



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**

**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA**

**TEMA:**

**“Estudio De Factibilidad Técnico Económico Para La Implementación De Un Sistema De Alimentación Eléctrica Utilizando Energía Eléctrica Convencional Y Fotovoltaica Para La Empresa PROYIMAR S.A.”**

**AUTOR:**

Vergara Velasco, Jean Carlos

Trabajo de titulación previo a la obtención de grado de

**INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO.**

**TUTOR**

Ing. Galarza Chacón, Luis

**GUAYAQUIL, ECUADOR**

**2018**



**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 fue realizado en su totalidad por el Sr. **Vergara Velasco, Jean Carlos** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO**

**ELÉCTRICO MECÁNICO**

**TUTOR**

---

**Ing. Galarza Chacón, Luis M.S.c.**

**DIRECTOR DE CARRERA**

---

**Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando. M.S.c.**

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**

**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Vergara Velasco, Jean Carlos**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación **“Estudio De Factibilidad Técnico Económico Para La Implementación De Un Sistema De Alimentación Eléctrica Utilizando Energía Eléctrica Convencional Y Fotovoltaica Para La Empresa PROYIMAR S.A.”** 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.

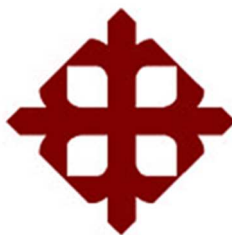
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2018

EL AUTOR

---

VERGARA VELASCO, JEAN CARLOS



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

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Vergara Velasco, Jean Carlos**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Estudio De Factibilidad Técnico Económico Para La Implementación De Un Sistema De Alimentación Eléctrica Utilizando Energía Eléctrica Convencional Y Fotovoltaica Para La Empresa PROYIMAR S.A.”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

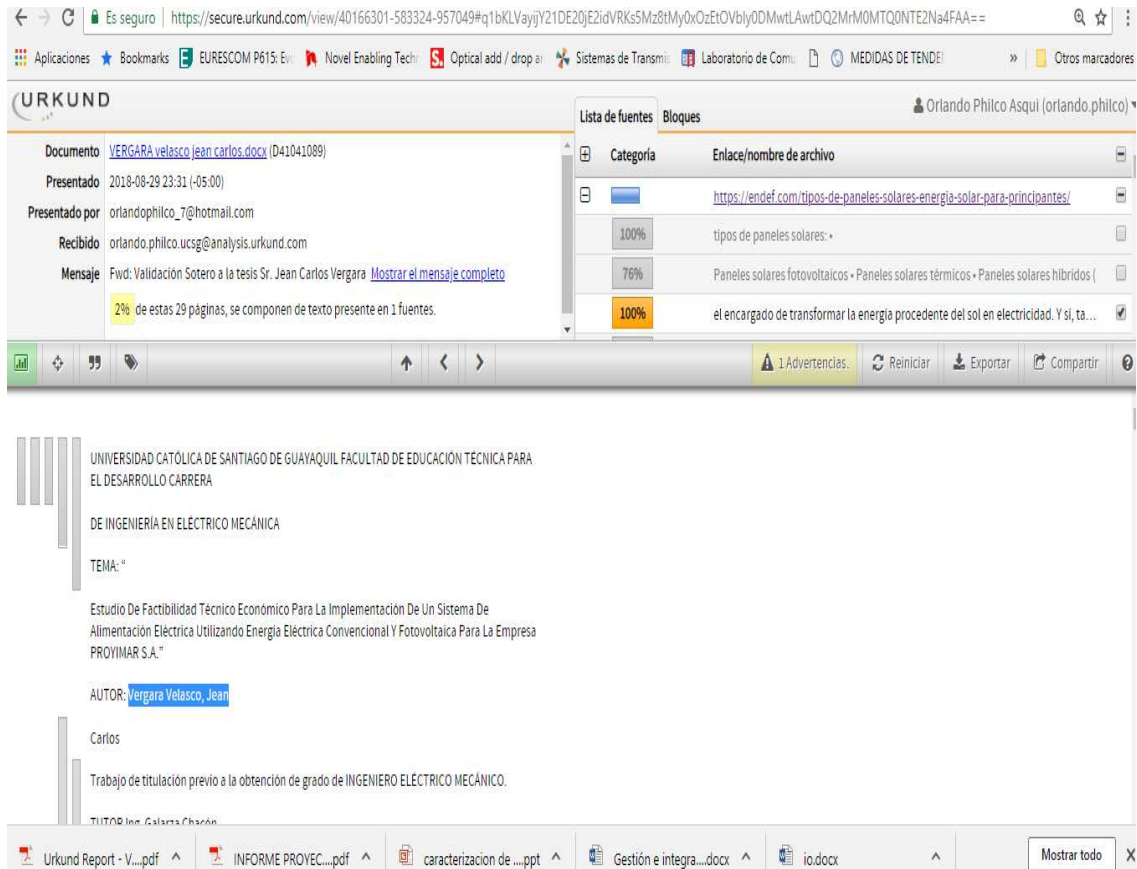
Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2018

EL AUTOR

---

VERGARA VELASCO, JEAN CARLOS

## REPORTE DE URKUND



URKUND

Documento: VERGARA velasco jean carlos.docx (D41041089)

Presentado: 2018-08-29 23:31 (-05:00)

Presentado por: orlandophilco\_7@hotmail.com

Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.urkund.com

Mensaje: Fwd: Validación Sotero a la tesis Sr. Jean Carlos Vergara [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de estas 29 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

Categoría	Enlace/nombre de archivo	Porcentaje
	<a href="https://endef.com/tipos-de-paneles-solares-energia-solar-para-principiantes/">https://endef.com/tipos-de-paneles-solares-energia-solar-para-principiantes/</a>	100%
	tipos de paneles solares: *	76%
	Paneles solares fotovoltaicos • Paneles solares térmicos • Paneles solares híbridos (	100%
	el encargado de transformar la energía procedente del sol en electricidad. Y si, ta...	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA

DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA: "Estudio De Factibilidad Técnico Económico Para La Implementación De Un Sistema De Alimentación Eléctrica Utilizando Energía Eléctrica Convencional Y Fotovoltaica Para La Empresa PROVIMAR S.A."

AUTOR: Vergara Velasco, Jean Carlos

Tutor: Ing. Galarza Chacón

### CERTIFICACION

El presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Jean Carlos Vergara Velasco, se adjunta documento de reporte de URKUND de la revisión final. El porcentaje de coincidencia es del 2% como requerimiento para la obtención de título de INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICO

Tutor

---

Atentamente

Ing. Luis Galarza Chacón, M.Sc.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero quiero agradecer a Dios, por llenarme de bendiciones y sabiduría en mi vida y por cumplir este logro a base de mucha dedicación y esfuerzo.

A mis tíos a mi abuela y a mis padres por ser mi complemento y motor para lograr de seguir adelante ante los diversos obstáculos que se presentan en la vida.

También agradezco al Ing. Galarza Chacón, Luis por sus buenos consejos y su dirigencia para lograr la culminación de mi tesis.

Nada de esto hubiera sido sin cada uno de ustedes, sino con todas las personas que siempre estuvieron pendiente de mí y a mí alrededor desde mis inicios para la obtención de este gran logro para mí. ¡Muchas Gracias totales a todos!

Jean Carlos Vergara Velasco

## **DEDICATORIA**

Todo mi esfuerzo todo mi trabajo está dedicado primeramente a dios, por darme la sabiduría y por permitirme cumplir esta meta, este logro tan importante para mí, segundo a mis tíos a quienes siempre estuvieron ahí dándome su apoyo incondicional y sus consejos y siempre alentándome para que no decaiga. Tercero agradezco a mis padres porque siempre estuvieron pendiente de mí en todo momento a lo largo de mi carrera. Muchas gracias a todos.

Vergara Velasco, Jean Carlos

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA .....	VII
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1 Justificación .....	3
1.2 Planteamiento Del Problema.....	3
1.3 Antecedentes .....	4
1.4 Objetivos Específicos Del Problema De Investigación.....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivo Especifico .....	4
1.5 Hipótesis .....	4
1.6 Tipo De Investigación.....	5
<b>Capítulo 2: Marco Teórico.....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Las Energías Renovables .....	6
2.1.1.1 Energía Hidráulica .....	8
2.1.1.2 Energia Biomasa .....	10
2.1.1.3 Energia Geotérmica.....	15
2.1.1.4 Energía Mareomotriz .....	17
2.1.1.5 Energia Solar .....	20
2.1.1.6 Energia Eólica .....	25
2.1.2 Energías No Renovables .....	27
2.1.2.1 Combustibles Fósiles .....	28
2.1.2.2 Energía Nuclear .....	31
<b>Capítulo 3: Paneles Solares.....</b>	<b>32</b>
3.1 Irradiación Solar .....	33
3.2 Atlas Solar del Ecuador .....	34
3.3 Características De Los Paneles Solares .....	35
3.4 Tipos De Paneles Solares .....	35
3.4.1 Paneles Solares Fotovoltaicos .....	35
3.4.2 Paneles Solares Térmicos .....	35
3.4.3 Paneles Solares Híbridos.....	36
3.5. Efecto Fotoeléctrico.....	36
<b>Capítulo 4: Sistemas Fotovoltaicos .....</b>	<b>37</b>
4.1 Conexión Del Sistema Fotovoltaico A La Red .....	37



<b>4.2 Tipos De Las Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas A La Red.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.1 Las Centrales Eléctricas Fotovoltaicas .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.2 Sistemas Fotovoltaicas En Edificios.....</b>	<b>38</b>
<b>4.3 Inversores Fotovoltaicos .....</b>	<b>39</b>
<b>4.4 Ubicación Del Sistema Fotovoltaico.....</b>	<b>41</b>
<b>4.5 Orientación De Los Paneles Fotovoltaicos .....</b>	<b>41</b>
<b>4.5.1 Distancia Mínima Entre Paneles Fotovoltaicos .....</b>	<b>42</b>
<b>4.5.2 Inclinación De Los Paneles Fotovoltaicos.....</b>	<b>43</b>
<b>Capítulo 5: Calculo Y Diseño .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Información Para La Empresa .....</b>	<b>45</b>
<b>5.2 Ubicación De La Empresa .....</b>	<b>45</b>
<b>5.3 Radiación Solar En Guayaquil.....</b>	<b>46</b>
<b>5.4 Especificaciones De Sitios A Reemplazar Con La Energia Fotovoltaica .....</b>	<b>47</b>
<b>5.5 Estudio De Las Cargas Eléctricas De La Empresa .....</b>	<b>47</b>
<b>5.6 Cálculos De Los Paneles Solares Fotovoltaicos .....</b>	<b>50</b>
<b>5.7 Calculo Del Inversor Para El Sistema Fotovoltaico .....</b>	<b>51</b>
<b>5.8 Distribución De Los Paneles Solares Fotovoltaicos.....</b>	<b>52</b>
<b>5.9 Cálculo De La Batería Acumuladora Del Sistema Fotovoltaico .....</b>	<b>54</b>
<b>5.10 Cálculo Del Regulador De Carga.....</b>	<b>54</b>
<b>5.11 Análisis Técnico Económico .....</b>	<b>56</b>
<b>5.11.1 Generalidades .....</b>	<b>56</b>
<b>5.11.2 Análisis Económicos .....</b>	<b>56</b>
<b>5.11.3 Costo Del Consumo Real De La Energia Solar Fotovoltaica Y El Ahorro Anual.....</b>	<b>57</b>
<b>Capítulo 6: Conclusiones Recomendaciones .....</b>	<b>59</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>59</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Consumo energético creciente por sectores.....	15
Figura 2.2 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.....	16
Figura 2.3 Funcionamiento De Una Hidroeléctrica.....	17
Figura 2.4 Tipos De Plantas De Producción Eléctrica Con Biomasa.....	19
Figura 2.5 Caldera Con Biomasa Seca Para Producción De Energía.....	21
Figura 2.6 Reactor Piloto De Cogasificación De Residuos Sólidos Para Producción De Combustible.....	22
Figura 2.7 Climatización De Edificio Por Medio De Energía Geotérmica.....	24
Figura 2.8 Planta Geotérmica Y Sus Diferentes Elementos.....	25
Figura 2.9 Esquema General De Una Central Mareomotriz.....	26
Figura 2.10 Central Fotovoltaica.....	29
Figura 2.11 Radiación Solar Normal Directa.....	31
Figura 2.12 Centrales Termoeléctricas.....	32
Figura 2.13 Energía Eólica Y Aerogeneradores.....	34
Figura 2.14 Fuente De Energía No Renovable.....	36
Figura 2.15 Central Térmica De Carbón.....	38
Figura 2.16 Funcionamiento De Una Central De Gas Natural.....	39
Figura 2.17 Central Nuclear.....	40
Figura 3.1: Panel Solar.....	41
Figura 3.2: Irradación Anual De Guayaquil.....	41
Figura 3.3: Mapa De Radiación Solar Del Ecuador.....	42
Figura 4.1: Central Eléctrica Fotovoltaica.....	46
Figura 4.2: Sistemas Fotovoltaicos En Edificios.....	47
Figura 4.3: Inversores Fotovoltaicos.....	47
Figura 4.4: Ubicación Del Sistema Fotovoltaico.....	49
Figura 4.5: Orientación De Los Paneles Fotovoltaicos.....	51
Figura 4.6: Distancia Mínima Entre Paneles.....	51
Figura 4.7: Inclinación De Los Paneles Solares.....	52
Figura 5.1: Ubicación De La Empresa PROYIMAR S.A. Donde Se Realizara Estudio....	53
Figura 5.2: Mapa De Generación Eléctrica En El Ecuador.....	54
Figura 5.3: Nivel De Radiacion De Todo El Año.....	59
Figura 5.4: Inversor Híbrido 15000 Watts.....	60
Figura 5.5: Paneles Solares Policristalino.....	60
Figura 5.6: Regulador De Carga Del Sistema Fotovoltaico.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2 .1 Proyectos Hidroeléctricos En Ecuador.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 2. 2 Centrales Mareomotrices Alrededor Del Mundo.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 2.3 Centrales Mareomotrices Alrededor Del Mundo (Cont.).....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 2. 4 Proyectos Previstos De Generación Eólica En Ecuado.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 2. 5 Principales Productos Derivados Del Petróleo.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 5.1: Irradiación Anual.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 5.2: Demanda De Energia De La Oficina.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 5.3: Demanda De Energia De Sala De Proceso Y Comedor.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 5.4: Demanda De La Energia Del Comedor.....</b>	<b>57</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad innovar impulsar el uso de las energías renovables, en el Ecuador ya que son energías más amigables con el medio ambiente. En este trabajo de titulación en él que se realizó un estudio de la energía solar aprovechando la ubicación geográfica que tiene el Ecuador en un ambiente ideal para la generación de la energía solar, por medio de sistemas solares fotovoltaicos. En este estudio se aprovechara la captación de la luz solar la cual se utilizara para alimentar los sitios específicos de la empresa **PROYIMAR S.A.** por medio de los sistemas solares fotovoltaicos. Para corroborar este estudio de rentabilidad para la empresa se realizó un estudio de la demanda total de la energía que consumen los sitios especificados por el dueño de la empresa. Con la realización del levantamiento de la carga se logró calcular todos los equipos necesarios para el sistema solar fotovoltaicos, en lo cual se realizara una inversión económica que se recuperara con el pasar de los años. Como finalidad de este estudio es lograr reducir el consumo de la energía eléctrica el cual se lo verá reflejado en el valor de la planilla eléctrica.

