



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO.

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA.

TEMA:

Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para el uso en casas flotantes en la ciudad de Babahoyo.

AUTOR:

Puco Buenaño, Marco Antonio.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO.

TUTOR:

Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier M.S.C.

GUAYAQUIL, ECUADOR

4 de marzo del 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO.
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA.**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Puco Buenaño, Marco Antonio** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO**.

TUTOR

f. _____

Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier, M.S.C.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando. M.S.C.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO.
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA.**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Puco Buenaño, Marco Antonio.**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación: **“Diseño de un sistema fotovoltaico asilado para el uso en casas flotantes en la ciudad de Babahoyo”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, 4 de marzo del 2020

EL AUTOR

f. _____
PUCO BUENAÑO, MARCO ANTONIO.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO.
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA.**

AUTORIZACIÓN

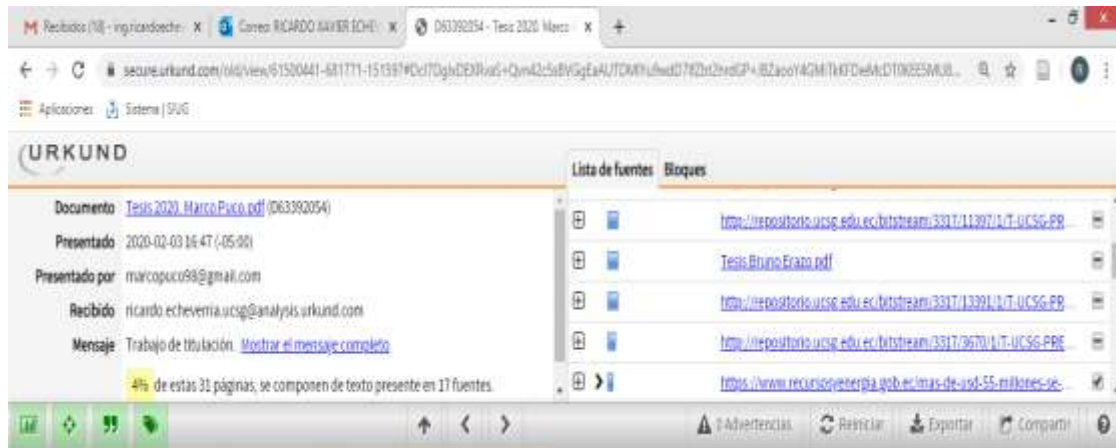
Yo, Pucó Buenaño, Marco Antonio.

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para el uso en casas flotantes en la ciudad de Babahoyo**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 4 de marzo del 2020

EL AUTOR:

f. _____
PUCO BUENAÑO, MARCO ANTONIO.



FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICO-MECANICO

TEMA: “Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para el uso en casas flotantes en la ciudad de Babahoyo”

AUTOR: Puco Buenaño, Marco Antonio

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO ELECTRICO-MECANICO

TUTOR: Echeverria Parra, Ricardo Xavier

Guayaquil, Ecuador 9 de febrero del 2020

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICO-MECANICO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Marco Antonio Puco Buenaño, como requerimiento para la obtención del Título de INGENIERO EN ELECTRICO-MECANICO

TUTOR:

Ing. Echeverria Parra, Ricardo Xavier

Agradecimiento.

Primero agradezco a Dios por haberme dado la fuerza e inteligencia durante todos estos años de estudios, por saber guiarme por el camino del bien y por haberme llenado de bendiciones.

A mis padres, a mis hermanos, a mis tíos, a mis abuelos y a mis primas quienes son las personas que me dan consejos, son los que me ayudan a levantar cuando tengo problemas, son mi motor para seguir adelante y mi fuente de inspiración para lograr mis metas.

A mi tutor de tesis el Ingeniero Ricardo Echeverría por brindarme su ayuda y por haberme tenido paciencia durante este periodo de elaboración de tesis.

Este logro no lo hubiera conseguido sino fuera por todas estas personas que las considero importantes en mi vida, esto va por ustedes.

Marco Antonio Puco Buenaño.

Dedicatoria.

El presente trabajo de titulación se lo dedico a Dios por darme la fuerza para cumplir otra meta más en mi vida y culminar sin ningún problema la carrera universitaria.

A toda mi familia por darme esa fuerza día a día y ser mi apoyo durante mi carrera universitaria.

A los profesores de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por su enseñanza que me brindaron durante la carrera universitaria, por haberme brindado un poco de sus conocimientos y experiencias profesionales.

Marco Antonio Puco Buenaño.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO.
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICO.**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS, M.S.C.
DECANO

f. _____

ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M.S.C.
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____

ING. HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL
OPONENTE

Índice General.

CAPÍTULO 1.....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Justificación.....	4
1.3 Planteamiento del problema.....	4
1.3.1 Formulación de variables de investigación.....	4
1.3.1.1 Variable independiente.....	4
1.3.1.2 Variable dependiente.....	4
1.4 Objetivos del problema de investigación.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 Metodología.....	5
CAPÍTULO 2.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Energía.....	7
2.1.1 Energía eléctrica.....	7
2.1.2 Energía mecánica.....	8
2.1.3 Energía calórica.....	8
2.1.4 Energía nuclear.....	8
2.1.5 Energía química.....	9
2.2 Fuentes de energía.....	9
2.3 Energía No Renovable.....	10
2.3.1 Carbón.....	11
2.3.2 Petróleo y Gas Natural.....	12
2.4 Energía Renovable.....	13
2.5 Energía Hidroeléctrica.....	15
2.6 Energía Eólica.....	18
2.7 Energía Geotérmica.....	22
2.8 Energía por biomasa.....	26
2.9 Energía mareomotriz.....	29
2.10 Energía solar.....	31

2.11 Clasificación de la Energía Solar.	32
2.11.1 Energía Solar Fotovoltaica.	32
2.11.2 Energía solar térmica.	32
2.11.3 Energía Solar Pasiva.	34
2.12 Radiación Solar.	34
2.13 Tipos de radiación solar.	35
2.13.1 Radiación Directa.	35
2.13.2 Radiación Difusa.	35
2.13.3 Radiación Reflejada o de Albedo.	36
2.14 Hora Sol Pico. (HSP).....	37
2.15 Irradiancia.	38
2.16 Irradiación.	38
2.17 Movimiento de la tierra.....	39
2.17.1 Movimiento de Rotación.	39
2.17.2 Movimiento de Traslación.....	40
2.18 Altura solar (α).....	41
2.19 Azimut Solar (ψ).....	42
2.20 Células Solares.	42
2.21 Proceso de elaboración de las células solares.....	43
2.22 Clasificación de las células solares.	46
2.22.1 Tecnología cristalina de silicio.	46
2.22.2 Tecnología de capa fina.....	47
2.22.3 Fotovoltaica de concentración.	48
2.22.4 Células flexibles.	49
2.25 Módulo Fotovoltaico.	49
2.26 Partes de un módulo fotovoltaico.....	50
2.26.1 Cubierta frontal.....	50
2.26.2 Encapsulante.	50
2.26.3 Células fotovoltaicas.....	50
2.26.4 Cubierta Posterior.	51
2.26.5 Marco.	51
2.26.6 Caja de conexiones.....	51

2.27 Sistemas Fotovoltaicos.....	52
2.27.1 Sistemas Conectados a la Red.	52
2.27.2 Sistemas fotovoltaicos autónomos o aislados.	53
2.27.3 Sistemas híbridos.	54
2.28 Componentes de un sistema fotovoltaico.....	54
CAPÍTULO 3.....	55
DISEÑO Y CÁLCULOS PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	55
3.1 Información de la zona donde se aplicará el sistema fotovoltaico.....	55
3.2 Datos climatológicos en la ciudad de Babahoyo.	56
3.3 Levantamiento de la potencia instalada en la vivienda.	58
3.4 Tipo de inversor.....	59
3.5 Tipo de controlador de carga.	60
3.6 Cálculo de energía de los diferentes componentes.	61
3.7 Cálculo de la potencia fotovoltaica y numero de módulos fotovoltaicos... ..	61
3.8 Cálculo de baterías.....	63
3.9 Costo total de los componentes fotovoltaicos.	66
3.10 Diseño del sistema fotovoltaico aislado.	67
Capítulo 4.....	68
4.1 Conclusiones	68
4.2 Recomendaciones.	70
Referencias Bibliográficas.	71
Anexos.	79

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 2.1 Ciclo de la energía nuclear.	9
Figura 2.2 Carbón.	11
Figura 2.3 Proceso de extracción del petróleo y gas natural denominado fracturación.	13
Figura 2.4 Producción de energía de los distintos tipos de energía renovables en Galápagos.	15
Figura 2.5 Central Manduriacu, Pichincha. Opera desde el 2015 y tiene una potencia de 65 MW.	17
Figura 2.6 Producción de energía con diferentes fuentes de energía.	18
Figura 2.7 Ingeniero Charles F. Brush.	20
Figura 2.8 Primer aerogenerador fabricado por Charles F. Brush.	21
Figura 2.9 Parque Eólico Villonaco.	22
Figura 2.10 Aprovechamiento de la energía geotérmica en Islandia.	23
Figura 2.11 Central Geotérmica.	25
Figura 2.12 Planta Geotérmica Chachimbiro.	26
Figura 2.13 Formas para la obtención de la biomasa.	27
Figura 2.14 Mapa del Atlas Bioenergético.	29
Figura 2.15 Central Mareomotriz.	30
Figura 2.16 Planta Sihwa Lake, Corea del Sur.	31
Figura 2.17 Composición de un colector solar.	33
Figura 2.18 Tipos de instalaciones de la energía térmica.	33
Figura 2.19 Atravesamiento de la radiación electromagnética a la atmosfera. .	35
Figura 2.20 Porcentaje del albedo en distintas zonas.	37
Figura 2.21 Curva de la hora sol pico.	38
Figura 2.22 Sistema Solar.	39
Figura 2.23 Movimiento de Rotación.	40
Figura 2.24 Estaciones del año.	41
Figura 2.25 Altura Solar.	41
Figura 2.26 Azimut Solar.	42
Figura 2.27 Composición de una célula solar.	43
Figura 2.28 Silicio Metálico.	45
Figura 2.29 Lingotes de silicio puro.	45
Figura 2.30 Célula monocristalina.	46
Figura 2.31 Célula policristalina.	47
Figura 2.32 Célula de silicio amorfo.	48
Figura 2.33 Fotovoltaica de concentración.	48
Figura 2.34 Células flexibles.	49
Figura 2.35 a.) Cintas colectoras; b.) Conexión entre células.	51
Figura 2.36 Partes de un módulo fotovoltaico.	52
Figura 2.37 Diagrama de conexión de un sistema conectado a la red.	53
Figura 2.38 Representación de un sistema fotovoltaico aislado.	53

Figura 3.39 AV. Malecón "9 de octubre"	56
Figura 3.40 Datos principales que se debe colocar en la aplicación.	57
Figura 3.41 Inversor/Cargador Quattro 120V.	60
Figura 3.42 Controlador de carga MPPT 150/100.	60
Figura 3.43 Photovoltaic module mono 310~350 W output power. 72 Cells.....	62
Figura 3.44 Diseño de Conexión de módulos fotovoltaicos que se va a utilizar.	63
Figura 3.45 Batería Ritar RA 12-100.....	65
Figura 3.46 Conexión de baterías.	66
Figura 3.47 Diseño del sistema fotovoltaico aislado.	67

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2.1 Energía Renovable VS Energía no Renovable.	10
Tabla 3.2 Irradiancia en Babahoyo por un año.	58
Tabla 3.3 Datos de potencia de la vivienda.	58
Tabla 3.4 Costo de los componentes fotovoltaicos.	66

RESUMEN.

En el presente trabajo de titulación, el planteamiento del problema es la falta de un diseño de un sistema fotovoltaico aislado para el suministro de energía eléctrica en casas flotantes ubicadas en la ciudad de Babahoyo. Describimos la variable dependiente y la variable independiente. Como objetivos tenemos investigar, analizar, calcular y diseñar un sistema fotovoltaico. Para el desarrollo de nuestro marco teórico utilizamos metodología documental, experimental y descriptiva, mediante la cual se estudia y analiza el uso de los sistemas fotovoltaicos. En el capítulo 3 se describe la ubicación y se realiza el levantamiento de la potencia instalada en la vivienda, se realizan los cálculos de la Hora Sol Pico por medio del programa METEONORM; también se realizan los cálculos respectivos para obtener los datos de los módulos fotovoltaicos, de las baterías, del inversor, del controlador de carga y el número de paneles que se deberá usar para alimentar la vivienda. Se dará a conocer el funcionamiento, la instalación y la conexión de cada uno de los componentes que conforma este sistema. En conclusiones y recomendaciones se detallan los beneficios y desventajas del uso de estos sistemas.

PALABRAS CLAVES: SISTEMA FOTOVOLTAICO, ENERGÍA RENOVABLE, CONTROLADOR DE CARGA, BATERÍAS, INVERSORES.

ABSTRACT.

In the present titling work, the problem statement is the lack of an isolated photovoltaic system design for the supply of electric energy in houseboats located in the city of Babahoyo. We describe the dependent variable and the independent variable. As objectives we have to investigate, analyze, calculate and design a photovoltaic system. For the development of our theoretical framework we use documentary, experimental and descriptive methodology, through which the use of photovoltaic systems is studied and analyzed. Chapter 3 describes the location and the lifting of the installed power in the house is carried out, the calculations of the Peak Sun Hour are made through the METEONORM program; The respective calculations are also carried out to obtain the data of the photovoltaic modules, of the batteries, of the inverter, of the charge controller and the number of panels that should be used to power the house. The operation, installation and connection of each of the components that make up this system will be announced. The benefits and disadvantages of using these systems are detailed in conclusions and recommendations.

KEY WORDS: PHOTOVOLTAIC SYSTEM, RENEWABLE ENERGY, CHARGING CONTROLLER, BATTERIES, INVERTER.

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción.

Las energías no renovables son una energía que se puede acabar en cualquier tiempo y vienen siendo utilizadas desde el siglo XVIII hasta ahora. Este tipo de energía es la que genera ingresos económicos a personas que tienen empresas con máquinas de combustión, dichas máquinas de combustión son las que utilizan combustibles fósiles para producir un producto o material. Lo que provoca el uso de combustibles fósiles son las emisiones de gases, genera el efecto de invernadero y también provoca el calentamiento global. Lo antes mencionado genera daño a ciudades y enfermedades graves a las personas.

Es importante tener en cuenta que hay alternativas para reducir dichos problemas. La energía renovable es una de las alternativas que nos puede ayudar a reducir la contaminación ambiental. Este tipo de energía fue usada hace mucho tiempo atrás para la navegación de barcos a vela, que utilizaba la energía del viento para dar movimiento a los barcos. Tiempo después aparecen los molinos de agua que utilizaban los recursos hídricos para moler granos o bombear agua y los diseños arquitectónicos para el aprovechamiento de la energía solar de forma pasiva. En un tiempo la energía renovable fue considerada como segunda opción de generación de energía, debida a la Revolución Industrial.

En los 70 se volvió a decir que la energía renovable era una alternativa para reducir la contaminación provocada por los combustibles fósiles; la razón por la cual se volvió a nombrar la energía renovable fue porque se realizaron

estudios de la energía no renovable y dieron como resultados que dicha energía se iba a terminar en un futuro. Dentro de la energía renovable tenemos la energía eólica, solar, hídrica, biomasa, geotérmica, mareomotriz y otras que aún no se han descubierto. El uso de esta energía genera la reducción de toneladas de combustibles fósiles proveniente del petróleo.

Ecuador es un país que cuenta con los recursos naturales como el viento, sol, agua, desechos orgánicos necesarios para la generación de energía eléctrica a través de la energía renovable. Las fuentes de recursos naturales más usadas en el Ecuador son las térmicas con un 56% y las hídrica con un 42%, que cuenta con varios proyectos hidroeléctricos y térmicos como Coca Codo, Minas de San Francisco, Sopladora, Guangopolo II, Termoeléctrica Miraflores, Termoesmeraldas, entre otros. Después le sigue la energía por biomasa con un 1.1%, fotovoltaica con un 0.5% y eólica con un 0.4%. El lugar en donde se puede apreciar la implementación de estas dos energías es en Galápagos; la implementación de estas energías han ayudado a reducir el uso de combustibles fósiles y a reducir enfermedades. Otro proyecto eólico que es reconocido en Ecuador es el parque eólico Villonaco que se encuentra en Loja. También cuenta con proyectos geotérmicos y de biomasa, pero las energías más usadas son la solar, la eólica y la hídrica.

En este trabajo de titulación se realizó un diseño eléctrico utilizando la energía fotovoltaica para generar energía limpia que será usada en las casas flotantes ubicadas en la Ciudad de Babahoyo. Se describe todo lo referente a la energía solar como: las células solares, módulos fotovoltaicos, los sistemas

fotovoltaicos y de los componentes de un sistema fotovoltaico. También se describe brevemente los otros tipos de energías que existen en el mundo.

1.2 Justificación.

En la ciudad de Babahoyo existen casas flotantes de personas de bajos recursos económicos que no cuentan con suministro eléctrico, debido a que se encuentran alejadas de la red de distribución eléctrica. El diseño que se propone es una solución al problema que no contamina al ambiente, dicho diseño permitirá que estas casas flotantes cuenten con energía eléctrica.

1.3 Planteamiento del problema.

La falta de un diseño de un sistema fotovoltaico para generar energía eléctrica para su uso en las casas flotantes en la ciudad de Babahoyo.

1.3.1 Formulación de variables de investigación.

1.3.1.1 Variable independiente.

Generación Eléctrica.

1.3.1.2 Variable dependiente.

Paneles fotovoltaicos.

1.4 Objetivos del problema de investigación.

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar un sistema fotovoltaico para el uso en casas flotantes en la ciudad de Babahoyo.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- ✓ Investigar y analizar el uso de la energía solar para generar energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos.
- ✓ Realizar el levantamiento de la potencia instalada en la vivienda.
- ✓ Calcular el costo del diseño de los paneles fotovoltaicos.

1.5 Metodología.

El tipo de metodología que se utilizará en este trabajo de titulación es experimental, descriptiva y documental.

Este trabajo de titulación será experimental porque se va a obtener información acerca de todos los beneficios que tiene la energía solar, también se obtendrá información de los otros tipos de energías renovables que existen para poder realizar comparación con los resultados que se obtendrán, con el objetivo de lograr el estudio y el desarrollo de la energía que se va a utilizar. (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 98)

El trabajo de titulación será documental, ya que se la va desarrollar gracias a la ayuda de revistas científicas, recopilaciones de páginas web, documentales, tesis realizadas, todo esto estará relacionado con el tema a tratar. (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 98)

La metodología descriptiva nos va a dar a conocer la cantidad de paneles fotovoltaicos que se deberá instalar, la capacidad que tendrá cada panel y también se indicará las actividades que se va a realizar con los paneles. El estudio descriptivo busca especificar las propiedades, las características y los

perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 98)

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO.

