convencionales (combustible).

Dentro de las primeras aplicaciones de estas energías renovables (Cardona J. C., 2013) menciona de manera principal al transporte, teniendo como su ejemplo base la navegación a vela, para lo cual se utiliza la energía eólica que esté presente en una marea la cual admitía el impulso de embarcaciones a vela. Subsiguientemente, otro espectro de innovación que surgió fueron los molinos a base de vientos y los molinos de agua en los que se registraban los primeros asientos en la producción de energía hídrica. A su vez, se fueron dando avances en el área de la ingeniería, que buscaban situar las edificaciones de una forma estratégica para recibir el beneficio de la energía solar durante el día.

Al investigar de manera profunda en cada una de las energías renovables de acuerdo con (Markvart, 2001) se deriva que uno de los primordiales tipos de energía que parten de la luz solar es la energía solar fotovoltaica, cuyo efecto fue presenciado y dado a conocer en el año 1839, gracias a las investigaciones y aportes dadas por francés Alexandre Edmon en cuanto a la energía solar.

1.1.3. ENERGÍA SOLAR.

Se puede conceptualizar como energía solar a aquella energía de radiación que se puede obtener a través del aprovechamiento de la radiación electromagnética originario del Sol. Como consecuencia de reacciones nucleares de fusión, y que llega a la Tierra (en forma infrarroja, luz visible y ultravioleta). Conforman a (Gacitúa, 2011) la intensidad de la radiación solar en el filo de la atmósfera denominada como constante solar, y su valor medio es 700W/m^2 , pero debido a la absorción y a la dispersión de la radiación al interactuar los fotones con la atmósfera, determina una intensidad real disponible menor que incide en la superficie terrestre

Con base en lo expuesto por (Rodríguez R. M., 2015) se puede enunciar que el Sol es la fuente origen de gran parte de las energías que tenemos disponibles en la actualidad. Toda la radiación que proviene del Sol, sólo una cantidad inferior es percibida por la superficie de la Tierra y aun así la cantidad de energía que se atrae es de 1.559.280 TWh en un periodo anual, siendo ésta consumida más de 10.000 veces actualmente que en todo el planeta en este mismo periodo de tiempo.

De acuerdo con (González, 2016) nada más el 30% de la cantidad mencionada anteriormente es reflejada en el espacio y no llega a ser percibida en la superficie terrestre, el 50% se absorbe, de esta manera se

calienta la superficie terrestre, irradiando nuevamente al espacio. El 20% que resta se presta para alimentar el ciclo hidrológico donde se evapora el agua (19,76%), ocasiona los vientos (0,18%), una parte de ese viento es transmitido a la superficie de las aguas formando las olas y el resto (0,06%) alimenta los mecanismos de fotosíntesis de los que dependen todos los combustibles fósiles, los cuales constituyen una pequeñísima proporción de este porcentaje

1.1.4. GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.

La energía fotovoltaica se conceptualiza por medio de (Hernández, 2016) como una tecnología que produce corriente continua a través de semiconductores cuando estos son iluminados por un grupo de fotones, se genera potencia eléctrica mientras la luz incide sobre una célula solar, que es el nombre dado al elemento fotovoltaico individual; cuando la luz se extingue, la electricidad se dispersa.

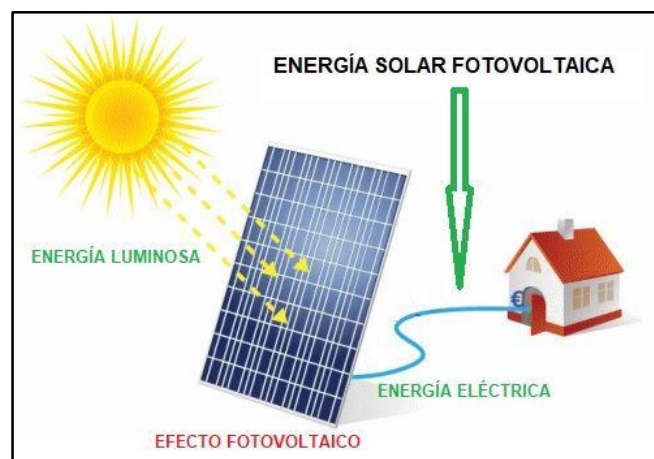


Figura 1 Energía Solar Fotovoltaica
(Oscar Perpiñán Lamigueiro, 2015)

Las células solares no necesitan ser cargadas como las baterías, desde hace alrededor 30 años vienen operando las células solares, a través del espacio. A su vez (Bes, 2015) enfatiza la energía solar fotovoltaica es una fuente de energía reversible. Comúnmente el uso de la energía solar fotovoltaica se ha desarrollado con base en aplicaciones que van separadas de la red eléctrica, desde hace varias décadas se han venido realizando adaptaciones de este tipo de tecnologías que giran en torno a la colectividad urbana, de este modo facilitando su difusión y desarrollo.

(ASIF, 2017) resalta que es considerado obligatorio tener en consideración que la generación eléctrica fotovoltaica es la única capaz de producir a través de un sistema renovable, energía eléctrica allí donde se consume, para así

reducir el rebose de las redes y reduciendo la pérdida en la transferencia de electricidad.

1.1.5. USO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Las células solares fotovoltaicas que se encuentran comprendidas en los paneles solares, ya habían sido objeto de experimento en cuanto a la producción de electricidad en los primeros satélites espaciales. Conforme con (Peralta, 2016) en la actualidad se perfilan como la solución terminante a la dificultad de la electrificación rural, con diversas ventajas sobre otras energías alternativas, pues al carecer los paneles de partes móviles, resultan totalmente inalterables al paso del tiempo, no contaminan ni producen ningún ruido en absoluto, no consumen combustible y no necesitan mantenimiento continuo.



Figura 2 Uso electricidad fotovoltaica
(José Palomero, 2014)

La electricidad fotovoltaica generada conforme a (Cuéter, 2012), a su vez puede ser implantada a una red de distribución eléctrica, consiguiendo una buena inversión económica, bien sea a través de su consumo propio o mediante su venta, debido a que cada vez son más los países que benefician a los pequeños y a los grandes creadores de electricidad fotovoltaica, por el beneficio que este genera para el cuidado del medio ambiente. Asimismo, dichos sistemas, a pesar de su menor rendimiento, pueden funcionar también en días nublados, debido a que atraen la luz que se filtra por medio de las nubes, a través del paso de baja intensidad la radiación solar.

Por consiguiente, si se consigue que disminuya el precio de los módulos solares se potenciaría, su fabricación a gran escala, por ello es muy probable que, para la tercera década del siglo una buena parte de la energía eléctrica consumida en los países ricos en sol tenga su origen en la conversión fotovoltaica.

La energía solar puede ser perfectamente complementada con otras energías convencionales, para evitar la necesidad de grandes y costosos sistemas de acumulación. Así, un edificio bien aislado puede disponer de agua caliente y calefacción solar, con el apoyo de un sistema convencional a gas o eléctrico que únicamente funcionaría en los periodos de baja radiación solar.

Según (Neira, 2016) en algunos países las compañías eléctricas están obligadas por ley a comprar la electricidad de origen fotovoltaico a tarifas mucho más altas que las de venta. De esta manera la energía captada se vende directamente a la red eléctrica a una tarifa alta, mientras se efectúa un consumo normal de la red a una tarifa baja. Así al ingreso obtenido por la venta de la energía se le resta el gasto por consumo de la misma red, quedando siempre un saldo positivo. Se consigue una amortización de la instalación en pocos años, a partir de los cuales se genera un beneficio económico neto.

1.1.6. PANEL SOLAR.

Para (Rodríguez C. , 2014) un panel solar, también conocido como modulo fotovoltaico se puede definir como paneles o panchas hechas de silicio capaces de transformar la energía solar en energía eléctrica. Los paneles solares pueden llegar a tener una vida útil de más de 25 años y son modulares, se pueden adaptar acorde a la necesidad.

Se encuentra conformado por un grupo de células, que están conectadas eléctricamente, encapsuladas y ajustadas sobre una estructura de soporte o marco. Conforme a (Berrozpe, José Manuel Navarro, 2015) en la atmósfera externa del planeta Tierra se pueden encontrar radiaciones de 1400 W/m², de los cuales, aproximadamente unos 1000 W/m² son las que se pueden percibir en nuestra superficie, en un día disperso y sin disturbios meteorológicos.

Actualmente se dispone en el mercado de una amplia, variada y consolidada oferta de módulos fotovoltaicos o comúnmente llamados placas fotovoltaicas. La fabricación de las células originales básicas de silicio fotovoltaico, las llamadas obleas, está concentrada en pocos fabricantes.

Las características eléctricas del panel solar son:

- Potencia nominal o máxima (PMÁX): es también conocida como potencia pico del panel. Es el valor máximo de potencia que se puede

obtener del panel, y se obtiene del producto entre la tensión y la corriente de salida del panel.

- Tensión en circuito abierto (VOC): es el valor máximo de voltaje que se mediría en el panel o módulo si no hubiese paso de corriente entre los bornes del mismo (intensidad de 0 amperios).
- Intensidad de cortocircuito (ISC): es la máxima intensidad que se puede obtener del panel fotovoltaico (tensión de salida 0 V).
- Tensión en el punto de máxima potencia (VM o VMÁX): es el valor de la tensión en el punto de máxima potencia o potencia pico, que suele ser el 80% de la de vacío.
- Intensidad de corriente máxima (IM o IMÁX): es el valor de la corriente en el punto de máxima potencia o potencia pico. También se suele representar como IMP.

De acuerdo a lo indicado por (Marviva, 2016) el mecanismo base para un sistema para la transformación de energía solar en energía eléctrica es la implementación del sistema fotoeléctrico.

1.1.7. TIPOS DE PANELES SOLARES.

1.1.7.1. Paneles solares monocristalinos.

Por medio de (Daniel Santos, 2016) se puede definir a los paneles solares monocristalinos como placas compuestas de celdas solares de silicio monocristalino, estos se caracterizan por ser bastante fáciles de identificar debido al color y su aspecto determinado, el cual representa una alta pureza de materia. En estas placas de sistema fotovoltaico, las celdas monocristalinas son fabricadas por medio de elementos de silicio o ingots, de forma cilíndrica.