Palabras Claves: Energías Renovables, Energía Solar, Sistemas Fotovoltaicos, Captación, Demanda, Paneles Solares, Levantamiento De Carga.

## **ABSTRACT**

The present titling work aims to innovate and boost the use of the renewable energy's in Ecuador because they are friendlier with the environment. In this titling work, a study has been made of the solar energy using the geographic location that Ecuador has, in an ideal environment for the solar power generation, through photovoltaics solar system. In this study it will be take advantage of the capture of sunlight which would be used to feed the specifics spots or sites of the company **PROYIMAR S.A.** through photovoltaics solar system. To endorse this profitability study for the company, a study was conducted of the total energy demand consumed by certain or specific sites/spots by the owner or so called boss of the company. With the realization of the lifting load it was feasible to calculate all the necessary equipment's for the photovoltaics solar system, in which an economic inversion will be made, to recover with the pass of the years. The purpose of this study is to reduce electric energy consumption which will be reflected in the electrical form.

Key Words: Renewable Energy's, Solar Energy, Photovoltaics System, Capture, Demand, Solar Panels, Lifting Load.



**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. RAÚL MONTENEGRO TEJADA**

COORDINADOR DE ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**ING. JACINTO, GALLARDO POSLIGUA M.A.E**

OPONENTE

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

En los diferentes temas de interés mundial en el marco de programas de impacto de protección al medio ambiente mediante energía limpia está la de minimizar las grandes cantidades de emisiones de CO<sub>2</sub>, promoviendo e innovando a las empresas, industrias y organizaciones públicas y privadas a que apuesten e inviertan por estos proyectos de gran ahorro energético que conllevan a la ayuda y cuidado del medio ambiente a la vez. En este contexto se realiza el esfuerzo en el reemplazo de la generación de energía eléctrica convencional por energía renovable, como lo son los paneles solares fotovoltaicos.

El Ecuador tiene un sistema energético que está basado en la energía fósil y las energías renovables, y no renovables, mediante análisis de estudio en cuanto a la producción de la energía eléctrica se puede decir que la mitad de la fabricación de la energía es energía hidráulica, aunque también hay una alta intervención de las energías renovables en la producción de la eléctrica del Ecuador, que hasta el momento solamente se está aprovechando un 12% del potencial hidroeléctrico del país.

En el gobierno Ecuatoriano, la energía está siendo considerada como parte fundamental en el desarrollo estratégico de parte de los que gobiernan el país, de tal forma que se están impulsando programas y proyectos que se pusieron en marcha con el ministerio de electricidad y de energía renovable, la cual están encargándose del desarrollo y control energético del país ecuatoriano.

Por otro lado el Ecuador tiene un alto nivel de radiación solar, pero por la participación de las fuentes fotovoltaicas para cubrir la demanda requerida energética a nivel nacional del Ecuador es muy mínima, por lo que el Ecuador está perdiendo mucho la oportunidad de convertir y utilizar la energía solar como una tercera fuente de energía, después del petróleo y de la hidroelectricidad.

El Ecuador al estar situado en la mitad del mundo, tiene un mayor potencial de aprovechamiento de la energía solar, lo cual se podría aprovechar en un uso extensivo para lograr una independencia energética a largo plazo. Por eso es necesario la innovación

de la utilización de este recurso natural, para contrarrestar un ahorro económico para el país y el medio ambiente.

La energía solar es una de la fuente natural, limpia y renovable, este tipo de energía tiene una extensa aplicación, como para calentar agua, generar electricidad a través de los paneles fotovoltaicos, en la presente tesis se realizará un estudio para la implementación de paneles fotovoltaicos para energizar un área de la empresa **PROYIMAR S.A.** por medio de la utilización de la energía solar.

## **1.1 Justificación**

En el presente estudio se pretende realizar el estudio técnico económico para la implementación de un sistema de alimentación eléctrica utilizando la energía eléctrica convencional y fotovoltaica para abastecer de suministro de energía a la empresa **PROYIMAR S.A.**, con la finalidad de garantizar un ingreso constante de energía solar fotovoltaica a la carga necesaria requerida por los equipos electrónicos y eléctricos que se encuentran en la empresa , a consideración de los altos costos de la energía, además de brindar un entorno amigable con el medio ambiente, este sistema permitiría una reducción de consumo de energía de la red convencional eléctrica debido a que el panel fotovoltaico reemplazaría a la misma.

## **1.2 Planteamiento Del Problema**

Los altos costos tarifarios incidentes en la planilla de luz eléctrica. , la expansión de conjuntos de equipos eléctricos, los cuales deben estar conectados a la red de energía eléctrica durante todo el día debido a las jornadas de trabajo es en parte de las medidas a desarrollar mediante energía renovable de alta eficiencia y ahorro energético en esta tesis. Esto es con el fin de impulsar modelos de energía renovables que impulsen la productividad del país.



### **1.3 Antecedentes**

En el sector eléctrico Ecuatoriano se tiene varias fuentes de generación de energía: La Renovable y la No Renovable. El uso de las Fuentes de energía Renovable está en aumento en la que predomina la generación de energía por Hidroeléctricas. Pero todavía no se regulariza al igual que de la misma forma el establecimiento de leyes para la realización de proyectos mediante el uso de energías renovables. En la actualidad solo existen proyectos de generación aislada de baja y media tensión de carga.

### **1.4 Objetivos Específicos Del Problema De Investigación**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Estudiar la factibilidad técnico económico para la implementación de un sistema de alimentación eléctrica utilizando energía eléctrica convencional y fotovoltaico mediante un inversor híbrido para abastecer la demanda del consumo de energía de los equipos electrónicos y eléctricos.

#### **1.4.2 Objetivo Especifico**

- ❖ Realizar el levantamiento de diagnóstico de información de la demanda consumida por la empresa **PROYIMAR S.A...**
- ❖ Investigar y analizar medidas de ahorro en la demanda eléctrica consumida en la empresa.
- ❖ Investigar la rentabilidad y ahorro que se obtiene al implementar un sistema solar fotovoltaico.
- ❖ Determinar la reducción de los altos costos tarifarios incidentes en la planilla eléctrica.
- ❖ Determinar la factibilidad económica con la implementación del sistema fotovoltaico para la empresa **PROYIMAR S.A.**

### **1.5 Hipótesis**

Estudio factibilidad técnico económico para la implementación de un sistema de alimentación eléctrica utilizando energía eléctrica convencional y fotovoltaica para la empresa **PROYIMAR S.A.**

## **1.6 Tipo De Investigación**

La metodología que se aplicó en esta investigación es de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo). Estudio descriptivo y explicativo, la cual está relacionada directamente con un estudio y análisis de la eficiencia de la energía fotovoltaica en la empresa, la cual garantizara un correcto funcionamiento, diseño y distribución en las instalaciones eléctricas de la empresa **PROYIMAR S.A**, garantizando de la misma forma la reducción de los altos costo de planilla eléctrica mediante el uso de los paneles solares. Como parte principal de este estudio técnico es necesario conocer el consumo de la energía actual de los sitios específicos de la empresa los cuales fueron mencionados por el dueño de la empresa, para de esta forma lograr y sustentar lo propuesto.

## Capítulo 2: Marco Teórico

Existen 2 tipos de fuentes de energía las cuales están separadas:

- Las Energías Renovables
- Las Energías No Renovables

### 2.1.1 Las Energías Renovables

Las energías renovables y su consumo a nivel nacional nacen a partir de la necesidad de disminuir el impacto ambiental por el uso de combustible fósiles. Al crear este tipo de campaña de concientización, también se lleva un plan estratégico para desarrollar recursos tecnológicos y regulatorios para poder alejarnos de esta dependencia. Aunque la evolución de las energías renovables en sus diferentes tipos fuentes ha tenido un gran ascenso y desarrollo en los últimos años, en Ecuador se inicia este gran movimiento de cambio de matriz energética por medio de dos fases.

El primero consta del Decreto Ejecutivo No. 475 en la que nace dos ministerios: el Ministerio de Minas y Petróleos y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. La segunda fase que conlleva una decisión formar sobre cómo manejar el cambio de matriz energética nace bajo el Artículo 413, registrado el 20 de Octubre de 2008 en el Registro Oficio 449 de la Constitución de la República del Ecuador, en la que se establece que: “El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables diversificadas, de bajo impacto, que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas y el derecho al agua”. (CELEC, 2017)

PLANEE – Plan Nacional de Eficiencia Energética es el medio por el cual el desarrollo de proyectos con respecto al uso de energías renovables en Ecuador dará frutos, además de motivar el sector energético en la promoción y ejecución de proyectos en conjunto con el sector privado para un mayor impacto en menos tiempo. Todas estas medidas mencionadas corresponden al interés de nuestro país en establecer un cambio importante en la matriz energética.