2.1 Energía.

Se puede definir a la energía como la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo, producir un movimiento o generar un cambio. La energía se puede presentar de dos formas como: energía potencial o energía cinética. La energía potencial se refiere a una energía que esta almacenada y la energía cinética se refiere a una energía que está en acción o movimiento. Debemos tener en cuenta que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. La unidad de medida de la energía en el sistema internacional es el Julio (J). (Quinzo, 2019, p. 25)

2.1.1 Energía eléctrica

Este tipo de energía se genera por el traspaso de electrones que hay entre distintos puntos con una corriente eléctrica distinta. La energía eléctrica se clasifica por la energía magnética y la energía estática o también conocidas como atracción o repulsión. La energía magnética o de atracción, es una energía que tienen los imanes cuya función es atraer cuerpos livianos o pesados y estas se manifiestan en campos magnéticos. En cambio, la energía estática o de repulsión, se la obtiene por el frote entre dos cuerpos y al realizar el frote se está transportando electrones. (Torralba, 2018, sec. 1)

2.1.2 Energía mecánica

Para que la energía mecánica se genere, se debe sumar la energía cinética y la energía potencial. Mientras a más velocidad, la energía cinética de un cuerpo será mayor. En cambio, la energía potencial de un cuerpo es mayor si dicho cuerpo está a una altura considerable con respecto a la superficie o el suelo. (Torralba, 2018, sec. 1)

2.1.3 Energía calórica.

Cuando la energía calórica aumenta en un cuerpo o sustancia es porque hay choques entre moléculas. En cambio, cuando las moléculas tienen menor movimiento es porque hay menor choque entre las moléculas y esto produce que un cuerpo o sustancia se enfríe. El cuerpo que posee mayor temperatura transporta calor al cuerpo que posee menor temperatura y esto puede ser por conducción, radiación o convección. (Rodríguez, 1990, p. 54)

2.1.4 Energía nuclear

Se genera por la manipulación de la estructura interna de los átomos, con el objetivo de generar electricidad; también se la puede usar en el campo de la medicina, en el campo ambiental, etc. La energía nuclear se la puede conseguir por fusión nuclear y fisión nuclear. La fusión nuclear es la liberación de energía debido a la combinación o fusión de los átomos entre sí para crear un átomo más grande. La fisión nuclear es la separación de los átomos para así poder formar átomos más pequeños, liberando energía. (Servicio Geológico Mexicano, 2017, párr. 1)

En la Figura 2.1 se puede ver el proceso por el que pasa el uranio para llegar a las centrales nucleares hasta el proceso donde es recuperado y purificado para poderlo reutilizar y vuelca a realizar el ciclo.

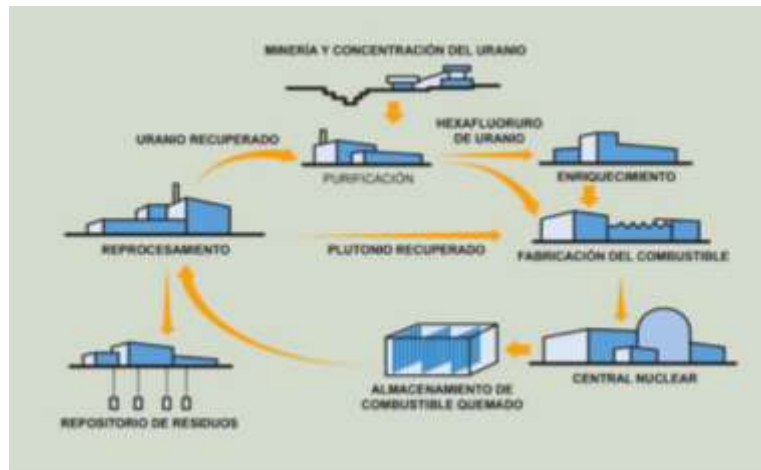


Figura 2.1 Ciclo de la energía nuclear.

Fuente: (Servicio Geológico Mexicano, 2017, fig. 1)

2.1.5 Energía química

Es la energía que se encuentra acumulada en los enlaces de una molécula a través de sus átomos. La energía acumulada se libera cuando los enlaces se fracturan; al momento que los enlaces se fracturan, se pueden generar moléculas con enlaces nuevos. La energía química se la puede apreciar en diferentes aplicaciones como, por ejemplo: en los alimentos, en las baterías, en las plantas, etc. Un ejemplo básico de la energía química son las baterías, las baterías usan la energía química para generar electricidad. (Barchers, 2017, p. 12)

2.2 Fuentes de energía.

Existen un sin número de fuentes de energía que se las utiliza para generar energía eléctrica entre ellas hay fuentes de energía que contaminan al medio ambiente y otras que no. También existen otras fuentes que actualmente están

siendo descubiertas, pero aún ninguna de estas fuentes que se han descubierto es recomendable para la producción de energía eléctrica, ya que, no se han hecho los estudios necesarios. (Espada, 2019, párr. 1)

Para diferenciar las fuentes que contaminan y no contaminan al medio ambiente se las divide en dos tipos de energía que son: energía renovable y la no renovable. Las fuentes de energía que contaminan al medio ambiente se las denomina fuentes de energía no renovables y son las que usan los combustibles fósiles para la generación de electricidad. Las fuentes de energía que no contaminan al ambiente se las denomina fuentes de energía renovables y usan los recursos naturales como el sol, agua, viento para la generación de electricidad. (Antón & Andrés, 2016, p. 191)

Tabla 2.1 Energía Renovable VS Energía no Renovable.

Fuentes de energía no renovable	Fuentes de energía renovable
Combustibles fósiles que proporcionan energía en las reacciones químicas de combustión de estos: -Madera y carbón. - Derivados del petróleo. - Gas natural.	- Agua almacenada en los embalses: energía hidráulica o hidroeléctrica. - Viento: energía eólica. - Sol: energía solar. - Energía de la biomasa. - Energía geotérmica debida a la energía térmica interna de la Tierra.
A dichos combustibles hay que añadir el uranio, que libera energía en las reacciones nucleares.	- Energía del mar procedente de las mareas, las olas y las corrientes marinas.

Fuente: (Antón & Andrés, 2016, p. 191)

2.3 Energía No Renovable.

Son energías que se las encuentra en la naturaleza o las que nos brinda la naturaleza, pero son limitadas, es decir, una vez que ya se consume esta energía, no se puede obtener más de ella. Se debe tener en cuenta que este tipo

de energía contamina al medio ambiente por las emisiones de gases que expulsa al momento de utilizarlas como por ejemplo el CO₂ (Dióxido de Carbono).

Este tipo de energía se clasifica en lo que son los combustibles fósiles y los combustibles fósiles se divide en lo siguiente: en carbón, petróleo y gas natural. (Quinzo, 2019, p. 11)

2.3.1 Carbón.

El carbón es una roca de color negro, es muy rica en carbono y cuenta con una cantidad de elementos como, por ejemplo: hidrógeno (H), azufre (S), oxígeno (O) y nitrógeno (N). Se origina sobre la tierra o superficie y está compuesto por animales o plantas que vivían sobre la tierra hace miles de millones de años. Cuando los animales y plantas morían, estos quedaban amontonados en el suelo y al pasar los años quedaban enterrados por debajo de la tierra. Esto originó un medio ambiente caliente y de alta presión. Y gracias a esto se originó el carbón que se lo puede apreciar en la Figura 2.2. (Rice, 2017, p. 14)



Figura 2.2 Carbón.

Fuente: (Rice, 2017, p. 13)

2.3.2 Petróleo y Gas Natural.

El petróleo y el gas natural se origina de la misma forma que se origina el carbón, pero la única diferencia es que esta se origina en el fondo del océano. Para este caso las plantas y los animales se situaban en el océano; las plantas realizaban su fotosíntesis como el resto de las plantas y los animales se alimentaban de animales más pequeños o también se alimentaban de plantas vivas o muertas. Cuando los organismos morían, estos iban al fondo del océano y se asentaban. Estos organismos ya muertos se amontonaban por millones de años, se mezclaban y quedaban enterrados por sedimentos. Esta capa ejercía una presión y además calentaba muchas cosas. Debido a la presión y el calor, los organismos se transformaron de sólidos a materiales que podían fluir con facilidad. Con el pasar del tiempo esto se convirtió en petróleo y gas natural. (Rice, 2017, p. 12)

En la Figura 2.3 describe el proceso para extraer el petróleo y el gas natural por medio de diferentes equipos y también indica la profundidad que se debe realizar para poder extraer el gas natural y el petróleo.

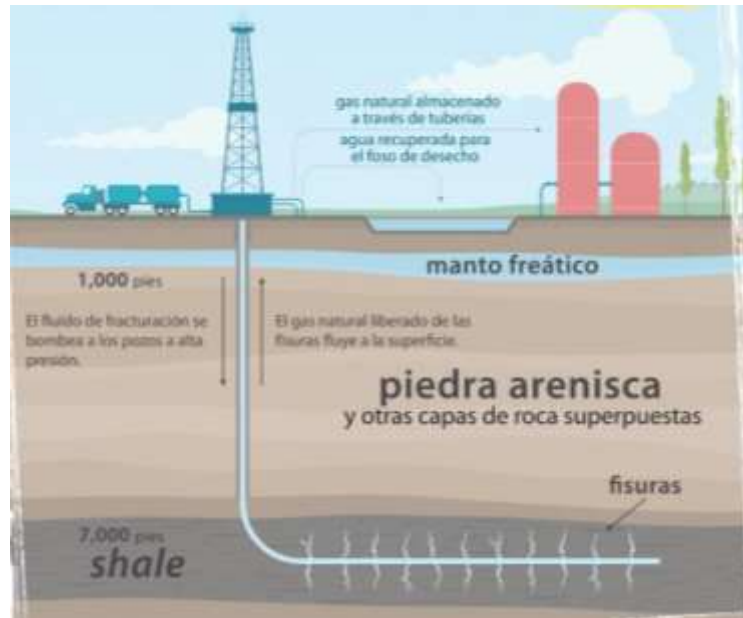


Figura 2.3 Proceso de extracción del petróleo y gas natural denominado fracturación.

Fuente: (Rice, 2017, p. 23)

2.4 Energía Renovable.

La energía renovable es una energía limpia que se la obtiene de los recursos naturales como el sol, agua y el viento. Dichos recursos naturales son inagotables, es decir, se pueden regenerar varias veces sin que llegue a su fin. Casi la gran cantidad de energía renovable que existe en el mundo procede del sol de forma directa o indirecta. La energía solar combinadas con otras fuentes de energía pueden generar: evaporación, viento, lluvia, nieve, agua, materia orgánica, etc. Con el resultado de dichas combinaciones se puede generar electricidad por medio de la biomasa, parques eólicos e hidroeléctricas. Pero no toda la energía renovable procede del sol, también puede proceder del calor que se genera en el interior de la tierra, de la energía de las olas, entre otras. (Badi et al., 2016, pp. 143-144)

En Ecuador en la provincia de Galápagos, se ha invertido miles de millones de dólares para la construcción e implementación de proyectos de energías renovables con el objetivo de sustituir el uso de combustibles fósiles, el cual estaría ayudando a toda la población del Archipiélago. (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables., 2019, párr. 1)

Dicha inversión fue impulsada por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables por medio de la empresa eléctrica ELECGALAPAGOS que forma parte de la "Iniciativa Cero Combustibles Fósiles en Galápagos". (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables., 2019, párr. 2)

En el 2018 (Figura 2.4), el total de energía que Galápagos generó fue de 56.897,64 MWh/año. De esta gran cifra que se generó, el 16% corresponden a fuentes renovables. Para el 2025 se prevé incorporar una cantidad de proyectos de energía renovable. (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables., 2019, párr. 3-5)

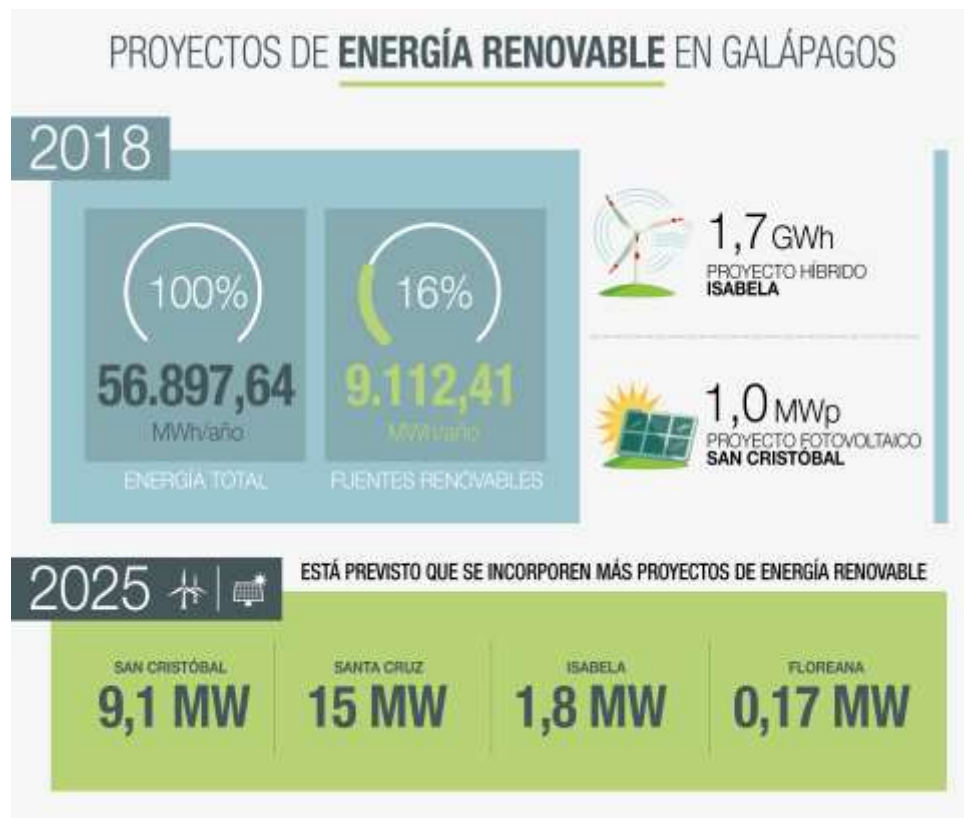


Figura 2.4 Producción de energía de los distintos tipos de energía renovables en Galápagos.

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables., 2019)

2.5 Energía Hidroeléctrica.

La energía hidroeléctrica se la aprovecha desde hace años. En la Grecia Antigua, los agricultores utilizaban este tipo de energía para poder mover los molinos que los utilizan para moler trigo y hacer harina. Estos molinos se encontraban ubicados en los ríos, con el fin de recoger el agua en movimiento en los cubos que se encontraban situados alrededor del molino.

La energía hidroeléctrica es una energía convencional que se la define como la generación de energía eléctrica por medio del gran flujo de agua. Para poder convertir la energía cinética y potencial del flujo de agua se hace el uso de las centrales hidroeléctricas. (Sanz, 2016, p. 23)

Una central hidroeléctrica está formada por una presa en donde se acumula el agua, por lo general estas presas se encuentran asentadas en lugares que exista acumulación de agua. También cuentan con la instalación de turbinas y generadores, las turbinas aprovechan la caída del agua que se encuentra en las presas para poder generar movimiento en los alabes de la turbina. Cuando la turbina comienza a girar, el movimiento de la turbina hace que el generador comience a generar energía eléctrica directa. Para convertir la energía eléctrica directa en alterna, se debe pasar por varios equipos para transformarla. (Chan Samaniego, 2018, p. 27)

Al finalizar el siglo XIX, dicha energía fue considerada como una fuente para generar energía eléctrica. Una de las primeras centrales hidroeléctricas fue construida en Niagara Falls en el año 1879. La energía generada por la central se la utilizaba para encender los faroles de la ciudad. (National Geographic, 2010, párr. 3)

Ecuador posee una gran cantidad de recursos hídricos, que se originan en la cordillera de los Andes. Cuenta con 8 centrales hidroeléctricas que son: proyecto hidroeléctrico COCA CODO SINCLAIR- 1500 MW, proyecto hidroeléctrico Sopladora- 487 MW, proyecto hidroeléctrico Minas San Francisco- 275 MW, proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón- 254 MW, proyecto hidroeléctrico DELSITANISAGUA- 180 MW, proyecto hidroeléctrico Quijos- 50 MW, proyecto hidroeléctrico Mazar Dudas- 21 MW y por último tenemos al proyecto hidroeléctrico Manduriacu- 65MW (Figura 2.5). (CELEC EP, 2015)



Figura 2.5 Central Manduriacu, Pichincha. Opera desde el 2015 y tiene una potencia de 65 MW.

Fuente: (Pacheco, 2019)

En la última década, el porcentaje de generación de energía hidroeléctrica fue muy alto y Ecuador fue considerado como el principal productor de energía que usa el agua como fuente de generación. De las 8 centrales hidroeléctricas que tiene el Ecuador solo 5 están operando. (Pacheco, 2019, párr. 1-3)

En el 2015 y en el 2018 las centrales Manduriacu, Sopladora, Coca Codo, Delsitanisagua y minas de San Francisco comenzaron a funcionar. Gracias a estas 5 centrales la potencia se elevó a 7018 MW, pero según información dada por el Viceministro de Electricidad la demanda en el 2018 fue mucho más que la potencia generada. La demanda en el 2018 fue de 3933.4 MW. (Pacheco, 2019, párr. 5-8)

En la Figura 2.6 se puede apreciar la cantidad de energía eléctrica producida del año 2009 hasta el 2018 por medio de diferentes tipos de generación como son: la generación hidroeléctrica, térmica y otras fuentes.

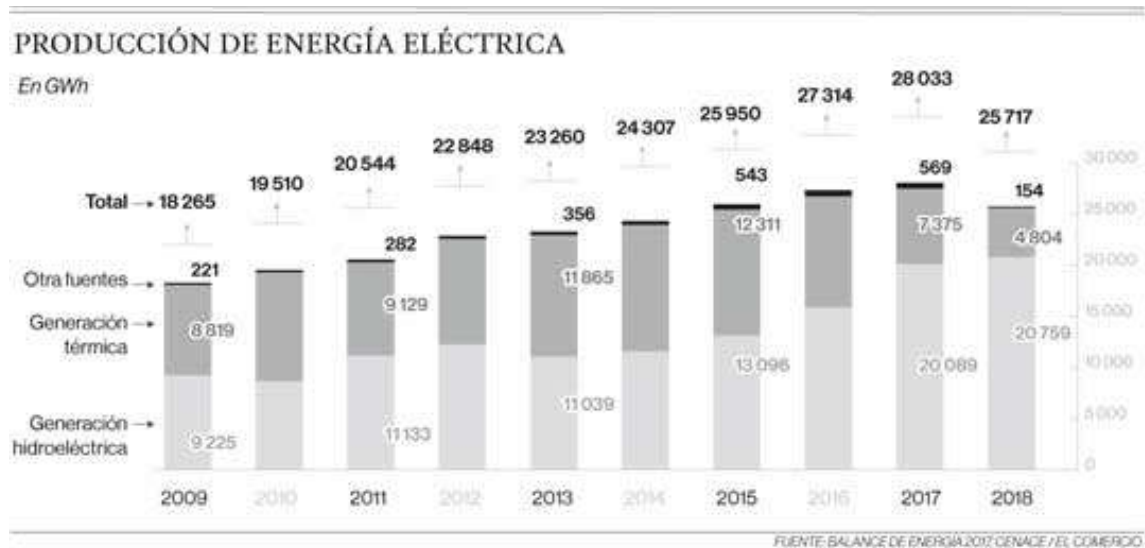


Figura 2.6 Producción de energía con diferentes fuentes de energía.