Por consiguiente, estos surgieron con el propósito de disminuir los costos de inversión para la creación de tramos fotovoltaicos monocristalinos y así aumentar su beneficio, las cuales se recortan los cuatro lados de las placas cilíndricas para hacer láminas de silicio. Una de las maneras más sencillas para diferenciar este tipo de panel solar monocristalino de uno policristalino, es que en el policristalino las celdas o ramos no cuentan con esquinas bordeadas y son en forma rectangular.

Tabla 1 Ventajas y desventajas de paneles monocristalinos

<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>
Tienen las mayores tasas de eficiencia puesto que se fabrican con silicio de alta pureza. La eficiencia en estos paneles está por encima del 15% y en algunas marcas supera el 21%.	Son más caros. Valorando el aspecto económico, para uso doméstico resulta más ventajoso usar paneles policristalinos o incluso de capa fina.
La vida útil de los paneles monocristalinos es más larga	Si el panel se cubre parcialmente por una sombra, suciedad o nieve, el circuito entero puede averiarse. Si decide poner paneles monocristalinos pero cree que pueden quedar sombreados en algún momento, lo mejores usar micro inversores solares en vez de inversores en cadena o centrales.
Suelen funcionar mejor que paneles policristalinos de similares características en condiciones de poca luz	El proceso Czochralski es el usado para la fabricación de silicio monocristalino. Como resultado, se obtienen bloques cilíndricos.

(Daniel Santos, 2016)

1.1.7.2. Paneles solares policristalinos.

Según (Chicaiza J. H., 2018) los primeros modelos de paneles solares policristalinos de silicio tienen su origen hacia el año 1890. Lo cual marca una amplia diferencia de los paneles monocristalinos, a su vez en su elaboración no se utiliza el mecanismo de Czochralski.

Las placas policristalinas con el propósito de optimizarlas atraviesan por un procedimiento exploratorio extenso, mediante el cual el silicio fundido se almacena dentro de un molde y se le deja reposar en él. Como las placas policristalinas son creadas por moldeo generan menores costos en cuanto a su producción, pero no llegan a ser tan eficientes como las planchas monocristalinas. El rendimiento de este tipo de paneles es menor, y esto se debe a ciertas imperfecciones en cuanto a la estructura cristalina, resultado del proceso de moldeo.

Tabla 2 Ventajas y desventajas de paneles policristalinos.

<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>
El proceso de fabricación de los paneles fotovoltaicos policristalinos es más simple, lo que redonda en menor precio.	Los paneles policristalinos suelen tener menor resistencia al calor que los monocristalinos. Esto significa que en altas temperaturas un panel policristalino funcionará peor que un monocristalino.
Se pierde mucho menos silicio en el proceso que en el monocristalino.	Mayor necesidad de espacio. Se necesita cubrir una superficie mayor con paneles policristalinos que con monocristalinos.

(Daniel Santos, 2016)

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se puede observar metodología descriptiva con un enfoque experimental de investigación, por cuanto se trata de una temática nueva en su totalidad, siendo así que se basa en el análisis de la información bibliográfica existente con la finalidad de dar una visión exacta al diseño de un sistema de generación de energía eléctrica mediante paneles solares con aplicación en una finca ubicada en la provincia de Loja, fundamentándose en la problemática del no acceso de este recurso

La investigación reunió las características metodológicas para ser considerada una investigación descriptiva, debido a que permitió obtener información de la problemática. Es necesario resaltar que los estudios descriptivos facilitarían la integración de medición de cada variable y objeto de análisis. En tal sentido (Arias , 2012) señala que:

“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”.

A su vez, dicha investigación fue llevada a cabo en un sitio determinado, por consiguiente el diseño de investigación a desarrollar es de campo, puesto que la obtención de datos se hace solamente de la realidad, acorde con (Martins, 2011) se puede decir que la investigación de campo consiste en la recolección de datos de manera directa a la realidad donde acontecen los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural.

La investigación es de campo, puesto que la obtención de datos se hace solamente de la realidad. Es así como la recolección de información se basó en comprobación en el escenario real donde ocurren los hechos estudiados. Desde ese mismo punto de vista, (Tamayo, 2001) es aquella que “se realiza con la presencia del investigador o científico en el lugar de ocurrencia del fenómeno” (p.130).

2.1.1. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Este estudio, está inmerso en la investigación exploratoria, porque cuanto se buscó la información pertinente para establecer la estructura y comportamiento del problema de estudio de acuerdo a sus características y todo lo pertinente a esta debido a un sistema de generación de energía eléctrica mediante paneles solares, así mismo se considera un tema poco explorado y reconocido en la actualidad, siendo así que se formula describir la situación sin explicar o predecir los resultados, como se constituye una visión aproximada del objeto de investigación.

Según lo descrito por (Arias, 2012), la investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido que ha sido poco estudiado en la anterioridad, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos. Así mismo el autor (Santa Paella y Feliberto Martins , 2010) , define: que el diseño experimental es aquel que el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno.

2.1.2. MÉTODO ANALÍTICO

Para el desarrollo del presente estudio, se han tocado varias fases con el propósito de consolidar un proyecto metodológicamente estructurado debido a que la misma sirve para reunir los datos necesarios buscando las mejores herramientas de investigación con el objeto de dar respuesta a las interrogantes anteriormente planteadas y analizas para plasmar la validez del proyecto de investigación.

Se hizo revisión de información bibliográfica de tipo científica asociada a trabajos realizados con anterioridad referentes a la temática a desarrollarse, para (Lopera Hechavarría, Ramírez Gómez, Zuluaga Aristizábal, & Ortiz Vanegas, 2010) el método analítico de estudio comprende la segmentación del tema principal, dividiéndose en partes para conocer de manera detallada las causas, su naturaleza y consecuencias.

2.2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Para el desarrollo del experimento se partió de los objetivos que rigieron la aplicación de la experimentación para la medición de las variables y su relación en cuanto al diseño de un sistema de generación de energía eléctrica mediante paneles solares en una finca ubicada en la provincia de Loja, la cual tiene una extensión de terreno de 50 hectáreas. Se partió del estudio metodológico fundamentado con leyes físicas e información relacionada con los sistemas fotovoltaicos, que hace que se estructure como una investigación de campo. Se hace la propuesta de uso de paneles solares policristalinos, debido a los bajos índices de descarga y vida útil de los mismos. En la Figura 3 se muestra el tipo de panel que se utilizará para llevar a cabo el trabajo de investigación.

Figura 3 Panel Solar Policristalino.

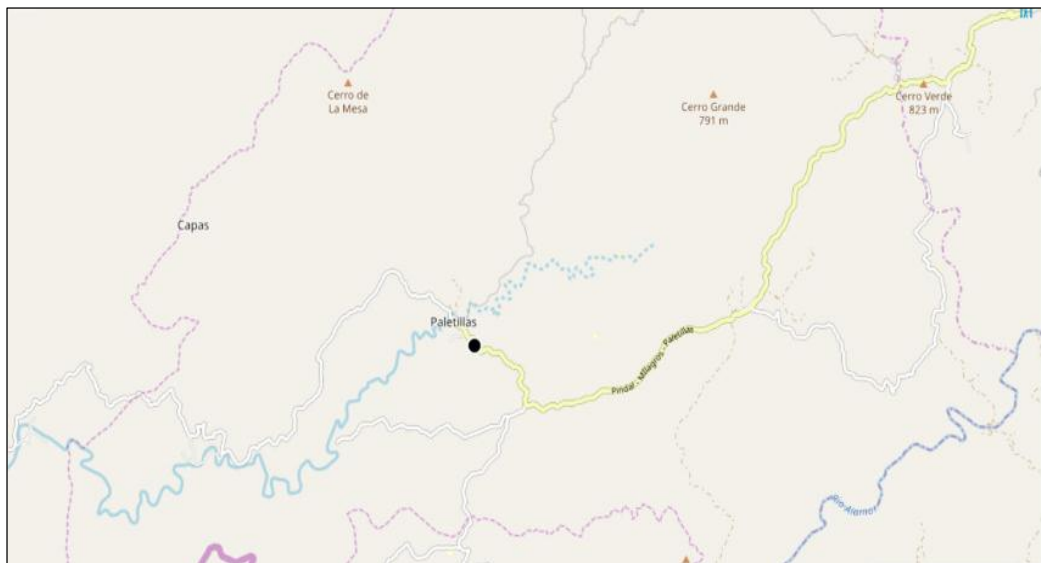


(Javier Rebosa, 2014)

Cabe destacar que los paneles solares policristalinos están compuestos por un material que se asimila al silicio, por ende, en vez de atravesar el proceso lento y más costoso de la creación de un solo cristal, el silicio y previamente fundido es colocado en un molde y se deja reposar sobre un cristal granulado. El modelo con el que se hará el estudio es el Panel Solar de la marca SunFortecon una capacidad de 330w., el voltaje máximo para este sistema es de 1000V / 15 A. Las células policristalinas de este panel son fabrican a partir del silicio metalúrgico mediante procesos de solidificación menos exhaustivos. Se pretende dar cobertura del sistema eléctrico a la construcción principal, la cual consta de 3 habitaciones, una sala, un área de cocina, 1 baño con ducha eléctrica, cada una de los espacios mencionados cuenta con un foco de iluminación de 9W. Aunado a esto se cuenta con un ventilador, radio y TV. En

la parte externa de la vivienda se encuentran 2 galpones donde se localizan en uno pollos de cría y en el otro cerdos, se hace uso de 10 focos de 5W en cada galpón y de bebederos eléctricos para proveer agua a los animales. La finca “La Estancia el Carmen” se encuentra ubicada en una zona desértica que forma parte del bosque seco, pertenece a la parroquia Paletillas ubicada a 52 km del cantón Zapotillo de la provincia de Loja. La finca está a 325 msnm, tiene un clima caluroso, su temperatura promedio es de 30 °C, su ubicación se muestra en la Figura 5 extraída del Atlas proporcionado por la Nasa, en el Software Pv sist 6.7.9.