Sin embargo, uno de los mayores obstáculos que puede enfrentar este plan es el incremento en el consumo de energía eléctrica, el cual ha ido en aumento por el crecimiento constante de sectores importantes como lo es la industrial, construcción, residencial y transporte, como podemos ver en la figura 2.1. (CELEC, 2017)

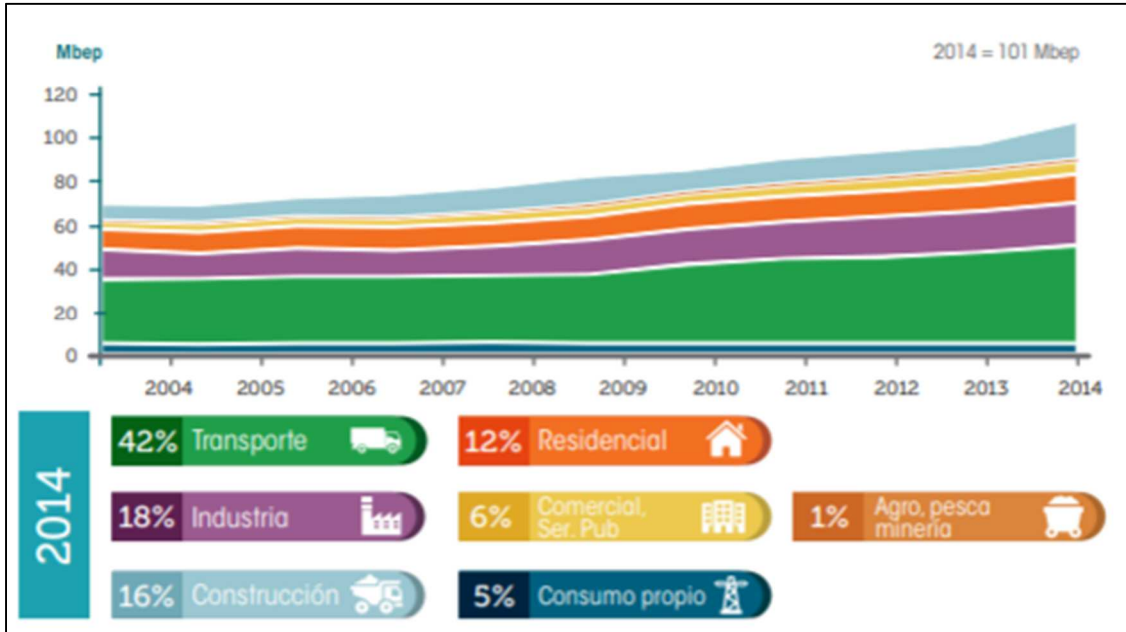


Figura 2.1 Consumo energético creciente por sectores.  
Fuente: (CELEC, 2017)

Cabe destacar que se debe tomar en cuenta es que, aunque existan medidas en las cuales se quieras desarrollar el uso de energías renovables en el sector eléctrico, el plan que se menciona necesita de la participación profesional nacional en este tipo de estrategia. Uno de los mayores retos para el MEER es tener el personal capacitado para poder llevar a cabo los proyectos de cambio de matriz energética de forma que no existan limitaciones como falta de información o falta de talento humano con tecnologías que ya se las considera como maduras.

Como se indica en PLANEE, la eficiencia energética que va de la mano con el uso de las energías renovables es de gran importancia no solo para el sector eléctrico, sino que también es causa de un gran impacto socio económico ya que este tipo de proyectos promueve la generación de empleo, investigación y desarrollo de tecnologías a nivel nacional. (CELEC, 2017)

Todas las propuestas de implementación de energía renovable en el sector eléctrico obedecen a una cadena de suministro establecida, como se puede ver en la figura 2.2, en la que existen tres etapas importantes para que la energía eléctrica, independientemente de su fuente, se distribuya hacia los sectores de consumo masivo.

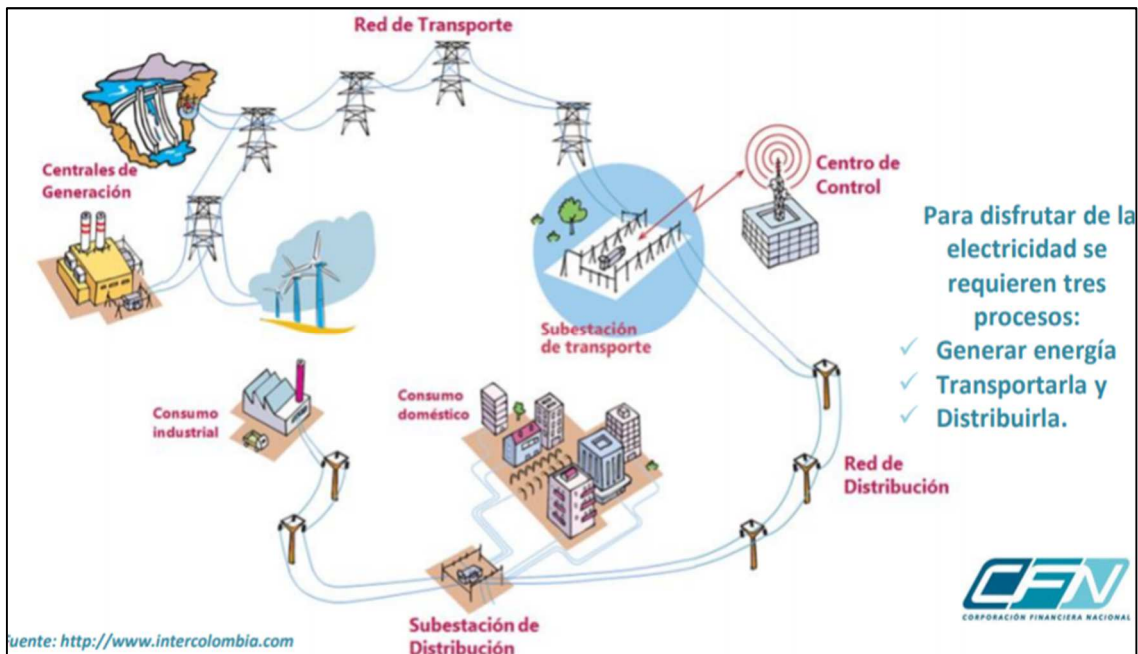


Figura 2.2 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.  
Fuente: (CFN, 2018)

### 2.1.1.1 Energía Hidráulica

La energía hidráulica es aquella energía cuyo principio se basa en la energía cinética que tiene el agua y se transforma en energía eléctrica mediante elementos importantes en un sistema. Como se ve en la figura 2.3, principalmente debe existir un desnivel donde el agua se conduce hacia un espacio relativamente inferior de su fuente, donde esta agua fluye con una presión importante el cual ingresa por una turbina provocando la rotación, y consecuente a este movimiento rotatorio se un rotor electromagnético es impulsado por la turbina el cual induce la tensión en las bobinas de un estator el cual se encarga de crear un campo magnético, y este a su vez produce energía eléctrica. (Cabrera Carrera & Figueroa Sinchi, 2012)

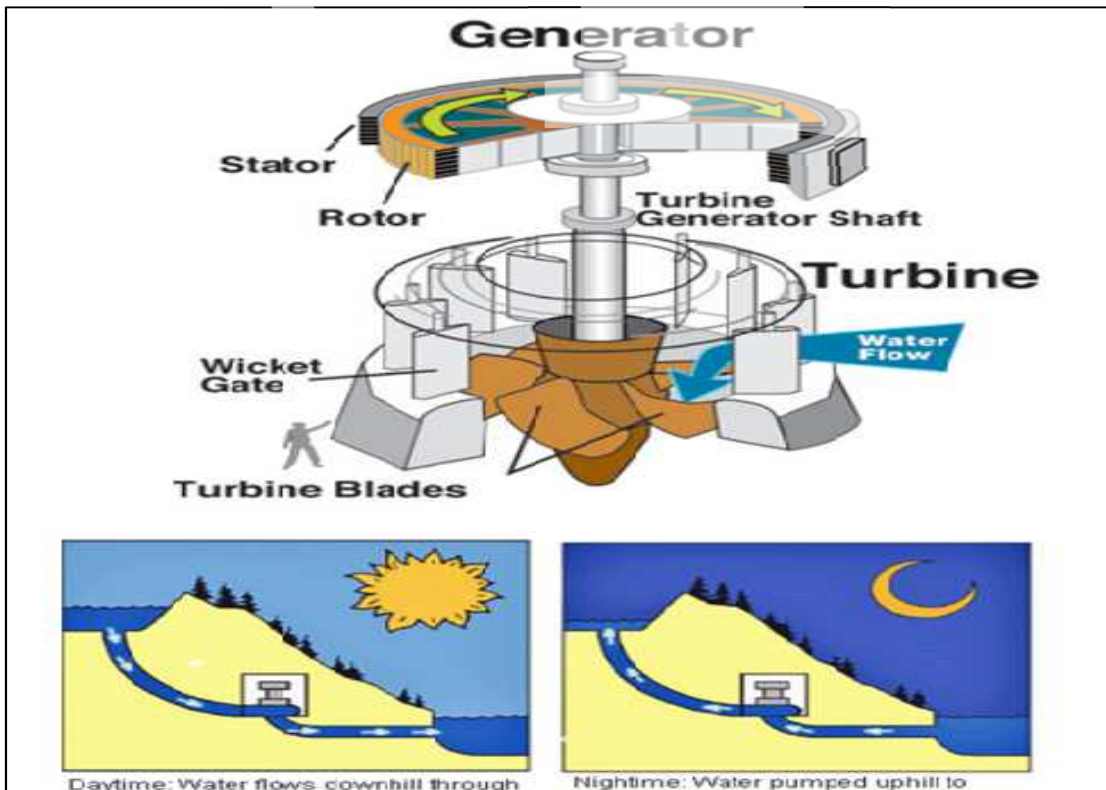


Figura 2.3 Funcionamiento de una hidroeléctrica.  
Fuente: (U.S. Geological Survey, 2016)

Con respecto a la matriz energética que se maneja a partir del PLANEE, se establece que Ecuador ha hecho una inversión importante con respecto al manejo al potencial hídrico que es aprovechable, y este puede llegar hasta 22,5GW. Entre los proyectos que se pueden destacar como fuente de potencial hídrico, se menciona a uno de los proyectos más importantes como es el de Coca Codo Sinclair que produce aproximadamente 1,5 GW. La producción en conjunto de las hidroeléctricas asciende a los 34,36 TWh al año, lo cual solo se puede conseguir mediante la participación e inversión gubernamental en conjunto con el privado. (Muñoz Vizhñay, 2015)

El rol de las hidroeléctricas es de gran importancia, ya que es uno de los recursos de más abundancia en nuestro país. Se estima que Ecuador tendrá un abastecimiento total del 93% de la demanda nacional por medio de las centrales hidroeléctricas. En Ecuador En la siguiente tabla 2.1, podemos ver los principales proyectos hidroeléctricos en Ecuador, junto con la inversión hecha para la terminación del proyecto, la capacidad de energía que puede producir al año y además de la ubicación de estos proyectos a nivel nacional. (Muñoz Vizhñay, 2015)

Tabla 3. Principales Proyectos Hidroeléctricos en el Ecuador (CBC, 2012)

Proyecto	Inversión (Millones USD)	Capacidad (MW)	Energía (GWh/año)	Equivalente (Miles bep)	Provincia
Rio Zamora	2.245,00	2.000	10.512	6.514	M. Santiago
Coca Codo Sinclair*	1.979,70	1.500	8.731	5.410	Napo
Delsi Tanisagua*	230,00	115	904	560	Z. Chinchipe
Manduriaçu*	120,00	60	315	195	Pichincha e Imbabura
Quijos*	118,28	50	355	220	Napo
Verdeyacu Chico	1.293,00	1.140	5.992	3.713	Napo
Naiza	1.148,00	1.039	5.461	3.384	M. Santiago
Gualaquiza	892,00	661	3.474	2.153	M. Santiago
Sapladora*	735,19	487	2.800	1.735	Azuay
San Miguel	798,00	686	3.606	2.234	M. Santiago
Catachi	758,00	748	3.931	2.436	Napo
Cuespi-Palma Real	747,00	460	2.418	1.498	Pichincha
Cardenillo	690,00	400	2.102	1.303	M. Santiago
Toachi-Pilatón*	517,00	253	1.120	694	Pichincha
E. Retorno	480,00	261	1.372	850	Z. Chinchipe
Minas-San Francisco*	477,30	270	1.290	799	Azuay
Macabelli	462,00	163	857	531	E. Oro
Biba	420,00	42	221	137	Los Ríos
TOTAL	14.110,47	10.335	55.460	34.358,37	

\*Nota: Información del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Cálculos el Autor.

Tabla 2.1 Proyectos hidroeléctricos en Ecuador.