Fuente:(Pacheco, 2019)

2.6 Energía Eólica.

Es una energía cien por ciento limpia que no emite gases contaminantes al ambiente y es inagotable. Usa la fuerza de viento como fuente para generar electricidad por medio de aerogeneradores. La fuerza de viento se genera por los choques de temperatura provocada por el sol. Para la instalación de un parque eólico, se debe realizar estudios para determinar si la zona cuenta con grandes corrientes de viento que permitan hacer girar a los aerogeneradores. (Torres, 2018, p. 39)

Un parque eólico está compuesto por varios aerogeneradores. Los aerogeneradores están compuestos por tres hélices, un multiplicador y

alternador. Cuando la hélice del aerogenerador comienza a girar por la fuerza que el viento ejerce, dicho giro hace mover la caja multiplicadora y luego pasa por el alternador. El resultado de todo este proceso genera la energía eléctrica. (Torres, 2018, p. 40)

Existen aerogeneradores de eje vertical y los de eje horizontal. Los de eje vertical son aquellos que se los coloca en cualquier lado sin orientarlos, este solo necesita la fuerza del viento para que las palas giren y el giro sea transmitido al generador. En cambio, los de eje horizontal se dividen en potencia baja o media y en alta potencia. Los de baja o media potencia son usados en hogares que se encuentran lejos de la ciudad, este tipo de aerogenerador está conformado por varias palas; los de alta potencia son aquellos que se los utiliza para alimentar industrias, este tipo de aerogenerador está compuesto por 3 palas o hélices. Los de baja potencia generan 50 kW y los de alta potencia generan más de 50 kW. (Torres, 2018, p. 40)

Este tipo de energía fue usada por primera vez en el año 5000 a.C. en los barcos que utilizaban velas para movilizarse. En el año 200 a.C, utilizan este recurso para poder realizar trabajos mecánicos. Entonces desde dicha década aparecen los primeros molinos de vientos, cuya función era moler granos y bombear agua.(Plaza, 2018, párr. 2)

Al finalizar el siglo XIX comienzan aparecer los primeros aerogeneradores o también conocidos como turbinas eólicas. El ingeniero Charles F. Brush (Figura 2.7) fue el fundador de la industria eléctrica americana quien elaboró el primer aerogenerador. El aerogenerador contaba de 144 palas elaboradas de cedro. El

aerogenerador que construyó el ingeniero Charles lo utilizó para cargar las baterías que tenía en el sótano, esto lo utilizó aproximadamente por unos 20 años. (Plaza, 2018, párr. 6)



Figura 2.7 Ingeniero Charles F. Brush.

Fuente: (ETHW, 2018)

Después de un tiempo, el profesor Poul la Cour realizó varios experimentos con los aerogeneradores y sacó como conclusión que el aerogenerador construido por el ingeniero Charles no era tan eficiente. La razón por la cual no era tan eficiente era porque el aerogenerador (Figura 2.8) que construyó el ingeniero Charles contaba con palas múltiples; en cambio el aerogenerador que construyó la Cour contaba con pocas palas. Al tener palas múltiples la velocidad de rotación será mucho menor que las que tienen pocas palas. Los primeros aerogeneradores de corriente alterna surgieron después de la segunda guerra mundial, esto fue desarrollado por una empresa danesa. Una de las primeras crisis del petróleo fue en el año 1973, desde este año comenzó el interés por el uso de dicha energía. (Plaza, 2018, párr. 7)



Figura 2.8 Primer aerogenerador fabricado por Charles F. Brush.

Fuente: (Plaza, 2018)

En Ecuador existen varios proyectos eólicos pero los más emblemáticos están ubicados en Galápagos y Loja. El proyecto en Galápagos se inauguró en el 2007, en San Cristóbal que es una de sus principales islas. Dicho proyecto cuenta con 2.4 MW de potencia instalada y anualmente se estima una producción de 3.2 GWh, aproximadamente. (Párraga Palacios et al., 2019, p. 9)

El proyecto eólico Villonaco (Figura 2.9) cuenta con una potencia de 17.5 MW, fue construido en el 2011 en el mes de septiembre y entro en operación el 2 de enero del 2013. Es otro de los proyectos emblemáticos que tiene Ecuador, este se encuentra localizado en Loja en el cerro Villonaco. Este proyecto es uno de los más simbólicos de Ecuador, está conformada por 11 aerogeneradores cuya potencia nominal es de 1.5 MW. La inversión para realizar este proyecto fue de \$424.35 millones de dólares. La energía que genero desde el 2013 al 2017 fue de 273.23 GWh y gracias a este proyecto las emisiones de CO₂ se redujo a 32.000 T/año. (Pillajo, 2019, pp. 50-51)



Figura 2.9 Parque Eólico Villonaco.

Fuente: (CELEC EP, 2019)

2.7 Energía Geotérmica.

Esta energía ya existía hace muchos años atrás, pero aún no se la conocía como geotermia. La gente utilizaba las aguas termales para cocinar sus alimentos y para bañarse. Estas aguas termales contienen una gran variedad de minerales y es utilizada en la medicina. Se comienza aprovechar la energía geotérmica en el siglo XIX, gracias a la tecnología que existía en dicha época. La persona que dio a conocer la energía geotérmica fue François Larderel, quien fundo la industria geotérmica. (Guerrero, 2019, párr. 3)

En la Figura 2.10 se puede ver como las casas en Finlandia aprovechan la energía geotérmica.



Figura 2.10 Aprovechamiento de la energía geotérmica en Islandia.

Fuente:(Guerrero, 2019)

La energía geotérmica es renovable e inagotable y se utiliza los recursos geotérmicos para generar electricidad. El impacto que provoca al medio ambiente este tipo de energía es mínimo, ya que, las descargas que generan son de vapor de agua combinadas con mínimas emisiones de gases. (González et al., 2019, p. 7)

Para poder entender que es la energía geotérmica, primero vamos a describir que es la geotermia. La geotermia es la ciencia que se dedica al estudio de las diferencias de temperaturas que existe en la corteza terrestre y también de los fenómenos que intervienen en la distribución del calor que se encuentra en el interior del planeta. Para poder realizar el estudio se realiza explotaciones, excavaciones y evaluaciones. La tierra está compuesta por una enorme cantidad

de energía térmica, pero de toda esa cantidad de energía solo se ha usado una parte. (González et al., 2019, p. 6)

La energía geotérmica se la puede aplicar dependiendo el grado de temperatura que presenta y de la entalpía. Un sistema de mediana o baja entalpía cuenta con temperaturas menores a 100°C y es usada para generar energía eléctrica por medio de sistemas binarios. En cambio, un sistema de alta entalpía cuenta con temperaturas mayores a 180°C y gracias a su gran flujo de calor se generan los depósitos hidrotermales. Por lo general, los sistemas geotérmicos se los puede encontrar en regiones que se encuentran cerca de las placas tectónicas, ya que, el gradiente geotérmico es mayor. (González et al., 2019, p. 6)

Las plantas o centrales geotermoeléctrica (Figura 2.11) sirven para generar energía eléctrica; para esto se debe realizar pozos profundos hasta obtener la temperatura óptima, pero también se debe tener en cuenta el yacimiento del lugar donde se realiza los pozos. El vapor que se genera en los pozos viene combinado con líquido, entonces este líquido vapor se transporta por medio de vapoductos y después es procesado por un equipo denominado separador flash. El separador flash como su palabra lo dice, separa el líquido caliente del vapor. El vapor saturado que se obtiene es introducido a las turbinas que se encuentra a la central, el movimiento de las turbinas hacen que el generador de energía comience a funcionar. Por último, el vapor se dirige a las torres de enfriamiento y se lo reinyecta al yacimiento. (González et al., 2019, p. 6)

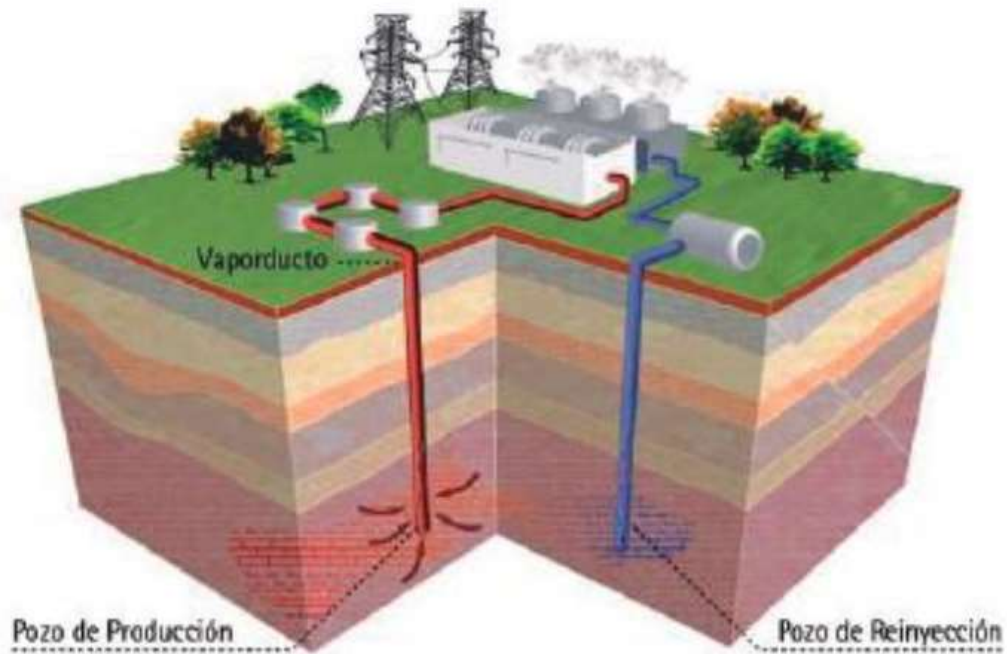


Figura 2.11 Central Geotérmica.

Fuente: (González et al., 2019, p. 6)

La primera planta geotérmica de 50 megavatios en Ecuador se encuentra ubicada en Imbabura en Chachimbiro (Figura 2.12). Para la construcción de esta planta se necesitó una inversión que pasa a los \$250 millones de dólares. En el 2018 se realizó varias pruebas en el primer pozo, cuyos resultados fueron excelentes. En el primer pozo se encontraron temperaturas de 235°C, las cuales son temperaturas ideales para la implementación de una planta geotérmica. Ecuador cuenta con varias centrales térmicas en diferentes ciudades como, por ejemplo: central trinitaria, electroquil, termo esmeraldas, Machala Power, entre otras. (El Universo, 2019, párr. 1-5)



Figura 2.12 Planta Geotérmica Chachimbiro.

Fuente: (El Universo, 2019)

2.8 Energía por biomasa.

La biomasa es una energía renovable e inagotable que usa la materia orgánica para la producción de energía eléctrica. La materia orgánica son los desechos de animales, desechos que generan las industrias, desechos que genera la agricultura, etc. Por lo general algunas industrias usan los desechos para generar energía y otras solo los tiran. Gracias a la tecnología, se puede transformar la biomasa en energía por medio de nuevos procesos que no contaminan al ambiente y también se puede obtener combustibles de ella. (Chong, 2018, p. 20)

La biomasa (Figura 2.13) se la puede obtener de forma natural, residual o por cultivos biomásicos. La biomasa natural como su palabra lo dice, la encontramos en la naturaleza como por ejemplo en los bosques. La biomasa residual son todos los desechos orgánicos que el ser humano genera como, por

ejemplo: los desechos que genera la ganadería, industria, los aserraderos, etc. Por último, la biomasa por cultivos como su término lo dice, se cultiva la biomasa con el fin de generar energía eléctrica. (Chong, 2018, p. 22)

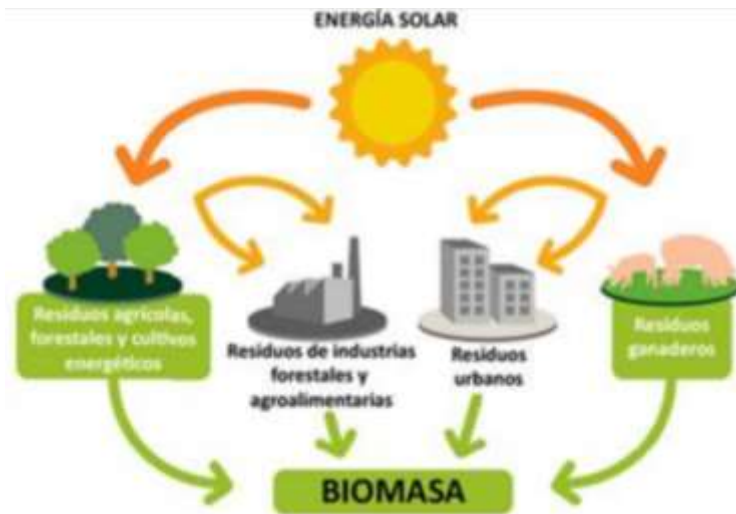


Figura 2.13 Formas para la obtención de la biomasa.

Fuente: (Chong, 2018, p. 23)

El proceso de combustión es el más usado para descomponer la materia orgánica en energía eléctrica. La materia orgánica se la introduce en una caldera en donde se va a ir descomponiendo lentamente. El vapor que se genera es enviado a las turbinas para producir movimiento en ellas y dicho movimiento hace que el generador funcione. (Chong, 2018, p. 35)

Ecuador es un país que cuenta con una gran generación agrícola que genera residuos y estos residuos se los conoce como biomasa. Por lo general estos residuos son desechados y no aprovechados, a pesar del potencial energético que tiene estos residuos agrícolas. Los residuos agrícolas más

exuberantes son: la palma africana, banano, maíz, cacao, caña de azúcar, entre otras. (Sinche, 2016, párr. 1-4)

En Ecuador se crea el "Atlas Bioenergético" (Figura 2.14) que fue creado por distintos ministerios. El objetivo principal del Atlas es crear mapas donde se señale la existencia de biomasa en los diferentes cantones, para luego realizar proyectos bioenergéticos en los cantones que tengan mayor residuo agrícola. Ecuador utiliza la biomasa para generar biocombustibles a nivel nacional. El eco país es el biocarburante que Ecuador genera desde el 2010. (Sinche, 2016, párr. 3-9)

Para aprovechar los residuos orgánicos se utiliza el método de pirólisis, este método consiste en quemar la materia orgánica sin la presencia del oxígeno. El primer prototipo de pirolisis fue implementado en Manabí en la Estación Experimental de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. De dicho método se puede generar combustibles, alcoholes, aditivos para gasolina y de las cenizas que se genera se la puede usar para producir calor. (Sinche, 2016, párr. 5-7-8-9)



Figura 2.14 Mapa del Atlas Bioenergético.

Fuente: (Coellar, 2017)

2.9 Energía mareomotriz.

Es el aprovechamiento de la marea alta y de la marea baja para generar energía eléctrica. Este tipo de energía también es denominada energía azul, ya que proviene del mar. Es una energía limpia e inagotable que no contamina al medio ambiente, pero si genera un impacto visual. (Colmenar et al., 2016, p. 17)

El proceso para generar electricidad por las mareas es el mismo proceso que utilizaron los molinos de mareas antiguos. Para esto se construye un dique, el dique es un lugar donde se almacena el agua cuando la marea sube. Cuando la marea sube se abren diferentes compuertas para que el agua pase al otro lado, una vez que el dique está lleno las compuertas se cierran y se espera que el nivel del mar baje. Al momento que el nivel del mar está bajo, se aprovecha la altura que hay entre el nivel del mar y el dique para abrir las compuertas del dique. Cuando las compuertas del dique se abren, el agua va a caer y va a pasar por turbinas de agua que van a generar electricidad a la central; y esa electricidad es transportada a subestaciones o a industrias. Existe otro tipo de central que

aprovecha la subida y la bajada de la marea para mover las turbinas y generar energía eléctrica; a estas centrales se las denomina con sistemas de efecto doble (Figura 2.15). (Chan Samaniego, 2018, p. 22)

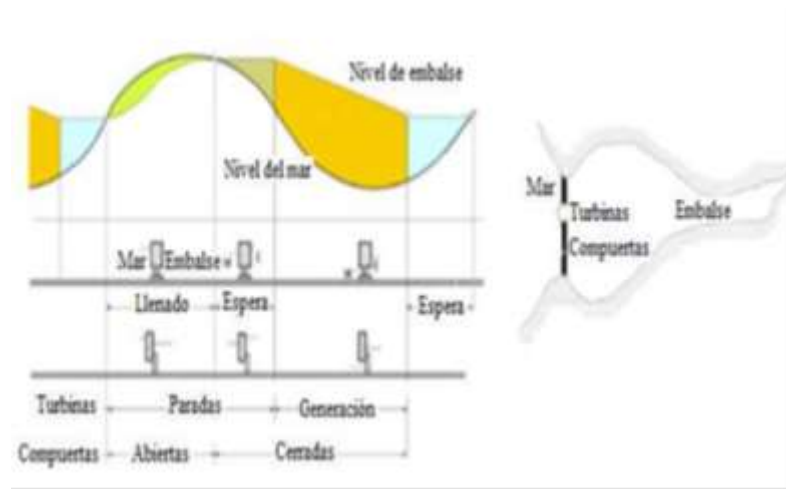


Figura 2.15 Central Mareomotriz.

Fuente: (Chan Samaniego, 2018, p. 22)

La central mareomotriz más grande del mundo se encuentra ubicada en Corea del Sur y se la denomina Planta Sihwa Lake (Figura 2.16), esta planta genera diariamente 254.000 kilovatios. La construcción de estas centrales o plantas nos enseña que podemos generar electricidad por medio de las mareas y que se puede dejar atrás la generación de electricidad por combustibles fósiles y por tecnologías que contaminan al ambiente. (Renewable Energy Magazine, 2011, párr. 1)



Figura 2.16 Planta Sihwa Lake, Corea del Sur

Fuente: (Renewable Energy Magazine, 2011)

2.10 Energía solar.

Vamos a recordar un poco de la historia de la energía solar. El primer panel solar fue elaborado en Estados Unidos por ingenieros de la NASA en 1954. La función principal del panel era de alimentar los diferentes tipos de comunicaciones que conforman los satélites. A mitad de los 70, otro grupo de ingenieros de la NASA elaboraron otro panel solar, pero este panel solar se lo utilizó únicamente en aplicaciones terrestres.(Monera, 2015, párr. 1-2-3)

Al ver que se elaboraban diferentes modelos de paneles solares, se inició a producir módulos fotovoltaicos que se los iba a usar a nivel industrial. Estos equipos contaban con una dimensión de 0.3 m², contaba con 36 células redondas monocristalinas de 3 pulgadas y cada una tiene 6 cm de diámetro; y el equipo contaba con 30W de potencia máxima. Para dicha época, se usó los módulos fotovoltaicos para alimentar a viviendas que se encontraban en lugares donde la energía eléctrica no llegaba, es decir, se encontraban aislados de energía eléctrica.(Monera, 2015, párr. 4-5)

A partir del año 1981 en adelante, se comenzó a producir diferentes módulos fotovoltaicos hasta llegar al módulo que tenía una potencia máxima de 310W y con un tamaño de 2 m². Cada módulo fotovoltaico que se elaboraba en cada año o década, tenían diferentes medidas, diferentes números y medida de células, diferentes potencias, etc. (Monera, 2015, párr. 11-18)

El sol es una estrella que emite radiación a la tierra en forma de luz, calor, rayos UV, etc. La energía solar es un tipo de energía renovable que no contamina al medio ambiente, ya que no emite gases contaminantes. (Galarza, 2015, p. 17)

2.11 Clasificación de la Energía Solar.

La energía solar se clasifica en varios tipos de energía según la tecnología que se va a usar. Tenemos a la energía solar fotovoltaica, pasiva y térmica. A continuación, se va a describir cada una de ellas.

2.11.1 Energía Solar Fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica es aquella que convierte la energía del sol en energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos. Un módulo fotovoltaico está compuesto por varias células solares. (Quinzo, 2019, p. 40)

2.11.2 Energía solar térmica.

La energía térmica aprovecha los rayos solares para transformarlos en calor por medio de un colector. Esta energía por lo general se la usa para calentar agua, para la calefacción y para temperar el agua de las piscinas. Para esto utilizan un equipo que se lo conoce como colector que son de color negro, con el fin de capturar toda la energía del sol. Dentro de los colectores solares (Figura

2.17) se encuentra instalada varias tuberías por donde pasa el fluido de trabajo, que contiene una combinación de agua y anticongelantes. Por lo general, con la ayuda de una bomba se envía el agua y esta pasa por los colectores generando agua caliente. (Serrano, 2016, pp. 44-45)

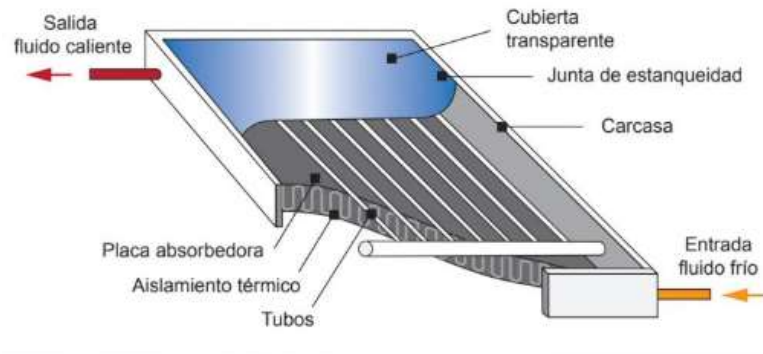


Figura 2.17 Composición de un colector solar.