Figura 4 Ubicación Geográfica de la Finca “La Estancia el Carmen”.



(Software Pv sist 6.7.9. 2019)

2.3. CONSUMO DE ENERGÍA

La demanda energética, supone la energía requerida para mantener en el interior de una edificación unas condiciones adecuadas, definidas sistemáticamente con base al uso del edificio y de la zona climática en la que esté ubicada. Con respecto a un sistema fotovoltaico de energía, es fundamental determinar la cantidad de energía requerida para el dimensionamiento de los paneles solares.

En este caso se hará el respectivo levantamiento de cargas de la Finca “La Estancia el Carmen”, para estimar la demanda de energía diaria y así determinar la capacidad máxima.

2.3.1. DETERMINACIÓN DE CARGA.

El proceso de determinación de carga, es efectuado en instalaciones interiores pertenece al proceso por medio del cual se realiza la identificación

de todos los elementos de la instalación eléctrica. De acuerdo con los datos extraídos en la Finca “La Estancia el Carmen”, se pueden reflejar los siguientes equipos:

Tabla 3 Datos de equipos.

Aparato	Potencia promedio
Ventilador	80 W
TV 32"	250 W
Focos Casa	9W
Focos Galpones	5w
Bebederos eléctricos	110 W
Radio	120 W
Ducha eléctrica	110 W

2.3.2. UTILIZACIÓN DE ENERGÍA DIARIA.

Para contar con valores estimados de la energía utilizada diariamente, es necesario contabilizar las horas de uso de cada equipo eléctrico para un día de verano y un día de invierno para de este modo obtener una estimación del consumo en un año.

2.4. RADIACION DEL SOL.

Para el desarrollo del sistema de energía fotovoltaico, es preciso manejar información específica con respecto a los datos de radiación solar con los que cuenta el lugar donde se desea realizar la investigación, para esto se puede hacer uso de softwares, atlas solares o tablas de radiación, que permita tener una estimación aproximada de la radiación solar que llega al lugar seleccionado.

Se hará recopilación de la radiación solar con base en los datos de la NASA, por medio de la ubicación estableciendo su longitud y latitud, facilita la cantidad de radiación solar en un lugar específico, para ello se hará utilización del software *Pv sist 6.7.9*.

2.5. DIMENSIÓN DE SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICO

Con el propósito de realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico de paneles solares se hará uso del método descrito en el libro de Castejón (2018) en cual se ve comprendido de la siguiente manera:

2.5.1. NÚMERO DE PANELES SOLARES REQUERIDOS

Para conocer la cantidad de paneles solares necesarios para ser utilizados en el sistema se requerirá de datos, los cuales serán medidos por medio de una tabla estadística donde se refleja de manera detallada:

- Radiación (kWh/m²).
- Energía consumida (kWh)
- Número de días de cada mes

A través del uso de las variables antes indicadas, se efectúa el cálculo correspondiente, por medio del que se encontrará la potencia y el número de paneles necesarios en el sistema.

- **Energía diaria:** Primeramente, se encuentra la energía que se consume diariamente, para lo que se usa la siguiente fórmula.

$$\text{Energía} = \frac{\text{Energía consumida (Kwh)}}{\# \text{ días}} \quad [1]$$

- **Energía mensual:** Haciendo uso de los datos de la radiación mensual y la energía calculada con la fórmula 1, se obtiene la cantidad de energía mensual, como lo refleja la siguiente fórmula:

$$\text{Factor de energía} = \frac{\text{Radiación (Kwh)}}{\text{Energía}} \quad [2]$$

Siguiente a estos datos obtenidos, se procede a ejecutar una serie de cálculos para definir el número de paneles que se requieren.

- **Producción de la instalación:** En esta sección, se puntualizan las pérdidas energéticas presentadas, para poder dimensionar de forma correcta el sistema.

$$R = 1 - \left[(1 - b - c - v)a \cdot \frac{N}{Pd} \right] - b - c - v \quad [3]$$

b = Coeficiente de pérdidas por rendimiento en las baterías

c = Coeficiente de pérdidas en el inversor

v: = Coeficiente de otras pérdidas

a = Coeficiente de descarga

N = Días de autonomía

Pd = Profundidad de descarga

- **Energía Necesaria**, que tiene que producir la instalación para cubrir la demanda de la escuela.

$$E = \frac{E_t}{R} \left(\frac{Wh}{\text{día}} \right) \quad [4]$$

Et = Menor energía

R = Rendimiento de la instalación.

Partiendo de estos datos, se procede a aplicar una serie de fórmulas para determinar el número de paneles solares.

- **Declinación Solar** representa el ángulo formado entre el plano de la eclíptica que une los centros de la tierra y el sol con la línea del plano del ecuador.

$$\delta = 23,45 \text{ Sen} \left(360 \cdot \frac{284 + d_n}{365} \right) \quad [5]$$

d_n = número del día del mes con menor radiación

- **Ángulo de salida del sol**, se lleva a cabo con el ángulo de declinación solar y la latitud del lugar encontramos el ángulo de salida del sol

$$W_s = -\arccos(-\tan(\delta) \cdot \tan(\phi)) \quad [6]$$

δ = Declinación solar

φ = Latitud del lugar

- **Ángulo de salida del sol sobre un plano inclinado**

Con el resultado obtenido, a través de la ecuación 6 se compara con la fórmula 7 y se selecciona el valor máximo. Lo cual se puede obtener a través de:

$$W_{ss} = \max[W_s, -\arccos(-\tan(\delta) \cdot \tan(\phi - \beta))] \quad [7]$$

δ = Declinación solar

ϕ = Latitud del lugar

β = Inclinación del panel solar

- **Factor de Excentricidad** es la medida que nos permite conocer que tan lejos o cerca está la distancia de la tierra al sol con respecto a un valor promedio. Que se obtiene por:

$$\varepsilon = 1 + 0,033 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{d_n}{265}\right) \quad [8]$$

d_n = número del día del mes con menor radiación

- **Radiación sobre el plano horizontal**, es una componente de la radiación necesaria de calcular. Se puede conocer mediante la aplicación de:

$$H_{d,m(0)} = \left(\frac{T}{\pi}\right) I_0 \cdot \varepsilon_0 \left[-\left(\frac{\pi}{180}\right) \cdot (W_{ss} \cdot \text{sen}(\phi) \cdot \text{sen}(\delta)) - (\cos(\phi) \cos(\delta) \text{sen}(W_{ss})) \right] \quad [9]$$

I_0 = Constante Solar (1367 W/m²)

ε_0 = Factor de Excentricidad

W_{ss} = Angulo de salida del sol sobre un plano inclinado

ϕ = Latitud del lugar

δ = Declinación solar

T = Longitud del día

- **Índice de Claridad** se refiere a la relación existente entre la radiación solar en la superficie de la tierra y la radiación en la superficie de la atmosfera. Lo que se puede conocer por medio de la siguiente formula:

$$K_{TM} = \frac{G_{d,n(0)}}{H_{d,M(0)}} \quad [10]$$

$G_{d,n(0)}$ = Radiación Solar Global (Valor menor datos de la NASA)

$H_{d,M(0)}$ = Radiación Solar Horizontal

- **Fracción difusa de la radiación**, será determinar por el siguiente calculo:

$$F_{DM} = 1 - 1.13K_{TM} \quad [11]$$

K_{TM} = Índice de claridad

- **Radiación difusa**, obtenida por medio de:

$$D_{d,m(0)} = G_{d,m(0)} F_{d,n(0)} \quad [12]$$

$F_{d,n(0)}$ = Fracción difusa

$G_{d,M(0)}$ = Radiación solar global

- **Radiación que llega al plano inclinado**, aplicando:

$$H = G_{d,m(0)} - D_{d,m(0)} \quad [13]$$

$G_{d,m(0)}$ = Radiación solar global

$D_{d,m(0)}$ = Radiación difusa

- **Factor de Corrección**, el cual se puede conocer por medio de la aplicación de:

$$k = \left(\frac{W_{ss} \left(\frac{\pi}{180} \right) \cdot \text{sen}(\delta) \text{sen}(\phi - \beta) + (\cos(\delta) \cos(\phi - \beta) \text{sen}(W_{ss}))}{W_s \left(\frac{\pi}{180} \right) \cdot \text{sen}(\delta) \text{sen}(\phi) + (\cos(\delta) \cos(\phi) \text{sen}(W_s))} \right) \quad [14]$$

W_{ss} = Angulo de salida del sol sobre un plano inclinado

W_s = Angulo de salida del sol

ϕ = Latitud del lugar

δ = Declinación solar

β = Angulo de inclinación del techo

- **Radiación directa sobre el plano inclinado**, obtenido por la aplicación de:

$$H_{(\beta,\alpha)} = Hk \quad [15]$$

H = Radiación que llega al plano inclinado

K = factor de corrección

- **Radiación difusa sobre el panel inclinado**, para ello se hace uso de la siguiente formula:

$$D_{(\beta,\alpha)} = D_{(d,m)} \left(\frac{1 + \cos(\beta)}{2} \right) \quad [16]$$

$D_{(d,m)}$ = Radiación difusa

β = Angulo de inclinación del techo

- **Radiación albedo sobre el panel inclinado**, se puede conocer por medio de:

$$Al_{(\beta,\alpha)} = \frac{\rho \cdot G_{(d,n)}(1 - \cos(\beta))}{2} \quad [17]$$

ρ = Reflectividad del suelo

$G_{(d,n)}$ = Radiación solar global

β = Angulo de inclinación del techo

- **Radiación total sobre el panel inclinado**, se determina a través de:

$$G_{(\beta,\alpha)} = H_{(\beta,\alpha)} + D_{(\beta,\alpha)} + Al_{(\beta,\alpha)} \quad [18]$$