Fuente: (Muñoz Vizhñay, 2015)

### 2.1.1.2 Energía Biomasa

La energía biomasa es la energía que se obtiene a partir de compuestos orgánicos que provienen de procesos naturales. Esta materia orgánica puede provenir de desechos de la agricultura, como por ejemplo la caña de azúcar, cascara de frutos secos, etc., y además es un tipo de energía barato que no produce emisiones en cantidades que afecten al medio ambiente por la combustión que se necesita para producirlo, y que además contribuye de forma positiva a la preservación de bosques y áreas verdes en general. Para producir este tipo de energía se tiene como principal fuente la biomasa producida naturalmente y la residual.

La residual puede variar en algunos aspectos, como por ejemplo los residuos forestales (cortes de madera), residuos agrícolas (restos de cultivos), residuos de industrias forestales (compañías encargadas de la elaboración del papel), residuos de industrias agrícolas, (bagazos, vinazas, etc.), residuos biodegradables (huesos, estiércol, etc.). Hay otros tipos de residuos que también ayudan a la producción de energía biomasa

como son los cultivos energéticos (trigo, maíz, girasol, cynara), excedentes agrícolas (aceite de algodón, cártamo, etc.).

La biomasa como es considerada una fuente renovable de energía se necesita de tecnología relativamente avanzada para que no afecte el tema de la combustión de los residuos en el ecosistema. Aunque los combustibles que se obtienen a partir de estos residuos tienen un impacto menor al que produce el carbón, otra de la ventaja que presentaría es la poca preocupación con respecto a las fluctuaciones de los precios de la energía en el mercado. Si se lo quiere ver de una manera mucho más positiva, este tipo de procesos puede conllevar a un crecimiento del sector agrícola ya que estarían ahorrando el proceso de desechos residuales provocados por esta industria. (Toscano Morales, 2009)

Para procesar estos residuos se necesita de varias etapas que están consolidada en una planta especializada en este tipo de producción energética. Aunque existen varios tipos de plantas especializadas a la producción de este tipo de energía, estas obedecen a un cambio leve, pero respetando generalmente todo el proceso, como lo podemos ver en la figura 2.4.

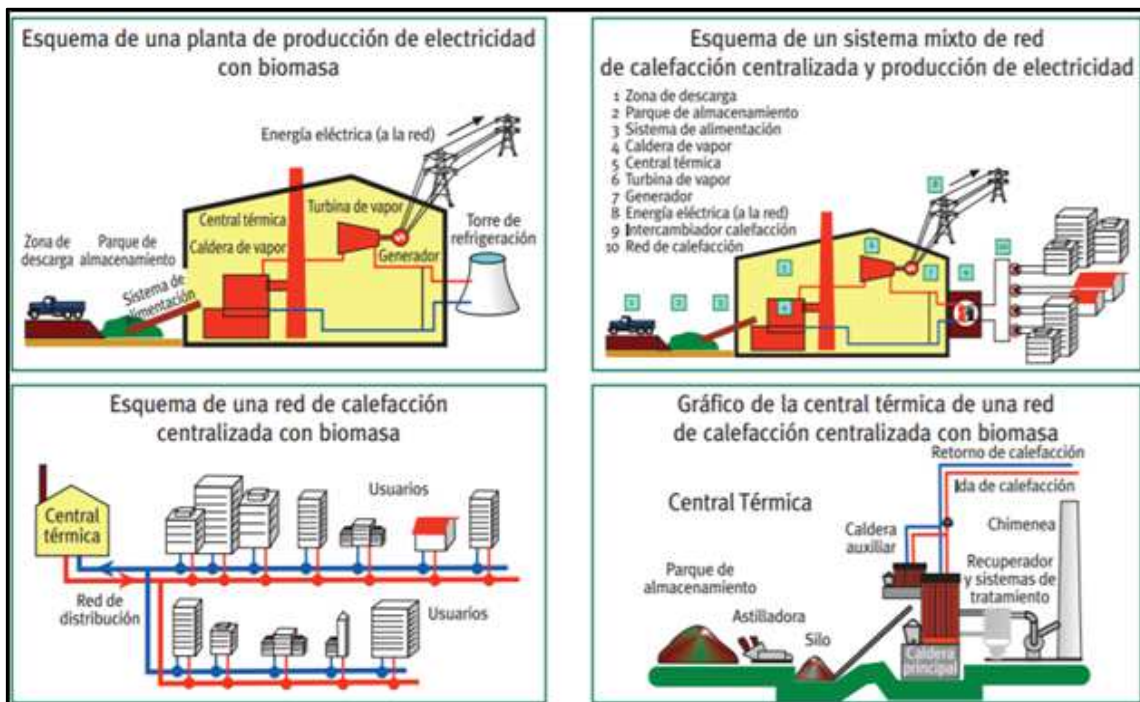


Figura 2.4 Tipos de plantas de producción eléctrica con biomasa.  
Fuente: (Ministerio de Industria, turismo y comercio, 2007)



Principalmente para la producción de energía con biomasa se debe considerar como punto de inicio el tipo de material orgánico que se dispondrá para poder dar inicio al proceso de generación energética. Existen tres tipos de procesos que convierten la biomasa en una forma conveniente para simplificar el proceso de transporte de estos residuos a un material mucho más sencillo, como por ejemplo el carbón vegetal, gas, etanol, etc. (Servicio de Evaluación Ambiental, 2012)

Entre los procesos tres procesos más importantes de transformación de biomasa tenemos el proceso de combustión directa, el termoquímico y el bioquímico. El proceso de combustión directa es la forma más antigua y común de obtener energía de la biomasa. Estos sistemas son empleados para general calor ya sea mediante la cocción de alimentos o secado del algún tipo de producto agrícola. Las tecnologías que se utilizan para este proceso son engloban básicamente los hornos, calderas y estufas como se lo puede ver en la figura 2.5. Este proceso como es tradicional muchas veces se lo califica como ineficiente porque la energía producida se desperdicia y causa contaminación si estos sistemas no son controlados adecuadamente.

El siguiente método que se utiliza es el termoquímico. Este método tiene como función principal trabajar inicialmente con la biomasa que es considerada seca (madera, paja, etc.), y transformarla en calor. Dentro de esta categoría existen 4 tipos de métodos termoquímicos. El primero de estos métodos se llama combustión. La combustión es la oxidación completa de la biomasa que se obtiene por medio del residuo en presencia del oxígeno cuando a esta a biomasa se le aplica temperaturas entre los 800 y 1000C, y después de esta exposición a altas temperaturas se obtiene agua, gas y calor. Para poder obtener estos resultados se utilizan parrillas que pueden ser fijas o móviles y que también pueden ser horizontales e inclinadas.

Este tipo de calderas de parrilla para biomasa no tienen ninguna diferencia con las utilizadas para el carbón, pero la única diferencia que se puede presentar es la modificación del diseño con respecto a la salida del combustible. En este tipo de método, se debe nombrar la tecnología de lecho fluido, el cual se está utilizando comúnmente en plantas térmicas y termoeléctricas, ya que estas son más económicas y comparado con el

sistema actual de generación eléctrica de biomasa, son mucho más pequeñas. (Cabrera Carrera & Figueroa Sinchi, 2012)



*Figura 2.5 Caldera con biomasa seca para producción de energía.  
Fuente: (INER, 2017)*

El siguiente método que se utiliza en esta categoría es el conocido como pirolisis. Este embarca la combustión parcial de la biomasa a una temperatura aproximada de 500C en condiciones anaerobias. Como se menciona anteriormente, estos métodos buscan la liberación de diferentes tipos de sustancias, en este caso la liberación de un gas relativamente pobre, es decir, una mezcla entre hidrocarburos ligeros, hidrogeno, monóxido y dióxido de carbono. El método conocido como pirolisis flash es una variante del método anterior, con la diferencia que la temperatura en la que se expone la biomasa es de 1000 C, y produce la gasificación total del producto. El gas que se obtiene deja de ser pobre para obtener un producto mucho más limpio.

Estos sitios donde se producen la transformación de biomasa se conocen como gasógenos. El último tipo de combustión termoquímica se lo conoce como gasificación y como se ve en la figura 2.6, este proceso tiene como propósito la combustión incompleta de biomasa a temperaturas que van desde los 700 a 1200. Lo que se obtiene después de este proceso es un gas combustible que tiene un poder calorífico de 4MJ/Nm<sup>3</sup>. Este tipo de alternativa posee mejor rendimiento en cuanto a combustión dentro de calderas, el

producto final es mucho más versátil y se lo usa con los mismos propósitos del gas natural y por último este producto puede ser de utilidad a motores de combustión interna.



*Figura 2.6 Reactor piloto de cogasificación de residuos sólidos para producción de combustibles.  
Fuente: (INER, 2017)*

Y por último el método bioquímico comprende dos componentes importantes para la producción de gases y líquidos. La primera característica es la propiedad bioquímica de la biomasa el cual en conjunto con la segunda característica de este método el cual es la acción metabólica de organismo microbiales. Dentro de este método existen cuatro procesos importantes para la transformación de biomasa en energía eléctrica. El primero de estos procesos es la digestión anaeróbica el cual consiste en colocar la biomasa procedente de desechos de animales en un digestor y se lo deja fermentar para que de este modo produzca un gas que será una mezcla de metano y dióxido de carbono.

Los residuos de este proceso pueden ser utilizados como fertilizante. El segundo proceso es el que se conoce como combustible alcohólico. Dentro de este proceso se distinguen dos tipos de combustibles líquidos como lo es el etanol y el metanol. El etanol se produce gracias a la fermentación de azúcares y el metanol se produce por destilación de madera. Este tipo de tecnología se lo ve con frecuencia en la producción de licores. El tercer proceso dentro de los combustibles bioquímicos se lo categoriza como biodiesel, el cual a diferencia del etanol es un tipo de alcohol el cual contiene ácidos grasos y ésteres alcalinos. Este proceso tiene como base la alteración química de elementos como aceites vegetales, grasa animal y grasas recicladas.

La transesterificación es el proceso al que se le llama a la transformación química de estos elementos a biodiesel. El último proceso dentro de la categoría de combustión bioquímica se encuentra el denominado gas de rellenos sanitarios el cual es un gas combustible que proviene de los desechos sólidos urbanos el cual produce una mezcla de metano y dióxido de carbono. Cuando los desechos comienzan a fermentarse, por lo general en los rellenos sanitarios, el gas que produce este proceso no es aprovechado, sin embargo, tiene la capacidad de producir energía y debería ser integrado como parte fundamental de la producción de biomasa. (Serrano, Mejía , Ortiza, Sánchez, & Zalamea, 2017)

### **2.1.1.3 Energía Geotérmica**

La energía geotérmica es aquella que basa su fuente renovable en el calor que existe en el subsuelo. Entre las formas más básicas del uso de este tipo de energía podemos mencionar la climatización y caliente de agua sanitaria de forma natural ya sea en domicilios, edificios o industrias como se puede ver en la figura 2.7... Este tipo de energía además tiene ventajas importantes por sobre otras fuentes renovables de energía, ya que este a diferencia de los demás se puede encontrar en cualquier parte del planeta. Sus niveles bajos de contaminación son realmente amigables con el medio ambiente.

Las capas con las que cuenta el planeta que son de categorizadas como freáticas, general vapor y calientan el agua. En Ecuador este tipo de energía es limitada en su uso. En la actualidad existen 16 lugares donde se puede aprovechar la energía geotérmica que no se han presentado como fuentes de energía por falta de exploración. Para la exploración de los puntos estratégicos donde se requiera la instalación de una planta geotérmica se considera la creación de un Atlas Geotérmico del Ecuador. Este instrumento tendrá como propósito destacar los puntos relevantes y existentes de una fuente geotérmica confiable y con esto diversificar aún más la matriz energética del país.

El recurso geotérmico está siendo aprovechado actualmente a nivel mundial, y estamos en una ventaja geográfica con respecto a muchas fuentes de tipo de energético renovable como para poder escoger cual es la de mayor confianza. La confianza geográfica consiste en la ubicación de nuestro país en el llamado Cinturón de Fuego, el

cual tiene un potencial energético importante Las limitaciones tecnológicas para el aprovechamiento de este recurso han llevado a que se consideren planes estratégicos con mano extranjera. (INER, 2017)

Para la producción de energía geotérmica se debe tener una planta apta para la transformación de energía producto del calor de la corteza a energía eléctrica. Algo similar a lo que se pretende con la energía biomasa. Para tener una idea clara de cómo funciona una planta geotérmica, partimos del hecho de cuáles son los elementos internos que producen este cambio. (INER, 2017)



*Figura 2.7 Climatización de edificio por medio de energía geotérmica.  
Fuentes: (INER, 2017)*

Las plantas geotermales comprenden varios elementos importantes para la generación eléctrica. Como podemos ver en la figura 2.8, la producción de energía se basa en la transformación de la energía que proviene del subsuelo a energía eléctrica utilizando turbinas, durante de una de las fases de evaluación, y este tipo de proceso depende de diversos factores para la respectiva modificación de la tecnología implementada. La primera es una turbina a contrapresión que se utiliza durante los procesos de evaluación de campos geotérmicos.

