

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

TÍTULO:

**“ANÁLISIS DE LA ENERGIA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA
PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCITO”**

AUTOR:

GALARZA MURILLO, SIDNEY ARTEMIO

Trabajo de Graduación previo a la

Obtención del Título de:

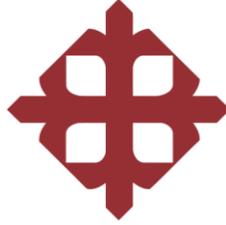
INGENIERIO ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TUTOR:

ING. SUÁREZ MURILLO EFRAÍN OSWALDO

Guayaquil, Ecuador

2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Sidney Artemio Galarza Murillo, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Electrónica en Control y Automatismo**.

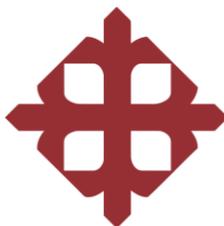
TUTOR

Ing. Efraín Oswaldo Suárez Murillo

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Miguel Armando Heras Sánchez

Guayaquil, a los 13 del mes de Febrero del año 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Sidney Artemio Galarza Murillo**

DECLARO QUE:

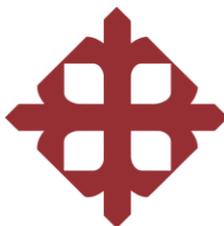
El Trabajo de Titulación **ANÁLISIS DE LA ENERGIA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCITO** previa a la obtención del Título **de Ingeniero Electrónica en Control y Automatismo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 13 del mes de Febrero del año 2015

EL AUTOR

Sidney Artemio Galarza Murillo



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Sidney Artemio Galarza Murillo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **ANÁLISIS DE LA ENERGIA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCITO**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 13 del mes de Febrero del año 2015

EL AUTOR:

Sidney Artemio Galarza Murillo

DEDICATORIA

Dedico esta reseña escrita primordialmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber conseguido hasta este momento muy trascendental de mi formación profesional.

Dedico esta reseña escrita a mis padres que me han apoyado mucho moral y económicamente durante toda mi infancia, adolescencia y parte de mi juventud, si no hubiera sido por sus sabios consejos no hubiera realizado esta reseña escrita.

A mi hija que la amo mucho y para que cuando crezca sea su ejemplo a seguir. A mi esposa, abuela y hermano, los amo, los quiero y los aprecio mucho, gracias por todo esto va para ustedes.

Para los que ya no están aquí pero desde el cielo me están observando, los extraño y como hubiese querido que sean parte de todo esto.

SIDNEY ARTEMIO GALARZA MURILLO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme cada día la inteligencia y sapiencia para lograr mis metas trazadas, a mis padres por su esfuerzo moral y económico, ya que gracias por su apoyo me han guiado en seguir adelante en cada decisión que he tomado sin importar los obstáculos que se me presenten.

Al Decano, Director de carrera, Coordinador académico y a mi Tutor de Proyecto de Titulación por su ardua y valiosa colaboración, orientación en el desarrollo del presente Proyecto de tesis.

A mi familia que me ayudó en este proceso de mi trabajo de tesis, y sobre todo el tiempo que me dedique en realizarlo y no poder disfrutar ciertos momentos, gracias a ustedes por su paciencia y confianza.

SIDNEY ARTEMIO GALARZA MURILLO

INDICE

CAPITULO 1.....	1
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Metodología	2
1.4.1. Metodología Investigativa.....	2
1.4.2. Metodología Científica.....	3
1.5. Objetivo general	4
1.6. Objetivos específicos.....	4
1.7. Antecedentes y viabilidad	5
1.8. Hipótesis.....	6
1.9. Marco teórico	7
1.9.1. La Energía Solar.....	7
1.9.2. El efecto fotovoltaico	7
1.9.3. Los sistemas solares fotovoltaicos aislados	9
1.9.4. Componentes del sistema.....	9
1.9.5. El tamaño de los sistemas solares fotovoltaicos.....	12
1.9.6. Energía Solar Térmica.....	13
CAPITULO 2.....	16
2. ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL ECUADOR	16
2.1. Referencias	16
CAPITULO 3.....	28
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	28
3.1. Proceso del proyecto	28
3.2. Consumo de energía	29

3.3. Cálculo del consumo de energía.....	29
3.4. Días de autonomía.....	30
3.5. Cálculo de la corriente pico del sistema.....	30
3.6. Cálculo del número de módulos fotovoltaicos.....	31
3.7. Cálculo del banco de baterías.....	32
3.8. Cálculo del inversor	33
3.9. Suministro de equipo fotovoltaico	33
3.10. Consideraciones previas	33
3.11. Emplazamiento.....	33
3.12. Descripción general del sistema.....	35
3.13. Módulos fotovoltaicos.....	35
3.14. Cálculo del colector solar térmico.....	37
3.15. Instalación de los equipos.....	38
3.16. Toma de mediciones.....	38
3.17. Costos de operación y mantenimiento.....	39
3.18. Depreciación del sistema.....	40
3.19. Precio de la energía	41
3.20. Orientación	42
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45

RESUMEN

El presente trabajo tesis de grado está orientado al análisis de la energía solar térmica y fotovoltaica para la comunidad de Limoncito con la finalidad de: Fomentar el ahorro y eficiencia energética. Transferir el conocimiento y divulgar el uso de la energía solar. Cooperar con las autoridades locales para promover los servicios energéticos sostenibles en zonas aisladas del Ecuador.

La idea de este proyecto nace de la cooperación existente entre la Universidad Católica y La Comunidad de Limoncito.

Nuestra motivación surge de la necesidad existente en el intercambio de conocimientos, experiencias y técnicas. Esta cooperación no solo institucional, sino también personal ha permitido complementar la formación académica con la transferencia de tecnología logrando el desarrollo integral del estudiante.

ABSTRACT

This thesis work is oriented to the analysis of solar thermal and photovoltaic Limoncito community for the purpose of: To encourage saving and energy efficiency. Transfer knowledge and promote the use of solar energy. Cooperate with local authorities to promote sustainable energy services in isolated areas of Ecuador.

The idea of this project stems from the cooperation between the Catholic University and The Community of Limoncito.

Our motivation stems from the need in the exchange of knowledge, experiences and techniques. This not only institutional but also personal cooperation has enabled complement the academic training with technology transfer managing the development of the student.

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

Para el desarrollo del proyecto se realizó primeramente una investigación teórica para luego continuar con la praxis. Se realizaron actividades en dos fases, la primera una parte inicial, en donde se realizan actividades para poder desarrollar un trabajo de campo conveniente que queda manifestado en las actividades principales.

Las actividades iniciales se fundamentan en las investigaciones teóricas acerca de los temas en base al proyecto, tales como; energía solar térmica y fotovoltaica aislada, gestión de recursos, construcción sostenible, impactos ambientales y desarrollo humano sostenible. Luego de tener presente el plan a seguir, el cronograma de actividades y al sistema del proyecto de cooperación, se prosiguió con plantear un discurso de aprendizaje para fomentar el uso de las energías renovables en esta comunidad.

La segunda actividad realizada fue el viaje hacia el recinto Junta - Limoncito, para poder conocer las instalaciones del lugar donde se propone desarrollar el proyecto de cooperación. Por parte de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, se presenta en la zona donde se podía avanzar con la adecuación de los equipos solares como son la terma solar y el kit fotovoltaico.

1.2. Planteamiento del problema

El trabajo tesis de grado consiste en el análisis de la energía solar térmica y fotovoltaica para la comunidad de Limoncito perteneciente al cantón Santa Elena,

debido a que sufren de constantes apagones, además el consumo de energía es limitado. Para esto mi análisis está enfocado para que el consumo de energía para un hogar conformada por 4 personas sea la adecuada durante todo el día.

1.3. Justificación

Aprovechando la energía solar que es una de las fuentes de energía más barata y renovable del país, además no contamina el medio ambiente y la ubicación geográfica de la comunidad Limoncito es la perfecta por la radiación solar que alcanza.

1.4. Metodología

El trabajo de fin de tesis se forma de una parte teórica investigativa, la cual se traduce en el estudio de algunas perspectivas para poder abordar algunos temas específicos, los diferentes métodos aplicados ayudan a alcanzar el objetivo del estudio.

1.4.1. Metodología Investigativa

El siguiente paso es la investigación de temas en técnicas ambientales de energía solar fotovoltaica y térmica, incidencia solar, eficiencia de los equipos, con estos conocimientos se tiene la necesidad de utilizarlo de una manera praxis y apropiada.

Se examinó algunas proposiciones basadas en la parte económica, técnica y logísticas para terminar un proyecto en donde se empleó las diferentes técnicas.

Es importante reconocer que de los procesos de gestión de la energía solar es el aprovechamiento de la misma, por cuya razón se debe contar con investigaciones de relevancia y que adicionalmente contenga una semejanza incluso a la zona de Limoncito que está ubicada en la provincia de Santa Elena como lo señala en la figura 1. Por ultimo buscamos focalizar la investigación en un tipo de solución que contenga buenas características, ambientales, económicas y sociales.

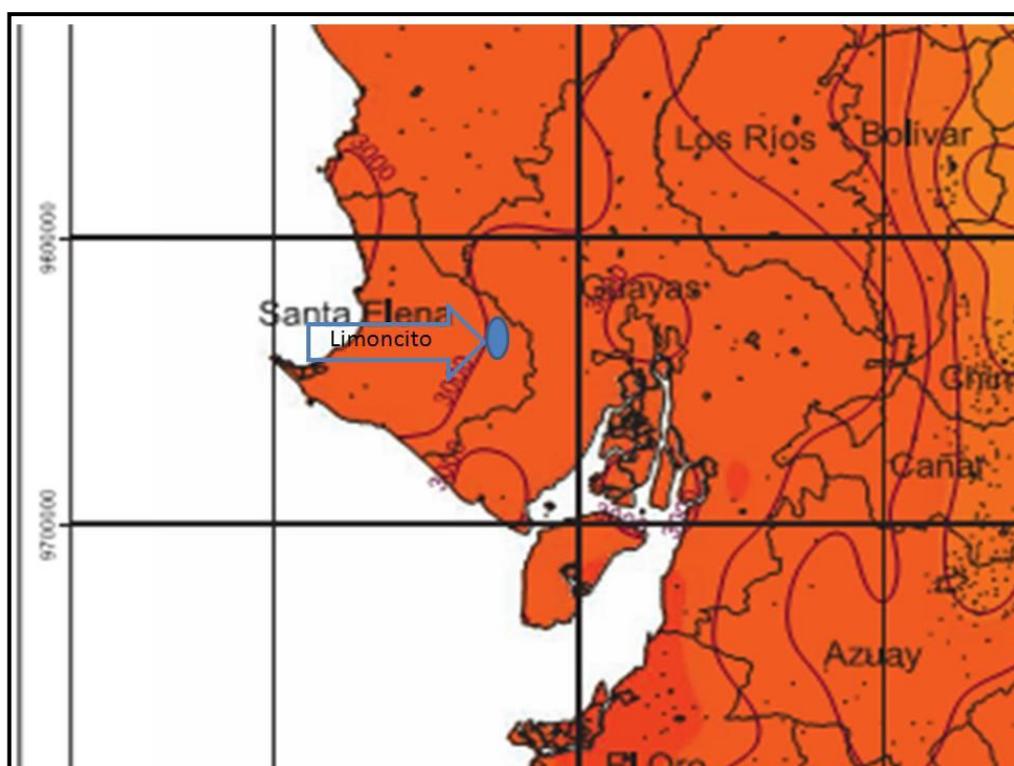


Figura 1. Ubicación de la Comuna Limoncito

Fuente: El autor

1.4.2. Metodología Científica

La metodología planteada se la desarrolla de acuerdo al desarrollo del proyecto como lo indica la figura 2.