$H_{(\beta,\alpha)}$ = Radicación directa sobre el plano inclinado

$D_{(\beta,\alpha)}$ = Radiación difusa sobre el panel inclinado

$Al_{(\beta,\alpha)}$ = Radiación albedo sobre el panel inclinado

- **Horas Pico Solares**

Para tener un valor estimado de cuantas horas de radiación se tendrá en el día para abastecer la energía requerida, se calcula las horas con mayor radiación solar, a través de la siguiente formula:

$$HPS(h) = \frac{G_{(\beta,\alpha)} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{días}}{1 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{día}} \quad [19]$$

$G_{(\beta,\alpha)}$ = Radiación total sobre el panel inclinado

- **Potencia Pico**, se aplica:

$$P_p = \frac{E_{\text{Necesaria}}}{HSP} \quad [20]$$

HSP = Horas pico solares

Número de paneles solares

Posterior al cálculo de la potencia pico, se hace una relación con la potencia del módulo solar y se encuentra el número de paneles a utilizarse en el sistema.

$$N_p = \frac{W_t \cdot F_s}{HSP \cdot P_{\text{modulo}}} \quad [21]$$

W_t= Watts totales

F_s= Factor de Seguridad

H_{sp}= Hora solar pico

P_{modulo} = Potencia del módulo a utilizarse (catálogos)

2.5.2. DIMENSIÓN DE BATERÍAS.

Para el desarrollo correcto del sistema de paneles es de vital importancia dimensionar las baterías correctamente, puesto que la energía que se produce en los módulos es almacenada en las baterías.

$$ID = \frac{W_t}{V_t} \quad [22]$$

W_t = Watts total

V_t= Voltaje total

ID = Índice de Descarga

$$\text{N}^\circ \text{ de baterías} = \frac{\text{Días autonomía} \cdot ID}{0,7} \quad [23]$$

2.5.3. REGULADOR.

Este elemento controla los procesos de carga y descarga de las baterías. Para dimensionar el regulador que se utilizara el sistema se calculará la intensidad máxima de los paneles solares con la utilización de la siguiente formula:

$$I_{\text{max}} = I_c \cdot N_{pp} \quad [24]$$

I_{max} = Corriente máxima necesaria

I_c = Intensidad máxima suministrada por cada módulo fotovoltaico

N_{pp} = Numero de paneles del sistema

Con la intensidad determinada con esta fórmula, se buscará en catálogos un regulador que cubra la necesidad del sistema.

2.5.4. INVERSOR.

El inversor es el elemento que transforma la corriente continua en corriente alterna, lo cual modifica de esta manera la tensión para ser utilizada.

Para adaptar el inversor se toma la carga máxima pico y se busca en el catálogo un inversor que cumpla estos parámetros. El número de inversores necesarios se determinará a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Numero de inversores} = \frac{\text{Capacidad del sistema}}{\text{Capacidad del inversor de catalogo}} \quad [25]$$

2.5.5. DETERMINACIÓN DE CONDUCTORES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

El proceso de selección del conductor apropiado para la instalación del sistema es de suma importancia, debido a que, en caso contrario, se puede tener una alta caída de tensión en el conductor, lo que es igual a un incremento en la corriente y por ende en la temperatura del conductor.

2.5.6. DETERMINACIÓN DEL CONDUCTOR

Para conocer el parámetro del conductor, se debe calcular qué tipo de tensión alimenta el circuito, si corriente continua o corriente alterna.

- **Corriente continua**

Para determinar la sección del cable que será utilizado, se debe conocer el material del cual está formado, la longitud en metros, la corriente que pasará por el conductor y la caída de tensión en voltios. Para lo cual la siguiente fórmula se utilizará para calcular la sección del cable:

$$S = 2 \frac{l \cdot I}{k \cdot U} \quad (\text{mm}^2) \quad [26]$$

k = conductividad del material del conductor

l = longitud de del cable en metros

I = La corriente que atraviesa por el conductor en amperios

U = La caída de tensión.

El valor de la conductividad (k) dependerá del material que se utilice

- Cobre: $56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$
- Aluminio $35 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$

Para determinar la caída de tensión se le ejecuta con el porcentaje de la tensión, la cual varía en función de los equipos que interconecta:

- Caídas de tensión entre generador y regulador/inversor: 3%.
- Caídas de tensión entre regulador y batería: 1%.
- Caídas de tensión entre inversor y batería: 1%.
- Caídas de tensión entre regulador e inversor: 1%.
- Caídas de tensión entre inversor/regulador y equipos: 3%.

2.6. DETERMINACIÓN DE COSTOS

Es necesario realizar análisis de costos del sistema de paneles solares, para ello se desarrollan cálculos en cuanto a la relación entre el costo de inversión y el costo de la energía producida. Para determinar el costo de inversión se describirá los costos directos, costos indirectos y finalmente el costo total del proyecto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DETERMINACIÓN DE CARGA

Para conocer la cantidad de energía que consume la Finca “La Estancia el Carmen” se llevó a cabo el levantamiento de cargas eléctricas en las instalaciones, donde se realizó una lista de todos los equipos que se utilizan de manera habitual con su respectiva potencia nominal, para así obtener la potencia nominal total de la Finca al día.

Tabla 4 Datos de potencia nominal diarios.

Aparato	Cantidad	Total watts X equipos	Horas X día	Cantidad de watts diarios
Ventilador (80w)	2	160	7	1120
TV 32” (250w)	1	45	3	45
Focos (5w)	20	100	24	2400
Focos casa 9w	5	45	7	315
Bebedores eléctricos (110w)	6	660	2,9	1914
Radio (120w)	1	120	3	360
Ducha eléctrica (110w)	1	110	1	110
TOTAL				6264 WATTS

Por medio de la tabla antes esquematizada, se puede determinar que la Finca posee una potencia nominal total de 6264 W es decir que, si se encuentran todas las cargas conectadas simultáneamente, esta será su potencia pico.

3.2. EVALUACIÓN DE RADIACIÓN SOLAR.

Tabla 5 Datos de radiación solar en Paletillas.

MES	RADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL	RADIACIÓN DIFUSA HORIZONTAL	TEMPERATURA
Enero	94,5	3,8	25,0
Febrero	67,5	3,7	24,5
Marzo	69,7	3,7	23,9
Abril	58,8	3,7	22,4
Mayo	48,6	3,7	20,9
Junio	41,7	3,9	19,4
Julio	43,4	3,7	19,0
Agosto	52,3	4,2	19,0
Septiembre	62,4	3,8	18,9
Octubre	69,2	4,2	19,8
Noviembre	89,2	3,9	20,6
Diciembre	87,3	3,9	21,9

Pv sist 6.7.9. (2019)

En la Tabla anterior se pueden observar los datos de radiación global horizontal, radiación difusa horizontal y temperatura que nos proporciona la NASA por medio del programa Pv sist 6.7.9, datos que serán utilizados para realizar los cálculos de dimensionamiento del sistema de paneles solares.

3.3. DETERMINACIÓN DE PANELES SOLARES.

Para realizar el cálculo pertinente para la determinación de la cantidad de paneles solares necesarios para el sistema de la Finca “La Estancia el Carmen”, se hará implementación de una serie de fórmulas, con base en los datos de irradiación solar extraídos a través del programa Pv sist 6.7.9.

Tabla 6 Datos de Radiación solar y energía mensual

Mes	Irradiación (Kwh/m2)	Energía Consumida	# de Días	Energía	F. de energía
Enero	94,5	6263	31	202,032	0,4677
Febrero	67,5	6200	28	221,428	0,3048
Marzo	69,7	5880	31	189,677	0,3674
Abril	58,8	5820	30	194,000	0,3030
Mayo	48,6	6305	31	203,387	0,2389
Junio	41,7	6290	30	209,666	0,1988
Julio	43,4	6302	31	203,290	0,2134
Agosto	52,3	6304	31	203,354	0,2571
Septiembre	62,4	6250	30	208,333	0,2995
Octubre	69,2	6305	31	203,387	0,3402
Noviembre	89,2	6306	30	210,000	0,4247
Diciembre	87,3	6250	31	201,612	0,4330

En la tabla antes desarrollada se reflejó los datos de radiación solar y la energía mensual consumida por la Finca La Estancia el Carmen.

En su primera columna se reflejan los meses, en la segunda la radiación solar por mes, en la tercera el consumo mensual de la Finca, en la cuarta el número de días por mes, con esta información se realiza el cálculo de la energía se realiza dividiendo la energía consumida por el número de días de cada mes, y por ultimo está ubicado el factor de energía para lo cual se divide la radiación solar por la energía.

Con referencia a la información antes reflejada, se procede a realizar una serie de cálculos descritos a continuación.