Las turbinas de contrapresión se los encuentran en el mercado como una solución flexible de acuerdo a la demanda, fácil de instalar y temporal. La siguiente se la conoce como planta a vapor directo, este al contrario se lo utiliza cada vez que haya en la planta un reservorio de vapor. El funcionamiento abarca el vapor producido en los pozos transportados directamente a la turbina. Las plantas binarias se las utiliza cuando exista un reservorio predominantemente liquido con temperatura de 160 C. (Bruni, 2017)

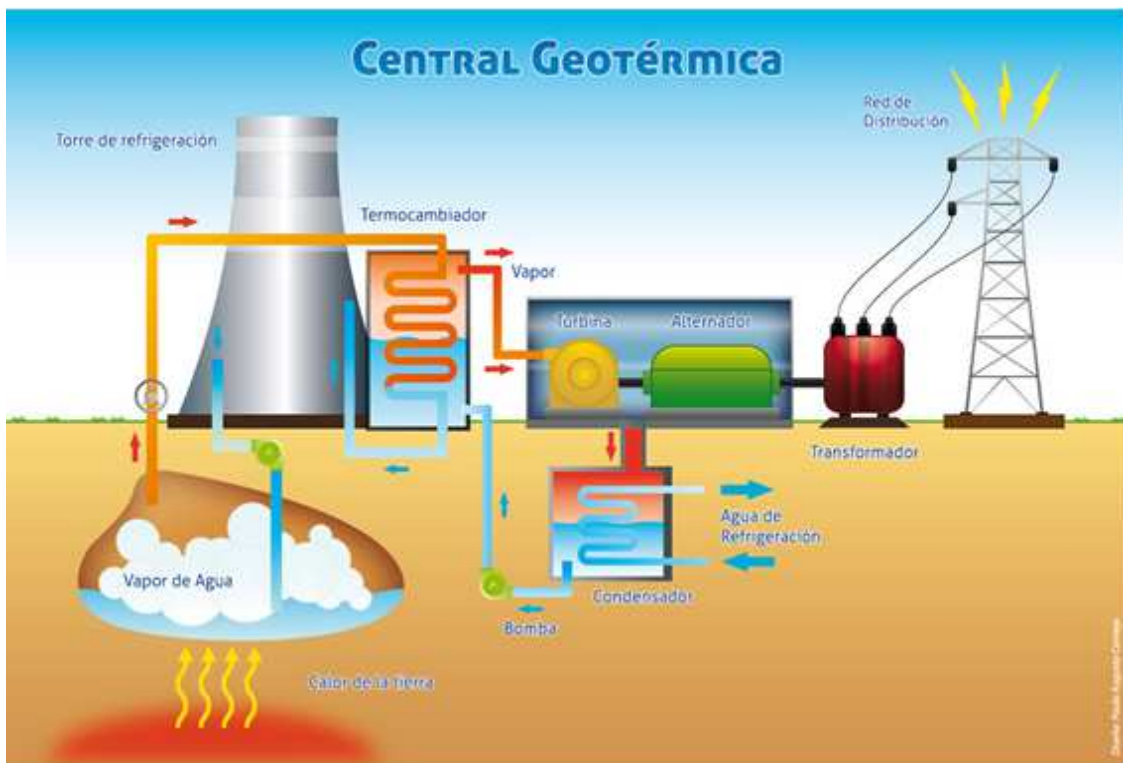


Figura 2.8 Planta geotérmica y sus diferentes elementos.  
Fuente: («Energía Geotérmica | Eco Medio Ambiente» 2014)

#### 2.1.1.4 Energía Mareomotriz

La energía mareomotriz es la energía que es producida para el constante movimiento ascendente y descendente del agua que se encuentra en los mares y océanos. Una central mareomotriz tiene como objetivo convertir este constante movimiento del agua a través del mar y océano por medio de una turbina como se puede observar en la figura 2.9... Una central mareomotriz consta de un depósito de agua en la que el agua se mantiene mientras la marea sea alta, y una vez que la marea decrece este produce un cambio en el nivel dentro del depósito de agua. A través de conductos que están diseñados de tal forma que la presión se ejerza por este cambio de nivel sea tan fuerte para que de este modo pueda pasar por un canal de carga hacia el mar y de este modo la hélice de la

turbina antes mencionada pueda girar y de este modo poder producir energía eléctrica. (Quintero Gonzalez & Quintero Gonzalez, 2015)

Aunque existen varias derivaciones dentro de lo que representaría el funcionamiento de una central mareomotriz, estos sistemas básicamente respetan el mismo principio. Las tecnologías aplicadas a este tipo de fuente de energía se basan en tres categorías. La primera categoría se basa en la amplitud de marea, la cual utilizan una barrera o presa para poder contener el agua y se aprovecha la diferencia de niveles de acuerdo a la marea. La energía es provocada por el movimiento de una turbina el cual está directamente vinculado con la diferencia de nivel de agua.

La segunda tecnología usada para este tipo de energía es la que aprovecha la corriente de marea, la cual las turbinas ahora se colocan dentro de la corriente de agua y aprovechan el movimiento horizontal producido por la marea. Este tipo de tecnología puede ser utilizado en ríos y océanos. Finalmente, la tercera tecnología desarrollada a partir de este tipo de fuente es de naturaleza híbrida la cual es una combinación de las dos tecnologías mencionadas y el potencial de producción de esta tecnología es superior. (Green Facts, 2014)

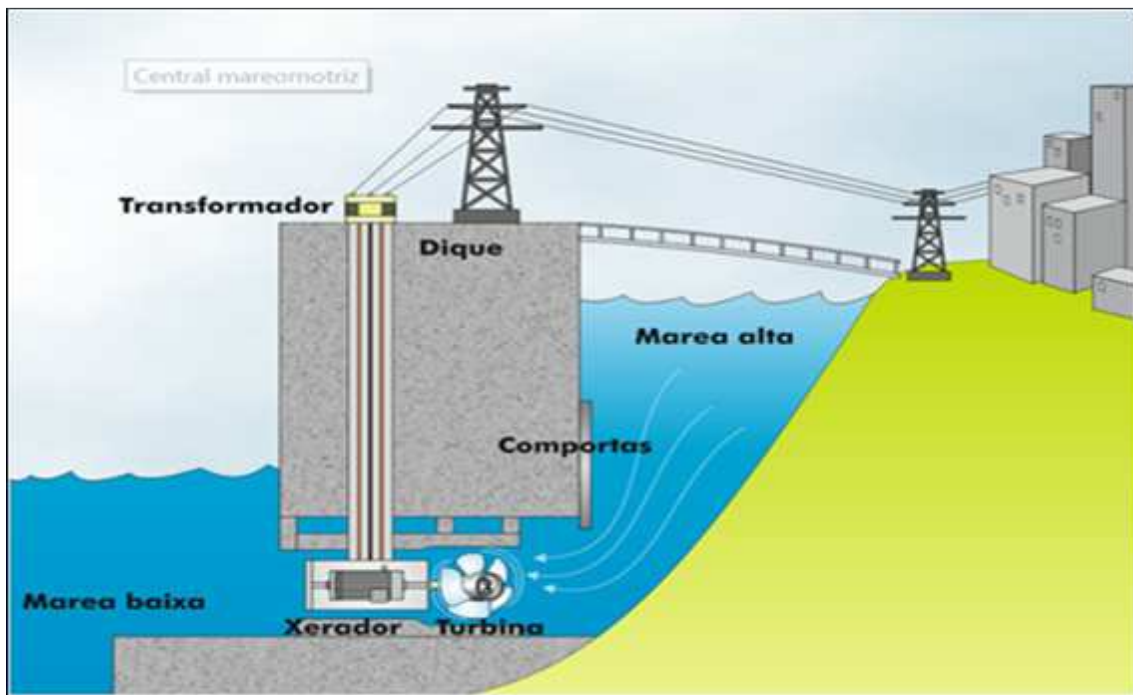


Figura 2.9 Esquema general de una central mareomotriz.  
Fuente: (SOTAVENTO, 2016)

En la actualidad, existen varias centrales mareomotrices en el mundo, las cuales forman parte de la red eléctrica de sus respectivas ubicaciones y otras se encuentran en vías de desarrollo. A continuación, la tabla 2.2, y la tabla 2.3. Muestra instalaciones con su respectiva ubicación y el estado de funcionamiento de estas.

Europa (15 instalaciones)					
Nombre	País	Promotor	Ubicación	Conexión a la red	Estado
Sitio de prueba FlanSea en Ostende	Bélgica	Puerto de Ostende	Ostende, Bélgica	No	Listo
Nissum Bredning	Dinamarca	Universidad de Aalborg	Benign site	Sí (20 KW)	Operacional
DanWEC	Dinamarca	DanWEC	Mar del Norte Hanstholm	Planeado en 2015	Operacional
Sitio de prueba energética Galway Bay Quarter Scale Wave	Irlanda	Instituto Marino	Galway Bay	No	Operacional
Sitio de prueba energética Olas Marinas del Atlántico (AMETS)	Irlanda	SEAI	Belmullet	Sí	En desarrollo
Oceanplug	Portugal	REN / ENONDAS	S. Pedro de Moel	Sí	Planificado
PLOCAN	España	PLOCAN Consortium (integrado por el Ministerio de Economía y Competitividad y el Gobierno Autónomo de las Islas Canarias)	Islas Canarias	Sí (15 MW)	Planeado (finales 2014)
Bimep	España	EVE	Armintza, Bilbao	Sí (20MW)	En operación
Sitio de investigación de corrientes marinas Söderfors	Suecia	Universidad de Uppsala	Söderfors, río Dalälven	No	En operación
Lysekil sitio de investigación de energía undimotriz	Suecia	Universidad de Uppsala	Islandsberg	No	Existente (2006)
DGO - Deep Green Ocean	Suecia	Minesto	Strangford Lough, Reino Unido	No	Existente
WaveHub	Reino Unido	Claire Gibson	Hayle, Cornwall	Sí (20MW)	Existente
Solent Centro de energía oceánica	Reino Unido	Isla de Wright Consejo	Punto de Santa Catalina, Isla de Wight	Sí (20MW)	Planeado (construcción comience en el 2015)
Test Fab	Reino Unido	Falmouth Harbour Comisionado	Falmouth, Cornwall	No	Existente
EMEC	Reino Unido	Neil Kermode	Orkney, Escocia	Sí (11MW)	Existente
Asia (1 instalación)					
Lugar de prueba de energía undimotriz y energía de las corrientes	China	Centro Nacional de Tecnología Océano	Chengshantou (provincia de Shandong)	Sí (0, 3MW)	Proceso de consentimiento en progreso

Tabla 2. 2 Centrales mareomotrices alrededor del mundo.  
Fuente: (Quintero Gonzalez & Quintero Gonzalez, 2015)



Oceania (1 instalación)					
Nombre	País	Promotor	Ubicación	Conexión a la red	Estado
NZ Centro de Energía Marina	Nueva Zelanda	AWATEA y HERA	Región de Wellington	1 MW planeado	Planeado (2015)
América del Norte (5 instalaciones)					
Fundy Ocean Research Centre for Energy (FORCE) - Tidal Energy	Canadá	FORCE	Minas Passage (Nueva Escocia, Canadá)	Sí (64MW)	Existente
Turbina hidrocínética canadiense Centro de Pruebas (CHTTC) - River Energy actual	Canadá	Pedido: Universidad de Manitoba	Río Winnipeg, Manitoba	No - conexión a la red planificada para el 2014	Existente
PMEC - CONJUNTOS	Estados Unidos de América	NNMREC y OSU	Newport, Oregón	Sí (- 10 MW)	Predicción 2016
PMEC - NETS	Estados Unidos de América	NNMREC y OSU	Norte de Yaquina	No	Operativo
Kaneohe Sitio	Estados Unidos de América	HINMREC	Marine Corps Base Hawái, Kaneohe Bay, Hawái	Sí	Operativo

Tabla 2.3 Centrales mareomotrices alrededor del mundo (Cont.).  
Fuente: (Quintero Gonzalez & Quintero Gonzalez, 2015)

La gran mayoría de proyectos donde se aprovecha el mar, están basados en la construcción de centrales hidroeléctricas más no en la construcción de centrales mareomotrices. Esto se debe a que este tipo de centrales no se han desarrollado en su totalidad y no es conveniente arriesgar un monto definido para la construcción de una tecnología que, comparado con la tecnología de las hidroeléctricas, este es mucho más avanzado. (Quintero Gonzalez & Quintero Gonzalez, 2015)

### 2.1.1.5 Energía Solar

La energía solar es un tipo de energía cuya fuente se obtiene del sol y mediante equipos y recursos tecnológicos estos pueden producir energía eléctrica. En la actualidad, existen una gran gama de variantes para el aprovechamiento de la energía solar. Los más importantes, y con una tecnología podemos nombrar la fotovoltaica, la fototérmica y la termoeléctrica. Estos tres tipos de aprovechamiento energético han producido el desarrollo de varios tipos de tecnologías.