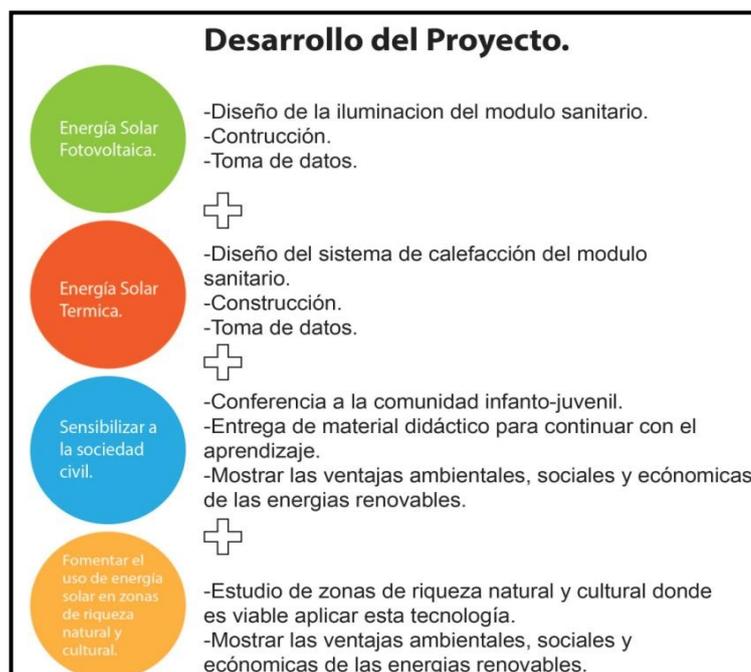


Figura 2. *Metodología Científica*

Fuente: (Sagahon, Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú., 2013)

1.5. Objetivo general

Analizar la eficiencia solar térmica y fotovoltaica en la comunidad de Limoncito, mediante un modelo de generación eléctrica y calefacción de agua con energía solar.

1.6. Objetivos específicos

- Proporcionar a través de un módulo sanitario equipos solares para abastecer de agua térmica y luz.
- Reducir los costos de la energía eléctrica proporcionada por la empresa eléctrica de Limoncito.
- Estimular a través del traspaso del conocimiento a la sociedad civil en el uso de la energía solar.
- Promover el uso de energía limpia en lugares de riqueza natural.

1.7. Antecedentes y viabilidad

Actualmente en la posición en que se encuentran los organismos que regulan la educación superior en el país abrió diferentes posibilidades de realización del proyecto, debido a que consideramos importante la necesidad de objetivos académicos de excelencia en las formaciones profesionales y la búsqueda de soluciones para problemas prioritarios para la sociedad. Toda esta gran propuesta de organización curricular está diseñada para ello, a partir de planes de estudio perfectamente estructurados tanto conceptualizaciones teóricas, objetos de estudio contextualizados, como actividades relacionadas con la integración, reflexión, desarrollo del emprendimiento, lo lúdico y la oportunidad del ser humano de convertir a los aprendizajes en un apasionante que hacer de la vida.

Además es importante que se logre aprovechar sustentablemente los recursos de la naturaleza para llegar a obtener un País que promueva, favorezca y proporcione el dinamismo empresarial y de proyectos nuevos para explotar la apertura de otros mercados y de la globalización.

La situación de las energías renovables en Ecuador entrando más en detalle en la energía solar que tiene particular importancia. Según datos del (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2015), indica que:

Ecuador ha ejecutado 9 proyectos importantes que constituyen la muestra más grande de avance y desarrollo que el Gobierno Nacional impulsa con decisión y gestión en el país. Coca Codo Sinclair, Minas San Francisco, Delsitanisagua, Manduriacu, Mazar Dudas, Toachi Pilatón, Quijos, Sopladora y Villonaco, son los 9 proyectos que permitirán generar energía renovable de la manera más eficiente y sustentable provechando la diversificación de las fuentes de energía, la aplicación de tecnología limpia, la reducción de contaminación pero sobretodo con claros

lineamientos de respeto a la naturaleza.

Estos proyectos son un claro ejemplo de un País que avanza, llegando a niveles históricos en desarrollo productivo, energético y social.

(Piriz, 2013) En su tesis de grado titulado “Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú” indica que la energía solar se puede transformar con facilidad en calor: de hecho, cualquier cuerpo, preferentemente de color negro, absorbe la energía solar y la transforma en calor, que puede ser usado para calentar ambientes, calentar agua (termas solares), secar diversos productos, cocinar, etc.

Los paneles fotovoltaicos, o simplemente llamados “paneles solares”, se puede transformar la energía solar directamente en electricidad. La fabricación de los paneles fotovoltaicos requiere alta tecnología y pocas fábricas en el mundo (en países desarrollados) lo hacen, pero su uso es sumamente simple y apropiado para la electrificación rural, teniendo como principal dificultad su alto costo.

1.8. Hipótesis

Desde que nació el estudio de la energía solar se le clasificó como el recurso perfecto para las necesidades energéticas del país debido a su acceso gratuito como son los rayos del sol. Podemos decir que no contamina y que su captación es directa y de fácil mantenimiento.

La radiación solar que adquiere la comunidad de Limoncito puede aprovecharse

por medio del calor que produce a través de la absorción de la radiación, esta radiación solar puede ser de forma directa y difusa, o global que es la suma de ambas. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por los fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes o el resto de elementos atmosféricos y terrestres.

1.9. Marco teórico

1.9.1. La Energía Solar

(Batista, 2015) La Energía solar es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. La energía solar se la puede aprovechar de dos formas: por transformación térmica de alta temperatura y por transformación fotovoltaica.

La forma de transformación térmica de alta temperatura aplica el cambio de energía solar en energía térmica almacenada en un fluido o líquido, para calentarlo se emplean unos elementos llamados colectores. La transformación fotovoltaica consiste en cambiar directamente la energía de luz en energía eléctrica., para esto se utilizan placas solares formadas por células fotovoltaicas (de silicio o de germanio).

1.9.2. El efecto fotovoltaico

(Orihuela, 2011), En la tesis de pre grado de ingeniería eléctrica llamada “Transferencia de la máxima potencia desde un panel fotovoltaico a la carga” expresa lo siguiente con respecto al efecto fotovoltaico y dice: El efecto fotovoltaico

se produce al incidir la radiación solar (fotones) sobre los materiales que definimos al principio como semiconductores extrínsecos. La energía que reciben estos provenientes de los fotones, provoca un movimiento caótico de electrones en el interior del material.

Al unir dos regiones de un semiconductor al que artificialmente se había dotado de concentraciones diferentes de electrones, mediante los elementos que denominábamos dopantes, se provocaba un campo electrostático constante que reconducía el movimiento de electrones. Recordemos que este material formado por la unión de dos zonas de concentraciones diferentes de electrones la denominábamos unión PN, pues la célula solar en definitiva es esto; una unión PN en la que la parte iluminada será la tipo N y la no iluminada será la tipo P.

De esta forma, cuando sobre la célula solar incide la radiación, aparece en ella una tensión análoga a la que se produce entre los bornes de una pila. Mediante la colocación de contactos metálicos en cada una de las caras puede “extraerse” la energía eléctrica, que se utilizará para alimentar una carga.

Tabla 1. *Eficiencias alcanzadas en diversos tipos de celdas solares.*

Tecnología	Símbolo	Características	Eficiencia de celdas en laboratorio (%)	Eficiencia típica en módulos comerciales (%)
Silicio monocristalino	sc-Si	tipo oblea	24	(13-15)
Silicio Policristalino	mc-Si	tipo oblea	19	(12-14)
Películas de silicio cristalino sobre cerámica	f-Si	tipo oblea	17	(8-11)
Películas de silicio cristalino sobre vidrio		película delgada	9	

Silicio amorfo (incluye tandems silicio - germanio)	a-si	película delgada	13	(6-9)
Disenleniuro de cobre - indio / galios	CIGS	película delgada	18	(8-11)
Telurio de cadmio	CdTe	película delgada	18	(7-10)
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO2 sensibles a la humedad		película delgada	11	
Celdas tandem de alta eficiencia	III-V	tipo oblea y película delgada	30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III-V	tipo oblea y película delgada	33 (tandem) 28 (solo)	

Fuente: (Sagahon, Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú., 2013)

1.9.3. Los sistemas solares fotovoltaicos aislados

En entornos aislados, donde se requiere poca potencia eléctrica y el acceso a la red es difícil, como en comunidades aisladas por selvas, montañas o islas, o en estaciones meteorológicas o repetidores de comunicaciones, empleamos los paneles solares fotovoltaicos como la mejor alternativa económicamente viable. Para comprender la importancia de esta posibilidad, conviene tener en cuenta que aproximadamente una cuarta parte de la población mundial no tiene acceso a la energía eléctrica, y se calcula que existen cerca 1 millón en Ecuador que no tienen acceso a electricidad por medio de la red pública.

1.9.4. Componentes del sistema

Un sistema fotovoltaico aislado está compuesto por los siguientes elementos:

- Módulos fotovoltaicos
- Regulador de carga
- Batería
- Convertidor

1.9.4.1. Módulos fotovoltaicos

Denominado panel solar o módulo fotovoltaico, su principal función es la de proporcionar energía a la instalación a partir de la irradiación solar, aprovechando el efecto fotoeléctrico.

Un módulo fotovoltaico está formado por la interconexión de varias células solares en serie y/o paralelo, para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente, puesto que cada célula puede suministrar del orden de 0.5 voltios.

Las células se fabrican mediante la cristalización del silicio, por lo que se encuentran 3 tipos principales:

- Monocristalino: presenta estructura cristalina completamente ordenada.
- Policristalino: presenta una estructura ordenada por regiones separadas.
- Amorfo: presenta un alto grado de desorden y un gran número de defectos estructurales en su combinación química.

Las condiciones estándar de medida (CEM) quedan definidas por los siguientes valores:

- Irradiación: 1000 W/m².
- Temperatura: 25 °C.
- Incidencia normal.

1.9.4.2. Regulador de carga

(Sagahon, Universidad Politécnica de Cataluña , 2013) En la tesis de Maestría titulada “Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú” refiere que el regulador es el encargado de controlar los procesos de carga y descarga de la batería y cumple con las siguientes actividades:

- Evita sobrecargas en la batería: cuando esta llega a (EDC=100%) no continúe cargando. Así se evita la generación de gases y aumenta la vida de la misma.
- No permite la sobre descarga de la batería en los periodos de poca luz: cuando una vez la batería este descargada no continúe suministrando corriente a la instalación; aumenta la vida de la batería.
- Afirma el trabajo del sistema en el punto de máxima de eficacia.

1.9.4.3. Almacenador o Batería

El utilizar de almacenadores eléctricos, o batería, permite:

- Entrega a la red una fuente eléctrica separada de las condiciones de radiación solar existentes.
- Entrega a la red de una autonomía de servicio de los módulos fotovoltaicos.
- Suministra a la red de alguna capacidad de puntas de intensidad superiores a la nominal.
- Suministra a la red de condiciones de estabilidad en la tensión aceptables para los elementos de consumo.

1.9.4.4. Convertidor

Su labor es trastornar la tensión y características de la intensidad que reciben transformándola a la real requerida para los usos que necesiten

suministrar. Existen diferentes clases de convertidores: cc/cc, ca/cc, cc/ca, ca/ca.