- a) **Rendimiento de la instalación**, el cual se ve afectado por varios factores como:

$$R = 1 - \left[(1 - b - c - v) a \cdot \frac{N}{Pd} \right] - b - c - v \quad [27]$$

b: Coeficiente de pérdidas por rendimiento en las baterías 0,1

c: Coeficiente de pérdidas en el inversor

v: Coeficiente de otras perdidas

a: Coeficiente de descarga

N: Días de autonomía

Pd: Profundidad de descarga

Por consiguiente:

$$R = 1 - \left[(1 - 0,1 - 0,2 - 0,15) * 0,005 \frac{2}{0,5} \right] - 0,1 - 0,2 - 0,15 = \mathbf{0,539}$$

b) Energía necesaria, la cual se determinará por:

$$E = \frac{E_t}{R} \left(\frac{\text{Wh}}{\text{día}} \right) \quad [28]$$

E_t = Menor energía

R = Rendimiento de la instalación

$$E = \frac{189,677 \text{ Wh/día}}{0,539} = \mathbf{351905,38 \text{ Wh/día}}$$

c) Declinación Solar

$$\delta = 23,45 \text{ Sen} \left(360 \cdot \frac{284+d_n}{365} \right) \quad [29]$$

d_n = número del día del mes con menor radiación, se suman los días de todos los meses y la mitad de días del mes con menor radiación.

$$\delta = 23,45 \text{ Sen} \left(360 \cdot \frac{284+379}{365} \right) = \mathbf{-21,3^\circ}$$

d) Ángulo de salida del sol.

$$W_s = -\arccos(-\tan(\delta) \cdot \tan(\phi)) \quad [30]$$

δ = Declinación solar

ϕ = Latitud del lugar (-4,17°)

$$W_s = -\arccos(-\tan(-21,43^\circ) \cdot \tan(-4,17^\circ)) = \mathbf{-91,63^\circ}$$

e) Ángulo de salida del sol sobre un plano inclinado

$$W_{ss} = \max[W_s, -\arccos(-\tan(\delta) \cdot \tan(\phi - \beta))] \quad [31]$$

δ = Declinación solar

ϕ = Latitud del lugar

β = Inclinación del panel solar 20°

$$W_{ss} = \max[-91,63^\circ - \arccos(-\tan(-21,43^\circ) \cdot \tan(-4,17^\circ - 20^\circ))]$$

$$W_{ss} = \max[-91,63^\circ; -100,15^\circ]$$

$$W_{ss} = -91,63^\circ$$

f) Factor de Excentricidad

$$\varepsilon = 1 + 0,033 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{d_n}{265}\right) \quad [32]$$

d_n = número del día del mes con menor radiación

$$\varepsilon = 1 + 0,033 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{379}{265}\right) = 1,0325$$

g) Radiación sobre el plano horizontal

$$H_{d,m(0)} = \left(\frac{T}{\pi}\right) I_0 \cdot \varepsilon_0 \left[-\left(\frac{\pi}{180}\right) \cdot (W_{ss} \cdot \sin(\phi) \cdot \sin(\delta)) - (\cos(\phi) \cos(\delta) \sin(W_{ss})) \right] \quad [33]$$

I_0 : Constante Solar (1367 W/m²)

ε_0 : Factor de Excentricidad

W_{ss} : Angulo de salida del sol sobre un plano inclinado

ϕ : Latitud del lugar

δ : Declinación solar

T : Longitud del día (h)

$$\begin{aligned} & H_{d,m(0)} \\ = & \left(\frac{24}{\pi}\right) \cdot 1367 \text{ W/m}^2 \cdot 1,0327 \left[-\left(\frac{\pi}{180}\right) \cdot (-91,63^\circ \cdot \sin(-4,17^\circ) \cdot \sin(-21,43^\circ)) \right. \\ & \left. - (\cos(-4,17^\circ) \cos(-21,43^\circ) \sin(-91,63^\circ)) \right] = 10466,5965 \frac{\text{Wh}}{\text{dia}} \end{aligned}$$

h) Índice de Claridad.

$$K_{TM} = \frac{G_{d,n(0)}}{H_{d,M(0)}} \quad [34]$$

$G_{d,n(0)}$ = Radiación Solar Global (Valor menor datos de la NASA)

$H_{d,M(0)}$ = Radiación Solar Horizontal

$$K_{TM} = \frac{3646,4 \text{ wh/m}^2}{10466,5965 \text{ Wh/dia}} = 0,35$$

i) **Fracción difusa de la radiación**

$$F_{DM} = 1 - 1.13K_{TM} \quad [35]$$

K_{TM} = Índice de claridad

$$F_{DM} = 1 - 1.13(0.35) = \mathbf{0.605}$$

j) **Radiación difusa**

$$D_{d,m(0)} = G_{d,m(0)} F_{d,n(0)} \quad [36]$$

$F_{d,n(0)}$ = Fracción difusa

$G_{d,m(0)}$ = Radiación solar global

$$D_{d,m(0)} = 3646.4 \frac{\text{wh}}{\text{m}^2} * 0.605 = \mathbf{2206,072 \text{wh/m}^2}$$

k) **Radiación que llega al plano inclinado**

$$H = G_{d,m(0)} - D_{d,m(0)} \quad [37]$$

$G_{d,m(0)}$ = Radiación solar global

$D_{d,m(0)}$ = Radiación difusa

$$H = \frac{3646.4 \text{wh}}{\text{m}^2} - \frac{2206,072 \text{wh}}{\text{m}^2} = \mathbf{1440.328 \text{wh/m}^2}$$

l) **Factor de Corrección**

$$k = \left(\frac{W_{ss} \left(\frac{\pi}{180} \right) \cdot \text{sen}(\delta) \text{sen}(\phi - \beta) + (\cos(\delta) \cos(\phi - \beta) \text{sen}(W_{ss}))}{W_s \left(\frac{\pi}{180} \right) \cdot \text{sen}(\delta) \text{sen}(\phi) + (\cos(\delta) \cos(\phi) \text{sen}(W_s))} \right) \quad [38]$$

W_{ss} = Angulo de salida del sol sobre un plano inclinado

W_s = Angulo de salida del sol

ϕ = Latitud del lugar

δ = Declinación solar

β = Angulo de inclinación del techo

$$k = \left(\frac{-91,63^\circ \left(\frac{\pi}{180} \right) \cdot \text{sen}(-21,43^\circ) \text{sen}(-4,17^\circ - 20^\circ) + (\cos(-21,43^\circ) \cos(-4,17^\circ - 20^\circ) \text{sen}(-91,63^\circ))}{-91,63^\circ \left(\frac{\pi}{180} \right) \cdot \text{sen}(-21,43^\circ) \text{sen}(-4,17^\circ) + (\cos(-21,43^\circ) \cos(-4,17^\circ) \text{sen}(-91,63^\circ))} \right)$$

$$k = \mathbf{1,12}$$

m) Radiación directa sobre el plano inclinado

$$H_{(\beta,\alpha)} = Hk \quad [39]$$

H= Radiación que llega al plano inclinado

K = Factor de corrección

$$H_{(\beta,\alpha)} = 1440,328 \frac{Wh}{m^2} * 1,12$$

$$H_{(\beta,\alpha)} = \mathbf{1613,17 \frac{Wh}{m^2}}$$

n) Radiación difusa sobre el panel inclinado

$$D_{(\beta,\alpha)} = D_{(d,m)} \left(\frac{1+\cos(\beta)}{2} \right) \quad [40]$$

$D_{(d,m)}$ = Radiación difusa

β = Angulo de inclinación del techo

$$D_{(\beta,\alpha)} = \mathbf{2206,072 \frac{wh}{m^2}} * \left(\frac{1 + \cos(20^\circ)}{2} \right)$$

$$D_{(\beta,\alpha)} = \mathbf{2139,55Wh/m^2}$$

o) Radiación albedo sobre el panel inclinado

$$Al_{(\beta,\alpha)} = \frac{\rho \cdot G_{(d,n)} (1 - \cos(\beta))}{2} \quad [41]$$

ρ = Reflectividad del suelo

$G_{(d,n)}$ = Radiación solar global

β = Angulo de inclinación del techo

$$Al_{(\beta,\alpha)} = \frac{0,2 * 3646,4 * (1 - \cos(20^\circ))}{2}$$

$$Al_{(\beta,\alpha)} = \mathbf{21,87Wh/m^2}$$

p) Radiación total sobre el panel inclinado

$$G_{(\beta,\alpha)} = H_{(\beta,\alpha)} + D_{(\beta,\alpha)} + Al_{(\beta,\alpha)} \quad [42]$$

$H_{(\beta,\alpha)}$ = Radiación directa sobre el plano inclinado
 $D_{(\beta,\alpha)}$ = Radiación difusa sobre el panel inclinado
 $Al_{(\beta,\alpha)}$ = Radiación albedo sobre el panel inclinado

$$G_{(\beta,\alpha)} = 1613,17 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2} + \frac{2139,55\text{Wh}}{\text{m}^2} + 21,87 \text{ Wh/m}^2$$

$$G_{(\beta,\alpha)} = \mathbf{3774,59 \text{ Wh/m}^2}$$

q) Horas Pico Solares

$$\text{HPS(h)} = \frac{G_{(\beta,\alpha)} \text{kWh/m}^2 \cdot \text{dias}}{1 \text{kW/m}^2 \cdot \text{dia}} \quad [43]$$

$G_{(\beta,\alpha)}$ = Radiación total sobre el panel inclinado

$$\text{HPS(h)} = \frac{3774,59 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{dias}}{1 \text{kW/m}^2 \cdot \text{dia}}$$

$$\text{HPS(h)} = \mathbf{3,77 \text{ h}}$$

r) Potencia Pico

$$P_p = \frac{E_{\text{Necesaria}}}{\text{HSP}} \quad [44]$$

HSP = Horas pico solares

$$P_p = \frac{351905,38 \text{Wh/dia}}{3,77 \text{ h/dia}}$$

$$P_p = \mathbf{93343,60 \text{ W}}$$

s) Número de paneles solares

El modelo con el que se hará el estudio es el Panel Solar 330W 24V BenQ SunForte Policristalino.

$$N_p = \frac{Wt * Fs(1,3)}{\text{HSP} * P_{\text{modulo}}} \quad [45]$$

$$N_p = \frac{6264 * 1,3}{3,77 * 330 \text{W}}$$

$$N_p = \mathbf{7 \text{ modulos}}$$

3.4. DETERMINACIÓN DEL REGULADOR.

Para identificar el regulador, es necesario conocer la corriente de carga de todo el grupo de paneles solares en paralelo. Para ello:

$$I_{max} = 1,25 \cdot I_c \cdot N_{pp} \quad [46]$$

Donde:

I_{max} = Corriente máxima necesaria

I_c = Intensidad máxima suministrada por cada módulo fotovoltaico

N_{pp} = Mitad de número de paneles del sistema

$$I_{max} = 1,25 * 7,3A * 4$$

$$I_{max} = 36,5 \text{ A}$$

Se hará uso de un regulador Solar PWM de 40 Amp, que modula el voltaje del panel y lo adapta a las características de las baterías conectadas.