Fuente: (Serrano, 2016, p. 45)

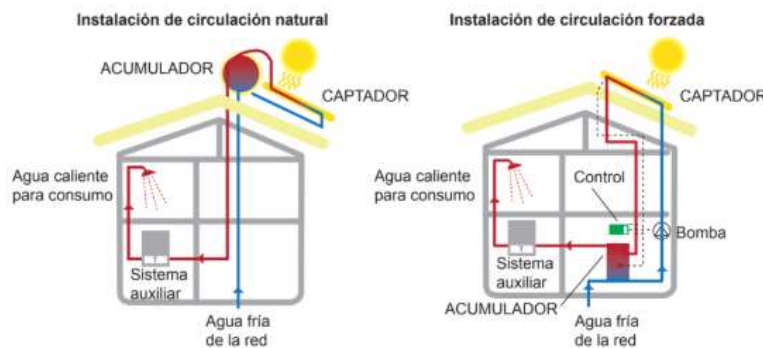


Figura 2.18 Tipos de instalaciones de la energía térmica.

Fuente: (Serrano, 2016, p. 48)

En la Figura 2.18 se muestra los dos tipos de instalaciones de energía térmica que se puede realizar y son: Instalación de circulación natural e instalación de circulación forzada. En la circulación natural se puede ver que el

agua de la red se dirige al captador, del captador pasa al acumulador y el acumulador distribuye el agua caliente al hogar. En cambio, en la de circulación forzada se puede ver que el agua de la red necesita la ayuda de una bomba para poder dirigirse al captador, del captador pasa por el control, del control al acumulador y del acumulador se distribuye el agua caliente a todo el hogar.

2.11.3 Energía Solar Pasiva.

La energía solar pasiva es la que aprovecha la energía de los rayos solares que el sol emite de forma directa. La diferencia de la energía pasiva con la activa, es que la energía pasiva no usa ningún elemento mecánico intermediario. Es muy común que este tipo de energía se la aplique en la arquitectura. Para que los proyectos arquitectónicos como edificios o casas aprovechen al máximo la energía solar pasiva, deben de tener en cuenta lo siguiente: la orientación del edificio, los materiales de construcción que se va a utilizar en el interior o en el exterior del edificio, tipo de ventanas, entre otras. (Puig, 2015, párr. 2-3)

2.12 Radiación Solar.

La radiación solar es generada por el sol por medio de reacciones nucleares de fusión, esta se convierte en radiación electromagnética y es enviada a la tierra (Figura 2.19). Dicha radiación atraviesa la atmosfera con facilidad. (Serrano, 2016, p. 12)

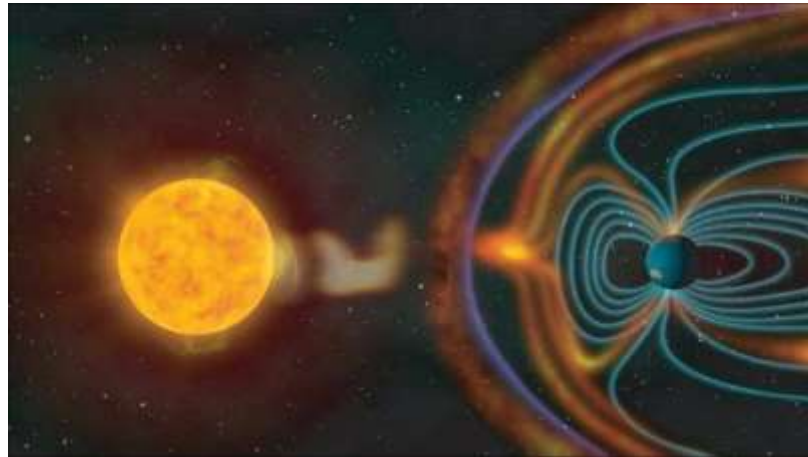


Figura 2.19 Atravesamiento de la radiación electromagnética a la atmosfera.

Fuente: (Portillo, 2017)

2.13 Tipos de radiación solar.

La radiación solar puede incidir a la superficie terrestre de tres formas diferentes que son: directa, difusa y albedo.

2.13.1 Radiación Directa.

Es la que emite el sol a la tierra de forma directa y no es dispersa por la atmosfera. (Serrano, 2016, p. 12)

2.13.2 Radiación Difusa.

En este tipo de radiación la emite la atmosfera, una parte de los rayos solares que emite el sol a la superficie terrestre pasa por la atmosfera. Al pasar por la atmosfera la radiación choca con las nubes y hace que una parte de los rayos se reflejen con las nubes o sean absorbidas por ellas y esto provoca que las ondas o los rayos solares vayan en diferentes direcciones. (Serrano, 2016, p. 12)

2.13.3 Radiación Reflejada o de Albedo.

El albedo es un coeficiente o porcentaje de reflexión de la superficie y esta enlazado con la radiación reflejada. La radiación reflejada son los rayos solares que emite el sol y estos se reflejan en la superficie de todo el mundo. El efecto albedo lo que hace es absorber la radiación que se refleja en la superficie terrestre y luego la envía a la atmosfera nuevamente. (TWC España, 2017, párr. 4)

El albedo (Figura 2.20) en zonas como el polo norte tiene una escala de 1 porque toda la radiación solar se refleja en la nieve. En cambio, el albedo en los bosques o en los océanos tiene una escala de 0 porque las plantas, los árboles, el agua absorben casi toda la radiación y por ende no se reflejan los rayos solares. Con un porcentaje de albedo alto enfría el planeta y un porcentaje bajo calienta al planeta. Esto quiere decir que, si el calentamiento global sigue aumentando, nuestro planeta va a tener un albedo bajo, ya que, por el calentamiento global todas las zonas blancas se derriten o si no se hacen más oscuras por el hollín. (Palou, 2017, párr. 2-3-4)

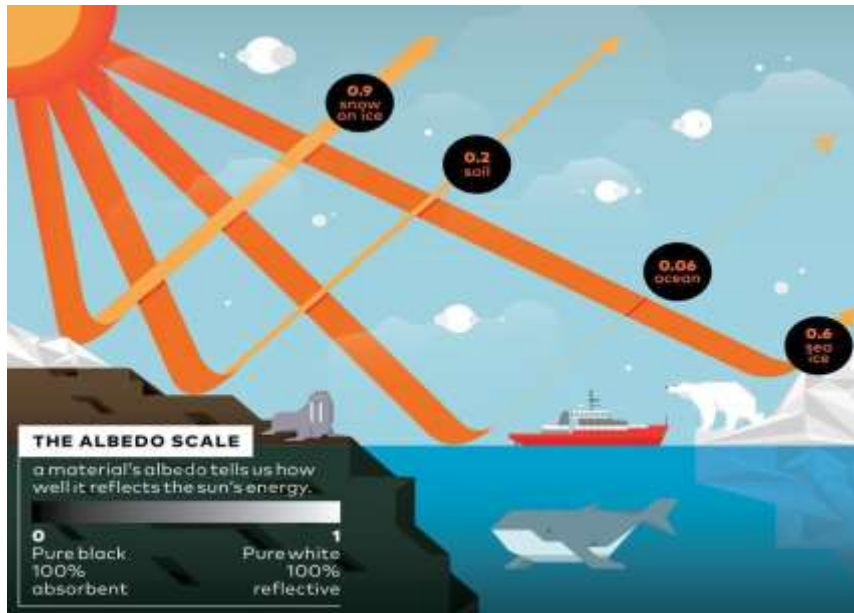


Figura 2.20 Porcentaje del albedo en distintas zonas.

Fuente: (Palou, 2017)

2.14 Hora Sol Pico. (HSP)

Se define hora sol pico (Figura 2.21) como la irradiancia constante que existe en un tiempo determinado en el día, por ejemplo: la hora sol pico en Quito es desde las 2 hasta las 4 de la tarde, es decir, que en ese tiempo habrá mayor irradiancia. El valor de 1 HSP es 1000 W/m^2 . Para calcular la HSP se divide el valor de la irradiancia entre 1000 W/m^2 que es un valor fijo de la irradiancia. (Ruiz, 2015, p. 14)

En la actualidad existen varias aplicaciones para calcular las HSP de cualquier zona del país o del mundo. Una aplicación básica para hallar las HSP es Meteonorm. Para la aplicación de paneles fotovoltaicos es importante saber las horas sol pico del lugar donde se van a instalar porque con los valores de HSP obtenidos, podemos orientar nuestro panel fotovoltaico.

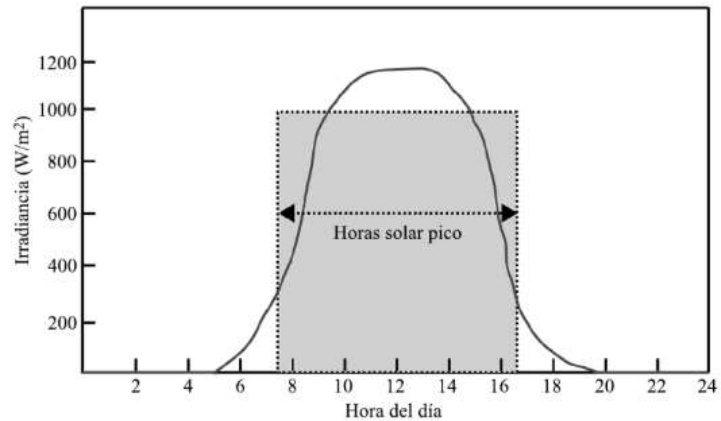


Figura 2.21 Curva de la hora solar pico.

Fuente: (Mascarós, 2015, p. 49)

2.15 Irradiancia.

Es la potencia que el sol emite a la superficie o área y se la mide en W/m^2 . La irradiancia total que llega a la tierra es de $1000 W/m^2$ cuando el cielo se encuentra despejado, debido a que la irradiancia que llega directamente del sol se reduce al cruzar la atmosfera. La irradiancia global se la representa de la siguiente manera: $G(\alpha, \beta)$, donde alfa es la orientación y beta es la inclinación con respecto a la superficie. (Serrano, 2016, p. 13)

2.16 Irradiación.

Es la energía que el sol emite a la superficie terrestre en un determinado tiempo y se la mide en $W - h/m^2$. La irradiación global se la representa con la G y dos subíndices debajo de ella. Los dos subíndices tienen un significado; el primer sub índice significa el periodo de tiempo como el día, hora, mes o año y el segundo subíndice indica el valor medio mensual o anual. (Serrano, 2016, p. 13)

$$G_{d,m}(\alpha, \beta).$$

2.17 Movimiento de la tierra.

La tierra es un astro que se encuentra en el espacio y gira en su propio eje. Tanto la tierra como otros planetas (Figura 2.22) giran alrededor del sol, ya que el sol es una estrella que permanece estática. La razón por la que existen las estaciones del año es porque se genera una inclinación en el eje de la tierra y esto provoca que algunas zonas se alejen del sol por cierto tiempo. (Lundgren, 2017, pp. 10-15)

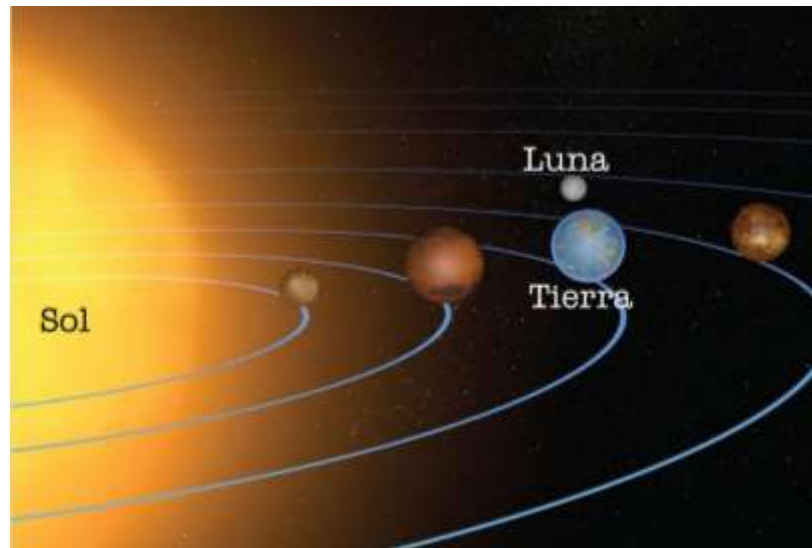


Figura 2.22 Sistema Solar.

Fuente: (Lundgren, 2017, p. 12)

2.17.1 Movimiento de Rotación.

En este tipo de movimiento la tierra rota en su propio eje imaginario (Figura 2.23). Gracias al movimiento de rotación existen los días, las tardes y las noches; y la duración de cada rotación es de 23h:56m:4.1s. (Ramírez, 2018)

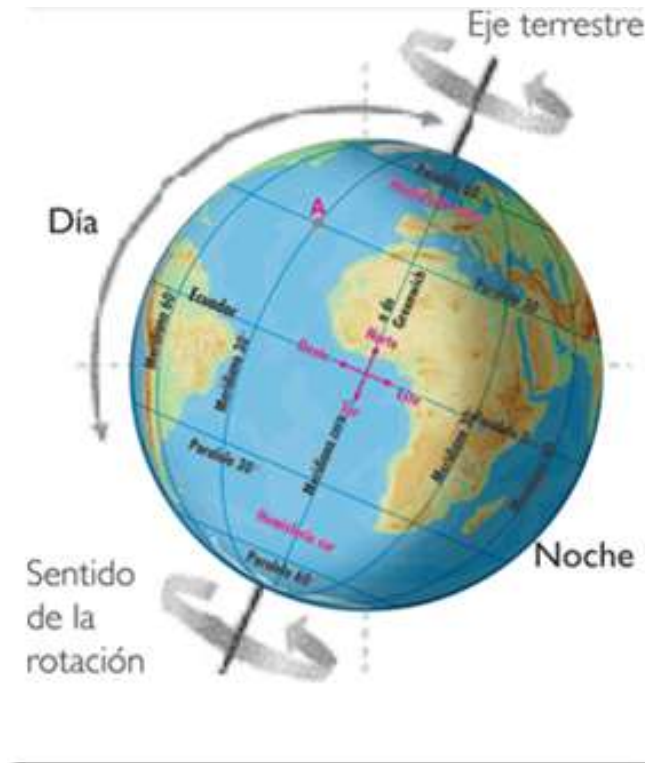


Figura 2.23 Movimiento de Rotación.

Fuente: (Cecilia, 2019)

2.17.2 Movimiento de Traslación.

El movimiento de traslación (Figura 2.24) es el que determina las estaciones del año en todo el mundo y esto se debe a que la tierra gira alrededor del sol. El tiempo que dura dicho movimiento es de 365 días. El movimiento de traslación es el que genera los años bisiestos. (Ramírez, 2018)



Figura 2.24 Estaciones del año.

Fuente: (Cecilia, 2019)

2.18 Altura solar (α).

Es un ángulo que se origina por los rayos de la radiación solar con respecto a la superficie horizontal de trabajo (Figura 2.25). El valor más bajo de la altura solar es cuando el sol sale y cuando se está ocultando. En cambio, al medio día el valor de la altura solar es máximo. (Colmenar et al., 2016, p. 128)

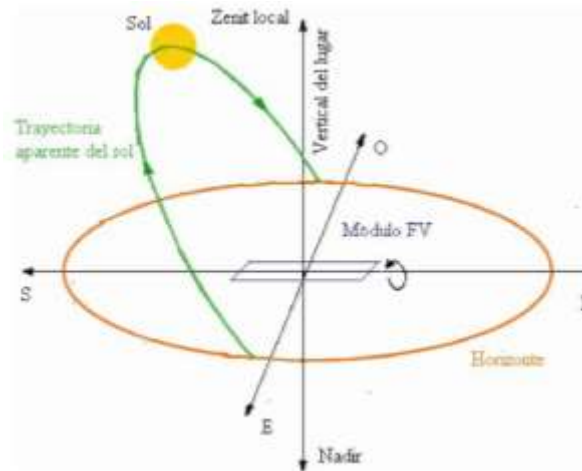


Figura 2.25 Altura Solar.

Fuente: (Colmenar et al., 2016, p. 138)

2.19 Azimut Solar (ψ).

Es el ángulo que se forma con respecto a la posición del sol tomando de referencia el sur (Figura 2.26). Si se encuentra en el norte, la dirección que se va a tomar como referencia es el sur con un ángulo de 0° . Y si se encuentra en el sur, la dirección de referencia sería el norte, es decir, lo contrario. En el oeste los valores del azimut son positivos y en el este los valores son negativos. Con la ayuda de estos ángulos, se puede determinar la inclinación y la orientación de los paneles solares. (Colmenar et al., 2016, p. 128)

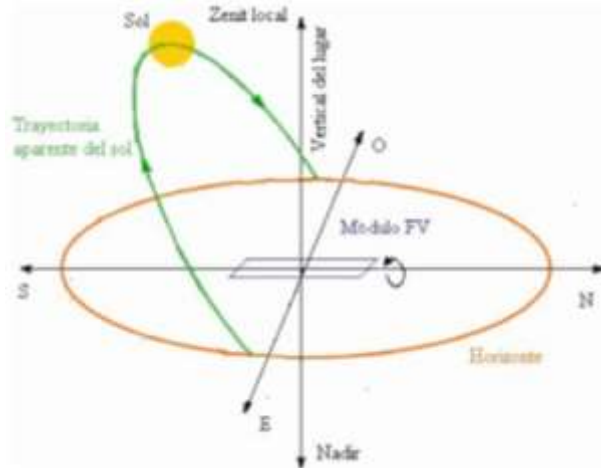


Figura 2.26 Azimut Solar.

Fuente: (Colmenar et al., 2016, p. 139)

2.20 Células Solares.

Una célula solar transforma la energía solar en energía eléctrica a través de la unión P-N, dicha unión es la que está expuesta a la luz solar. El material con las que están hechas las células solares es de silicio puro que es semiconductor y de un no metal multivalente. La dimensión de una célula tradicional es de 10x10 cm y lo que produce es 1 a 2 W. (Lozano, 2017, p. 33)

Existen otros tipos de materiales con los que se puede elaborar una célula solar, pero lo negativo de estos materiales es que no se encuentran fácilmente y el precio de elaboración es elevado. Entre los materiales tenemos al arseniuro, galio, selenio, germanio, telurio de cadmio, antimoniuro de indio, entre otros. (Quinzo, 2019, p. 42)

En la Figura 2.27 se puede ver cómo está compuesta una célula solar para la generación de energía eléctrica. La célula solar está compuesta por fotones, rejilla de contacto, silicio tipo n y tipo p, unión p-n, contacto base e indica el flujo eléctrico.