El más empleado en una instalación fotovoltaica separada es el del tipo cc/ac, que convierte la tensión del banco de batería a consumos de corriente alterna. A este tipo de reguladores se les suele denominar inversores. Los de tipo ca/cc y ca/ca no se utilizan en instalaciones solares fotovoltaicas aisladas.

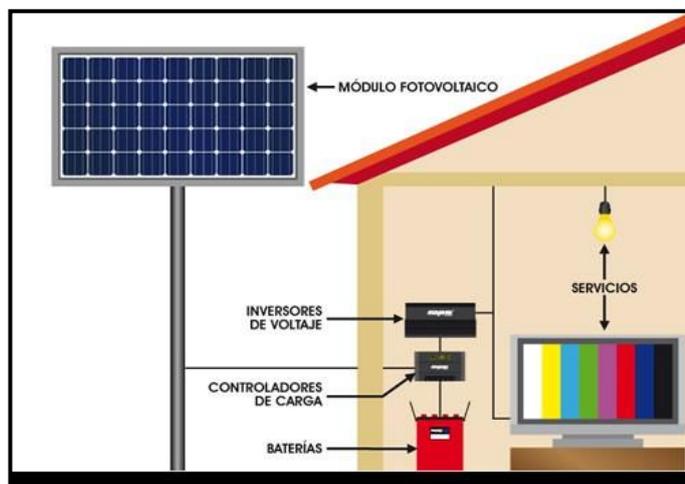


Figura 3. Componentes de un sistema fotovoltaico aislado.
Fuente: (Sagahon, Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú., 2013)

1.9.5. El tamaño de los sistemas solares fotovoltaicos

El tamaño del sistema FV radica en determinar su medida de esta forma complacer la exigencias de energía de los consumidores.

Este método se fundamenta según (Sagahon, Universidad Politécnica de Cataluña, 2013) en el balance de energía, es decir:

$$\underline{\text{Energía generada}} = \underline{\text{Energía consumida}} + \underline{\text{Pérdidas propias del sistema FV}}$$

Los requerimientos del usuario son el punto de partida de todo ciclo. En el caso de

le energía renovable esto no es diferente. Junto con las condiciones climáticas, que ya han sido discutidas con detenimiento en la sección de recursos de energía solar, un sistema puede diseñarse exactamente para satisfacer las necesidades del usuario a los más bajos costos.

Después de que el sistema se ha diseñado y se ha determinado su tamaño, el usuario debe ser instruido en cómo operar y dar mantenimiento a su sistema. Para esto debe dársele un entrenamiento rápido, pero sencillo, y completo junto con un manual con texto y diagramas fáciles de comprender.

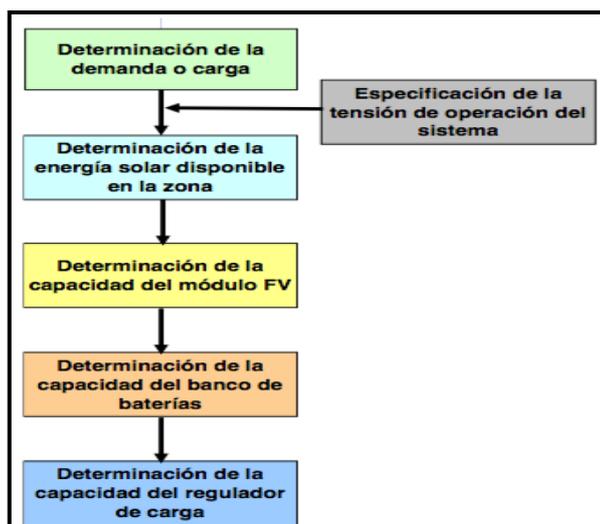


Figura 4. Diagrama de flujo de un sistema fotovoltaico.

Fuente:(Sagahon, Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú., 2013)

1.9.6. Energía Solar Térmica

Se entiende por energía solar térmica, la transformación de la energía radiante del sol en calor o energía térmica. Los principales beneficios de la energía solar térmica son:

- Ahorros importantes de energía (desde un 30% hasta un 70% según la zona) y

por lo tanto altas rentabilidades.

- Tecnología modular que se adapta a cada necesidad.
- Energías respetuosas con el medio ambiente.
- Costos de mantenimiento muy bajos.

1.9.6.1. Colector Solar

Un captador solar, también llamado colector solar, es cualquier dispositivo diseñado para recoger la energía radiada por el sol y convertirla en energía térmica. Los colectores se dividen en dos grandes grupos: los receptores de baja temperatura, utilizados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y ACS, y los colectores de alta temperatura, conformados mediante espejos, y utilizados generalmente para producir vapor que mueve una turbina que generará energía eléctrica. (Sagahon, Universidad Politécnica de Cataluña , 2013)

1.9.6.2. Utilización

- Cocinar
- Esterilización
- Pasteurización
- Lavado
- Secado

1.9.6.3. Inicio de desempeño

El inicio de desempeño de los colectores solares termo acumulativo es tan simple como práctico: el agua se calienta y se acumula directamente en el colector solar como se muestra en la figura.

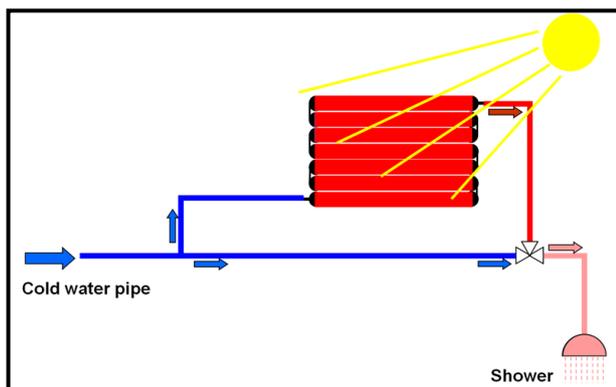


Figura 5. Inicio de desempeño de una terma solar

Fuente: (Sagahon, Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú., 2013)

CAPITULO 2

ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL ECUADOR

2.1. Referencias

Los proyectos de generación fotovoltaica han tenido un avance muy limitado en el país, lejos de lo que se esperaba hace un año cuando fueron lanzados. Apenas han entrado en operación cuatro generadoras por 3,5 megavatios (MW) de potencia cuando para estas fechas ya debían estar funcionando 53 centrales, con 146,6 MW de potencia, de acuerdo con datos del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC). Es decir que el cumplimiento ha sido solo del 2,4% de generación. El CONELEC revocó el permiso para la construcción de cuatro de los mayores proyectos con energía solar, que en conjunto sumaban 112 MW de potencia. Hasta finales de este año está previsto que entren en operación 355 MW, según documentos de la entidad publicados en su página web. Los principales problemas que han enfrentado los proyectos han sido la falta de financiamiento y trabas burocráticas, según empresarios consultados. Esto ha generado retrasos en su ejecución. Esta generación, que se obtiene de la radiación del sol a través de paneles fotovoltaicos, forma parte del grupo de energías alternativas o no convencionales que representa menos del 10% de lo que produce el país.

Para impulsar la producción de estas energías, el directorio del CONELEC reformó en el 2012 la regulación 04/11, a través de la cual fijó una tarifa preferencial de USD 0,40 por kilovatio hora (kW-h) de generación. Con ello, se garantizó el pago de esa tarifa a los inversionistas locales o extranjeros que presentaran proyectos fotovoltaicos sustentados en estudios de factibilidad, impacto ambiental y diseños definitivos. Bajo esa normativa, en enero del 2013, el CONELEC firmó los títulos habilitantes (permisos) para que empresas nacionales y extranjeras construyeran 15 proyectos fotovoltaicos mayores a 1 MW con una inversión de USD 800 millones. El hecho recibió críticas de sectores académicos que indicaron que la tarifa de los

fotovoltaicos era demasiado cara en comparación con el costo de generación hidroeléctrica o la misma energía fotovoltaica en otros países de la región.

En la actualidad en el Ecuador solo han ingresado 3 MW fotovoltaicos. Estos mismos argumentos constan en las resoluciones del CONELEC, así lo indica una publicación realizada por el diario el Comercio por comercio (Araujo, 2015) donde expresa que para revocar los permisos de construcción de los proyectos Shiri 1, Vaiana, Manabí y Montecristi, que estuvieron a cargo de las empresas Desarrollos Fotovoltaicos Del Ecuador SA (Isofotón), Guitarsa SA, Energía Solar SA, y Energías Manabitas SA.

(Acurio, 2013) en su tema de tesis “Evaluación del potencial energético solar biomásico y análisis de requerimiento de energía primaria y secundaria, (balance energético), en los poblados del corazón, el Carmen y el barrio, pertenecientes a la provincia de Pichincha” expresa que la información base que se utilizó para el desarrollo de la tablas Solar del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica, fue generada por el Nacional Renewable Energy Laboratory – NREL de los Estados Unidos, cuyas acciones están orientadas a la investigación y desarrollo de energías renovables y eficiencia energética.

Dentro de este marco, el NREL desarrolló el modelo CRS (Climatological Solar Radiation Model), que permite conocer la insolación diaria total sobre una superficie horizontal en celdas de aproximadamente 40 km x 40 km alrededor del mundo y cuyos resultados han sido validados a través de la medición de datos efectuados por estaciones, estableciéndose que el error de los datos es del 10%. Utiliza información sobre traza de gases, vapor de agua atmosférico, nubosidad, cantidad de aerosoles. El NREL publica, en forma periódica, los valores de insolación promedio, para una locación dada usando colectores fijos con cinco ángulos de inclinación: horizontal: (0°), latitud del lugar menos 15°, latitud, latitud más 15°, y vertical (90°). Estos datos

son complementados con mediciones tomadas usando superficies colectoras móviles, las que son montadas en aparatos que, automáticamente, siguen la trayectoria del sol.

La información disponible, corresponde al período entre el 1 de Enero de 1985 y el 31 de Diciembre de 1991, y fue publicado en Julio del 2006. Los datos representan la energía solar promedio mensual y anual de los valores diarios la insolación total (directa y difusa) e insolación global sobre una superficie horizontal y contiene los promedios mensuales (dentro del período mencionado) de cada una de ellas, expresados en Wh/m²/día.