3.5. DETERMINACIÓN DE BATERIAS.

Para conocer el banco de baterías necesario se calculará la capacidad del sistema, a través de la siguiente formula:

$$ID = \frac{Wt}{Vt} \quad [47]$$

$$ID = \frac{6264}{48V} = 130,5$$

$$CB = \frac{\text{dias} \cdot Id}{0,7} \quad [48]$$

$$CB = \frac{2d * 130,5}{0,7} = 372,86A$$

$$CB = \frac{2d * 130,5}{0,7} = 372,86A$$

$$CB = 1 - 48v - 400ah$$

3.6. DETERMINACIÓN DEL INVERSOR.

Para el cálculo del inversor tomamos la capacidad del sistema y la capacidad del inversor a utilizar la cual la obtenemos de catálogos. Se seleccionó al Inversor de potencia solar de 6000 W 12 V

$$\text{Numero de inversores} = \frac{\text{Capacidad del sistema}}{\text{Capacidad del inversor de catalogo}} \quad [49]$$

$$\text{Numero de inversores} = \frac{6264 \text{ W}}{6000 \text{ W}} = 1.04$$

$$\text{Numero de inversores} = 1$$

3.7. DETERMINACIÓN DEL CONDUCTOR.

Para seleccionar el conductor a usarse se realizó un cálculo utilizando la ecuación 28, y se lo determinara por tramos de la instalación.

$$S = 2 \frac{l \cdot I}{k \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)} \quad [50]$$

- **Dimensionamiento del conductor del generador hasta el regulador**
- Se utilizara conductor de cobre porque es el material más usado en instalaciones eléctricas su conductividad es de $k = 56 \frac{m}{\Omega \text{mm}^2}$
- Longitud= 6m.
- La corriente de cortocircuito de los paneles es de 80 A.
- La caída de voltaje entre el panel y el regulador debe ser máximo del 5%, como el sistema es de 48V la caída será de 2,4V.

$$S = 2 \frac{6 * 80}{56 * 2,4} = 7,14(\text{mm}^2)$$

Como resultado tenemos 7,14 mm² que se aproxima a 7 mm² según la tabla que se refleja a continuación, 7 de calibres, el conductor idóneo para conectar los paneles con el regulador es el calibre # 8.

Tabla 7 Especificaciones técnicas de los conductores.

Calibre AWG- MCM	Sección Real (mm²)	Intensidad Admisible (Amperios)
14	2.081	30
12	3.390	40
10	5.261	55
8	8.366	70
6	13.300	100
4	21.150	130
3	26.670	150
2	33.630	175
1	42.410	205
1/0	53.480	235
2/0	67.430	275

Cuytronic (2019)

▪ **Dimensionamiento del conductor del regulador a la batería**

- Se tiene una longitud de 2m
- La caída de tensión entre el regulador y batería será máxima del 1%, siendo 0,48 V
- La corriente será de 80 A

$$S = 2 \frac{2 * 80}{56 * 0,48} = 11,86(\text{mm}^2)$$

El cable a utilizarse en esta sección **será de calibre #6**

▪ **Dimensionamiento del conductor del banco de baterías al inversor**

- Se tiene una longitud de 1m
- La caída de tensión entre batería y el inversor será máxima del 1%, siendo 0,48 V
- La corriente será de 72.22 A

$$S = 2 \frac{1 * 80A}{56 * 0,48} = 6,04(\text{mm}^2)$$

En este tramo el conductor a utilizarse **será un calibre # 8.**

3.8. DETERMINACIÓN DE COSTOS

La inversión del diseño de un sistema de generación de paneles solares fotovoltaico en la finca “La Estancia del Carmen” resulta un beneficio en el tiempo de utilización el cual según los cálculos anteriormente realizados se ubica en 25 años, a relación de la actual actividad de utilización de generadores de energía a base de combustibles fósiles, mismos que representan altos costos económicos y un impacto negativo al medio ambiente como lo es el efecto invernadero, es relación determinar que el valor incluidos los costos directos e indirectos se determinó en \$ 5082 dólares los cuales representarán un beneficio a la producción de la propiedad y representan un beneficio a la calidad de vida de sus habitantes.

3.8.1. COSTO DIRECTO

Tabla 8. Costos directos

Descripción	Cant.	Costo Unit	Costo Total
Paneles fotovoltaicos de 330 W	7	304	2128
Inversor de 6000W	2	349	349
Regulador de carga de 40 Ah	1	210	210
Baterías de Gel	1	1500	1500
Sistema de soporte (racks)			75
Cables (m)	1	100	100
Sistema a tierra	3	20	60
Caja de interruptores DC			35
Caja de interruptores AC			25
Transporte	3	10	30
Mano de obra (Contrato)			250
Herramientas			45
Total			\$ 4807

En la tabla antes expuesta, se detalla la inversión fija que se debe realizar para la aplicación del proyecto, en la cual están los elementos del sistema, la instalación y el transporte.

3.8.2. COSTO INDIRECTO

Tabla 9. Costo indirecto

Descripción	Total
Imprevistos	200
Combustible	75
Total	\$275

En la tabla anterior se reflejan los costos indirectos, que se ven representados por todos aquellos valores referenciales en relación a los costos directos.

3.8.3. COSTO TOTAL

Una vez calculado el costo directo y el costo indirecto se suman para así obtener el costo total, así como se muestra en la tabla 7.

Tabla 10. Costo total del proyecto

COSTO TOTAL	
Descripción	Valor
Costos directos	4807
Costos Indirectos	275
COSTO TOTAL	\$5082

El costo total del proyecto es de un valor de 5082\$.

Como se refleja en la Tabla 9, el presupuesto total para realizar la aplicación de un sistema fotovoltaico en la Finca “La Estancia el Carmen”, sería de 5.082 \$. En este caso, se resalta la conveniencia de la implementación e inversión por parte de los propietarios en adaptar dentro la Finca un sistema de generación de energía eléctrica a través de paneles solares, contribuyendo de este modo con el medio ambiente y vigorizar las condiciones de las instalaciones del objeto de estudio.

3.9. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

- Para del dimensionamiento del sistema fotovoltaico en la Finca “La Estancia el Carmen” se necesita generar 6.264Wh por lo cual se hará uso de 7 paneles solares de la marca SunFortecon una capacidad de 330w.
- El regulador fue escogido con la corriente de carga del sistema.
- Para que las baterías acumulen la energía que se requieren para proveer a la Finca de energía, se necesita contar con 1 baterías de 48V y 400Ah los cuales se seleccionó de la marca LiFePO4.
- En la finca, la mayoría de los equipos con los que se cuenta requieren de corriente alterna por ello se optó por un seleccionar un Inversor de potencia solar de 6000 W.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES

A través del desarrollo del proyecto de investigación se recopiló la información de varios autores para la realización del diseño experimental, haciendo énfasis en energías renovables, profundizando en la fuente de energía producida por el sol en las placas solares de tipo fotovoltaico o células solares que convierten directamente la energía solar en electricidad, se hizo selección de los paneles policristalinos, debido a los bajos costos de adquisición en el mercado y su resistencia en cuanto a pérdida de energía y durabilidad en climas adversos.

Se desarrolló un modelo experimental de sistema de generación solar a base de paneles fotovoltaicos en la Finca “La Estancia el Carmen” para determinar el consumo de watts que se generan al día y así establecer la cantidad de paneles que se requieren para cubrir el suministro de energía eléctrica que permita abastecer a las instalaciones del objeto de estudio, mismo que se determinó en un consumo aproximado de 6264 Watts interdiario.

De acuerdo con la comparación realizada, la inversión inicial de los propietarios de la Finca sería de aproximadamente unos 5082\$ lo cual a corto, mediano y largo plazo representa una inversión que traería un ahorro significativo con respecto al uso de los generadores manuales a base de combustibles fósiles, como se ejemplifica el generador de 6000w tiene un costo que oscila entre unos 1500\$ - 2000\$, utilizando aproximadamente 15 litros de combustible, cada litro está en 3\$ lo que totaliza unos 45\$ de consumo interdiario.

Debido a su ubicación recibe una radiación casi perpendicular favoreciendo al uso de esta tecnología, por lo que es ideal la aplicación de este sistema en la localidad. Así mismo, se pudo demostrar la necesidad representativa para la Finca “La Estancia el Carmen” en cuanto a la aplicación de un diseño de un sistema de generación de energía a través de paneles solares no solo por los costos que se manejarían en cuanto a la inversión, sino también por la colaboración que se estaría realizando con el medio ambiente.

4.2. RECOMENDACIONES

Una vez analizados los resultados obtenidos en cuanto al diseño de un sistema de generación eléctrica a base de paneles fotovoltaicos y aportados las conclusiones correspondientes para enfatizar el cumplimiento de los objetivos propuestos, se recomienda en su totalidad y de forma viable la aplicación de este sistema, además que su difusión en la comunidad de Paletillas por cuanto a su bajo costo de implementación y beneficios en la economía y calidad de vida de los habitantes.

El sistema establecido por paneles policristalinos represento beneficios en cuanto a los niveles de descarga menores, adicional a ellos se establece recomendable utilizar las marca seleccionadas en la investigación por cuanto se determinó sus características técnicas y especificaciones del fabricante en cuanto a garantía y durabilidad.