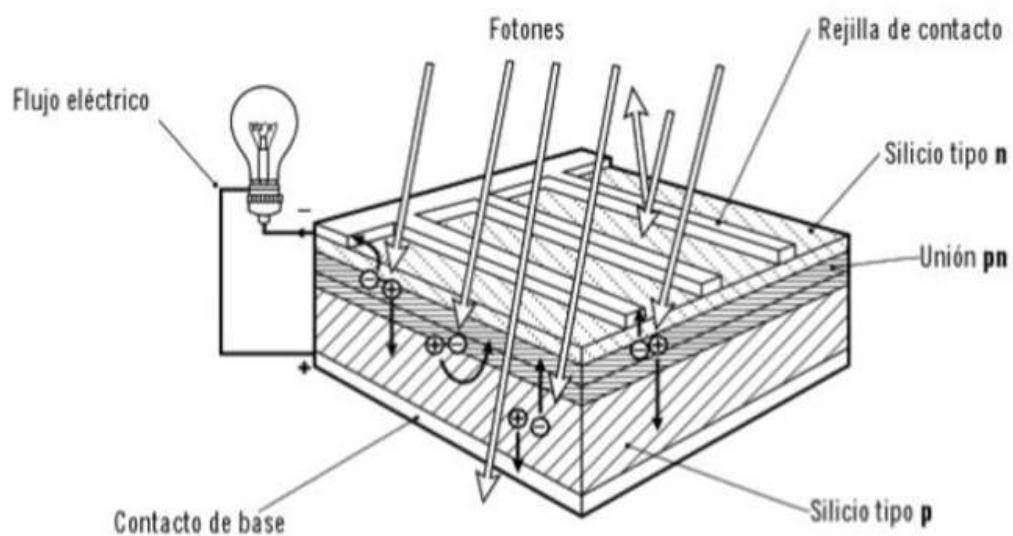


Figura 2.27 Composición de una célula solar.

Fuente: (Quinzo, 2019, p. 42)

2.21 Proceso de elaboración de las células solares.

El proceso que se utiliza para la elaboración de las células solares es muy complicado porque se debe realizar varios procesos para obtener las células. El material principal para la elaboración de las células solares es el silicio. El silicio

es un material semiconductor que se lo encuentra raramente en la corteza terrestre, pero lo malo es que no es 100% puro. Por lo general se lo encuentra combinado con otros elementos químicos como el SiO₂ (Óxido de silicio). El SiO₂ se lo puede encontrar en el cuarzo o en la arena, ya que, el óxido de silicio es uno de los componentes principales de dichos materiales. (Barredo, 2013, p. 38)

El primer paso que se debe hacer para obtener el silicio es extraer la cuarcita. El cuarzo o la cuarcita se lo introduce en un horno eléctrico con otros materiales que son: carbón de coque y astillas de madera. El resultado que se obtiene de la fundición del cuarzo es el silicio metálico (Figura 2.28). El silicio metálico es usado en industrias químicas y de aluminio; y cuenta con una pureza entre 98-99%. La otra parte del silicio metálico es exclusivamente para la industria electrónica o microelectrónica. El silicio que utilizan las industrias electrónicas debe tener una pureza del 99.99%. En este caso, la pureza del silicio metálico no es suficiente; entonces lo que hacen las industrias electrónicas es purificar el silicio metálico para poder obtener el silicio de grado electrónico que va a tener la pureza necesaria. El costo de producción del silicio de grado electrónico es más elevado que el silicio metálico. La forma que tiene el silicio de grado electrónico es policristalina y se lo denomina poli silicio. (Barredo, 2013, p. 38)



Figura 2.28 Silicio Metálico.

Fuente: (Barredo, 2013, p. 40)

El siguiente paso es la elaboración de los lingotes (Figura 2.29). Para realizar los lingotes se debe tener el poli silicio. El poli silicio es sometido a un método de fundición y luego pasa por dos procesos de corte para obtener las obleas. El primer proceso que se realiza es la obtención de los bloques o lingotes, para que luego sean cortados por una sierra y de como resultado las obleas. (Barredo, 2013, p. 39)



Figura 2.29 Lingotes de silicio puro.

Fuente: (Barredo, 2013, p. 41)

Las obleas son sometidas a diferentes procesos que son: atacado químico para reducir las impurezas y para la capa anti reflectiva, difusión para generar unión p-n y como ultimo tenemos la serigrafía. Todo este proceso da como producto final a las células solares.

2.22 Clasificación de las células solares.

2.22.1 Tecnología cristalina de silicio.

Es una de las más comunes que existe en el mundo. Los materiales más importantes que se utiliza en este tipo de tecnología son: silicio monocristalino y policristalino. (Mascarós, 2015, p. 69)

Las células del silicio monocristalino (Figura 2.30) son de color azul y tienen un rendimiento que esta entre el 15-18%. La forma de las células es cuadrada y sus esquinas son ovaladas. Esta célula coge esta forma porque los lingotes cilíndricos son cortados en rebanadas. La estructura de la célula monocristalina es sumamente ordenada.(Mascarós, 2015, p. 69)



Figura 2.30 Célula monocristalina.

Fuente: (Colmenar et al., 2016, p. 130)

Las células de silicio policristalino (Figura 2.31) son azules y su forma es cuadrada. El rendimiento de esta célula es bajo porque para su elaboración usan distintos cristales. Cuenta con un rendimiento mucho menor que las de silicio monocristalino que es del 12 y 14%. (Mascarós, 2015, p. 69)

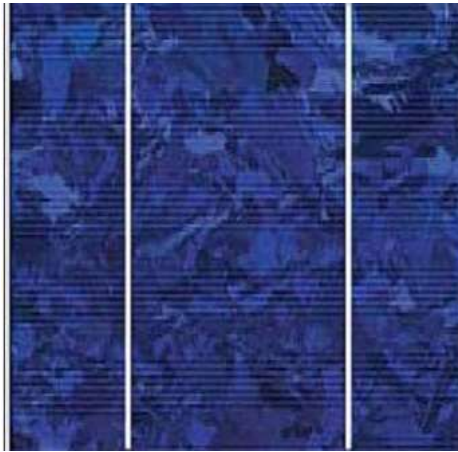


Figura 2.31 Célula policristalina.

Fuente: (Colmenar et al., 2016, p. 131)

2.22.2 Tecnología de capa fina.

Como su palabra lo dice, está conformada por un sin número de capas finas y el material que se utiliza en las capas finas debe ser fotosensible. Todo esto debe estar en una superficie de costo bajo. Uno de los materiales más utilizados para este tipo de tecnología es el silicio amorfo, pero también está el telurio de cadmio y las células multiunión. (Mascarós, 2015, p. 69)

El silicio amorfo (Figura 2.32) es de color marrón homogéneo. En este tipo de célula las conexiones no se aprecian en el panel solar. La eficiencia es menor en comparación con los de silicio cristalino. El rendimiento que tiene desciende al 10%. Con este tipo de célula no se puede elaborar un panel solar con células

libres. Lo que se hace es realizar una plancha donde las células dependa una de otra y esto se lo coloca en una base. (Mascarós, 2015, p. 69)



Figura 2.32 Célula de silicio amorfo.

Fuente: (Colmenar et al., 2016, p. 131)

2.22.3 Fotovoltaica de concentración.

Son células que funcionan por medio de la concentración de la luz y para esto utilizan una lente para que los rayos solares incidan en las células (Figura 2.33). Cuenta con una eficiencia que se encuentra entre el 20-30%. (Mascarós, 2015, p. 69)



Figura 2.33 Fotovoltaica de concentración.

Fuente: (Chavarría, 2018)

2.22.4 Células flexibles.

La elaboración de esta célula (Figura 2.34) es parecida a la de capa fina, pero su única diferencia es que utiliza un plástico fino donde se va a ubicar las células. La función del plástico fino es dar flexibilidad a las células. Por lo general, estas células son usadas en edificios o en las calculadoras. (Mascarós, 2015, p. 69)



Figura 2.34 Células flexibles.

Fuente: (Panasonic, 2018)

2.25 Módulo Fotovoltaico.

Los módulos solares o también conocidos como módulos fotovoltaicos, están compuestos por un grupo de células fotovoltaicas que cuyo material es semiconductor. La función de las células solares como anteriormente mencionamos, sirven para transformar la energía solar en energía eléctrica. La vida útil que tiene un módulo fotovoltaico es de 25 años, pero en la actualidad ya existen métodos de reciclaje de los módulos fotovoltaicos. (Lozano, 2017, p. 33)

2.26 Partes de un módulo fotovoltaico.

Un módulo fotovoltaico (Figura 2.36) está compuesto por diferentes elementos que protege a las células solares y permite fijarlas por medio de soportes. A continuación, se describirá cada una de sus partes.

2.26.1 Cubierta frontal.

La cubierta frontal está elaborada por un material sumamente resistente que protege a las células solares y se lo denomina vidrio templado. Las características que debe tener el vidrio templado son: el espesor deber ser de 3 o 4 cm, debe emitir una buena radiación solar y la reflexión que debe tener es baja y debe resistir a las lluvias.(Ruiz, 2015, p. 17)

2.26.2 Encapsulante.

El EVA que significa etilen vinil acetato, es uno de los materiales más usados para la realización del encapsulante. Este material es transparente, suministra una solidez a las células solares, no permite que pase el aire o el agua y evita que se oxide las células de silicio. (Ruiz, 2015, p. 17)

2.26.3 Células fotovoltaicas.

Son las que convierte la radiación solar en energía eléctrica. Están compuestas por una rejilla, cuya función es acumular la intensidad de la célula. La intensidad que se acumula es transmitida por dos buses o también denominadas cintas colectoras (Figura 2.35 a). El material de estas cintas colectoras es de aluminio o acero inoxidable. La función principal que cumple las cintas colectoras es de llevar la corriente a la siguiente célula solar. También se

utiliza esta cinta para poder efectuar la conexión de la capa P con la capa N de la célula siguiente (Figura 2.35 b). (Mascarós, 2015, p. 70)



Figura 2.35 a.) Cintas colectoras; b.) Conexión entre células.

Fuente: (Mascarós, 2015, p. 71)

2.26.4 Cubierta Posterior.

El material que se usa para realizar la cubierta posterior es de fluoruro de polivinilo. Las características que tiene dicho material son: es un aislante dieléctrico, cuenta con una excelente resistencia a los rayos UV, evita el paso de la humedad. (Ruiz, 2015, p. 17)

2.26.5 Marco.

El marco permite fijar el módulo fotovoltaico en cualquier superficie. El material que se utiliza para la elaboración del marco es el aluminio anodizado. Al comprar un marco para un módulo fotovoltaico, se debe revisar las características del módulo. (Ruiz, 2015, p. 17)

2.26.6 Caja de conexiones.

Se la localiza en la parte de atrás del módulo fotovoltaico. Cuenta con un borne positivo y uno negativo, con diodos para que no se genere el punto caliente y lo más importante debe resistir a todo tipo de agente atmosférico. El grado de protección que debe tener la caja de conexiones es la IP65. (Ruiz, 2015, p. 17)

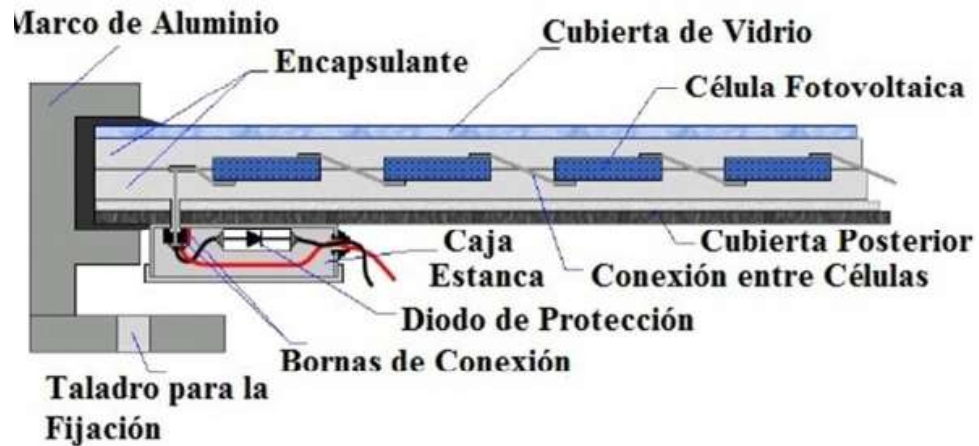


Figura 2.36 Partes de un módulo fotovoltaico.

Fuente: (Ruiz, 2015, p. 18)

2.27 Sistemas Fotovoltaicos.

2.27.1 Sistemas Conectados a la Red.

Este tipo de sistema es económico porque no usa un banco de baterías en comparación con el sistema autónomo. El objetivo de este sistema es generar energía eléctrica por medio de los paneles para alimentar las cargas de la vivienda y en caso de que no se utilice dicha energía, por medio de un medidor bidireccional se la inyecta a la red eléctrica de distribución (Figura 2.37). La energía que se inyecta a la red se la vende a la empresa eléctrica o la empresa eléctrica puede descontar en la planilla la energía que se inyectó. (Lozano, 2017, p. 37)

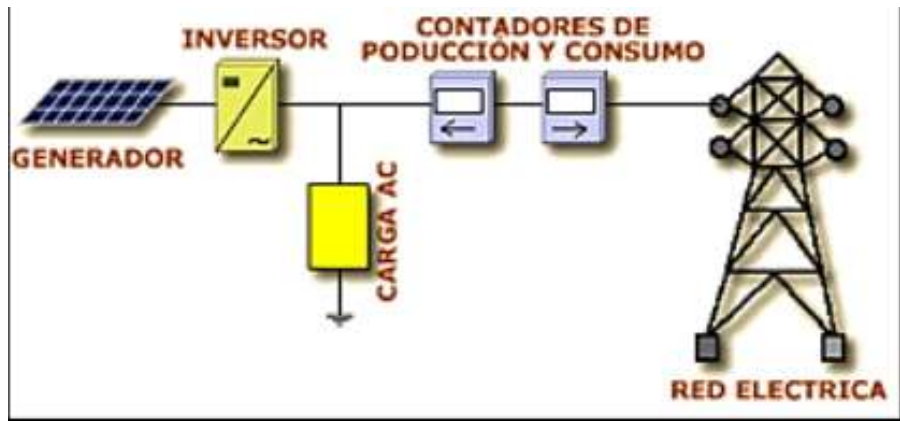


Figura 2.37 Diagrama de conexión de un sistema conectado a la red.

Fuente: (Lozano, 2017, p. 37)

2.27.2 Sistemas fotovoltaicos autónomos o aislados.

Es uno de los más caros porque utiliza baterías y solo es usado en zonas donde no exista red eléctrica de distribución (Figura 2.38), es decir, en lugares aislados de energía eléctrica. (Lozano, 2017, p. 37)

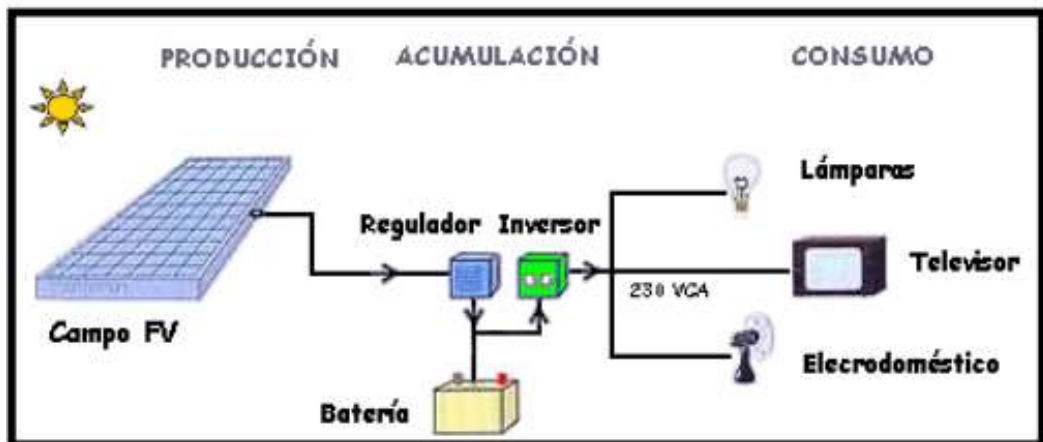


Figura 2.38 Representación de un sistema fotovoltaico aislado.

Fuente: (Lozano, 2017, p. 38)

2.27.3 Sistemas híbridos.

Un sistema híbrido combina el sistema conectado a la red y el sistema aislado. La energía que se genera por los paneles solares alimenta a las baterías y también puede inyectarse a la red eléctrica. (Lozano, 2017, p. 38)

2.28 Componentes de un sistema fotovoltaico.

Un sistema fotovoltaico está compuesto por varios componentes que son: generador o módulo fotovoltaico, regulador de carga, inversor y baterías.

- Generador o módulo fotovoltaico: Está compuesto por células solares y transforma la energía solar en energía eléctrica.
- Regulador de carga: Su función principal es cuidar la vida útil de la batería de cualquier descarga de corriente.
- Inversor: Es el que se encarga de convertir la corriente continua en corriente alterna para poder inyectar la corriente alterna a la red.
- Baterías: La energía que se genera en el módulo fotovoltaico durante el día se almacena en las baterías. La energía que se acumula en la batería se la usa para alimentar cargas o también se la usa cuando el módulo no genera energía por la ausencia del sol. (Lozano, 2017, pp. 36-37)

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y CÁLCULOS PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

3.1 Información de la zona donde se aplicará el sistema fotovoltaico.

El diseño fotovoltaico que se está dimensionando, se lo usara para la zona de la avenida Malecón "9 de Octubre" hasta el Malecón de Barreiro de la ciudad de Babahoyo (Figura 3.39). La distancia que hay entre los dos puntos es de 1,08 km. Las balsas se encuentran situadas a lo largo del rio Babahoyo desde las zonas antes mencionadas. El objetivo del proyecto es brindar energía eléctrica a las viviendas y evitar que roben energía de la red pública. El dimensionamiento que se está haciendo es para una sola vivienda.

Las casas flotantes o también conocidas como balsas, son viviendas que se encuentran localizadas a lo largo del rio Babahoyo. Estas balsas son elaboradas de madera o en otros países son casas tipo barco. Las balsas de madera están ancladas a un lugar fijo; en cambio, la casas tipo barco cuentan con motores para poder movilizarse a diferentes lugares o también hay casas que no cuentan con motor y se quedan ancladas en un solo lugar. En la ciudad de Babahoyo las balsas es algo característico que identifica a Babahoyo y se encuentran durante años ancladas en el mismo lugar.



Figura 3.39 AV. Malecón "9 de octubre"

Fuente: El Autor.

3.2 Datos climatológicos en la ciudad de Babahoyo.

Por medio de la aplicación METEONORM podemos calcular la irradiancia o también conocido como las Horas Sol Pico que hay en un punto en específico durante el año. Para hallar la irradiancia que hay en la ciudad de Babahoyo se tuvo que buscar las coordenadas geográficas para que la aplicación busque la zona. También se tiene que colocar el azimut y la inclinación en la que se va a poner el módulo fotovoltaico.

Los datos que se usó para hallar los valores de la irradiancia por un año en la ciudad de Babahoyo son:

- Latitud: -1.799269
- Longitud: -79.537490
- Azimut: al Norte.

- Inclinación del módulo fotovoltaico: 10° recomendable.

En la Figura 3.40 se presenta la página principal del programa METEONORM donde se debe ubicar los datos del lugar para hallar la irradiancia.

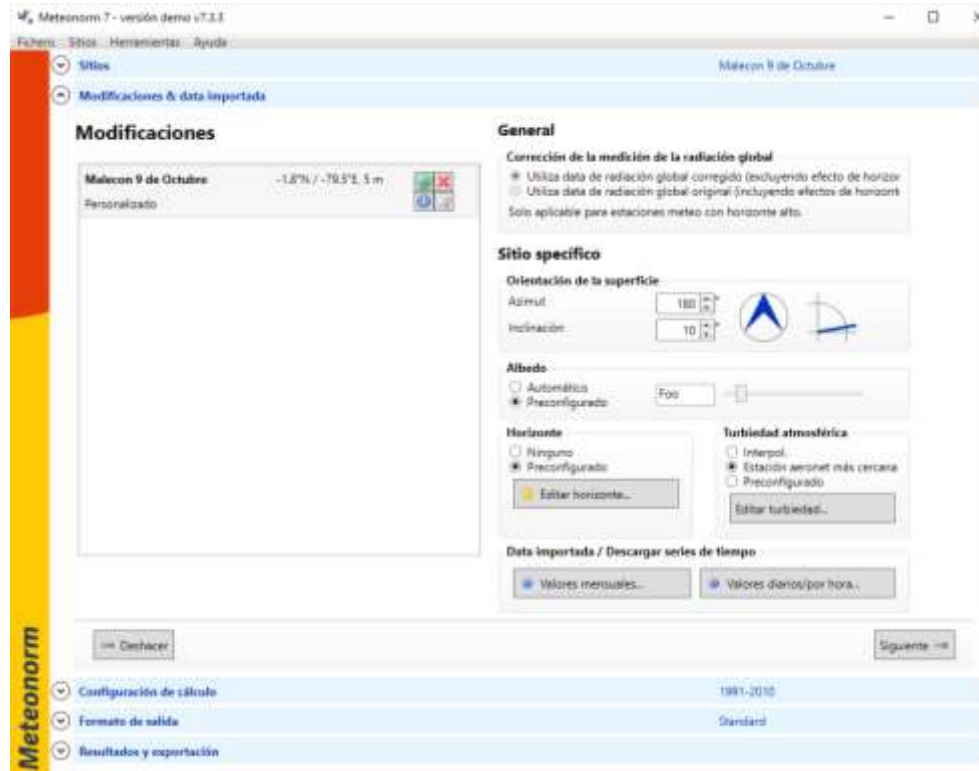


Figura 3.40 Datos principales que se debe colocar en la aplicación.