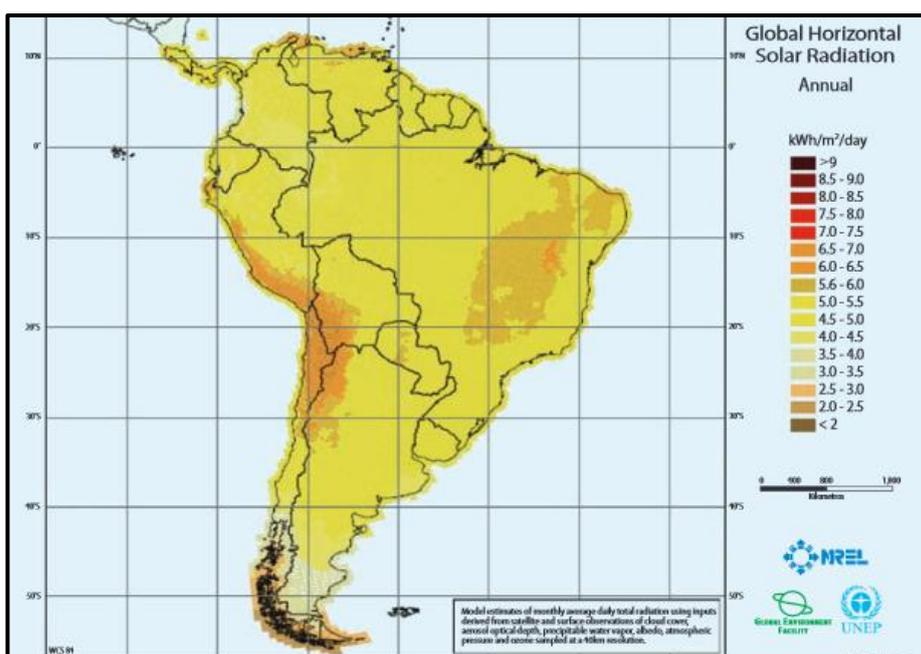


Figura 6. *Insolación global horizontal en Sudamérica*
Fuente: (CONELEC, 2008)

(Acurio, 2013) En su tema de tesis “Evaluación del potencial energético solar biomásico y análisis de requerimiento de energía primaria y secundaria, (balance energético), en los poblados del corazón, el Carmen y el barrio, pertenecientes a la provincia de Pichincha” se refiere a lo siguiente: La Corporación para la Investigación Energética (CIE), utiliza la investigación formada por el modelos CRS,

filtrando en primera instancia el amplio volumen de información proveniente de este modelo, hasta seleccionar aquellos que corresponden únicamente al territorio continental ecuatoriano, y mediante códigos, ser exportados a una base de datos para que sean compatibles con la plataforma de trabajo que se escogió, en este caso, un Sistema de Información Geográfica (SIG). A través del SIG se convirtió las referencias geográficas al Sistema de proyección y coordenadas escogidas para el país, en este caso Universal Transverse de Mercator, WGS84, Zona 17 Sur. La filtración de celdas, dio una cobertura de 472 puntos sobre el territorio continental Ecuatoriano en celdas de 40 Km x 40 Km, que provienen de los datos originales. Esta versión del Atlas contiene al momento información sobre el Ecuador continental, se está trabajando para en una futura versión, incorporar a la región insular del país.

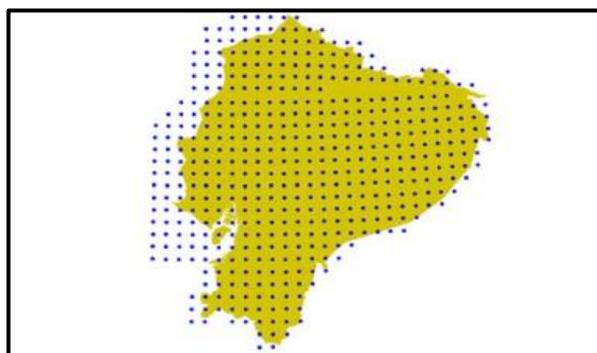


Figura 7. Red NREL de puntos
Fuente: (CONELEC, 2008)

Los datos así, a través de su base de datos de respaldo, fueron analizados estadísticamente para conocer su comportamiento y de esta manera escoger el interpolador que se asemeje de mejor manera al fenómeno analizado, una vez escogido el interpolador se obtuvieron celdas de información con una resolución de 1 Km². (Acurio, 2013)

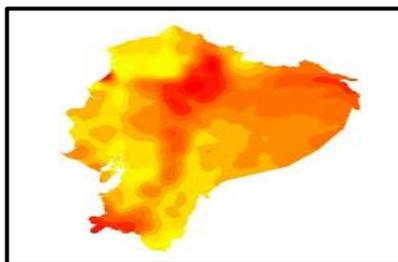


Figura 8. Grilla de insulación solar
Fuente: (CONELEC, 2008)

Este proceso se repitió para cada mes dentro de las insolaciones directa, difusa y global, obteniéndose un total de 36 mapas mensuales, más 3 que corresponden a los promedios anuales, dando un juego de 39 mapas. Cada grilla obtenida a través de este proceso, generó una base de datos de aproximadamente 248 000 puntos para cada cobertura en celdas de 1 Km², dando un total de 9 600 000 registros con información de los tres tipos de insolaciones. (Acurio, 2013)

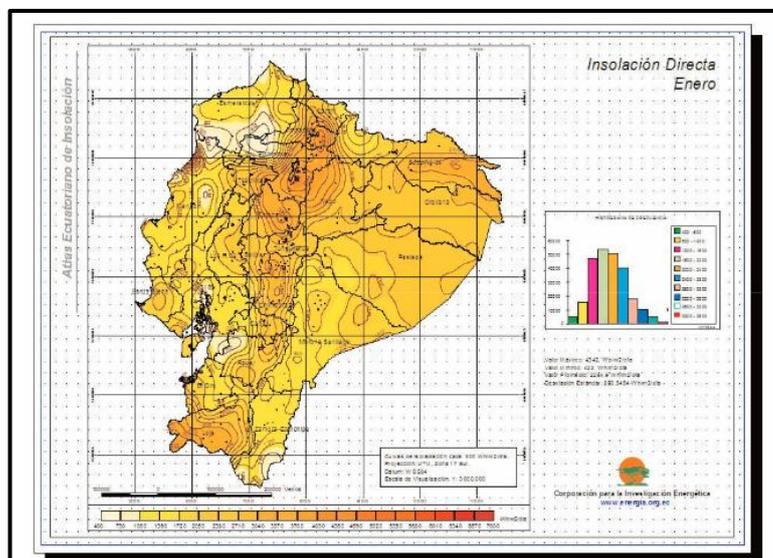


Figura 9. Mapa Solar del Ecuador
Fuente:(CONELEC, 2008)

A continuación en las siguientes figuras se muestra el mapa solar del Ecuador, corresponde a la insulación difusa mensual y anual promedio del país.

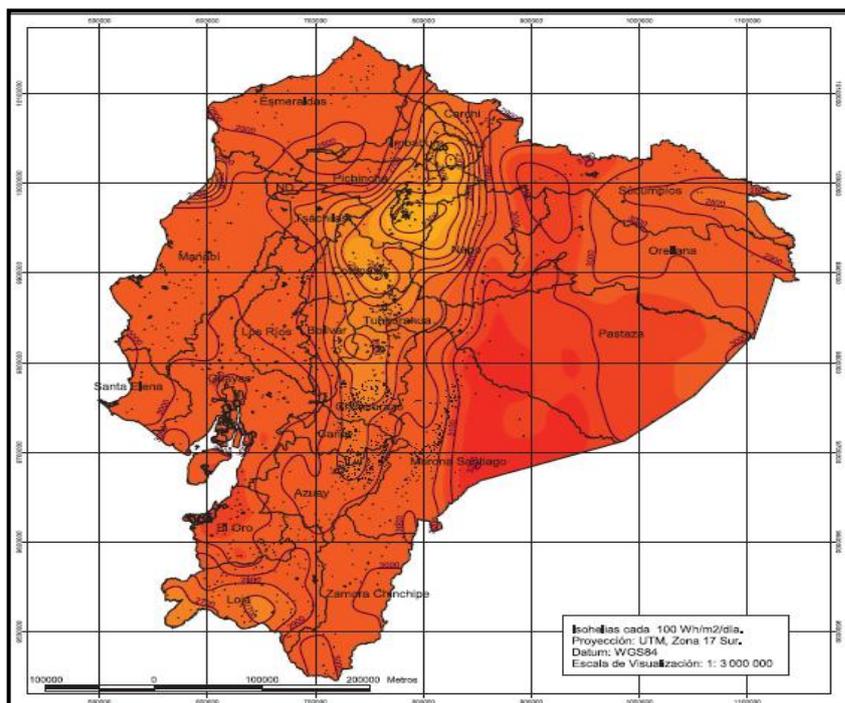


Figura 10. *Insolación difusa Enero*
Fuente: (CONELEC, 2008)

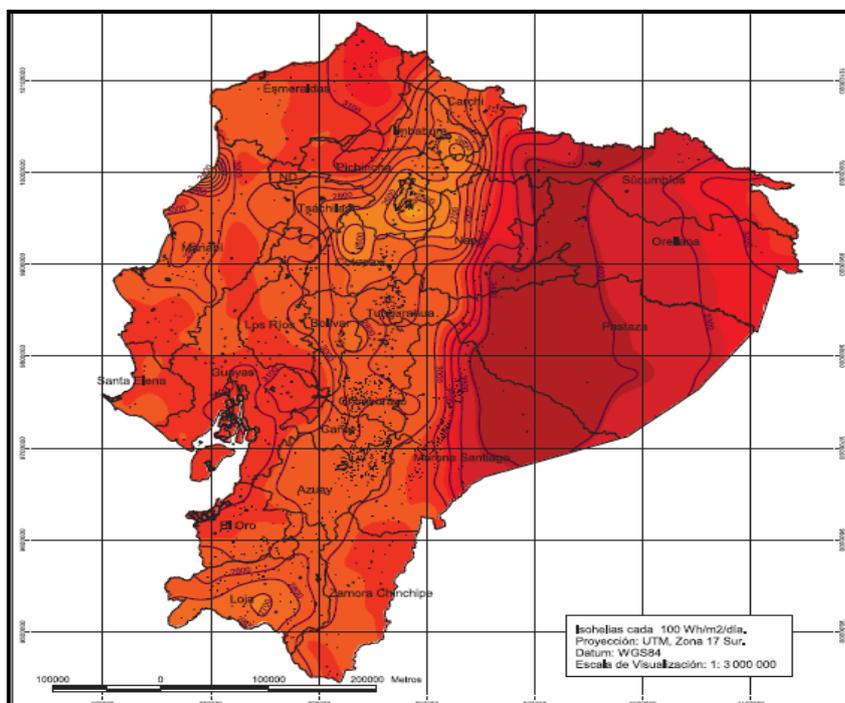


Figura 11. *Insolación difusa Febrero*
Fuente: (CONELEC, 2008)

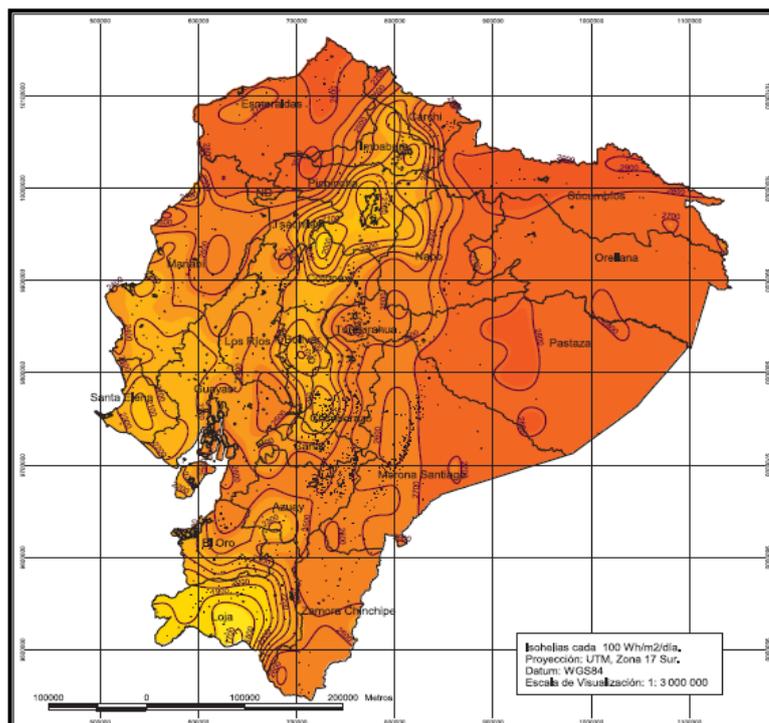


Figura 14. *Insolación difusa Mayo*
Fuente: (CONELEC, 2008)