Una vez establecidos los resultados de la investigación y durabilidad de los equipos es fundamental recomendar como futuras líneas de investigación la aplicación de sistemas de energía alternas, como es el caso de la energía eólica, mediante convenios con ONGS e instituciones privadas.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

- Alcivar, M. (2016). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PANELES*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1237/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-4.pdf>
- Aranguru, M. D. (2015). *Dimensionamiento de un sistema de energía solar fotovoltaica*. Obtenido de <file:///C:/Users/impro01/Desktop/UTE/10884-32511-1-PB.pdf>
- Ardila, C. (2013). *Energía alternativa*. Cali, Colombia.
- Arias . (2012). *Proyecto de Investigacion*. . Caracas - Venezuela.
- Arias, F. (2012). *Proyecto de Investigacion*. Caracas, Venezuela.
- ASIF, A. d. (2017). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA COMUNIDAD DE MADRID*. Obtenido de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/energia-solar-fotovoltaica-en-la-comunidad-de-madrid-fenercom.pdf>
- Aviles, J. (2014). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PANELES*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1237/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-4.pdf>
- Baez, J. (2016). *Energía solar fotovoltaica, una alternativa*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10713/2018Baezjose.pdf?sequence=1>
- Barberá, D. (2012). *Introducción a la Energía Fotovoltaica*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70271/fichero/02+INTRODUCC I%C3%93N+A+LA+ENERG%C3%8DA+FOTOVOLTAICA%252FIntro ducchi%C3%B3n+a+la+Energ%C3%ADa+Fotovoltaica.pdf>
- Berrozpe, J. M. (2015). *GUÍA TÉCNICA PARA LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*. Obtenido de *GUÍA TÉCNICA PARA LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*
- Berrozpe, José Manuel Navarro. (2015). *GUÍA TÉCNICA PARA LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*. Obtenido de <file:///E:/UTE/FotovoltaicaIAA.pdf>

- Bes, L. A. (2015). *LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*. Obtenido de file:///E:/UTE/FotovoltaicaIAA.pdf
- Cardona, J. (2013). *Energía Alternativa*. Obtenido de file:///E:/UTE/tesis2.pdf
- Cardona, J. C. (2013). *Aplicación electrónica para el Ahorro de energía eléctrica*. Obtenido de file:///E:/UTE/tesis2.pdf
- Castejon, A. (2018). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Madrid: S.A. EDICIONES PARANINFO.
- Chicaiza, J. (2018). *Sistema Energético Ecuatoriano*. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/Tesis.pdf.pdf
- Chicaiza, J. H. (2018). *Estudio técnico del consumo de energía eléctrica en el edificio El Rey para la implementación de energía renovable*. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/Tesis.pdf.pdf
- Cuéter, M. O. (2012). *Diseño y dimensionamiento de plantas solares*. Obtenido de file:///E:/UTE/173-496-1-PB.pdf
- Daniel Santos. (2016). *Panales fotovoltaicos*. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/Introducci%C3%83%C2%B3n%20a%20la%20Energ%C3%83%C2%ADa%20Fotovoltaica.pdf
- Díaz Narváez. (2010). *Energías renovables*. Obtenido de file:///E:/UTE/tesis2.pdf
- Diaz, R. (2017). *Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar una vivienda*. Obtenido de file:///E:/UTE/TrabajoAriels-Raynel-Yudisleidy.pdf
- Diez Cardona. (2007). *Energías renovables y medio ambiente*. Obtenido de file:///E:/UTE/tesis2.pdf
- Espinoza, H. (2018). *Ecuador y energía solar*. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/Tesis.pdf.pdf
- Forero, R. (2015). *Energías Renovables*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10713/2018Baezjose.pdf?sequence=1>
- Forero, R. (2017). *Energía solar fotovoltaica*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10713/2018Baezjose.pdf?sequence=1>
- Gacitúa. (2011). *Energía solar*. Obtenido de file:///E:/UTE/tesis%203.pdf

- Gonzalez, A. (2013). *El concepto "energía" en la enseñanza* . Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/1184gonzalez.pdf
- González, J. L. (2016). *LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Obtenido de file:///E:/UTE/FotovoltaicaIAA.pdf
- Guevara, C. (2016). *Energías*. Obtenido de <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Energ.htm>
- Gutierrez. (2012). *Las energías alternativas renovables* . Obtenido de file:///E:/UTE/TesisMaestria_AndreaCatalinaAlvarado.pdf
- Hernandez. (2016). Obtenido de file:///E:/UTE/TesisMaestria_AndreaCatalinaAlvarado.pdf
- Hernández, D. M. (2016). *Fotovoltaica*. Obtenido de file:///E:/UTE/tesis2.pdf
- Hernandez, F. (2018). *Inversión de Energías Renovables en el Ecuador*. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/Tesis.pdf.pdf
- Herrera, V. (2011). *SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL DEPARTAMENTO DE TURISMO DEL ILUSTRE MUNICIPIO DE BAÑOS DE AGUA SANTA*. Obtenido de file:///E:/UTE/Tesis_t646ec.pdf
- Lopera Hechavarría, J. D., Ramírez Gómez, C. A., Zuluaga Aristizábal, M. U., & Ortiz Vanegas, J. (25 de Enero de 2010). *El método analítico como método natural*. Obtenido de El método analítico como método natural: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=2ahUKEwiokOf478ThAhVOtlkKHQ3xAkkQFjAJegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Frevistas.ucm.es%2Findex.php%2FNOMA%2Farticle%2Fdownload%2FNOMA1010140327A%2F25986&usg=AOvVaw1W7ehzW8v5W2YUq2yQ5Spg>
- Lopez, E. (2014). *ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOLAR FOTOVOLTAICA* . Obtenido de file:///E:/UTE/tesis%201.pdf
- Markvart. (2001). *El estudio de las energías renovables*. Obtenido de file:///E:/UTE/tesis2.pdf
- Martins, S. P. (2011). *Metodología de la investigación*. Caracas, Venezuela.
- Marviva. (2016). *Paneles solares*. Obtenido de http://www.agenergia.org/wp-content/uploads/2018/05/1234260365_Uso_dePanelesSolaresBarcos_MARVIVA.pdf

- Matés Crespo, J. (2015). *Clima desértico*. Obtenido de *Clima desértico*: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/29009041/helvia/sitio/upload/clima_desertico_Jairo.pdf
- Mc Graw. (2015). *Panel solar o modulofotovoltaico*. Obtenido de <file:///E:/UTE/tesis%201.pdf>
- Mulato, A. (2015). *LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR FUENTES RENOVABLES Y SU USO EN MÉXICO*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6715/Tesis.pdf?sequence=1>
- Neira, L. (2016). Obtenido de <file:///E:/UTE/UPS-GT001724.pdf>
- Ocampo, J. L. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PANEL SOLAR*. Obtenido de [file:///C:/Users/impro01/Desktop/ute4/document\(2\)\(1\).pdf](file:///C:/Users/impro01/Desktop/ute4/document(2)(1).pdf)
- Ortiz. (2015). *Análisis técnico-económico de pérdidas por efecto corona en líneas de transmisión de 500 kv del sistema nacional de transmisión ecuatoriano en el tramo coca-codo el inga*. Quito.
- Ortiz, D. V. (2014). *FUENTES RENOVABLES Y SU USO*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6715/Tesis.pdf?sequence=1>
- Ortiz, L. (2014). *Manifestaciones del efecto corona en línea de transmision de corriente alterna*.
- Ortiz, V. (2015). *ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOLAR FOTOVOLTAICA Y SU INCIDENCIA EN EL CONSUMO ELÉCTRICO DEL CENTRO DE REHABILITACIÓN Y EDUCACIÓN ESPECIAL AVINNFA*. Obtenido de <file:///E:/UTE/tesis%201.pdf>
- Oviedo, J. M. (2012). *El aprovechamiento de la energía solar para el suministro de energía eléctrica*. Obtenido de <file:///C:/Users/impro01/Desktop/UTE/173-496-1-PB.pdf>
- Patiño, J. S. (2012). *Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico híbrido y desarrollo de un regulador de carga aplicando instrumentación virtual*. Obtenido de file:///E:/UTE/Documat_DisenoEImplementacionDeU.pdf
- Peralta, C. A. (2016). *'DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RESPALDO FOTOVOLTAICO CON POSICIONAMIENTO DE UN GRADO DE LIBERTAD, PARA LA ILUMINACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA DEL CAMPAMENTO DE LA*

EMPRESA TELCONET S.A. SED. Obtenido de file:///E:/UTE/UPS-GT001724.pdf

Porras, D. H. (2013). *Energía renovable*. Obtenido de file:///E:/UTE/tesis2.pdf

Quintela, F. R. (2012). *Términos sobre energía eléctrica del Diccionario de la Real Academia Española*. Obtenido de <http://electricidad.usal.es/Principal/Circuitos/Descargas/TerminosEnergia.pdf>

Quisaguano, O. (2018). Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/Tesis.pdf.pdf

Redondo, C. (2015). *Energía Renovable*. Obtenido de <http://electricidad.usal.es/Principal/Circuitos/Descargas/TerminosEnergia.pdf>

Rodriguez, C. (2014). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELECTRICA CON TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Obtenido de file:///E:/UTE/tesis%201.pdf

Rodriguez, I. (2015). *Caso de estudio: Biblioteca Pompeu Fabra de*. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1911/1/T-SENESCYT-01011.pdf>

Rodriguez, R. M. (2015). *GUÍA TÉCNICA PARA LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Obtenido de file:///E:/UTE/FotovoltaicaIAA.pdf

Roitman, M. (2015). *Dimensionamiento de un sistema de energía solar fotovoltaica*. Obtenido de C:/Users/impro01/Desktop/UTE/10884-32511-1-PB.pdf

Romero, J. (2015). *Análisis del funcionamiento de paneles fotovoltaicos y*. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1911/1/T-SENESCYT-01011.pdf>

Santa Paella y Feliberto Martins . (2010). *Metodología de la investigación cualitativa*. Caracas; Venezuela:.