La energía fotovoltaica se produce por medio de una placa solar. Este tipo de placa está conformada por grupos de celdas o células fotovoltaicas. Las células están compuestas por materiales semiconductores, como el silicio, en forma de láminas, las

cuales están también recubiertas por un vidrio que tiene como propósito permitir la radiación solar para que no se pierda este recurso. El principio de funcionamiento de esta tecnología empieza desde la emisión de luz de sol. Esta luz está compuesta por fotones, las cuales cuando impactan a las celdas fotovoltaicas se crean un campo eléctrico. Una vez que se cree este campo eléctrico, con la ayuda de un circuito eléctrico, el flujo de electricidad es normalizada.

Como estas celdas fotovoltaicas producen corriente continua, todo el sistema de producción de energía necesita de un inversor para poder llevar esta corriente a alterna. Una vez que la corriente pase de continua a alterna, este puede ser trasladado a un domicilio para que pueda ser distribuido. La energía fotovoltaica puede ser conectada de manera independiente o puede estar conectada a la red eléctrica nacional, como podemos ver en la figura 2.10. Este segundo se debe a que, si la batería falle o no esté cargada lo suficiente como para abastecer de energía al lugar indicado, este debe desplazarse directamente a la red eléctrica para no sufrir desabastecimiento.

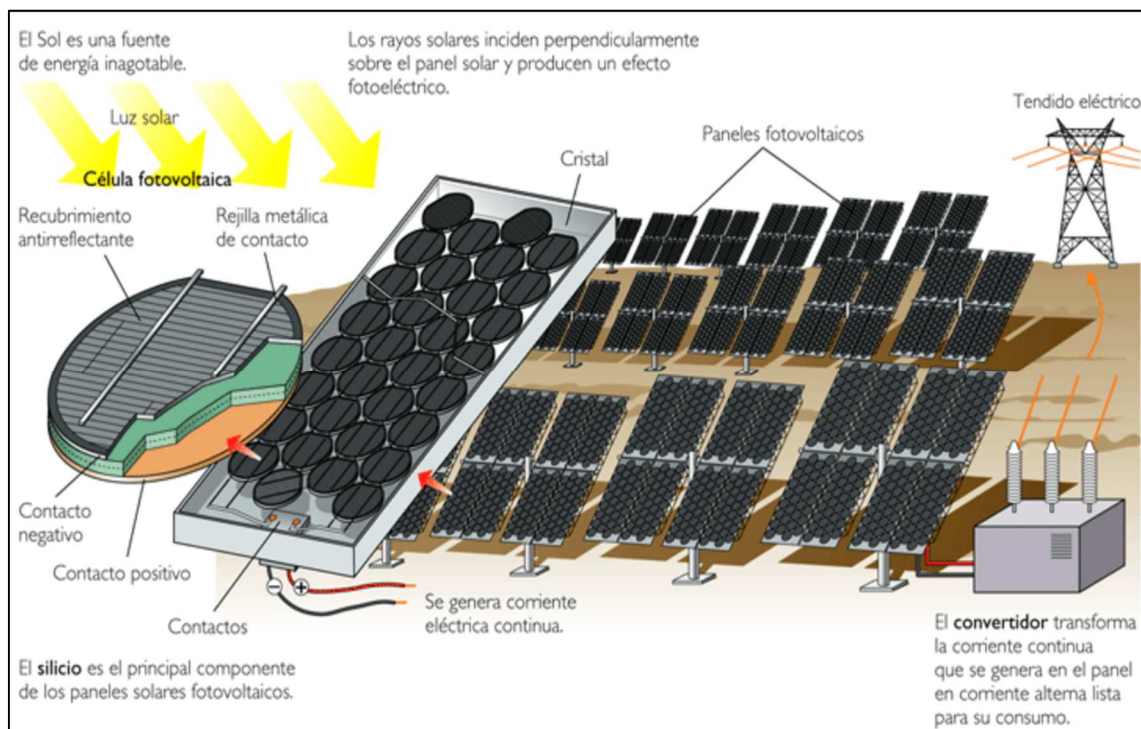


Figura 2.10 Central fotovoltaica.

Fuente: (EducaMadrid, 2014)

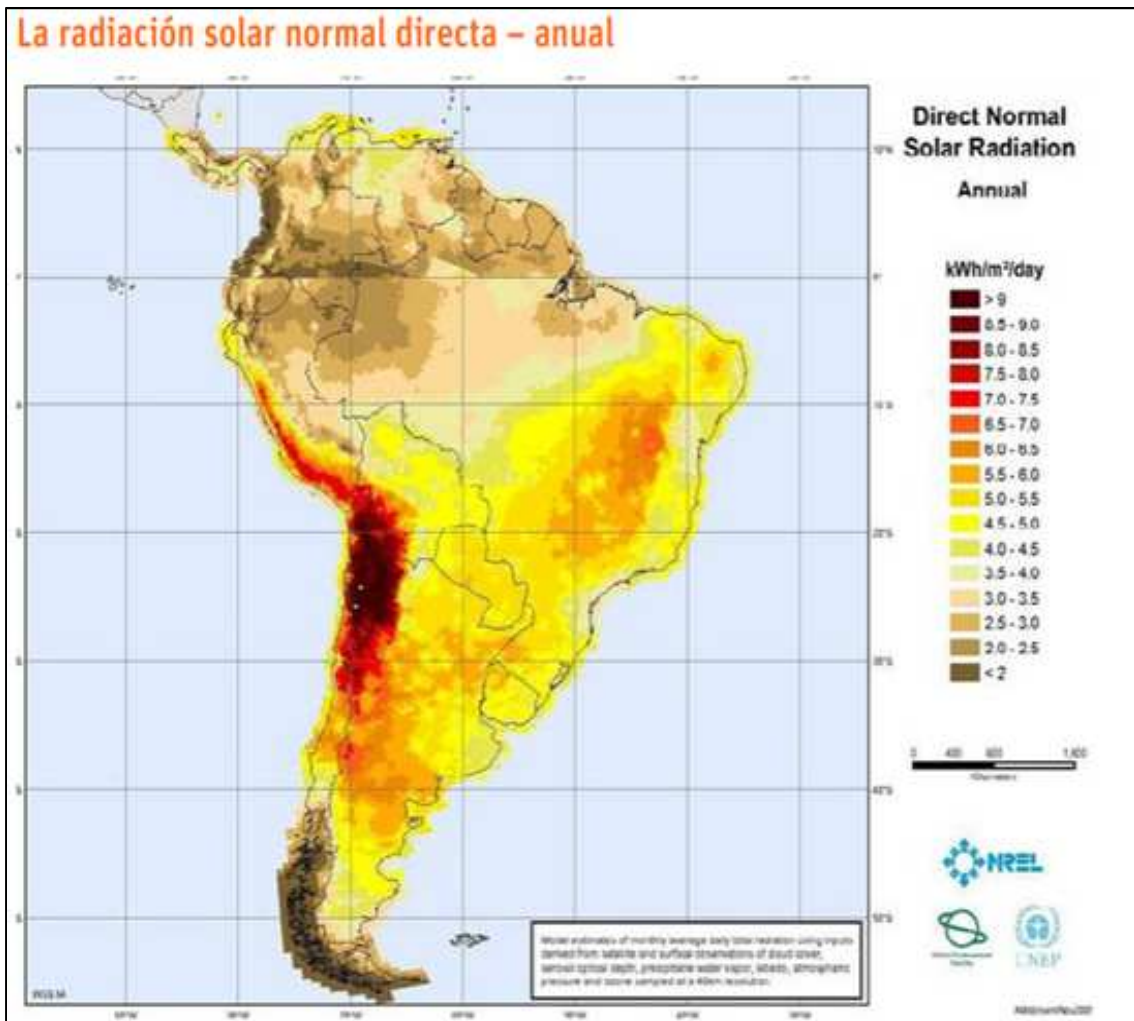
A nivel industrial se opta por centrales fotovoltaicas. A diferencia de los paneles solares domésticos, estos se aglomeran de forma que el abastecimiento de energía

eléctrica sea mucho mayor. Por lo general, estas centrales constan de varias secciones para la distribución eficiente de energía. En una central fotovoltaica se puede encontrar cuatro secciones.

El primero es la sección de captación solar, que es básicamente la agrupación de paneles solares. La segunda sección es la de monitorización, que es la encargada de controlar potencia, la cual es la encargada de receptor la corriente generada por los paneles solares. La cuarta y última sección es el centro de transformación, la cual es la encargada de transformar la corriente continua en alterna. (EducaMadrid, 2014)

La energía fototérmica, a diferencia de la energía fotovoltaica, utiliza al contrario el calor proveniente de la radiación solar. Este tipo de energía tiene aplicaciones similares a la energía fotovoltaica, pero con una clara aceptación en el sector industrial. En la actualidad, Ecuador se encuentra geográficamente beneficiado para la producción energética por medio de esta tecnología como podemos ver en la figura 2.11.

La tecnología utilizada para este tipo de fuente energética se basa en un campo de colectores solares, un sistema de regulación y un suministro de calefacción. Aunque existen varias derivaciones de este tipo de tecnología sus aplicaciones a nivel industrial y doméstico son de gran ayuda para el sector eléctrico. (Bohorquez Colombo, 2017)



*Figura 2.11 Radiación solar normal directa.  
Fuente: (Bohorquez Colombo, 2017)*

La energía termoeléctrica dentro de la variación de producción energética solar es la que utiliza el calor del sol para poder tener energía eléctrica. Las centrales termoeléctricas son similar a una central térmica, pero a diferencia del uso de carbón para poder generar calor, estas utilizan la luz solar. Como podemos ver en la figura 2.12, estas centrales pueden variar en su diseño y de acuerdo con estas variaciones se contempla diferentes tipos de tecnologías. El calor que produce el sol llega a la central para poder calentar un fluido y generar vapor, este mueve una turbina y finalmente produce energía eléctrica.

Existen dos tipos de centrales termoeléctricas. La primera central es conocida como Sistema de Concentradores Lineales de Fresnel (RFL), el cual es una de las primeras centrales que se implementan en el mundo y da cabida a una segunda central. La central de torre es un conjunto de heliostatos que concentran la energía y los rayos del sol en la cima de la torre. La segunda central es llamada central de disco parabólico. Este tipo de tecnología utiliza un disco parabólico para poder arrancar un motor térmico o motor Stirling el cual opera por compresión y expansión provocado por la presencia de aire o gas en diferentes tipos de temperatura.