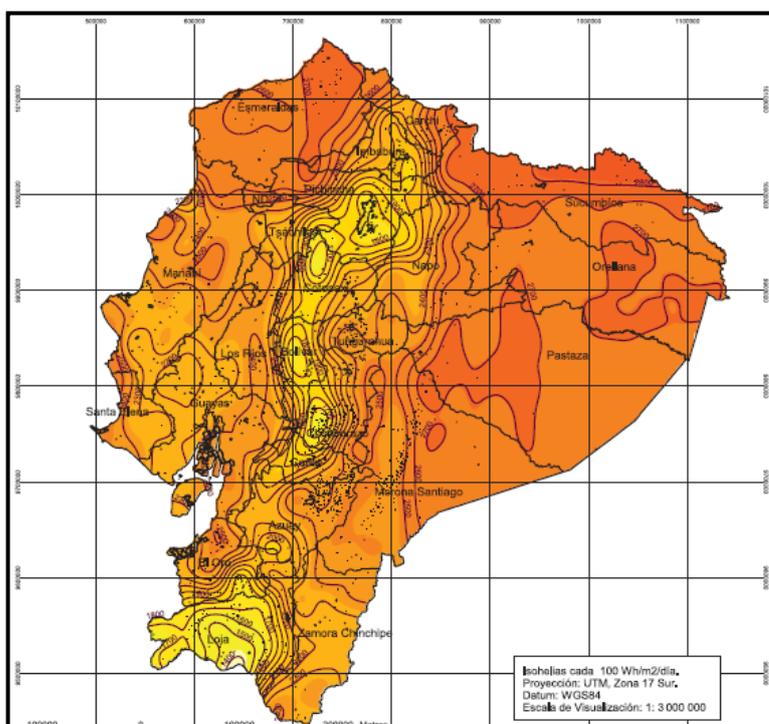


Figura 15. *Insolación difusa Junio*
Fuente: (CONELEC, 2008)

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Proceso del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se realizó primeramente una investigación teórica para luego continuar con la praxis. Se realizaron actividades en dos fases, la primera una parte inicial, en donde se realizan actividades para poder desarrollar un trabajo de campo conveniente que queda manifestado en las actividades principales.

A continuación se presenta una explicación detallada de cada grupo de actividades. Las actividades iniciales se fundamentan en las investigaciones teóricas acerca de los temas en base al proyecto, tales como; energía solar térmica y fotovoltaica aislada, gestión de recursos, construcción sostenible, impactos ambientales y desarrollo humano sostenible. Luego de tener presente el plan a seguir, el cronograma de actividades y el sistema del proyecto de cooperación, se prosiguió con plantear un discurso de aprendizaje para fomentar el uso de las energías renovables en esta comunidad.

La segunda actividad realizada fue el viaje hacia el recinto Junta - Limoncito, para poder conocer las instalaciones del lugar donde se propone desarrollar el proyecto de cooperación. Por parte de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, se presenta en la zona donde se podía avanzar con la adecuación de los equipos solares como son la terma solar y el kit fotovoltaico.

3.2. Consumo de energía

En Limoncito la media de personas por familia haciendo a cuatro y el consumo eléctrico es prácticamente todo el año. Para esto es necesario verificar y calcular para el correcto dimensionado, todas las cargas posibles existentes, su potencia nominal y el número de horas de funcionamiento al día. Estos datos, quedan reflejados en la tabla número 2.

Tabla 2. *Consumos de la instalación.*

Cargas en Corriente Continua				
Artefacto	Cantidad	Potencia (W)	Uso (horas /día)	Energía (Wh/día)
Focos	8	20	5	800
Cargas en Corriente Alterna (120V)				
Artefacto	Cantidad	Potencia (W)	Uso (horas /día)	Energía (Wh/día)
Tv 20 "	1	70	4	280
Refrigeradora	1	120	8	960
Varios	1	10	1	10

Fuente: El autor

3.3. Cálculo del consumo de energía

Para determinar una instalación solar fotovoltaica se debe principalmente calcular la instalación eléctrica a la que debe suministrar la energía. Así pues, el primer paso es considerar el consumo necesario. Para ello, se debe determinar la potencia total de la instalación teniendo en cuenta la potencia de cada equipo y la cantidad de hora en que se conecta a la instalación y adicionalmente las horas en las que estará funcionando durante un día. Este suceso se le conoce como potencia máxima instalada y se simboliza por $E_{potmaxdiaria}$ y las unidades son Wh/d. Para calcularlo es necesario saber:

- La cantidad de potencia emitida de cada equipo conectado en W y se puede simbolizar por $P_{\text{nombre_equipo}}$ La cantidad de equipos.
- La cantidad de horas que se prevé que esté en funcionamiento el equipo y su unidad es en horas.

Para calcular la energía en Wh/d es necesaria la siguiente ecuación:

$$E_{\text{pot max diaria}} = \sum \text{Cantidad} \cdot \text{horas} \cdot P_{\text{nombre_equipo}}$$

Tabla 3. Consumo de energía

Carga CA total	Wh/día
diaria	1250
Carga CC total	Wh/día
diaria	800

Fuente: El autor

3.4. Días de autonomía

Se entiende como días de autonomía la cantidad de días con baja o nula irradiación durante la cual funcionara la instalación, (Sagahon, Universidad Politécnica de Cataluña , 2013), esto quiere decir que la instalación debe funcionar sin necesidad de que se suministre energía desde los paneles. Para sistemas solares domésticos debemos considerar entre 2 y 5 días de autonomía o hasta 6 o 7 en zonas de baja irradiación solar.

3.5. Cálculo de la corriente pico del sistema

Se suma la carga diaria CC y las cargas CC (de las cargas CA) diaria, este

resultado es la carga CC y CA total diaria. Calculamos la carga diaria corriente CC para esto se divide la carga CC total diaria para el voltaje del sistema. Calculamos la carga de corriente corregida, se multiplica la carga diaria CC por el factor de seguridad. Finalmente se divide este resultado para la radiación solar difusa anual en la comuna Limoncito. El resultado se verifica en la siguiente tabla:

Tabla 4. *Corriente pico del sistema*

Corriente pico del sistema			
Carga diaria CC	Wh/día	Carga diaria corriente CC	Ah
	800		191.6667
Carga diaria CC (de las cargas CA)	Wh/día	Carga corriente corregida	Ah
	1500		230
Carga CC total diaria	Wh/día	Corriente pico del sistema	A
	2300		85.18519

Fuente: El autor

3.6. Cálculo del número de módulos fotovoltaicos

Calculamos el arreglo de módulos en paralelo se obtiene dividiendo la corriente pico del sistema para la corriente pico del módulo (ver ficha técnica). Finalmente para conocer el número total de módulos multiplicamos el valor redondeado del arreglo de módulos en paralelo por la división de la tensión nominal CC del sistema y la tensión nominal del módulo (ver ficha técnica). El resultado se verifica en la siguiente tabla:

Tabla 5. Total de módulos fotovoltaicos

Cálculo del módulo FV			
Corriente pico del sistema	A	Número total de módulos	Unidades
	85.185185		3
Arreglo de módulos en paralelo			
	10		

Fuente: El autor

3.7. Cálculo del banco de baterías

Calculamos la capacidad nominal del banco de baterías, multiplicamos la carga CC total diaria por días de reserva. Calculamos la capacidad corregida del banco de baterías para esto se divide la capacidad nominal del banco de baterías y la profundidad de descarga (ver ficha técnica), este resultado se redondea. Calculamos el número de baterías en paralelo dividimos la capacidad corregida y la capacidad nominal (ver ficha técnica). Calculamos el número de baterías en serie se divide el voltaje CC nominal del sistema y el voltaje CC nominal de la batería (ver ficha técnica). Finalmente multiplicamos el número de baterías en serie por el número de baterías en paralelo este resultado es el número total de baterías.

Tabla 6. Total de baterías

Dimensionamiento del banco de baterías			
Carga CC total diaria	Ah	Baterías en paralelo	
	230		9
Días de reserva	días	Baterías en serie	Unidades
	3		1
Capacidad nominal	Ah	Número total de baterías	Unidades
	690,0		9
Capacidad corregida	Ah		
	1150		

Fuente: El autor

3.8. Cálculo del inversor

Se debe verificar en la ficha técnica del producto que el valor de la carga máxima pica CA y la carga máxima continua CA sean mayores que lo calculado.

3.9. Suministro de equipo fotovoltaico

El objeto de este proyecto es suministrar un equipo solar fotovoltaico aislado para el abastecimiento de electricidad de forma ecológico y que debe estar situado en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Para este fin se realizara un estudio para el cálculo de la instalación FV. Adicionalmente se realizará una descripción funcional y definición constructiva del sistema fotovoltaico. La instalación se llevará a cabo exclusivamente con módulos fotovoltaicos que cubrirán el 100% de las necesidades.

3.10. Consideraciones previas

Es necesario considerar algunas características de este tipo de instalaciones:

- Vale recordar que no se puede consumir una cantidad de energía superior a la producida y almacenada por la instalación fotovoltaica. Por lo que es importante que el consumidor administre correctamente la energía dispuesta.
- Es indudable que a mayor cantidad de los elementos de la instalación mayor será la energía disponible. Pero hay que tomar en cuenta otros factores como los económicos. Mayor capacidad de producción y/o almacenamiento de energía lleva consigo un mayor costo de la instalación.

3.11. Emplazamiento

Para el cálculo de la instalación se debe tomar en cuenta la situación inicial en el

Recinto Limoncito de la Provincia de Santa Elena, como las siguientes detalladas a continuación. Las coordenadas de la instalación son:

- Lat. -2.218221
- Long. -80.229672



Figura 23. Vista satelital de la comuna Limoncito
Fuente: El autor

Este dato es muy importante ya que sirve para saber la radiación del lugar. La instalación se elaborará de acuerdo a estos parámetros de consumos. Es importante recalcar que el consumidor respete el uso máximos indicados por el mismo ya que en caso contrario la energía almacenada en las baterías se agotara inmediatamente. Este tipo de instalaciones es inadecuada para usos con planchas, termos eléctricos para agua caliente, cocinas eléctricas, calefacción eléctrica, convectores, aire acondicionado y, en general cualquier aparato que lleve resistencia eléctrica. Para estos fines es necesario estudiar otras alternativas.