Santos, A. (2017). *Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar una vivienda*. Obtenido de file:///E:/UTE/TrabajoAriels-Raynel-Yudisleidy.pdf

Santos, D. (2015). *Distribución espectral de la radiación solar*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70271/fichero/02+INTRODUCC>

I%C3%93N+A+LA+ENERG%C3%8DA+FOTOVOLTAICA%252FIntro
ducci%C3%B3n+a+la+Energ%C3%ADa+Fotovoltaica.pdf

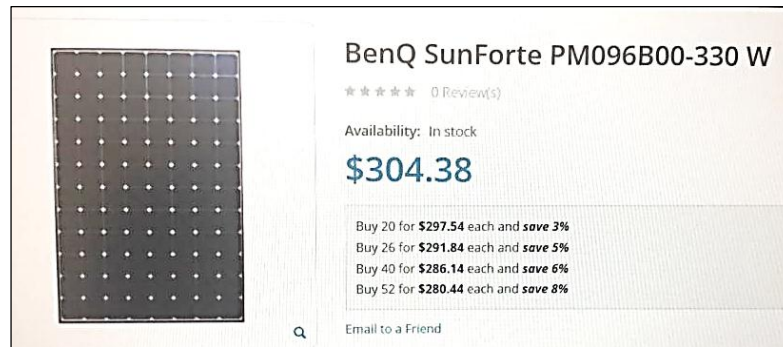
Tello, J. (2014). Obtenido de
file:///E:/UTE/Documat_DiseñoImplementaciónDeU.pdf

Torres, V. V. (2014). *“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOLAR FOTOVOLTAICA Y SU INCIDENCIA EN EL CONSUMO ELÉCTRICO DEL CENTRO DE REHABILITACIÓN Y EDUCACIÓN ESPECIAL AVINNFA.* Obtenido de
file:///E:/UTE/tesis%201.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

PANEL SOLAR BENQ SUNFORTE PM096B00-330 W




ANEXO 2

BATERÍA DE GEL PARA PANELES SOLARES MARCA LIFEPO4 48V 400AH



ANEXO 3

FOCO LED ALTA POTENCIA 5W -9W




OP IMPORTADORA
LED
LED BULB LIGHTS
• High Brightness
• Low Electricity Consumption
• Energy Saver
• No Flicker
HIGH ENERGY AND LOW CONSUMPTION SAFETY AND STABILITY

Nuevo - 6 vendidos
Foco Led 3w 5w 7w 9w 12w 16w 36w luz Blanca Super Ahorrador
U\$S 1⁵⁰
Pago a acordar con el vendedor
Acepta depósito bancario, efectivo.
[Más información](#)
Entrega a acordar con el vendedor
Cuzco, Pichincha (Cuzco)
[Ver costos de envío](#)
Cantidad: 1 unidad (94 disponibles)
Comprar

ANEXO 4

REGULADOR CONTROLADOR SOLAR PWM 80 AMP



MPPT
SOLAR CHARGE CONTROLLER
CE RoHS

Nuevo - 1 vendido
Regulador Controlador Panel Solar Mppt 40a 12-24 Vdc Pv 100v
U\$S 210²⁰
Pago a acordar con el vendedor
Acepta depósito bancario, efectivo, tarjeta de crédito.
[Más información](#)
Entrega a acordar con el vendedor
Tucumán, Carchi
[Ver costos de envío](#)
¡Único disponible!
Comprar

ANEXO 5

INVERSOR DE POTENCIA SOLAR DE 6000 W 12 V



The screenshot shows the AROS Solar Technology website. The header includes the AROS logo and navigation links for EMPRESA, PRODUCTOS, and SOPORTE. The main content area is titled 'Inversores' and features the SIRIO EVO 6000 product. A large image of the red inverter is shown on the left. To its right, the product name 'SIRIO EVO 6000' is displayed in red. Below the name, the section 'CARACTERÍSTICAS' lists several features: 'sin transformador', 'rendimiento máximo hasta el 97,20%', 'tecnología Multistring', 'grado de protección IP65 para su instalación en exteriores', 'dispositivos de control y protección redundantes', 'interruptor de maniobra DC integrado', 'función de consulta nocturna', 'facilidad de configuración para cada País', 'registrador de datos integrado', and 'pantalla LCD multi-idioma'. A green circular logo with a stylized 'Y' is positioned below the list. Underneath the logo, the text '5 AÑOS DE GARANTÍA' is written. At the bottom of the product image area, there are five small thumbnail images of the inverter from different angles.

ANEXO 6

BOBINA DE CABLE 250MTS



The advertisement features the Cronte logo at the top left and the Prostar logo in the center. Below the logos is a black and white image of a cable coil. Underneath the coil, the text 'BOBINA DE CABLE 4,0MM 250MTS' is written in blue. Below this, the website 'www.cronte.net' is listed. At the bottom, the full product name is provided: 'Bobina de Cable 4,0mm 250mts Paneles Solares Prostar PS-PVCABLE4MM2'.

ANEXO 7
FINCA "ESTANCIA EL CARMEN"



ANEXO 8
GALPÓN DE CERDOS



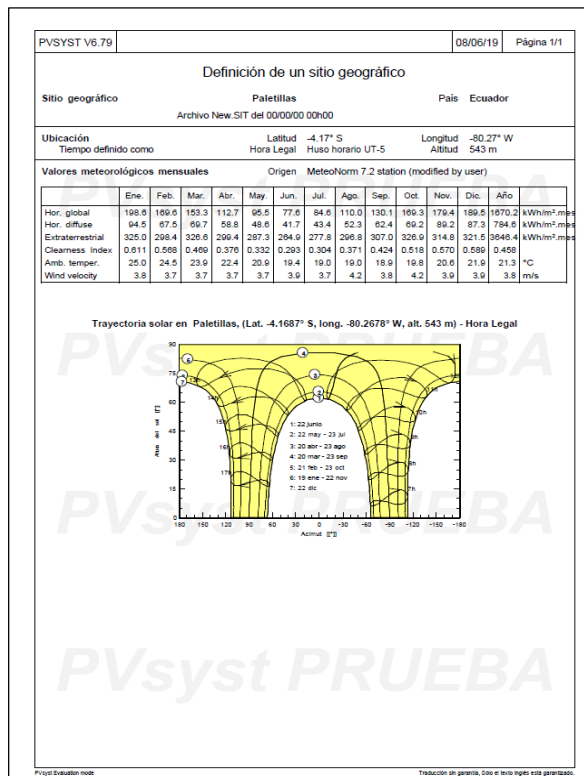
ANEXO 9

GALPÓN DE POLLOS



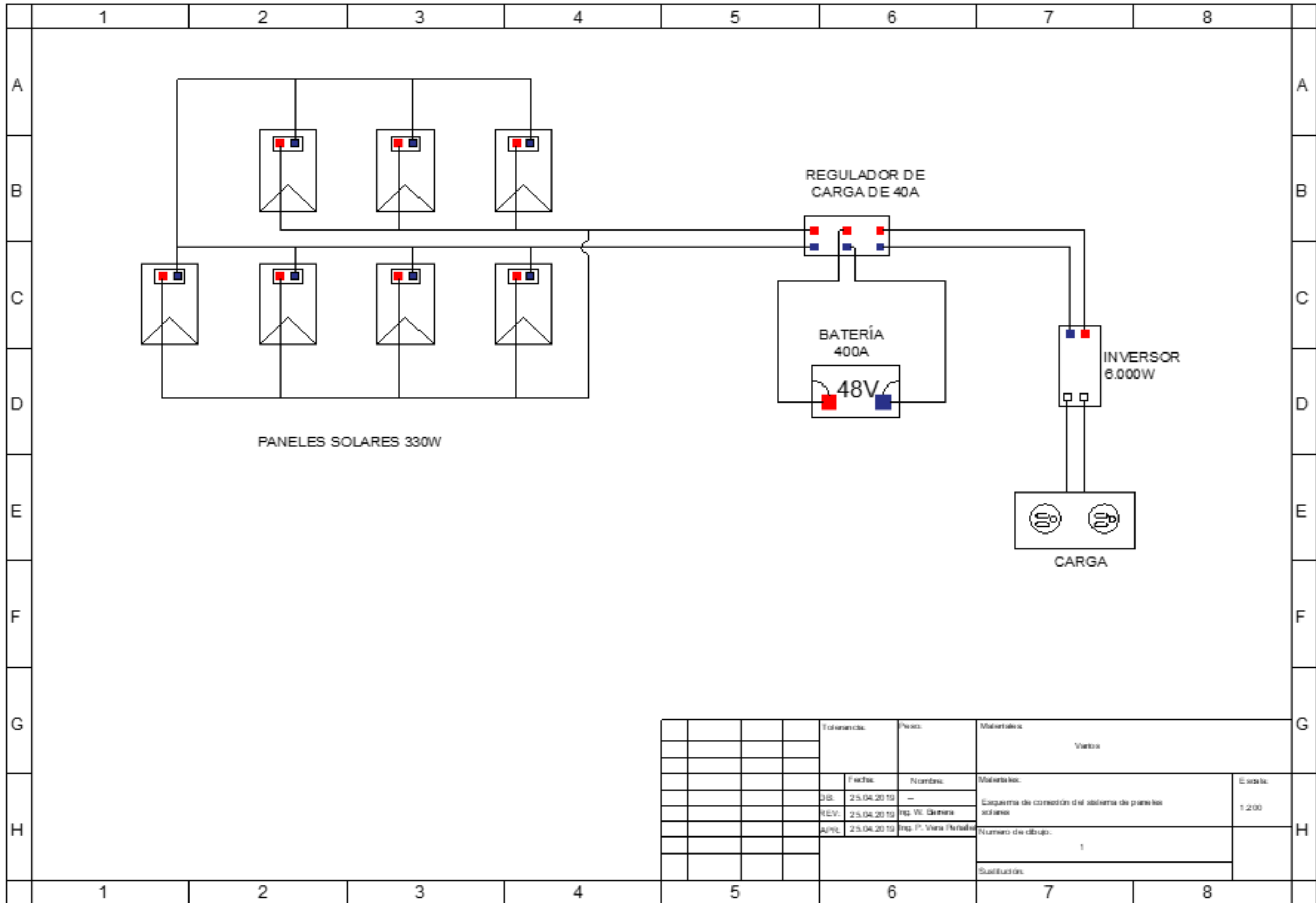
ANEXO 10

REPORTE SOFTWARE PV SIST 6.7.9. PALETILLAS



ANEXO 11
PLANO FINCA LA ESTANCIA EL CARMEN

ANEXO 12
PLANO DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA
FOTOVOLTAICO



Escala:		Fecha:		Nombre:		Materiales:	
1:200		25.04.2019		-		Esquema de conexión del sistema de paneles solares	
		25.04.2019		Ing. V. Gómez		Número de dibujo:	
		25.04.2019		Ing. P. Vera Peralta		1	
						Sustitución:	