Una variación de la segunda tecnología es la central de cilindro parabólico el cual es una tecnología en desarrollo y utilizan cilindros parabólicos y también tienen una tubería donde se concentran los rayos del sol. Esta tubería que se encuentra dentro de la estructura se calienta y genera vapor que también mueve una turbina. (FENERCOM, 2016)

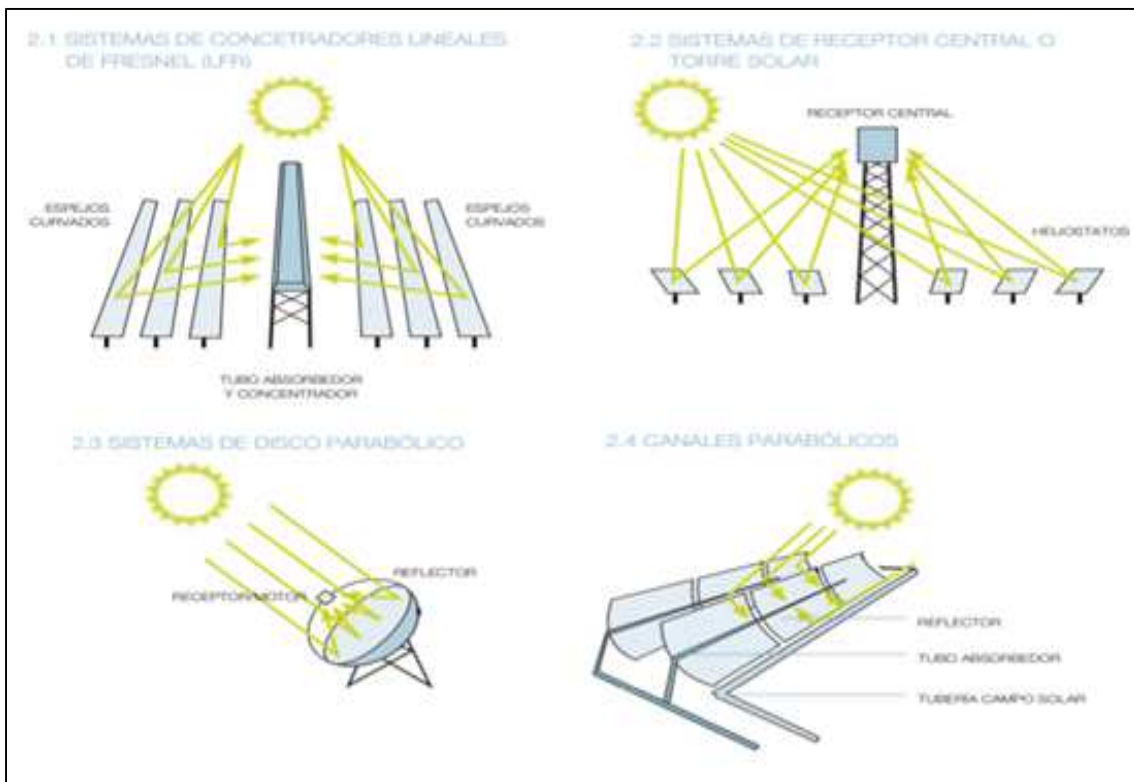


Figura 2.12 Centrales termoeléctricas.  
Fuente: (APERCA, 2009)

### **2.1.1.6 Energía Eólica**

La energía eólica es aquella energía producida por las corrientes de viento que existen en la naturaleza. Es una fuente de energía renovable que trata de aprovechar estas corrientes para que por medio de una tecnología ya madura, puede producir energía eléctrica. Al igual que el agua, el flujo de la corriente de aire depende organismos naturales para que pueda haber una diferencia y de este modo poder producir energía eléctrica por medio de aerogeneradores. Los flujos de aire se producen gracias a la diferencia de presión que existe en el ambiente cuando hay presencia del sol en nuestra atmosfera.

La energía cinética producida por estas corrientes de aire, al entrar en contacto con palas giratorias producen energía eléctrica cuando estas palas provocan la rotación de una turbina y como consecuencia esta turbina produce energía eléctrica, mecanismo utilizado en la gran mayoría de sistemas de producción energética. (Álvarez, 2006)

Como podemos ver en la figura 2.13, una central eólica es el conjunto de aerogeneradores que tienen como propósito generar energía eléctrica. Un aerogenerador está constituido por las palas del rotor que por lo general están hechas de un material ligero como la fibra de vidrio. Estas palas de rotor están conectados a un multiplicador que es un elemento que aumenta la velocidad de giro del eje que está conectado a las palas. Este eje a su vez está conectado al rotor del generador para que cuando se produzca la rotación de las palas el generador pueda convertir este movimiento rotatorio en energía eléctrica. Un aerogenerador es capaz de producir aproximadamente 690 voltios y para que esta energía esté apta para el consumo doméstico o industrial tiene que pasar por un transformador para que este aumente el voltaje que sea necesario.

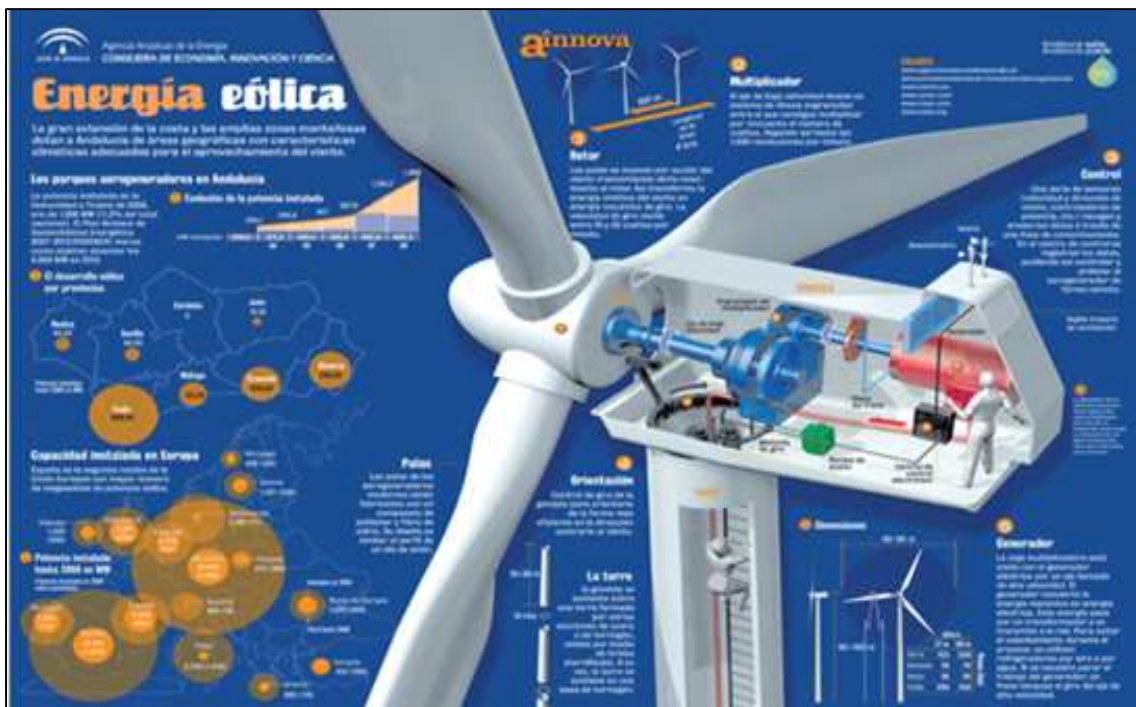


Figura 2.13 Energía eólica y aerogeneradores.  
 Fuente: (Agencia Andaluza de la Energía, 2016)

En Ecuador, el uso de la energía eólica está en constante desarrollo. Se ha desarrollado varios proyectos para la producción de energía eólica en Ecuador. Aunque existen algunos problemas con respecto a la integración de este tipo de energía a la red eléctrica, la falta de personal y la falta de desarrollo nacional de este tipo de tecnología hacia poco viable el aprovechamiento máximo de este tipo de recurso. Entre los proyectos más importantes, como podemos ver en la tabla 2.4, no solamente Ecuador cuenta con un parque eólico en Galápagos, pero también se encuentran más proyectos en desarrollo. (TECH4CDM, 2015)

<b>OPORTUNIDADES EÓLICAS EN GALÁPAGOS</b>	
San Cristóbal	2,4 MW (en operación desde octubre 2008)
Baltra	2,25 MW (proyectado hasta 12MW)
<b>OPORTUNIDADES EÓLICAS EN EL CONTINENTE</b>	
Salinas	15 MW (privado)
Huascachaca	30 MW (publico)
Villonaco	15 MW (privado)
Las Chinchas	10 MW (privado)
Membrillo	45 MW (privado)
<b>Electrificación rural (pequeña escala)</b>	

*Tabla 2. 4 Proyectos previstos de generación eólica en Ecuador.  
Fuente: (TECH4CDM, 2015)*

### **2.1.2 Energías No Renovables**

La energía no renovable es aquella que se encuentra en la naturaleza de forma limitada y cuando estas son explotadas su renovación es por lo general nula o fragmentada. Los sistemas de explotación energética de este tipo han sido parte del desarrollo económico y energético desde hace mucho tiempo. En la actualidad se conocen dos tipos de energía no renovable: combustible fósil y nuclear como se muestra en la figura 2.14... Los combustibles fósiles como el petróleo, carbón y gas natural son de gran importancia para la demanda energética ya que, al no haber una transición completa a la energía renovable, importantes industrias dependen de este recurso. El gran problema que se presenta en los combustibles fósiles es la dependencia de estos recursos, así como también la contaminación que produce afectando suelo, agua y aire. (Junta de Andalucía, 2011)

El principal problema del uso de energías no renovables son los efectos que se obtienen con respecto al cambio climático. En países desarrollados ya se empieza a notar los notorios cambios climáticos, que se lo ha proyectado como condiciones climáticas extremas en la que se pone en peligro a la ciudadanía. Toda la comunidad política y científica se han juntado tras varias catástrofes naturales, empezando una coordinación



en conjunto para poder resolver la dependencia de industrias sobre estos recursos. (Junta de Andalucía, 2011)

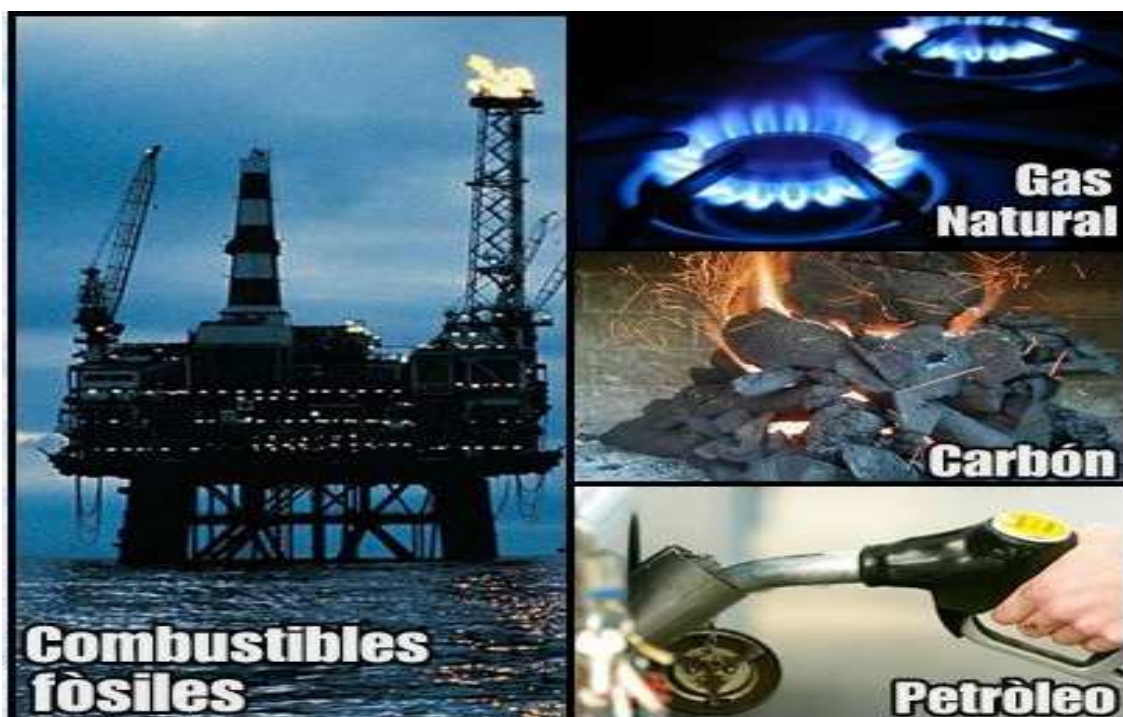


Figura 2.14 Fuente de energía no renovable.

Fuente: (Kobylarz, 2015)

### 2.1.2.1 Combustibles Fósiles

Los combustibles fósiles pueden ser de gran importancia en la actualidad para poder generar energía eléctrica y también es uno de los recursos de mayor consumo en el transporte y la construcción. Entre los combustibles fósiles más utilizados en la actualidad tenemos el petróleo, el carbón y el gas natural. Estas son extraídas de la naturaleza y refinadas de tal forma para que estas puedan ser procesadas en plantas especializadas, siendo estos quemados y formando grandes cantidades de dióxido de carbono y otros contaminantes.