Fuente: El Autor.

Una vez que se haya colocado los datos principales, se procede a dar clic a siguiente en donde la aplicación mandará a otro recuadro. En el siguiente recuadro se debe dejar en los mismos datos que la aplicación asigna; después de eso se abre otro recuadro donde hay que elegir la opción standard. Al realizar todo este proceso, da como resultado la tabla de irradiancia y otros datos como el de temperatura, radiación global diaria, etc.

Tabla 3.2 Irradiancia en Babahoyo por un año.

Mes	H_Gh	H_Dh	H_Gkhor	H_Dkhor	H_Bnhor	Ta
	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[°C]
Enero	138	77	130	75	91	26.3
Febrero	143	74	137	72	96	26.0
Marzo	168	89	167	89	113	26.3
Abril	151	74	154	75	109	26.6
Mayo	149	63	157	64	129	25.7
Junio	130	66	138	68	101	24.2
Julio	119	71	124	73	70	23.6
Agosto	134	86	138	87	69	23.5
Setiembre	152	84	152	85	93	23.8
Octubre	150	83	146	82	94	24.0
Noviembre	133	76	126	74	84	24.6
Diciembre	143	78	133	75	97	25.9
Año	1712	921	1703	920	1147	25.0

Fuente: El Autor.

3.3 Levantamiento de la potencia instalada en la vivienda.

Se procedió tomar datos técnicos de los artefactos de la vivienda. En algunos artefactos tenían datos técnicos en kWh/año o en kWh/mes. Se descompuso estos valores para obtener en Wh. En la tabla 3.3 se indica los datos de potencia de cada electrodoméstico de la vivienda.

Tabla 3.3 Datos de potencia de la vivienda.

#	Artefacto	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total	Horas	Energía diaria (Wh)
1.00	Focos Led	3.00	9.00	27.00	3.00	81.00
2.00	Lavadora	1.00	280.00	280.00	-	863.00
3.00	TV	1.00	46.00	46.00	-	180.00
4.00	Refrigeradora	1.00	480.00	480.00	-	950.68
5.00	Computadora	1.00	300.00	300.00	2.00	600.00
6.00	Equipo de Sonido	1.00	1,100.00	1,100.00	1.00	1,100.00

7.00	Ventilador	1.00	120.00	120.00	6.00	339.96
8.00	Cargadores teléfono	2.00	84.00	168.00	2.00	336.00
Total				2,521.00		4,450.64

Fuente: El Autor.

Datos de placa.

Refrigeradora: 347 kWh/año.

$$Wh: \frac{347000 \text{ Wh}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}}: 950.68 \text{ Wh/día}$$

Ventilador: 1.70 kWh/mes

$$Wh: \frac{1700 \text{ Wh}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{30}: 56.66 \text{ Wh} * 6 \text{ horas}: 339.96 \text{ Wh/día}$$

3.4 Tipo de inversor.

Con la potencia total podemos buscar el tipo de inversor que se va a usar. En este caso tenemos una potencia total de 2521 W. Se utilizará un inversor cargador Quattro 24/5000/70-100/100, recordando que el voltaje de nuestro sistema es de 24 V. La función de este inversor/cargador es convertir de D.C a A.C y en caso de que las baterías no estén cargadas o no haya tanto sol para que los módulos solares generen energía; el inversor/cargador cuenta con un terminal donde se puede conectar un generador eléctrico que puede alimentar a las cargas de la vivienda y cargar las baterías hasta que haya el sol necesario para alimentar a las baterías y solo hacer el uso de los módulos fotovoltaicos. En la Figura 3.41 se puede apreciar el tipo de inversor que se va a usar en el diseño fotovoltaico.



**Quattro
24/5000/70-100/100**

Figura 3.41 Inversor/Cargador Quattro 120V.

Fuente: El Autor.

3.5 Tipo de controlador de carga.

El controlador de carga también se lo escoge con la potencia total. Se utilizará un controlador de carga SmartSolar MPPT 150/100. En la Figura 3.42 se puede observar el tipo de controlador que se va a usar en el diseño fotovoltaico.



Figura 3.42 Controlador de carga MPPT 150/100.

Fuente: El Autor.

3.6 Cálculo de energía de los diferentes componentes.

Para poder calcular el valor de la energía de cada componente se debe tener los datos técnicos de cada componente. En el caso de la energía de los paneles solares, se coloca un 86% de rendimiento que es lo que rinde aproximadamente un panel.

$$\text{Energía Inversor: } \frac{\text{Energía total diaria}}{\text{Eficacia max.inversor \%}}: \frac{4450.64}{0.94}: 4734.72 \text{ Wh.}$$

$$\text{Energía Batería} = \text{Energía Inversor} = 4734.72 \text{ Wh.}$$

$$\text{Energía Controlador: } \frac{\text{Energía Batería}}{\text{Eficacia max.\%}}: \frac{4734.72 \text{ Wh}}{0.98}: 4831.35 \text{ Wh.}$$

$$\text{Energía Paneles solares: } \frac{\text{Energía Controlador.}}{\eta \%}: \frac{4831.35 \text{ Wh}}{0.86}: 5617.85 \text{ Wh.}$$

3.7 Cálculo de la potencia fotovoltaica y numero de módulos fotovoltaicos.

Para calcular la potencia fotovoltaica se debe tener el valor mínimo de las HSP que se sacó por medio de la aplicación Meteonorm. La HSP mínima en el año es en Julio con un Gk Hor (kWh/m²) de 124. El Gk Hor (kWh/m²) significa irradiación de la radiación global, superficie inclinada, con horizonte elevado. La potencia fotovoltaica se la calcula con la siguiente fórmula:

$$P_{fv}: \frac{\text{Energía paneles solares}}{\text{HSP min.}}$$

$$P_{fv} = \frac{5617.85 \text{ Wh}}{\left(\frac{124}{31}\right) \text{ H}} : 1404.46 \text{ W}.$$

Debemos escoger un módulo fotovoltaico para calcular la cantidad de paneles que se debe instalar. Se utilizará el siguiente módulo fotovoltaico: Módulo Fotovoltaico Monocristalino de 72 células, la potencia del panel es de 350W. En la Figura 3.43 se muestra el módulo fotovoltaico monocristalino que se va a usar en el diseño fotovoltaico.

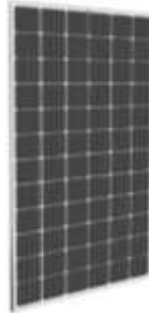


Figura 3.43 Photovoltaic module mono 310~350 W output power. 72 Cells

Fuente: El Autor.

Para calcular el número de módulos fotovoltaicos que se deben instalar debemos tener la potencia máxima de salida. La potencia máxima de salida del panel es de 350W.

$$\#módulos: \frac{P_{fv}}{P_{PMP}}$$

$$\#módulos: \frac{1404.46 \text{ W}}{350\text{W}} : 4$$

Datos principales del módulo fotovoltaico:

Potencia del panel: 350W

Voc: 46.88 V

Isc: 9.38 A

El número de módulos fotovoltaicos que se va a utilizar son 4, pero los 4 módulos no los podemos conectar en serie porque el voltaje máximo que soporta el controlador de carga es de 150 V y la máxima corriente que soporta es de 100 A.

Se conectarán 3 módulos en serie y se le adicionan 3 módulos más en paralelo. Al conectarlos en serie se obtiene un voltaje de 140.64 V y sobra uno. Al restante no lo podemos conectar en paralelo porque debe de ser el mismo voltaje de los tres, entonces se adicionan dos módulos en paralelo. La corriente máxima que soporta el controlador es de 100 A y el valor de la corriente que nos da de los 2 string es 18.76 A. En la Figura 3.44 se indica la conexión de los módulos fotovoltaicos que se va a usar en el diseño.

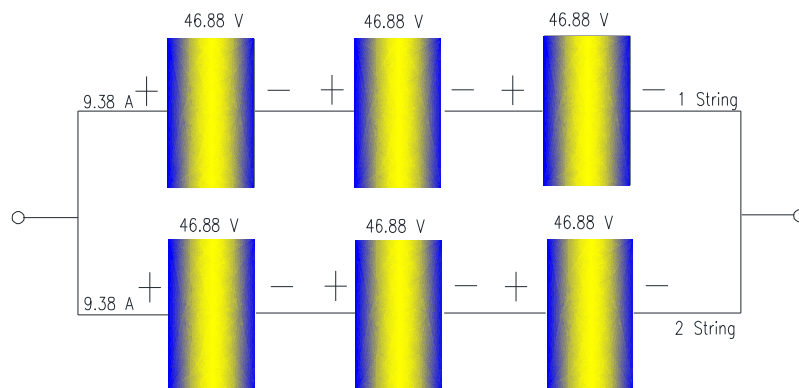


Figura 3.44 Diseño de Conexión de módulos fotovoltaicos que se va a utilizar.

Fuente: El Autor.

3.8 Cálculo de baterías.

Para calcular la energía de la batería se utiliza la energía del inversor que se calculó anteriormente y también se debe tener en cuenta el factor de seguridad.

Los valores del factor de seguridad son fijos dependiendo el uso y son los siguientes:

- 1.1: Consumo y genero simultáneamente.
- 1.2: Consumo durante el día.
- 1.3: Consumo nocturnos.

En este caso se utilizará un factor de seguridad de 1.2 porque por lo general los habitantes de las balsas utilizan algunos equipos durante el día como el tv, la radio, ventilador, etc.

Energía Inversor: 4734.72 Wh

*Energía Batería: Energía Inversor * Factor de seguridad.*

*Energía Batería: 4734.72 Wh * 1.2*

Energía Btería: 5681.66 Wh

Ahora se va a calcular la capacidad inicial de la batería y la capacidad total de la batería. Con la capacidad total de la batería podemos encontrar el número de baterías que se debe usar.

$$C_0: \frac{\text{Energía Batería}}{\text{Voltaje del sistema}}$$

$$C_0: \frac{5681.66 \text{ Wh}}{24 \text{ V}}$$

$$C_0: 236.74 \text{ Ah}$$

$$C_{\text{Batería}}: \frac{c_0 * \text{Días autonomía}}{\% \text{ descarga}}$$

$$C_{Bateria} = \frac{(236.74 \text{ Ah}) * (1)}{0.70}$$

$$C_{Bateria} : 338.2 \text{ Ah}$$

Las baterías comerciales más comunes son: 100 Ah, 150 Ah y 250 Ah. En este caso vamos a poner 4 baterías de 100 Ah en paralelo, pero como el sistema es de 24 V se conectarán 4 baterías adicionales. En la Figura 3.45 se muestra la batería ritar 12-100 que se va a usar.



Figura 3.45 Batería Ritar RA 12-100

Fuente: El Autor.

En la Figura 3.46 se muestra la conexión de las baterías a usar en el diseño fotovoltaico.

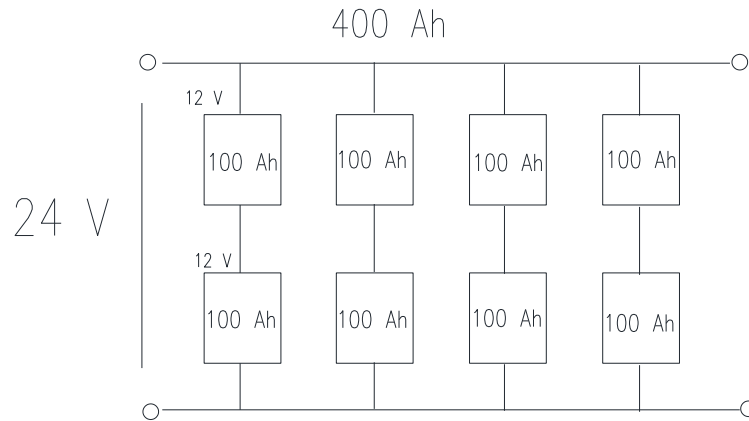


Figura 3.46 Conexión de baterías.

Fuente: El Autor.

3.9 Costo total de los componentes fotovoltaicos.

El costo total de los componentes fotovoltaicos que se utilizará en las casas flotantes se los muestra en la siguiente tabla. En la tabla 3.4 muestra el costo total de los componentes del sistema fotovoltaico que se va a usar.

Tabla 3.4 Costo de los componentes fotovoltaicos.

Descripción del equipo.	Modelo.	Cantidad	Valor U.	Valor total
Inversor	24/5000/120-100/100 120V	1.00	3,990.03	3,990.03
Controlador de carga.	SmartSolar MPPT 150/100 72 CELLS	1.00	919.38	919.38
Módulo Fotovoltaico.	Photovoltaic module mono 350 W output power	6.00	260.00	1,560.00
Baterías	RA12-100 (12V100Ah)	8.00	240.00	1,920.00
Total				8,389.41

Fuente: El Autor.

3.10 Diseño del sistema fotovoltaico aislado.

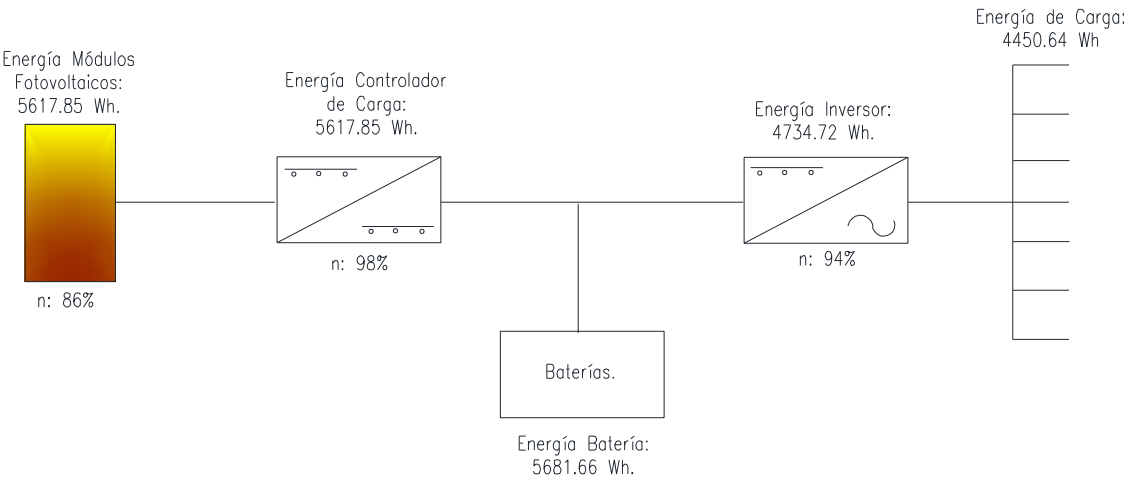


Figura 3.47 Diseño del sistema fotovoltaico aislado.

Fuente: El Autor.

Capítulo 4

4.1 Conclusiones

- ✓ Las energías renovables son recursos que se los puede encontrar en la naturaleza y están al alcance de todo el mundo. Gracias al avance tecnológico se han creado sistemas para generar energía eléctrica que no contamina al ambiente con el fin de dejar de usar los combustibles fósiles que son los que provocan los gases contaminantes y el efecto de invernadero.
- ✓ La energía solar es una energía que no contamina al medio ambiente, es inagotable en comparación con los combustibles fósiles y se la puede usar en lugares que no cuentan con red eléctrica.
- ✓ Para generar energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos va a depender del clima del lugar y de los ángulos de inclinación como el azimut y la altura solar.
- ✓ En la actualidad, el calentamiento global está a un nivel fuera de lo normal y esto se debe a las emisiones de gases que se generan en las máquinas de combustión. Por esta razón ocurren los desastres naturales.
- ✓ Hoy en día la energía solar es una de las energías más potenciadas en el continente Asiático y Europeo; y teniendo en cuenta que son continentes que no cuenta con mucha irradiación solar.
- ✓ El precio de implementación del sistema fotovoltaico aislado se debe tener en cuenta porque algunos de sus componentes o accesorios tienen precios elevados como las baterías y los inversores. Antes de implementar

el diseño fotovoltaico, se debe realizar un estudio para ver si es factible o no utilizar dicho sistema en las casas flotantes.

4.2 Recomendaciones.

Si se desea implementar el diseño realizado en este trabajo de titulación, se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- Realizar los cálculos de irradiación por medio de aplicaciones específicas, ya que los datos de HSP que se realizaron en este diseño no serán iguales en otros años.
- Los materiales y componentes que se vayan a utilizar para la instalación del sistema fotovoltaico aislado deben ser de buena calidad para que el sistema dure años.
- Es recomendable comprar los elementos de sistema como los inversores, controladores y paneles fotovoltaicos en el exterior a distribuidoras certificadas.
- El lugar donde se vaya a implementar el diseño debe tener un gran espacio para la instalación de los paneles y de la estructura que sujetan a los módulos fotovoltaicos.
- En caso de que una empresa vaya a realizar la instalación del sistema fotovoltaico, la empresa debe contar con lo siguiente: debe tener personal que tengan experiencia instalando módulos o sistemas fotovoltaicos, tiene que contar con equipos específicos para este tipo de instalación, debe entregar estudios del lugar donde se vaya a instalar el sistema y debe dar garantía del trabajo, ya que una instalación de este tipo de energía es muy costosa.

Referencias Bibliográficas.

Antón, J. L., & Andrés, D. M. (2016). *Física y Química 2º ESO (LOMCE) 2016*.

Editex.

Badi, M. H., Guillen, A., & Abreu, J. L. (2016). *Energías Renovables y*

Conservación de Energía (Renewable Energies and Energy

Conservation). 15.

Barchers, S. I. (2017). *Energía en acción (Energy in Action)*. Teacher Created

Materials.

[https://books.google.com.ec/books?id=ek0uDgAAQBAJ&pg=PA12&dq=energ%C3%ADa+qu%C3%ADmica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjUxO-](https://books.google.com.ec/books?id=ek0uDgAAQBAJ&pg=PA12&dq=energ%C3%ADa+qu%C3%ADmica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjUxO-kraLnAhWRm1kKHZA8Af8Q6AEIOzAC#v=onepage&q=energ%C3%ADa%20qu%C3%ADmica&f=false)

[kraLnAhWRm1kKHZA8Af8Q6AEIOzAC#v=onepage&q=energ%C3%ADa](https://books.google.com.ec/books?id=ek0uDgAAQBAJ&pg=PA12&dq=energ%C3%ADa+qu%C3%ADmica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjUxO-kraLnAhWRm1kKHZA8Af8Q6AEIOzAC#v=onepage&q=energ%C3%ADa%20qu%C3%ADmica&f=false)

[%20qu%C3%ADmica&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=ek0uDgAAQBAJ&pg=PA12&dq=energ%C3%ADa+qu%C3%ADmica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjUxO-kraLnAhWRm1kKHZA8Af8Q6AEIOzAC#v=onepage&q=energ%C3%ADa%20qu%C3%ADmica&f=false)

Barredo, J. (2013). *Estudio de las propiedades mecánicas de obleas de silicio*.