3.12. Descripción general del sistema

La instalación fotovoltaica se la realizará de acuerdo al siguiente esquema:

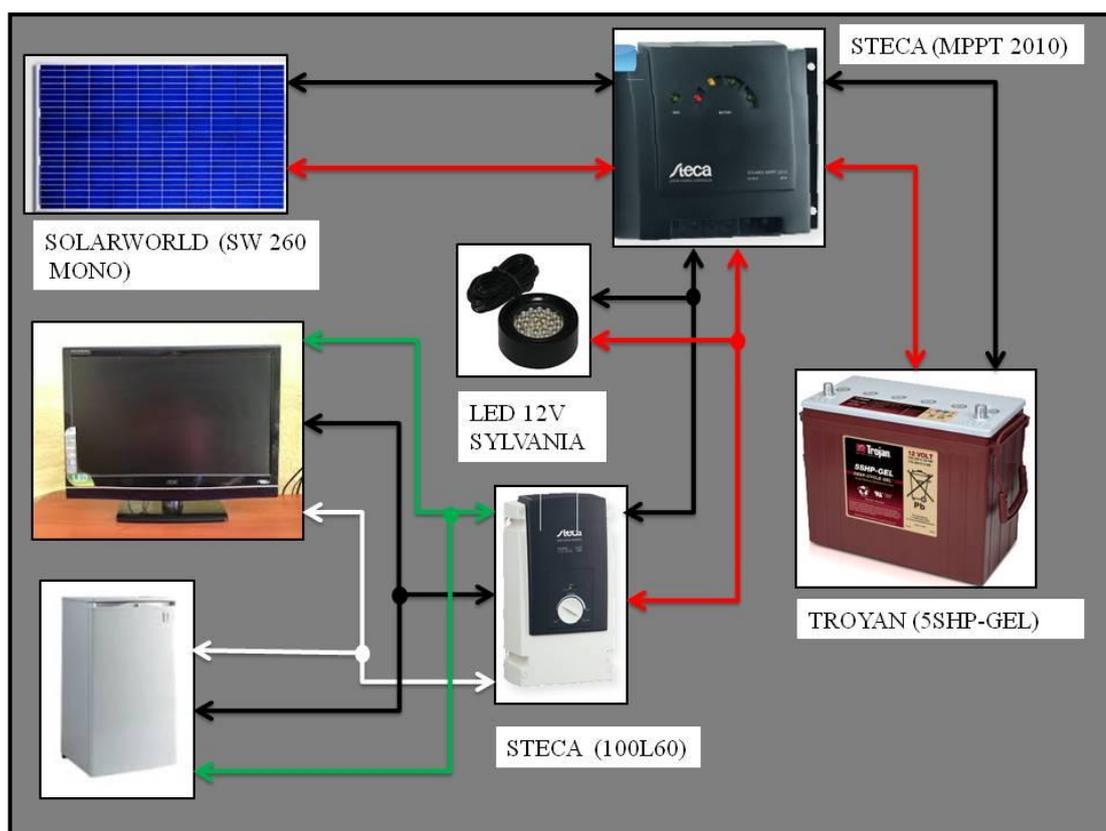


Figura 24. Descripción general del sistema.

Fuente: El autor

3.13. Módulos fotovoltaicos

Para este caso se puede utilizar módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino. Esta es una tecnología que ha superado estrictas pruebas de homologación que permite garantizar calidad y resistencia a la aire libre. Concretamente el módulo seleccionado es SOLARWORLD modelo PLUS SW 260 MONO.

3.13.1. Regulador

El regulador seleccionado es de marca STECA modelo MPPT 2010, en los anexos se encuentra sus datos técnicos.

3.13.2. Acumulador o batería

La batería seleccionada es tipo monoblock y de gel para reducir los mantenimientos, es de marca TROYAN modelo 5SHP-GEL.

3.13.3. Inversor

La normal constancia del voltaje y la corriente de origen fotovoltaico junto al uso de este tipo de instalaciones de componentes de consumo para corriente alterna hacen imperioso el incluir en el sistema de un bloque eléctrico electrónico llamado inversor que acondicione las características eléctricas del generador a la de los receptores. El inversor seleccionado es de marca STECA modelo 100L60.

3.13.4. Receptor Solar

Un receptor solar, también llamado colector solar, es un aparato diseñado para recoger la energía radiada por el sol y transformarla en energía térmica así lo expresa (Sagahon, Universidad Politécnica de Cataluña , 2013) estos se clasifican en dos conjunto: los receptores de baja temperatura, usados principalmente en sistemas de hogar de calefacción y ACS, y los colectores de alta temperatura, agrupados mediante espejos, y utilizados normalmente para provocar vapor que agita una turbina que generará energía eléctrica. El colector solar seleccionado es de marca ASTERSA modelo TOP 20.

3.14. Cálculo del colector solar térmico

Uno de los excesos de consumos de energía en el hogar es generado cuando se calienta agua, específicamente el agua para bañarse. Un individuo necesita al menos 25 lts de agua para ducharse aproximadamente 10 minutos. Dejando aún lado qué tan frío esté el ambiente del baño y nuestras preferencias personales podemos indicar entonces que el agua cayendo a 30 y 38 grados es aceptada por la mayoría.

En la comuna Limoncito en verano el agua de la tubería de red está en 24 grados centígrados de temperatura, entonces para llegar a 30 necesitamos subir 6 grados por 25 litros es 150,000 calorías ó 150 Kcal. Si en invierno el agua llega a 12 grados, para llegar a 30 necesitamos subir 18 grados por 25 litros es 450 Kcal. Hablar de Kcal es hablar de energía, o más conocidos como Kilowatts-hora (Kwh) pasemos a estas unidades, para lo cual solo hay que dividir: $150/860.4 = 0.1743$ Kwh en verano y $450/860.4 = 0.5232$ Kwh en invierno.

Si tuviéramos un calentador de agua ideal que pudiese darnos siempre una temperatura de 32 grados y tuviera una eficacia del 100 % haría que los valores que hemos estado apuntando fueran reales en la práctica. Con esto podemos retomar esos decimales que no parecen mucho y veremos que al mes nos dan $0.232 \times 30 = 6.96$ Kwh en verano y $0.581 \times 30 = 17.43$ Kwh en invierno.

La ducha se puede seleccionar entre “fresca” y “caliente”. Con el agua de la red a 20 °C y un caudal de 3.6 lts/min, medimos: -En “fresca” (salida a 30°C): corriente en la línea de alimentación en 14a, lo que hace $14 \text{ A} \times 220 \text{ V} = 3 \text{ kW}$. -En “caliente” (salida a 40 °C): corriente en 27A, lo que hace $27 \text{ A} \times 220 \text{ V} = 5.9 \text{ kW}$. Con lo anterior calculamos que una ducha “tibia” de 10 minutos consume $3 \text{ kW} \times 10/60 = 0.5 \text{ Kwh}$, lo que en 30 usos al mes hacen 15 Kwh. Si todos los baños fueran en “caliente” entonces sería $5.9 \text{ kW} \times 10/60 = 0.98 \text{ Kwh}$, que al mes hacen 28 Kwh.

3.15. Instalación de los equipos

Para instalar estos equipos solares en el caso de la terma se debe armar su estructura y en el caso del panel debemos elaborar una estructura de tal forma que pueda regular el ángulo de inclinación para las diferentes estaciones del año. Después del montaje y construcción de las bases se deberá fijar la estructura con la orientación correspondiente y montar los equipos, también se construiría una caja que iría agarrada a la estructura del panel para ubicar ahí el regulador de carga y el inversor, además de una base para el acumulador o batería.

Luego continuamos con la conexión de los equipos y la instalación eléctrica e hidráulica para comprobar el buen funcionamiento de los equipos correspondientes. La instalación se realizaría en un tiempo mínimo de 2 días.

3.16. Toma de mediciones

El piranómetro consta de una pequeña lámina de metal color negro en su parte interna, con una termocupla unida a ella. Esta lámina de color negro se calienta al sol y con la termocupla, de tal forma que se puede medir el aumento de la temperatura. La lámina y la termocupla están cubiertas y separadas por un vidrio. La salida de la termocupla es medida para la radiación al instante de forma total en un momento dado.

El medidor fotovoltaico es una célula fotovoltaica que genera electricidad. La cantidad de electricidad generada es medida para saber la radiación instantánea. Estos medidores son muy económicos que los piranómetros pero menos precisos.

La radiación instantánea se la utiliza para determinar el comportamiento de una instalación en cierto instante. Por ejemplo, al término de una revisión, la mayor parte del tiempo, pero se está más interesado en la radiación durante un período más largo; por día, por mes o por año. De esa forma se pueden realizar reglamentaciones y hacerse valoraciones más precisas del comportamiento.

Un voltímetro digital para obtener valores en V tanto del módulo fotovoltaico como de la batería con y sin cargas. Un amperímetro de gancho un tipo especial de estos aparatos de medición permite obviar el inconveniente de tener que abrir el circuito este mide la corriente de forma externa en el circuito sin desconectar nada.

El funcionamiento de este aparato de gancho permite la medición indirecta de la corriente circulante por un conductor a partir del campo magnético o de los campos que dicha circulación de corriente que genera. Recibe el nombre de gancho porque consta de un sensor, en forma de pinza, que se abre y abraza el cable cuya corriente queremos medir.

3.17. Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento se basan en función de la energía consumida, la mano de obra, impuesta y segura. Estos puntos se consideran cuando el sistema es de autoconsumo. Se recomienda adicionalmente dos horas al mes para mano de obra para el mantenimiento. El costo de la energía requerida es medido en Hp (horse power). La estimación de los gastos de mantenimiento, impuestos y seguros se representan en las tablas 7 y 8.

Tabla 7. *Costos totales de operación y mantenimiento*

Factores		Costos de operación y mantenimiento
a	Mantenimiento	4% de costo de inversión total
b	Tasas y seguros	2% de costo de inversión total
c	Mano de obra	\$6000 a \$6500 por persona por año
Costos totales de operación y mantenimiento		Suma de los Ítems (a+b+c)
*valores son referenciales		

Fuente: El autor

Tabla 8. *Ítems considerados para el cálculo*

FACTORES	ITEMS
Potencia	Termino de potencia (instalada)
Mano de obra	Termino de energía (consumida)
Mantenimiento	Mantenimiento de equipos
Tasas de seguros	Tasas de seguros

Fuente: El autor

3.18. Depreciación del sistema

La depreciación se da cuando el valor residual al término de la vida útil es cero. Para hacer la evaluación del proyecto se usan los siguientes componentes: el tiempo, el capital y la tasa de intereses. Para cada uno de estos factores se considera una técnica de mejoramiento o de no actualización. La técnica de no actualización no considera el valor del capital a lo largo del tiempo de tal manera que no es recomendable para proyectos nuevos de duración larga. Estos métodos son utilizados para evaluar pequeños proyectos.

La principal distinción entre los dos criterios es que para el de actualización, de cada uno de los flujos de efectivos de capital al tiempo cero, después se usa el

diagrama del flujo descontado acumulativo para evaluar la rentabilidad.

Si se considera un tiempo de elaboración del sistema de 1 mes, o sea, la instalación empieza a funcionar 1 mes (0,08 año) después de la primera inversión, y se fija el capital invertido en el primer año (en este caso se considera 100 % del costo de inversión en el primer año). La amortización de las instalaciones es de 4 a 6 años.

El ahorro será el producto del costo de la energía por los Kwh consumida. Los costos de operación y mantenimiento, excluyendo las depreciaciones, son fijos por año. La tasa de impuesto considerada es del 30%.

El tiempo de depreciación es de 7 años y el tiempo considerado de vida útil para las instalaciones es de 30 años. Como ejemplo se muestra los precios y amortización de un Kit fotovoltaico para pequeños consumos domésticos ofrecidos por EcoEnginy:

- Consumo anual de 4.000kWh/año.
- Instalación fotovoltaica estimada: 6 módulos fotovoltaicos Producción instalación fotovoltaica: 2.150kWh/año. Costo instalación: \$ 4.200.
- Ahorro conseguido: \$600/año. Garantía de la instalación: 25 Años.

3.19. Precio de la energía

Los precios de venta de la energía convencional en el Ecuador, oscilan aproximadamente entre \$0.08 para los consumidores residenciales y \$0.01 para los consumidores comerciales e industriales. La tarifa dignidad es subsidiada y equivale a USD 0,04 por Kwh mientras que el precio oficial de la energía en Ecuador es de

9,33 centavos. El incremento en las planillas de luz eléctrica en el Ecuador oscilará entre USD 1,90 y 3,80 al mes para aquellos clientes que consuman entre 150 y 300 Kwh en el mes eso dependerá de la región y del tipo de servicio si es residencial o comercial. Ese cálculo ayuda a comparar los precios que se obtendrán y permitirá concluir si la implementación de un sistema fotovoltaico y térmico ayuda a ahorrar significativamente.

Además, habría que tomar en cuenta que sobre todo los sistemas de autoconsumo de energía son construidas con el objetivo de ahorro energético y suministrar energía en zonas de difícil acceso, y también considerar las tendencias ambientales actuales incentivan cada vez más al uso de energías renovables.

En el caso de instalaciones fotovoltaicas públicas, sería muy importante considerar la perspectiva de rentabilidad ya que si no genera beneficios, la producción de la energía cubriría por lo menos los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura, así como a recuperar parte de los costos de inversión que podrían servir como un fondo rotativo para la instalación de otras construcciones futuras.

3.20. Orientación

Concluido el proyecto se debe realizar una charla de inducción sobre las energías renovables en especial la solar fotovoltaica y térmica, se plantea entregar material didáctico para un mayor aprendizaje sobre el proceso del sistema.

Los objetivos de este dialogo serían los siguientes:

- Sensibilizar a la localidad la utilización de las energías renovables.

- Explicar las fortalezas y debilidades del uso de las mismas, tomando en consideración los factores ambientales, económicos y sociales.
- Preparar a los presentes con los conceptos y funciones básicas de los diferentes métodos.

Llevar a cabo un proyecto donde se incentive la utilización de la energía solar fotovoltaica y térmica en zonas alejadas o de difícil acceso. Los proyectos de generación fotovoltaica en el País han sido muy pocos en relación con otros Países y en realidad falta realizar más ya que están muy limitados en los avances y lejos de lo que se esperaba hacia un año, así lo confirma en una publicación del diario el comercio (Araujo, 2015). Apenas han entrado en operación cuatro generadoras por 3,5 megavatios (MW) de potencia cuando para estas fechas ya debían estar funcionando 53 centrales, con 146,6 MW de potencia, de acuerdo con datos del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC). Es decir que el cumplimiento ha sido solo del 2,4% de generación. El CONELEC revocó el permiso para la construcción de cuatro de los mayores proyectos con energía solar, que en conjunto sumaban 112 MW de potencia. Hasta finales de este año está previsto que entren en operación 355 MW, según documentos de la entidad publicados en su página web.

CONCLUSIONES

- El implementar este sistema en este sector del país demuestra la importancia que tiene la energía fotovoltaica aislada, en este caso es una excelente opción y factible para comunidades que no tienen acceso a redes eléctricas y desean bajar los gastos por cobro de energía eléctrica en el hogar.
- La energía solar es interminable debido a que la estamos acogiendo continuamente, adquirimos vida gracias a la luz solar ya que es una fuente de vida necesaria.
- Se necesita fomentar este tipo de proyectos tanto en el sector privado como en el público para que sean apoyados por el estado para contribuir al ahorro energético basado en fuentes de energía renovable, contribuyendo de esta manera al ahorro económico en el uso de energía fotovoltaica.
- Es importante también involucrar a la sociedad civil en proyectos de energía renovable, pues se puede elevar el número de consumidores para que las pequeñas empresas que ejecuten este tipo de proyectos se crean una verdadera oportunidad de desarrollo económico local.
- Los Gobiernos centrales autónomos también juegan un papel importante en la gestión energética. Es conveniente que la administración fomente acciones eficientes para conseguir ahorros significativos y medibles en sus edificios, equipamientos e instalaciones. Paralelamente se pueden realizar instrumentos adecuados, como una buena planificación de proyectos de energía locales, promoción de empresas locales de servicios energéticos y crear un marco legislativo seguro y favorable para el uso de la energía fotovoltaica sobre todo en zonas de especial interés natural y cultural.

RECOMENDACIONES

- No se debe conectar aparatos de alto consumo de potencia que no hayan sido evaluados en el diseño.
- Las instalaciones no deben ser alteradas ni manipuladas, ya que fue dimensionada específicamente para el uso que se estudió.
- No utilizar lámparas incandescentes.
- No se debe mantener luces ni equipos encendidos injustificadamente.
- Verificar constantemente los indicadores del regulador de carga, y confirmar su funcionamiento.
- Mantener ventilada la salida de aire del inversor.
- Si el inversor de apaga producto de alguna sobrecarga no se lo debe de reiniciar, este automáticamente en unos minutos se rearmará automáticamente.
- Chequear que la visión de nuevas sombras (árboles, nuevas edificaciones, etc.) reduce la capacidad de producción eléctrica de la instalación.
- Se recomienda una revisión y mantenimiento por lo menos una vez al año por la empresa del proyecto.
- Se recomienda la limpieza de las placas solares con agua y jabón una vez al año.
- No colocar nada sobre las baterías. No manipular sus bornes. No dejarlas al alcance de los niños. El sitio reservado a las baterías deberá estar a una temperatura fresca.
- El sistema solar térmico requieren de muy poco mantenimiento preventivo, de igual manera se debe instalar en un lugar accesible.

BIBLIOGRAFÍA

- Acurio, L. M. (01 de Julio de 2013). *ESPE Universidad de las Fuerzas Armadas*.
Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7751/1/T-ESPE-047623.pdf>
- Amortegui, S. *Metodología para la evaluación de proyectos de inversión en sistemas*. Mexico: Universidad Autónoma de México.
- Aparicio, M. P. (2010). *Energía solar fotovoltaica: Cálculo de una instalación aislada*. (segunda ed.). Barcelona: MARCOMBO, S.A.
- Araujo, A. (01 de Febrero de 2015). Los proyectos fotovoltaicos se estancaron. *ENERGÍA DE 53 CENTRALES FOTOVOLTAICAS, QUE DEBÍAN ESTAR OPERANDO, SOLO CUATRO FUNCIONAN.* , pág. 1.
- Arivilca, C. O. (2010). *Energía Solar Térmica. Manual técnico para termas solares*. Green Energy Consultoría y Servicios SR.
- Arivilca, C. O. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica Manual técnico para instalaciones domiciliarias*. Green Energy Consultoría y Servicios SRL.
- Arivilca, M. S. (2010). *Manual técnico para instalaciones domiciliarias*.
- Batista, D. B. (2015). *ESPE*. Obtenido de <https://secure.urkund.com/view/document/12994223-509316-170523/download>
- CONELEC . (2001). *Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas*. Quito.
- CONELEC . (1998). *Reglamento para la Administración del Fondo de Electrificación Rural-Urbano Marginal, FERUM*. Quito.
- CONELEC. (2008). *Atlas Solar del Ecuador con fines de generación eléctrica*. Quito.
- CONELEC. (2015). *Derogatorias - Ley Orgánica del Servicio Público De Energía Eléctrica*. Agencia de Regulación y Control de Electricidad, Quito.
- CONELEC. (1996). *Ley del Régimen del Sector Eléctrico*. Quito.
- CONELEC. (2000). *Ley Orgánica de Defensa del Consumidor*. Agencia de Regulación y Control de Electricidad, Quito.
- CONELEC. (2015). *Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica*. Agencia de Regulación y Control de Electricidad, Quito.

- CONELEC. (1977). *Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación*. Agencia de Regulación y Control de Electricidad, Quito.
- CONELEC. (2014). *participación de los generadores de energía eléctrica producida con recursos Energéticos Renovables no Convencionales*. Quito.
- Miguel, P. A. (2008). *Electrotecnia*. Paraninfo.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2015). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de www.energia.gob.ec/electrificacion-rural-con-energias-renovables/
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (10 de Enero de 2015). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/proyectos-embematicos-2/>
- Orihuela, Y. M. (01 de 01 de 2011). *Blog Hugolozanon*. Obtenido de https://hugolozanon.files.wordpress.com/2011/12/tesis_yenner_coronel2.pdf
- Piriz, I. Y. (23 de Noviembre de 2013). *Repositorio Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. Obtenido de upcommons.upc.edu/
- PNDU . (2010). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, La verdadera riqueza de las naciones: caminos al desarrollo*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- S.L.L, E. (s.f.). *Autoconsumo fotovoltaica*. Obtenido de <http://www.autoconsumofotovoltaica.com/>
- Sagahon, I. Y. (2013). *Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú*. Lima.
- Sagahon, I. Y. (22 de Noviembre de 2013). *Universidad Politécnica de Cataluña* . Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/20215/8/Energ%C3%ADa%20solar%20t%C3%A9rmica%20y%20fotovoltaica%20aislada%20para%20peque%C3%B1as%20comunidades%20en%20Per%C3%BA.pdf.txt>
- Universidad Nacional de Ingeniería. (2015). *Centro de Energías Renovables*. Recuperado el Diciembre de 2014, de <http://cer.uni.edu.pe/>

TABLAS

<i>Tabla 1. Eficiencias alcanzadas en diversos tipos de celdas solares.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2. Consumos de la instalación.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3. Consumo de energía.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4. Corriente pico del sistema.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 5. Total de módulos fotovoltaicos.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 6. Total de baterías.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 7. Costos totales de operación y mantenimiento.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 8. Ítems considerados para el cálculo.....</i>	<i>40</i>

FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación de la Comuna Limoncito</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Metodología Científica.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3. Componentes de un sistema fotovoltaico aislado.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4. Diagrama de flujo de un sistema fotovoltaico.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5. Inicio de desempeño de una terma solar</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6. Insolación global horizontal en Sudamérica</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7. Red NREL de puntos</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8. Grilla de insolación solar</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9. Mapa Solar del Ecuador.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10. Insolación difusa Enero</i>	<i>21</i>
<i>Figura 11. Insolación difusa Febrero.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 12. Insolación difusa Marzo</i>	<i>22</i>
<i>Figura 13. Insolación difusa Abril.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 14. Insolación difusa Mayo.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 15. Insolación difusa Junio</i>	<i>23</i>
<i>Figura 16. Insolación difusa Julio.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 17. Insolación difusa Agosto.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 18. Insolación difusa Septiembre</i>	<i>25</i>
<i>Figura 19. Insolación difusa Octubre.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 20. Insolación difusa Noviembre</i>	<i>26</i>
<i>Figura 21. Insolación difusa Diciembre</i>	<i>26</i>
<i>Figura 22. Insolación difusa promedio.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 23. Vista satelital de la comuna Limoncito.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 24. Descripción general del sistema.</i>	<i>35</i>

ANEXOS





5SHP-GEL DATA SHEET

MODEL: 5SHP-GEL
VOLTAGE: 12
DIMENSIONS: Inches (mm)
BATTERY: VRLA GEL
COLOR: Maroon (case) Grey (cover)
MATERIAL: Polypropylene
WATERING SYSTEM: N/A



PRODUCT SPECIFICATIONS

BCI GROUP SIZE	TYPE	CAPACITY ^A Minutes @25 Amps	CAPACITY ^A Amp-Hours (AH)				ENERGY (kWh) 100-Hr Rate	TERMINAL Type ^E	DIMENSIONS ^C Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
			5-Hr Rate	10-Hr Rate	20-Hr Rate	100-Hr Rate			Length	Width	Height ^D	
12 VOLT DEEP CYCLE GEL BATTERY												
DIN	5SHP-GEL	250	110	115	125	137	1.64	8	13.58 (345)	6.75 (172)	11.01 (280)	85 (39)

A. The number of minutes a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.
 B. The amount of amp-hours (AH) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 77°F (25°C) for Gel Lines and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.

C. Dimensions are based on nominal size. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal.
 D. Dimensions taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.
 E. Terminal images are representative only.
 Trojan's battery testing procedures adhere to both BCI and IEC test standards.

CHARGING INSTRUCTIONS

CHARGER VOLTAGE SETTINGS (AT 77°F/25°C)

System Voltage	12V	24V	36V	48V
Absorption Charge	14.1 – 14.4	28.2 – 28.8	42.3 – 43.2	56.4 – 57.6
Float Charge	13.5	27	40.5	54

Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery.