[Investigativo, Universidad Politécnica de Madrid.].

http://oa.upm.es/29175/1/Josu_Barredo_Egusquiiza.pdf

Cecilia. (2019, junio 3). *La Tierra: Movimiento de rotación y traslación*.

LocuraViajes.com. [https://locuraviajes.com/la-tierra-movimiento-de-](https://locuraviajes.com/la-tierra-movimiento-de-rotacion-y-traslacion/)

[rotacion-y-traslacion/](https://locuraviajes.com/la-tierra-movimiento-de-rotacion-y-traslacion/)

CELEC EP. (2015, marzo 19). *Proyectos Hidráulicos*.

<https://www.celec.gob.ec/generacion/hidraulicos.html>

CELEC EP. (2017). *¿Qué es la Energía Eólica?*

[https://www.celec.gob.ec/gensur/index.php/contacto/direccion/2-](https://www.celec.gob.ec/gensur/index.php/contacto/direccion/2-uncategorised/47-que-es-laenergia-eolica)

[uncategorised/47-que-es-laenergia-eolica](https://www.celec.gob.ec/gensur/index.php/contacto/direccion/2-uncategorised/47-que-es-laenergia-eolica)

- CELEC EP. (2019). *Central Eólica Villonaco La De Mayor Producción Por Turbina En El Mundo*. <https://www.celec.gob.ec/gensur/index.php/84-central-eolica-villonaco-la-de-mayor-produccion-por-turbina-en-el-mundo>
- Chan Samaniego, J. A. (2018). *“Estudio Y Diseño Para La Implementación De Un Sistema De Energía Solar Fotovoltaico Para El Laboratorio Clínico Chan Ubicado En La Ciudad De Zaruma”*. [Universidad Católica De Santiago De Guayaquil].
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11356/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-153.pdf>
- Chavarría, G. (2018, mayo 16). *Paneles fotovoltaicos de concentración*. – *InnovaQR*. <https://blogs.upm.es/innovaqr/asignatura/energias-renovables/paneles-fotovoltaicos-de-concentracion/>
- Chong, H. (2018). *Análisis para la obtención de energía eléctrica utilizando un Gasificador de Biomasa* [Universidad Católica De Santiago De Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11351/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-148.pdf>
- Coellar, D. (2017, marzo 12). *Biomasa En El Ecuador*. *Escuela de Organización Industrial*. <https://www.eoi.es/blogs/merme/biomasa-en-el-ecuador/>
- Colmenar, A., Borge, D., Collado, E., & Catro, M. (2016). *Generación Distribuida, Autoconsumo Y Redes Inteligentes* (2016.^a ed.). Editorial UNED.
- El Universo. (2019, octubre 2). *Ecuador generará electricidad con el calor interno de la Tierra*. El Universo.

<https://www.eluniverso.com/noticias/2019/10/02/nota/7544323/ecuador-generara-electricidad-calor-interno-tierra>

Espada, B. (2019, noviembre 28). Las principales fuentes de energía del mundo. *EIBlogVerde.com*. <https://elblogverde.com/las-principales-fuentes-energia-del-mundo/>

ETHW. (2018, junio 4). *Charles F. Brush—Engineering and Technology History Wiki*. https://ethw.org/Charles_F._Brush

Galarza, S. (2015). “Análisis De La Energía Solar Térmica Y Fotovoltaica Para La Comunidad De Limoncito” [Universidad Católica De Santiago De Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3670/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-34.pdf>

González, I., Antonio, M., Garcia-Zarate, M., Rosa, D., Chávez, H., Guadarrama, J., Luis, J., Dra, M., Salazar, D., Jiménez, M., Ricardo, M., Briones, D., & Autor, D. (2019). *La energía geotérmica para reducir emisiones de gases a la atmósfera* (Enero-Junio 2019, p. 40). Morse. https://www.researchgate.net/publication/333772900_La_energia_geotermica_para_reducir_emisiones_de_gases_a_la_atmosfera

Guerrero, L. (2019, noviembre 1). *Energía geotérmica: Historia y usos*. Aboutespanol. <https://www.aboutespanol.com/energia-geotermica-3417877>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Méndez Valencia, S., & Mendoza Torres, C. P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGrawHill. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp->

content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-
edicion.compressed.pdf

Lozano, D. (2017). *Evaluación de la orientación y el ángulo de inclinación óptimo de una superficie plana para maximizar la captación de irradiación solar en Cuenca-Ecuador* [Universidad Politécnica Salesiana. Sede Cuenca.]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14458/1/UPS-CT007120.pdf>

Lundgren, J. K. (2017). *La Tierra*. Encyclopaedia Britannica.

Mascarós, V. (2015). *Instalaciones Generadoras Fotovoltaicas*. Ediciones Paraninfo, S.A.

Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2019, octubre 28). *Más de USD 55 millones se han invertido en proyectos de energía renovable, a través de la iniciativa Cero Combustibles Fósiles en Galápagos – Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables*. <https://www.recursoyenergia.gob.ec/mas-de-usd-55-millones-se-han-invertido-en-proyectos-de-energia-renovable-a-traves-de-la-iniciativa-cero-combustibles-fosiles-en-galapagos/>

Monera, F. (2015, febrero 16). *Breve historia de la energía solar fotovoltaica*. SueloSolar.com. <https://suelosolar.com/newsolares/newsol.asp?id=10684>

National Geographic. (2010, septiembre 5). *Energía hidroeléctrica*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-hidroelectrica>

Pacheco, M. (2019, abril 20). *2018, año de mayor generación hidroeléctrica en una década en el país*. El Comercio.

<https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-generacion-hidroelectrica-record-energia.html>

Palou, N. (2017, julio 10). *El descenso del albedo debido al calentamiento global puede acelerar el calentamiento global*. Microsiervos.

<https://www.microsiervos.com/archivo/ecologia/descenso-albedo-calentamiento-global-acelerar-calentamiento-global.html>

Panasonic. (2018). *Amorton—Celdas fotovoltaicas de silicio amorfo |*

Panasonic. <https://www.panasonic-electric-works.com/es/amorton-celdas-fotovoltaicas-de-silicio-amorfo.htm>

Párraga Palacios, Á. G., Intriago Rodríguez, S. A., Velasco Fuentes., E. D., Cedeño Quinto, V. M., Cedeño Quinto, V. M., Murillo Párraga, N. L., & Zambrano Gavilanes, F. E. (2019). Producción de energía eólica en Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(3), 22-32.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.610>

Pillajo, T. (2019). *Análisis del estado actual de la implementación de energías renovables en el Ecuador. Propuesta de una guía de uso eficiente de la energía eléctrica* [Universidad Católica De Santiago De Guayaquil].

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13391/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-235.pdf>

Plaza, I. M. de la. (2018, septiembre 25). *Historia de la energía eólica del origen a la II Guerra Mundial*. OpenMind.

<https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/historia-de-la-energia-eolica-del-origen-a-la-ii-guerra-mundial/>

Portillo, G. (2017, marzo 28). *Todo lo que debes saber sobre la radiación solar*. Meteorología en Red. <https://www.meteorologiaenred.com/la-radiacion-solar.html>

Puig, M. (2015, septiembre 7). *Qué es la energía solar pasiva*. RoigSat. <https://www.roigsat.com/es/energia-solar-pasiva/>

Quinzo, L. (2019). *Proyecto para el diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico para el complejo deportivo “Cancha Sho” en la Ciudadela Bellavista de la ciudad de Guayaquil*. [Universidad Católica De Santiago De Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12527/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-195.pdf>

Ramírez, Ó. (2018, junio 21). *Rotación y Traslación de la Tierra*. <https://www.youtube.com/watch?v=6QvlzF-d0EY>

Renewable Energy Magazine. (2011, septiembre 6). *Energías del Mar—Corea del Sur inaugura la planta mareomotriz más grande del mundo*. Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. https://www.energias-renovables.com/energias_del_mar/corea-del-sur-inaugura-la-planta-mareomotriz

Rice, W. B. (2017). *La historia de los combustibles fósiles (The Story of Fossil Fuels)*. Teacher Created Materials. [https://books.google.com.ec/books?id=hIEuDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=La+historia+de+los+combustibles+f%C3%B3siles+\(The+Story+o](https://books.google.com.ec/books?id=hIEuDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=La+historia+de+los+combustibles+f%C3%B3siles+(The+Story+o)

f+Fossil+Fuels).+Teacher+Created+Materials.&hl=es&sa=X&ved=0ahUK
EwjskNXExKLnAhVmzlkKHTxICiAQ6wEIKzAA#v=onepage&q&f=false

Rodríguez, H. (1990). *Ciencias naturales*. Andres Bello.

<https://books.google.com.ec/books?id=Jy9Qpv56RCoC&pg=PA54&dq=energía+cal%C3%B3rica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiy3Jnd2tjmAhWJjVkkKHVcPABsQ6wEIKjAA#v=onepage&q=energía%20cal%C3%B3rica&f=false>

Ruiz, P. (2015). *Diseño De Una Instalación Solar Fotovoltaica Para El Suministro De Energía Eléctrica De Una Vivienda Aislada*. [Universitat Rovira I Virgili].

<http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/2317pub.pdf>

Sanz, J. F. (2016). *Energía hidroeléctrica: Serie Energías renovables* (2da ed.). Prensas de la Universidad de Zaragoza.

<https://books.google.com.ec/books?id=Q5BfDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Serrano, J. C. (2016). *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas*. Ediciones Paraninfo, S.A.

Servicio Geológico Mexicano. (2017, marzo 22). *Energía nuclear*.

https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Energia-nuclear.html

Sinche, D. (2016, junio 2). *Biomasa: Una alternativa energética*. El Telégrafo - Noticias del Ecuador y del mundo.

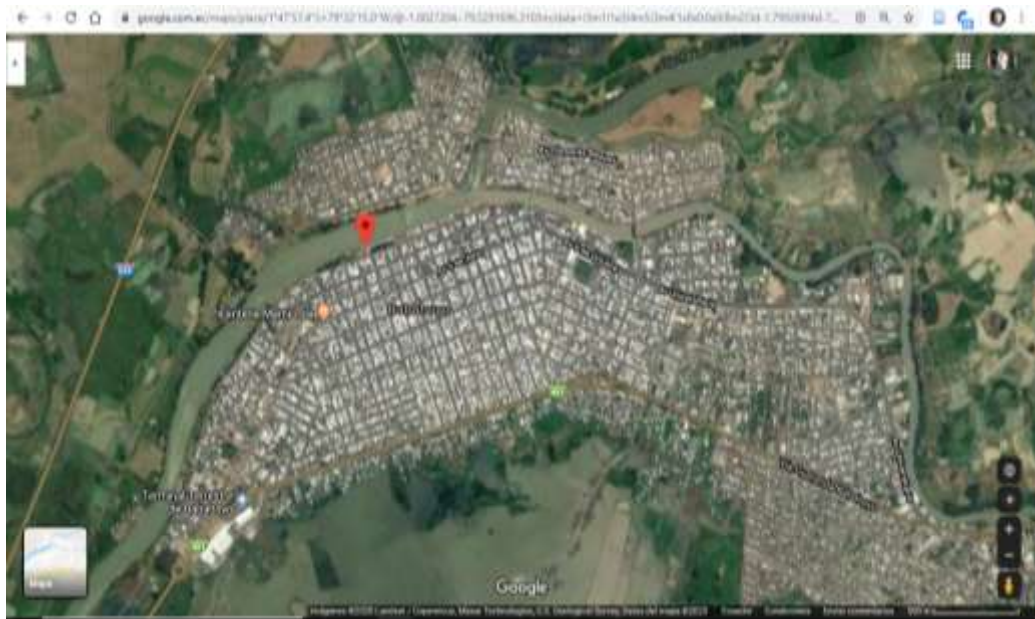
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/biomasa-una-alternativa-energetica>

Torralba, P. F. (2018). *El futuro de la energía en 100 preguntas*. Ediciones Nowtilus S.L.

Torres, J. (2018). *Estudio De Un Sistema De Generación De Energía Eléctrica En Canal Abierto Mediante La Rueda Hidráulica En El Río Arenillas, El Oro Ecuador* [Universidad Católica De Santiago De Guayaquil].
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11397/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-161.pdf>

TWC España. (2017, diciembre 23). *El efecto albedo, paso a paso*. The Weather Channel. <https://weather.com/es-ES/espana/tiempo/news/2017-12-23-albedo-calentamiento-global-sol>

Anexos.



Anexo A: Ubicación por Satélite.



Anexo B: Distancia entre los dos puntos.

Malecon 9 de Octubre

Nombre del sitio

-1.799

Latitud [°N]

-79.537

Longitud [°E]

5

Altitud [msnm]

V, 1

Región climática

Estándar

Modelo irradiancia

2000–2009

Periodo de temperatura

180°

Azimut

Estándar

Modelo temperatura

1991–2010

Periodo de radiación

10°

Inclinación

Perez

Modelo irrad. incl.

Preconfigurado

Horizonte

Información adicional

Incertidumbre de valores anuales: Gh = 7%, Bn = 15%, Gk = 8%, Ta = 0.8 °C

Tendencia de gh / década: -

Variabilidad de gh / año: 6.8%

Sitios de radiación interpolados: Datos de satélite (Parte de los datos de satélite: 100%)

Temperature interpolation locations: Guayaquil Aer. (55 km), MANTA/ELOY ALFARO (158 km), Tumbes/Pedro Canga (217 km), Piura (392 km)

P90 and P10 of yearly Gh, referenced to average: 90.2%, 108.3%

Mes	H_Gh	H_Dh	H_Gkhor	H_Dkhor	H_Bnhor	Ta
	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[°C]
Enero	138	77	130	75	91	26.3
Febrero	143	74	137	72	96	26.0
Marzo	168	89	167	89	113	26.3
Abril	151	74	154	75	109	26.6
Mayo	149	63	157	64	129	25.7
Junio	130	66	138	68	101	24.2
Julio	119	71	124	73	70	23.6
Agosto	134	86	138	87	69	23.5
Setiembre	152	84	152	85	93	23.8
Octubre	150	83	146	82	94	24.0
Noviembre	133	76	126	74	84	24.6
Diciembre	143	78	133	75	97	25.9
Año	1712	921	1703	920	1147	25.0

H_Gh: Irradiación global horizontal



Meteonorm V7.3.3.17983 - Demo mode

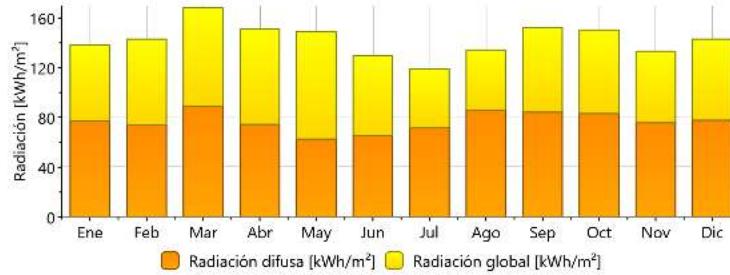
1/5

Anexo C: Datos de la Irradiación por medio del programa Meteonorm.

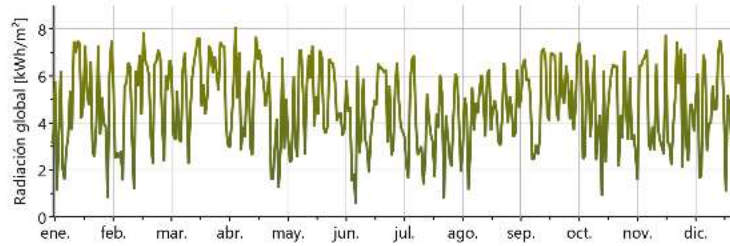
H_Dh: Irradiación difusa horizontal
H_Gkhor: Irradiación de la radiación global, superficie inclinada, con horizonte elevado
H_Dkhor: Irradiación de la radiación difusa, superficie inclinada, con horizonte elevado
H_Bnhor: Irradiación de la radiación normal directa con horizonte alto
Ta: Temperatura del aire

Anexo D: Significado de las iniciales de la tabla.

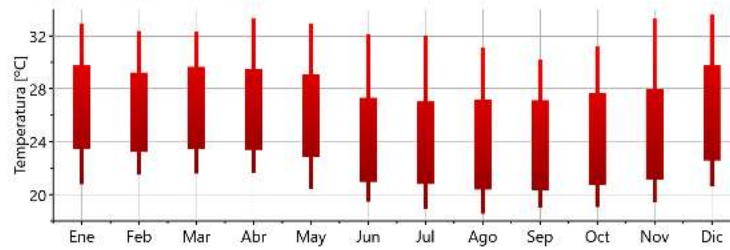
Radiación mensual



Radiación global diaria



Temperatura mensual

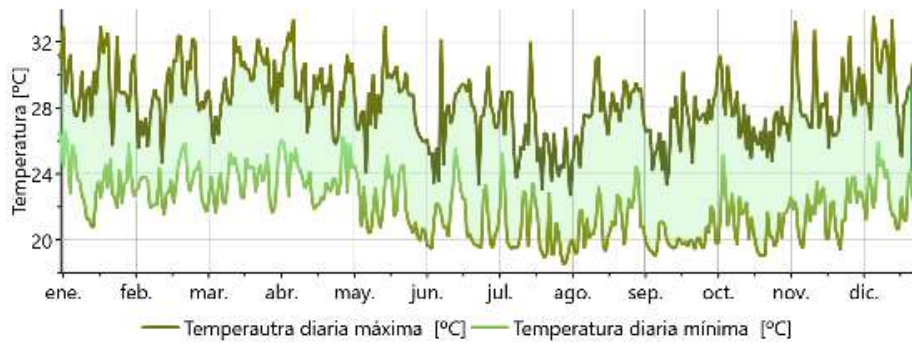


Meteonorm V7.3.3.17983 - Demo mode

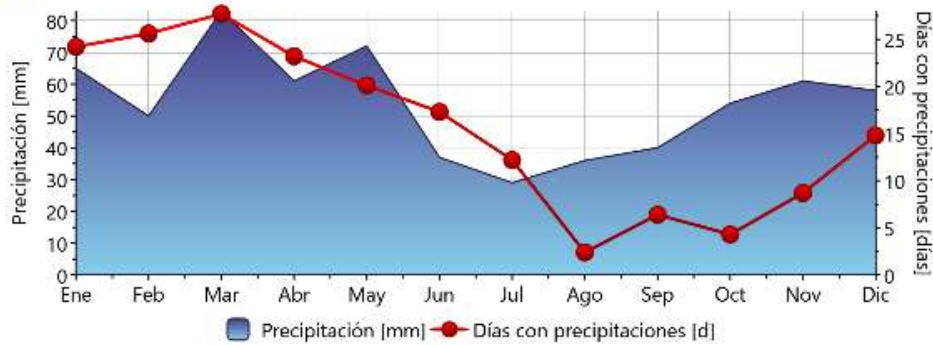
3/5

Anexo E: Diagrama estadístico de la radiación y temperatura.

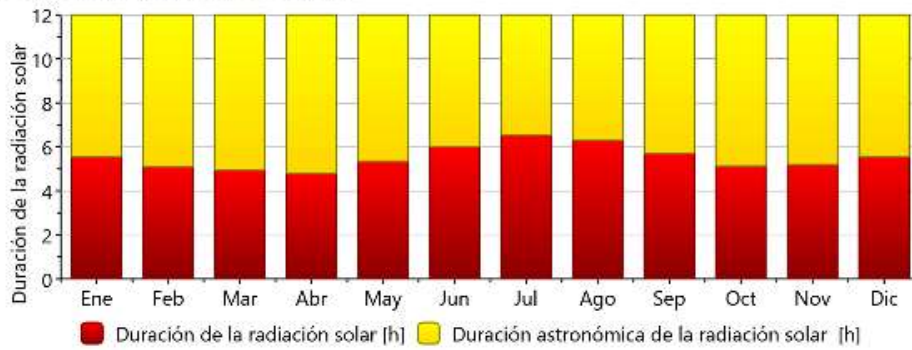
Temperatura diaria



Precipitación



Duración de la insolación



Meteonorm V7.3.3.17983 - Demo mode

4/5

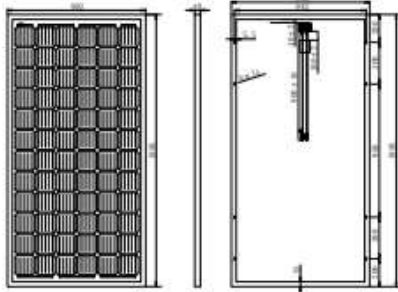
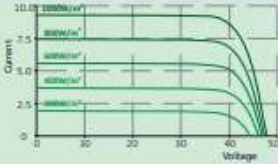
Anexo F: Diagramas estadísticos de la temperatura, precipitación y duración de la insolación.