TERMINAL CONFIGURATIONS

8	AP	Automotive Terminal
		Terminal Height Inches (mm) .83 (21)
		Torque Values in-lb (Nm) 50 – 70 (6 – 8)



CHARGING TEMPERATURE COMPENSATION

.028 VPC for every 10°F (5.55°C) above or below 77°F (25°C) (add .028 VPC for every 10°F (5.55°C) below 77°F and subtract .028 VPC for every 10°C above 77°F).

OPERATIONAL DATA

Operating Temperature	Self Discharge
-4°F to 113°F (-20°C to +45°C). At temperatures below 32°F (0°C) maintain a state of charge greater than 60%.	Less than 3% per month depending on storage temperature conditions.

Batteries may be utilized at higher temperatures with the understanding that battery life will be reduced by 50% for every 10°C (18°F) increase in operating temperatures over 68°F (20°C).

Sunmodule⁺ Plus SW 260 – 280 mono



Producción en Alemania, el país de la tecnología punta



TÜV Power controlled:
Las tolerancias de medida más bajas de la industria



Sunmodule Plus:
Tolerancia de potencia positiva



Garantía de servicio lineal de 25 años y garantía de producto de 10 años



COMPORTAMIENTO BAJO CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRUEBA (STC*)

		SW 260
Potencia en el punto de máx. potencia	P_{max}	260 Wp
Tensión en vacío	U_{oc}	38,9 V
Tensión a potencia máxima	U_{mpp}	30,7 V
Corriente de cortocircuito	I_{sc}	9,18 A
Corriente a potencia máxima	I_{mpp}	8,56 A

Tolerancia de medición (P_{max}) de acuerdo con TÜV Rheinland: +/- 2% (TÜV Power controlled)

www.solarworld.com



Convertimos el sol en energía.



Steca Solarix MPPT

MPPT 1010, MPPT 2010

Steca Solarix MPPT es un regulador de carga solar con seguimiento del punto de máxima potencia. Es adecuado para todas las tecnologías de módulos habituales y se ajusta de forma óptima a los sistemas de energía solar con tensiones de módulo superiores a la tensión de la batería. Steca Solarix MPPT es especialmente adecuado en combinación con módulos solares que normalmente están pensados para su empleo en instalaciones conectadas a la red. El algoritmo de seguidor de MPP perfeccionado de Steca pone siempre a su disposición la máxima potencia neta del módulo. Steca Solarix MPPT con la tecnología más actual garantiza plena potencia en todas las condiciones de uso, un óptimo cuidado profesional de la batería combinado con un diseño moderno y destacadas funciones de protección.

	MPPT 1010	MPPT 2010
Funcionamiento		
Tensión del sistema	12 V (24 V)	
Potencia nominal	125 W (250 W)	250 W (500 W)
Coefficiente de rendimiento máx. CC-CC	98,3 % ($U_{bat}=24$ V; $U_m=30$ V; $P=0,6 \cdot P_{nom}$)	
Eficiencia europeo	94,7 % ($U_{bat}=12$ V; $U_m=30$ V) 96,7 % ($U_{bat}=24$ V; $U_m=30$ V)	
Eficiencia europeo (ponderado mediante todos los U_{bat} y U_m)	95,2 %	
Coefficiente de rendimiento MPP estático	99,9 % (DIN EN 50530)	
Coefficiente de rendimiento MPP dinámico	97,7 % (DIN EN 50530)	
REW ponderada (Realistic Equally Weighted efficiency)	92,8 %	
Consumo propio	10 mA	
Datos de entrada CC		
Tensión MPP	15 V (30 V) < $V_{módulo}$ < 75 V	15 V (30 V) < $V_{módulo}$ << 100 V
Tensión de circuito abierto del módulo solar (con temperatura de servicio mínima)	17 V...75 V (34 V ... 75 V)	17 V...100 V (34 V ... 100 V)***
Corriente del módulo	9 A	18 A
Datos de salida CC		
Corriente de consumo**	10 A	
Tensión de reconexión (LVR)*	12,5 V (25 V)	
Protección contra descarga profunda (LVD)*	11,5 V (23 V)	
Datos de la batería		
Corriente de carga	10 A	20 A
Tensión final de carga*	13,9 V (27,8 V)	
Tensión de carga reforzada*	14,4 V (28,8 V)	
Carga de compensación*	14,7 V (29,4 V)	
Ajuste del tipo de batería*	líquido	
Condiciones de uso		
Temperatura ambiente	-25 °C ... +40 °C	
Equipamiento y diseño		
Terminal (cable fino / único)	16 mm ² / 25 mm ² - AWG 6 / 4	
Grado de protección	IP 32	
Dimensiones (X x Y x Z)	187 x 153 x 68 mm	
Peso	aprox. 900 g	



Steca Solarix PI

550, 550-L60, 600, 600-L60, 1100, 1100-L60, 1200, 1200-L60

Con el desarrollo del inversor sinusoidal Solarix PI, Steca presenta varias novedades inéditas hasta la fecha en este modelo. Destacan ante todo la conectividad en paralelo, el novedoso manejo mediante un solo interruptor giratorio, la comunicación directa para la determinación del estado de carga (SOC) con Steca Tarom o Steca Power Tarom y el fusible electrónico. Todo ello con el beneficio de nuestra dilatada experiencia en el uso especial de sistemas fotovoltaicos. Buena prueba de ello es, por ejemplo, el estable suministro de corriente para los más diversos aparatos y el reducido consumo propio.

	550-L60	1100-L60 SET-12	1600-L60 SET-12	2200-L60 SET-12	1200-L60	2400-L60 SET-48	3600-L60 SET-48	4800-L60 SET-48
Tipo de inversores	PI 550	PI 550	PI 550	PI 550	PI 1200	PI 1200	PI 1200	PI 1200
Número de inversores/ PAx4	1/0	2/1	3/1	4/1	1/0	2/1	3/1	4/1
Charakterisierung des Betriebsverhaltens								
Tensión del sistema	12 V				48 V			
Potencia continuo	450 VA	900 VA	1.350 VA	1.800 VA	900 VA	1.800 VA	2.700 VA	3.600 VA
Potencia 30 min.	550 VA	1.100 VA	1.650 VA	2.200 VA	1.100 VA	2.200 VA	3.300 VA	4.400 VA
Potencia 100 sec.	700 VA	1.400 VA	2.100 VA	2.800 VA	1.400 VA	2.100 VA	2.800 VA	3.500 VA
Potencia 5 sec.	1.500 VA	3.000 VA	4.500 VA	6.000 VA	3.000 VA	6.000 VA	9.000 VA	12.000 VA
Potencia asimétrica	350 VA	700 VA	1.050 VA	1.400 VA	500 VA	1.000 VA	1.500 VA	2.000 VA
Eficiencia máxima	93 %				94 %			
Consumo standby / ON	0,5 W / 6 W				0,7 W / 10 W			
Datos de entrada CC								
Tensión de la batería	10,5 V ... 16 V				42 V ... 64 V			
Tensión de reconexión (LVR)	12,5 V				50 V			
Protección contra descarga profunda (LVD) ¹⁾	10,5 V				42 V			
Datos de salida CA								
Tensión de salida	115 V AC +/-10 %							
Frecuencia de salida	60 Hz							
Detección de consumidor (standby)	ajustable: 2 W ... 50 W							
Seguridad								
Clase de protección	II (doble aislamiento)							
Protección electrónica	polaridad invertida batería, polaridad invertida CA, sobretensión, sobrecorriente, sobretemperatura							
Condiciones de uso								
Temperatura ambiente	-20 °C ... +50 °C							
Equipamiento y diseño								
Largo del cable de la batería / CA	1,5 m / 1,5 m							
Díametro de cable de la batería / CA	16 mm ² / 1,5 mm ²							
Grado de protección	IP 20							
Dimensiones (X x Y x Z)	212 x 395 x 130 mm ²⁾							
Peso	6,6 kg ²⁾				9 kg ²⁾			

¹⁾ La comunicación de datos con Steca Power Tarom depende de Steca Power Tarom SOC.
²⁾ por inversor

Datos técnicos a 25 °C / 77 °F

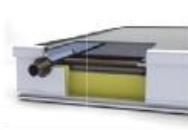


Captadores Solares Selectivos de Alto Rendimiento

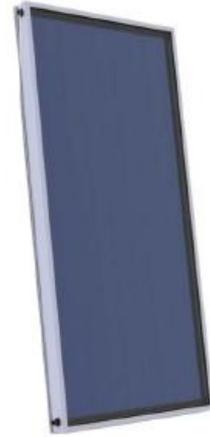
astorsa

TOP

Los captadores ASTERSA están fabricados bajo las más estrictas normas de calidad. Disponen de un absorbedor continuo de cobre con tratamiento selectivo BLUETEC soldado a un colector de cobre tipo arpa. Las soldaduras en el absorbedor se realizan por inducción y cada unidad producida se somete a un test de estanqueidad a 15 bar. La carcasa es de aluminio anodizado de alta calidad. La cubierta transparente es un vidrio solar templado de alta resistencia y baja emisividad. La cubierta posterior es una lámina térmica de polipropileno. Todo el proceso dispone de certificaciones ISO 9001 e ISO 14001.



10 años de garantía



		TOP20	TOP24	
CAPTADOR SOLAR PLANO				
Área de Apertura	m ²	2,01	2,30	
Alto	mm	1.911	2.177	
Ancho	mm	1.161	1.161	
Fondo	mm	104,7	104,7	
Área Total	m ²	2,22	2,53	
Peso	Kg	48,0	54,0	
Rendimiento	%	79,20	79,70	
Coeficiente de pérdidas:	k ₁	W/m ² ·K	3,722	3,756
	k ₂	W/m ² ·K ²	0,018	0,016
Factor corrección k ₃₀			0,94	0,94
Capacidad Térmica Efectiva	JK	11.388	12.504	
ABSORBEDOR				
Emisión (ε) / Absorción (α)	%	5,0/95,0	5,0/95,0	
Área del absorbedor	m ²	2,03	2,32	
Material		Lámina de cobre		
Tratamiento selectivo		BLUETEC		
CUBIERTA FRONTAL				
Vidrio solar		Templado de alta transparencia, resistente y bajo contenido en hierro con espesor de 4,0 mm. Transmisividad >91%		
CAJA				
Material		Aluminio extrusionado Al-6063 T5 mecanizado y anodizado posterior		
Espesor	mm	1,70	1,70	
Juntas		Sellado estanco con silicona neutra y junta de EPDM entre vidrio solar y caja de aluminio		
Aislamiento		Lana mineral de alta densidad. ξ = 0,035 W/m·K. δ media posterior 30 Kg/m ³ y lateral 50 Kg/m ³ .		
Espesor	Posterior	mm	50	
	Lateral	Mm	20	
Acabado posterior		Polipropileno 3 mm		
HIDRÁULICA				
Fluido caloportador		Agua más glicol. Concentración recomendada 30%.		
Capacidad	l	1,50	1,70	
Caudal unitario recomendado	l/h	90	108	
Presión máxima de trabajo	bar	10,0	10,0	
Presión de prueba	bar	16,0	16,0	
Temperatura de estancamiento	°C	205,4	205,4	
Relación en parrilla (Ø22/Ø8)	n/n	2/11	2/11	
Conexiones externas		Tubo liso de cobre rígido de 22 mm.		
Porta sonda integrado		SI		
Norma de certificación		EN 12975-1:2000; EN 12975-1:2001; EN 12975-2:2001; AC:2002; ME-542-01		
Contraseña de homologación	Nr.:	NPS-4713	NPS-4913	
Certificación Keymark	Nr.:	011-7S1516F		