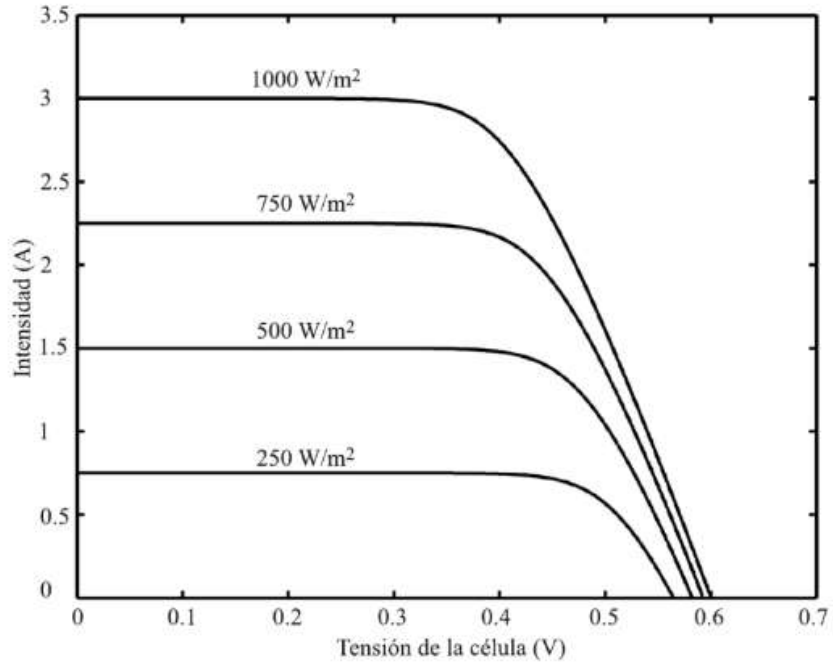
Quattro	48/3000/35-50/50 120V	12/5000/220-100/100 120V 24/5000/120-100/100 120V 48/5000/70-100/100 120V	48/10000/140-100/100 120V
PowerControl / PowerAssist	Sí		
Conmutador de transferencia integrado	Sí		
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 90-140 VAC Frecuencia de entrada: 45 - 65 Hz Factor de potencia: 1		
Corriente máxima (A)	2x 50 A	2x 100 A	2x 100 A
INVERSOR			
Rango de tensión de entrada (V CC)	9,5 - 17 V 19 - 33V 38 - 66 V		
Salida (1)	Rango de tensión de entrada: 120 VAC ± 2% Frecuencia: 60 Hz ± 0,1%		
Potencia cont. de salida a 25°C / 77°F (VA) (3)	3000 VA	5000 VA	10000 VA
Potencia cont. de salida a 25°C / 77°F (W)	2400 W	4000 W	8000 W
Potencia cont. de salida a 40°C / 104°F (W)	2200 W	3700 W	6500 W
Potencia cont. de salida a 65°C / 150°F (W)	1700 W	3000 W	4500 W
Pico de potencia (W)	6000 W	10000 W	20000 W
Eficacia máxima (%)	94 %	94 / 94 / 95 %	96 %
Consumo en vacío (W)	25 W	30 / 30 / 35 W	60 W
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	20 W	20 / 25 / 30 W	40 W
Consumo en vacío en modo búsqueda (W)	12 W	10 / 10 / 15 W	15 W
CARGADOR			
Tensión de carga de "absorción" (V CC)	57,6 V	14,4 / 28,8 / 57,6 V	57,6 V
Tensión de carga de "flotación" (V CC)	55,2 V	13,8 / 27,6 / 55,2 V	55,2 V
Modo de "almacenamiento" (V CC)	52,8 V	13,2 / 26,4 / 52,8 V	52,8 V
Corriente de carga batería casa (A) (4)	35 A	200 / 120 / 70 A	140 A
Corriente de carga batería de arranque (A)	4 A (solo modelos de 12V y 24V)		
Sensor de temperatura de la batería	Sí		
GENERAL			
Salida auxiliar (A) (5)	32 A	50 A	50 A
Relé programable (6)	3x		
Protección (2)	a-g		
Puerto de comunicación VE Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema		
Puerto com. de uso general (7)	Sí, 2x		
On/Off remoto	Sí		
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -40 a +65°C (-40 - 150°F)		Humedad (sin condensación): máx. 95%
CARCASA			
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012)		Categoría de protección: IP 21
Conexiones de la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)		
Conexión 230 V CA	Borne de tornillo de 13 mm ² (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	42 lb 19 kg	75 / 66 / 66 lb 34 / 30 / 30 kg	128 lb 58 kg
Dimensiones (al x an x p en mm.)	14,3 x 10,2 x 8,6	18,5 x 14,0 x 11,2	470 x 350 x 280
	362 x 258 x 218	17,5 x 13,0 x 9,6	444 x 328 x 240
		17,5 x 13,0 x 9,6	444 x 328 x 240
NORMATIVAS			
Seguridad	IEC 60335-1, IEC 60335-2-29, IEC 62109-1		
Emisiones / Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3		
Vehículos de carretera	Modelos 12V y 24V: ECE R10-5		
anti-isléño	Ver nuestra página web		

Anexo G: Ficha técnica del inversor/cargador.

Controlador de carga SmartSolar con interfaz VE.Can.	150/70	150/85	150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12/24/48 V (36 V manual)		
Corriente de carga nominal	70 A	85 A	100 A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	1000 W	1200 W	1450 W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	2000 W	2400 W	2900 W
Potencia FV nominal, 36V 1a,b)	3000 W	3600 W	4350 W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	4000 W	4900 W	5800 W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	50 A (máx. 30 A por conector MC4)		70 A (máx. 30 A por conector MC4)
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo		
Eficacia máxima	98%		
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V		
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6 V (regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)		
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2 V (regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)		
Tensión de carga de "ecualización»	Valores predeterminados: 16,2 V / 32,4 V / 48,6 V / 64,8 V (regulable)		
Algoritmo de carga	adaptativa multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario		
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C		
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa FV/Cortocircuito de salida/Sobretensión		
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)		
Humedad	95%, sin condensación		
Altitud máxima	5.000 m (potencia nominal completa hasta los 2.000 m)		
Condiciones ambientales	Para interiores, no acondicionados		
Grado de contaminación	PD3		
Comunicación de datos	VE.Can, VE.Direct y Bluetooth		
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)		
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA: 240 V CA / 4 A	Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC	
Funcionamiento en paralelo	Sí, funcionamiento sincronizado en paralelo con VE.Can, VE.Direct o Bluetooth		
CARCASA			
Color	Azul (RAL 5012)		
Terminales FV 3)	35 mm ² / AWG2 (modelos Tr), Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4)	35 mm ² / AWG2 (modelos Tr), Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4)	
Bornes de la batería	35mm ² / AWG2		
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)		
Peso	3 kg	4,5kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm	Modelos Tr: 216 x 295 x 103 Modelos MC4: 246 x 295 x 103	
NORMAS			
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2		
<p>1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.</p> <p>1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V.</p> <p>2) Un sistema FV con una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador.</p> <p>3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios pares de separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares Corriente máximo por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)</p>			

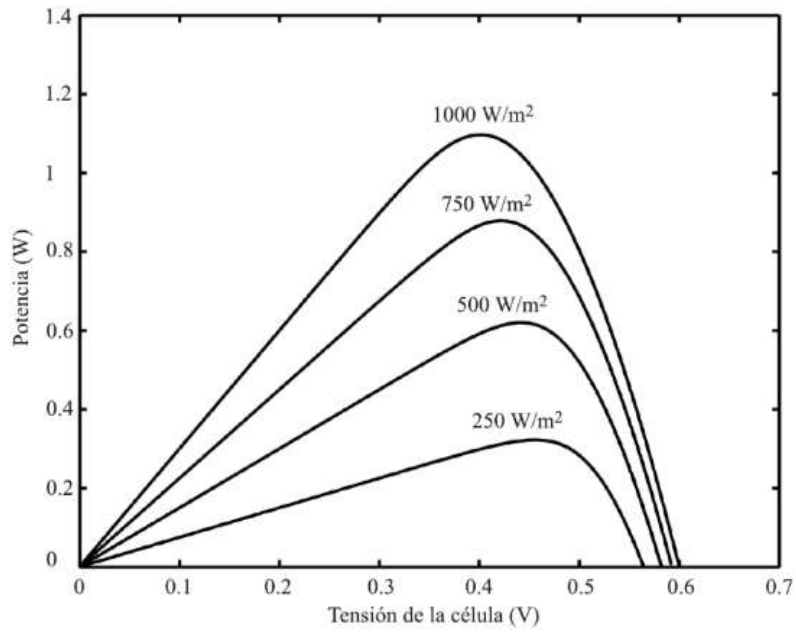
Aneo H: Ficha técnica del controlador de carga.

Engineering drawings		IV curves							
									
Temperature characteristics									
NOCT	45 °C ± 2 °C								
Temperature coefficient of Pmax	-0.41 %/°C								
Temperature coefficient of Voc	-0.31 %/°C								
Temperature coefficient of Isc	+0.06 %/°C								
Electrical characteristics at STC*									
Power output (Pmax)	310 W	315 W	320 W	325 W	330 W	335 W	340 W	345 W	350 W
Panel efficiency	15.98 %	16.23 %	16.50 %	16.75 %	17.01 %	17.27 %	17.52 %	17.78 %	18.04 %
Maximum power voltage (Vmp)	37.04 V	37.06	37.15 V	37.53V	37.88 V	37.93 V	38.54 V	38.41 V	38.71 V
Maximum power current (Imp)	8.36 A	8.45 A	8.52 A	8.61 A	8.68 A	8.75 A	8.82 A	8.98 A	9.04 A
Open circuit voltage (Voc)	45.42 V	45.61 V	45.87 V	45.99 V	46.28 V	46.55 V	46.76 V	46.64 V	46.88 V
Short circuit current (Isc)	8.83 A	8.91 A	8.97 A	9.05 A	9.12 A	9.18 A	9.24 A	9.32 A	9.38 A
*Standard test conditions: irradiance: 1000 W/m ² • cell temperature: 25 °C • AM: 1.5									
Electrical characteristics at NOCT*									
Power output (Pmax)	231 W	235 W	239 W	242 W	246 W	250 W	254 W	257 W	261 W
Maximum power voltage (Vmp)	29.42 V	34.94 V	35.23 V	35.40 V	35.65 V	35.89 V	36.13 V	36.01V	36.29 V
Maximum power current (Imp)	6.64 A	6.71 A	6.76 A	6.84 A	6.89 A	6.95 A	7.01 A	7.13 A	7.18 A
Open circuit voltage (Voc)	42.12 V	42.30 V	42.54 V	42.65 V	42.92 V	43.17 V	43.36 V	43.25 V	43.48 V
Short circuit current (Isc)	7.18 A	7.24 A	7.29 A	7.36 A	7.42 A	7.46 A	7.51 A	7.58 A	7.63 A
*Nominal operating cell temperature: irradiance: 800 W/m ² • ambient temperature: 20 °C • AM: 1.5 • wind speed: 1 m/s									
General characteristics		Operating conditions							
Cell type	Monocrystalline (156.75×156.75 mm)	Operating temperature range -45 °C – +85 °C							
Number of cells	72	Max system voltage	1000 V						
Dimensions	1956×992×40 mm	Max series fuse rating	20 A						
Weight	22.8 kg	Max front load (ex: snow)	5400 Pa						
Glass	3.2 mm tempered glass	Max back load (ex: wind)	2400 Pa						
Frame	Anodized aluminium alloy	Packaging							
Junction box	IP65 or IP67	Per pallet	26 pcs						
Cable	0.9 m	Per 20ft GP container	300 pcs						
Connector	MC4 or MC4 compatible	Per 40ft GP container	640 pcs						
		Per 40ft HQ container	660 pcs						



Anexo J: Representación de la curva I-V con distintos valores de irradiancia.

Fuente: (Mascarós, 2015, p. 63)



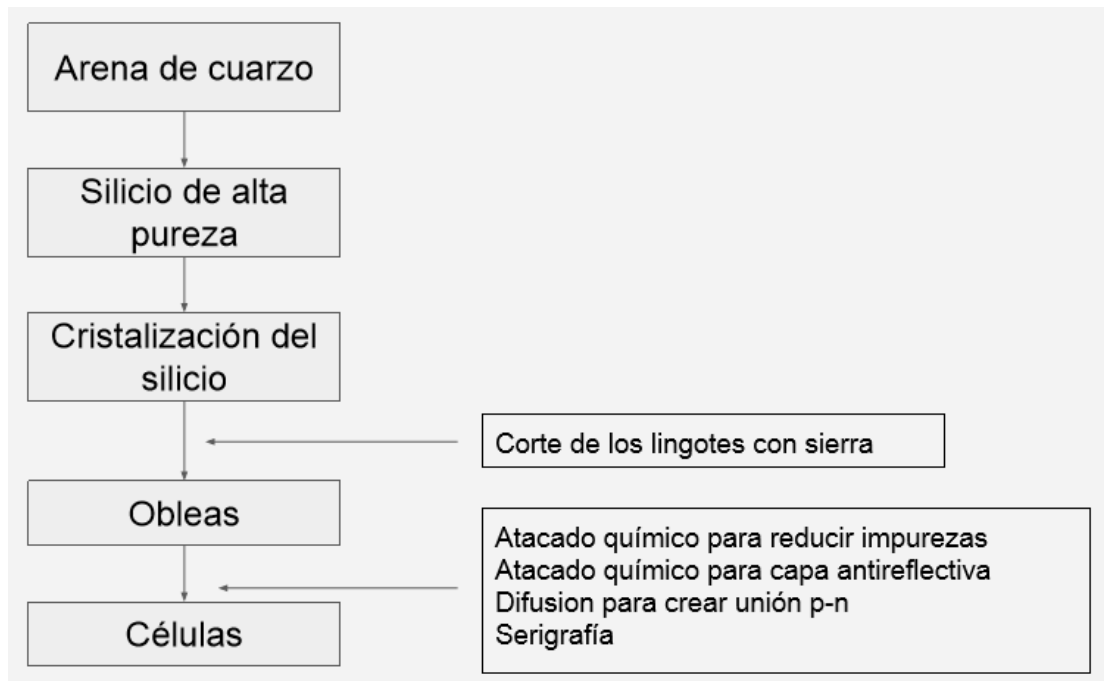
Anexo K: Representación de la curva P-V con distintos valores de irradiancia.

Fuente: (Mascarós, 2015, p. 64)



Anexo L: Proceso de recirculación del viento.

Fuente: (CELEC EP., 2017)



Anexo M: Proceso de elaboración de una célula solar.



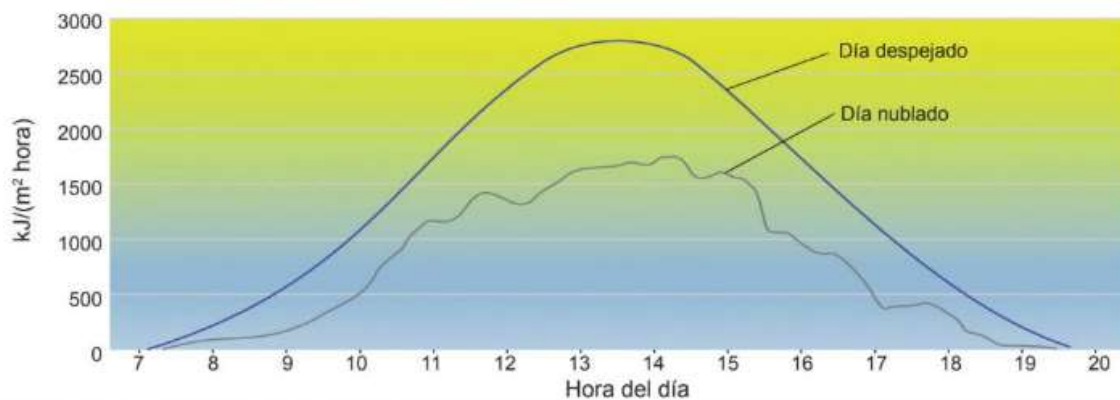
RA12-100 (12V100Ah)

RA series is a general purpose battery with 10 years design life in float service. It meets with IEC, JIS and BS standards. With up-dated AGM valve regulated technology and high purity raw materials, the RA series battery maintains high consistency for better performance and reliable standby service life. It is suitable for UPS/EPS, medical equipment, emergency light and security system applications.

Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	100Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx.30.0 Kg(Tolerance ±2%)
Max. Discharge Current	1000A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 5mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	30 A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F5/F12
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.

Anexo N: Ficha técnica de la batería.



Anexo Ñ: Radiación global que incide en un día despejado y en un día nublado.

Fuente: (Serrano, 2016, p. 12)



Anexo O: Casas flotantes.



Anexo P: Interior de la vivienda.



Anexo Q: Exterior de la vivienda.



Anexo R: Toma de datos de los electrodomésticos.



Anexo S: Parte interna de la vivienda.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Puco Buenaño, Marco Antonio**, con C.C: # **1206512434** autor del trabajo de titulación: **Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para el uso en casas flotantes en la ciudad de Babahoyo**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico - Mecánico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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 titulación 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 SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **4 de marzo del 2020**

f. _____

Nombre: **Puco Buenaño, Marco Antonio**

C.C: **1206512434**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para el uso en casas flotantes en la ciudad de Babahoyo.		
AUTOR	Puco Buenaño, Marco Antonio		
REVISOR/TUTOR	Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier M.S.C.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico – Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico – Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	4 de marzo del 2020	No. DE PÁGINAS:	91
ÁREAS TEMÁTICAS:	Energía Renovable, Instalaciones Eléctricas, Conversión de Energía		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Sistema Fotovoltaico, Energía Renovable, Controlador de Carga, Baterías, Inversores.		

RESUMEN/ABSTRACT

En el presente trabajo de titulación, el planteamiento del problema es la falta de un diseño de un sistema fotovoltaico aislado para el suministro de energía eléctrica en casas flotantes ubicadas en la ciudad de Babahoyo. Describimos la variable dependiente y la variable independiente. Como objetivos tenemos investigar, analizar, calcular y diseñar un sistema fotovoltaico. Para el desarrollo de nuestro marco teórico utilizamos metodología documental, experimental y descriptiva, mediante la cual se estudia y analiza el uso de los sistemas fotovoltaicos. En el capítulo 3 se describe la ubicación y se realiza el levantamiento de la potencia instalada en la vivienda, se realizan los cálculos de la Hora Sol Pico por medio del programa METEONORM; también se realizan los cálculos respectivos para obtener los datos de los módulos fotovoltaicos, de las baterías, del inversor, del controlador de carga y el número de paneles que se deberá usar para alimentar la vivienda. Se dará a conocer el funcionamiento, la instalación y la conexión de cada uno de los componentes que conforma este sistema. En conclusiones y recomendaciones se detallan los beneficios y desventajas del uso de estos sistemas.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 969980225	E-mail: marcopuco98@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Philco Asqui, Luis Orlando, M.S.C.	
	Teléfono: +593-4-980960875	
	E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	