A pesar de que se esté combatiendo el uso de estos recursos, cabe recalcar que estos elementos han sido de gran ayuda para la evolución industrial y económica de países por muchos años. El petróleo es una mezcla de varios hidrocarburos que mediante varios procesos se pueden obtener una gran variedad de productos. El petróleo se produce a partir de un plancton marino que cuando, estos seres vivos mueren forman una masa y

viaja al fondo marino y que por medio de temperaturas elevadas y fermentación si la presencia de aire, la combinación de todos estos recursos forma aceites y metano.

Los principales derivados del petróleo, como se puede ver en la tabla 2.5, tienen características viables para el uso del transporte y de la industria siendo de gran importancia en la economía del país. Sin embargo, las diferentes regulaciones y normativas que nacen a partir de la extracción, procesamiento y transporte de estos derivados causan un debate agitado respecto a la transición total a energías renovables, teniendo en cuenta que las industrias más grandes del mundo basan su desarrollo en estos procesos de refinamiento. (Junta de Andalucía, 2011)

	Producto	Fórmula	Poder calorífico	Tª de destilación	de Aplicaciones
<b>Gases</b>	Metano	CH <sub>4</sub>	8.800 kcal/kg		Combustibles
	Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>			
	Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	17.375 kcal/kg	-42°C	Combustibles
	Butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	22.880 kcal/kg	-0,5° C	
<b>Líquidos</b>	Gasolinas	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> a C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	11.000 kcal/kg	40 - 200° C	Combustible Disolvente
	Queroseno	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> a C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	11.500 kcal/kg	200 - 250° C	Combustible Alumbrado
	Gasoil	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub> a C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	10.500 kcal/kg	250 - 350° C	Combustible
	Fueloil		10.000 kcal/kg		Disolvente
	Aceites	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> a C <sub>29</sub> H <sub>60</sub>	9.000 kcal/kg	Hasta 500° C	Lubricante Combustible de centrales
<b>Sólidos</b>	Vaselinas	C <sub>30</sub> H <sub>62</sub>	en 9.000 kcal/kg		Combustible
	Parafinas	adelante			Lubricante
	Alquitrán				Asfalto

Tabla 2.5 Principales productos derivados del petróleo.  
Fuente: (Junta de Andalucía, 2011)

El carbón es un combustible fósil que tiene como principal elemento una fuente vegetal. Este tipo de elementos se encuentra en muchas partes del mundo, en grandes cantidades en la parte norte del continente y se lo considera importante para la generación de energía eléctrica, en la figura 2.15. Se observan las partes de una central térmica. Este tipo de combustible fósil se lo encuentra en minas subterráneas, minas de galería y minas aéreas. El carbón cuando se lo expone a grandes temperaturas transforma el agua en vapor

para hacer funcionar turbinas en centrales dedicadas a este tipo de generación eléctrica. (Junta de Andalucía, 2011)



Figura 2.15 Central térmica de carbón.  
Fuente: (UNESA, 2016)

El gas natural es un combustible fósil constituido principalmente por metano, y se lo encuentra en estado gaseoso en la naturaleza en el subsuelo, como podemos ver en la figura 2.16. Generalmente, se puede decir que tiene la misma procedencia del petróleo, es decir por plantas y animales que han sido cubiertos por sedimentos. El gas natural también comprende de una serie de procesos para que llegue de forma accesible al consumo humano e industrial. Entre los usos más convencionales del gas natural tenemos el de generación eléctrica, el de combustible para carros y para uso doméstico. (FENERCOM, 2016)

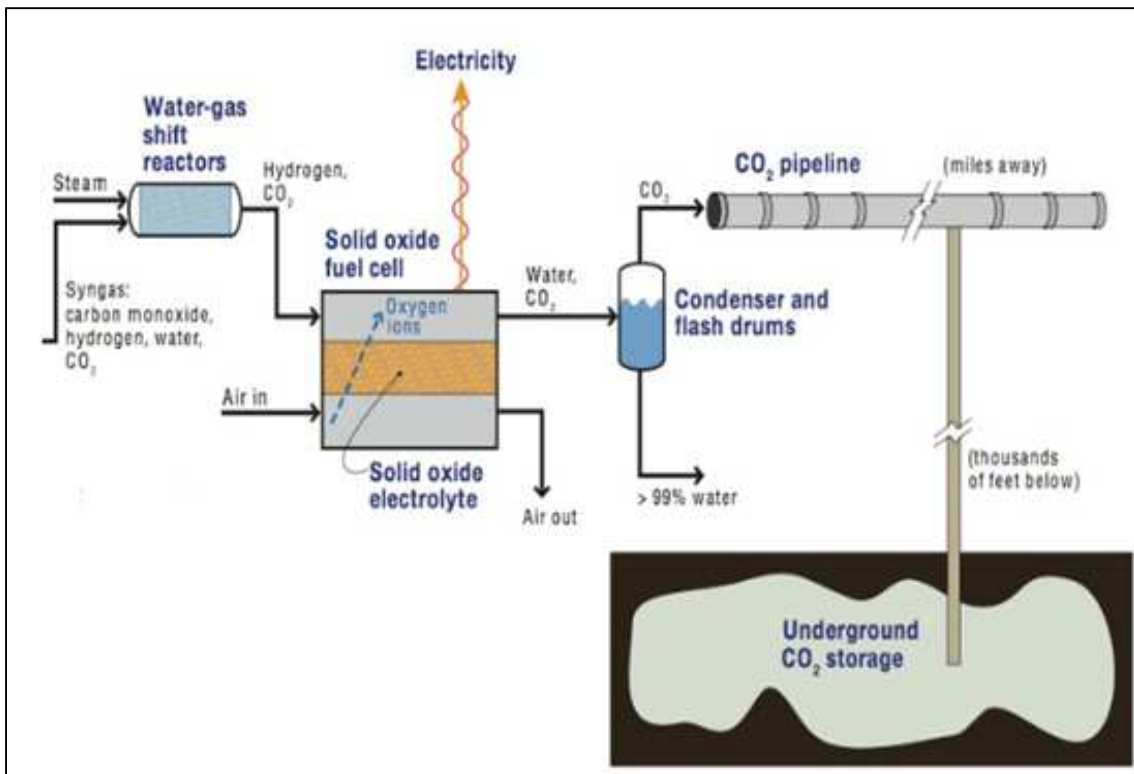
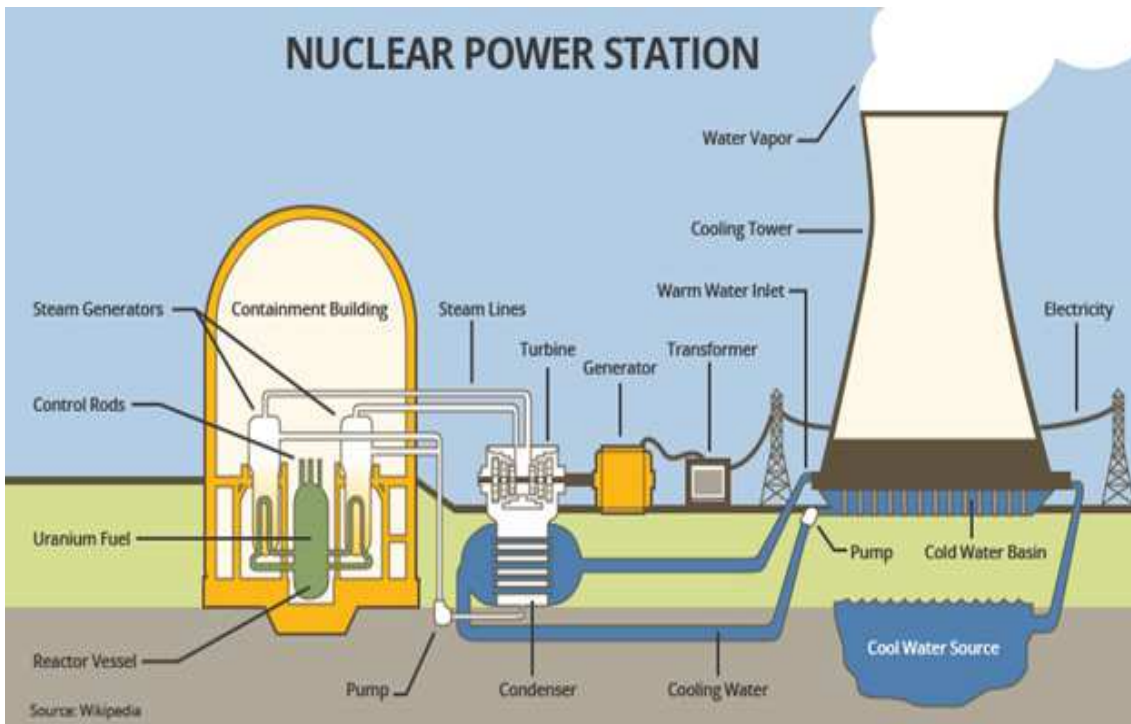


Figura 2.16 Funcionamiento de una central de gas natural.  
Fuente: (The American Ceramic Society, 2010)

### 2.1.2.2 Energía Nuclear

La energía nuclear es el producto de fusión y fisión nuclear. El proceso de fisión es el que se lleva a cabo para que un átomo pesado se divida en dos ligeras y la energía empleada para que esto suceda se la pueda convertir en energía eléctrica. La fusión es el proceso de transformar dos átomos ligeros en uno pesado. Por lo general se utiliza en este tipo de procesos el Uranio. Este material es el combustible para las plantas nucleares alrededor del mundo. Este metal se encuentra en diferentes tipos de materiales.

Los mayores yacimientos de este mineral se encuentran en Australia, Canadá y Rusia. Como podemos ver en la figura 2.17, la central nuclear consta de varias partes. El funcionamiento de esta central es similar a la de una central térmica. El calor liberado ya no se encuentra en la combustión de carbón con algún otro producto. En este caso el calor necesario para la producción de energía nuclear es el explicado al inicio de esta sección. Las reacciones nucleares producen un calor tal, que es capaz de convertir en vapor los líquidos necesarios que se encuentran en los conductos de la central.



*Figura 2.17 Central nuclear.  
Fuente: (Nuclear Power for Everybody, 2014)*

### Capítulo 3: Paneles Solares

Un panel solar es un dispositivo el cual aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad. Según estos dos fines podemos distinguir entre colectores solares, que producen agua caliente (generalmente de uso doméstico) utilizando la energía solar térmica, y paneles fotovoltaicos, que generan electricidad a partir de la radiación solar que incide sobre las células fotovoltaicas del panel como lo podemos observar en la figura 3.1...

En el colector o captador solar hay un líquido que absorbe la radiación solar en forma de calor, este líquido pasa posteriormente a un compartimento de almacenado de calor. Los paneles constan de una placa receptora y unos conductos por los que circula dicho líquido. El líquido caliente se hace pasar a un intercambiador de calor, donde cede su calor calentando el agua de posterior uso doméstico. Cuando sale del intercambiador de calor el líquido está frío y vuelve a circular nuevamente al colector solar. (jaramillo, 2010)



Figura 3.1: panel solar  
Fuente: (R. M. Castro 2007)

### 3.1 Irradiación Solar

Se estima que en el Ecuador se tiene una insolación máxima de 1000 watts, 4,5 horas/día, promedio anual, en la figura 3.2, se representa un promedio anual de la Irradiación. (Cada zona tiene Insolación Diaria diferente: entre 3 y 7 horas variando según su ubicación geográfica, estación Del año, latitud y orientación, variando por accidentes geográficos: Por los Ríos, Montañas y Altura). («conelec – Ministerio de Electricidad y Energía Renovable» 2010)

	Gh kWh/m <sup>2</sup>	Dh kWh/m <sup>2</sup>	Bn kWh/m <sup>2</sup>	Ta °C	Td °C	FF m/s
January	137	77	88	26.3	19.8	1.1
February	141	78	87	26	21.2	0.8
March	165	87	107	26.3	21.6	0.9
April	152	80	101	26.6	21.1	1.1
May	148	77	108	25.7	20	1.4
June	129	71	87	24.2	18.6	2.1
July	121	68	79	23.6	18.1	2.4
August	138	80	83	23.5	17.8	2.6
September	155	71	118	23.8	17.7	2.7
October	156	84	100	24	17.9	2.7
November	139	78	87	24.6	17.9	2.5
December	141	84	81	26	18.5	2
Year	1724	936	1126	25.1	19.2	1.9

Figura 3.2: Irradiación anual de Guayaquil  
Fuente : («meteonorm 7.1» 2018)

### 3.2 Atlas Solar del Ecuador

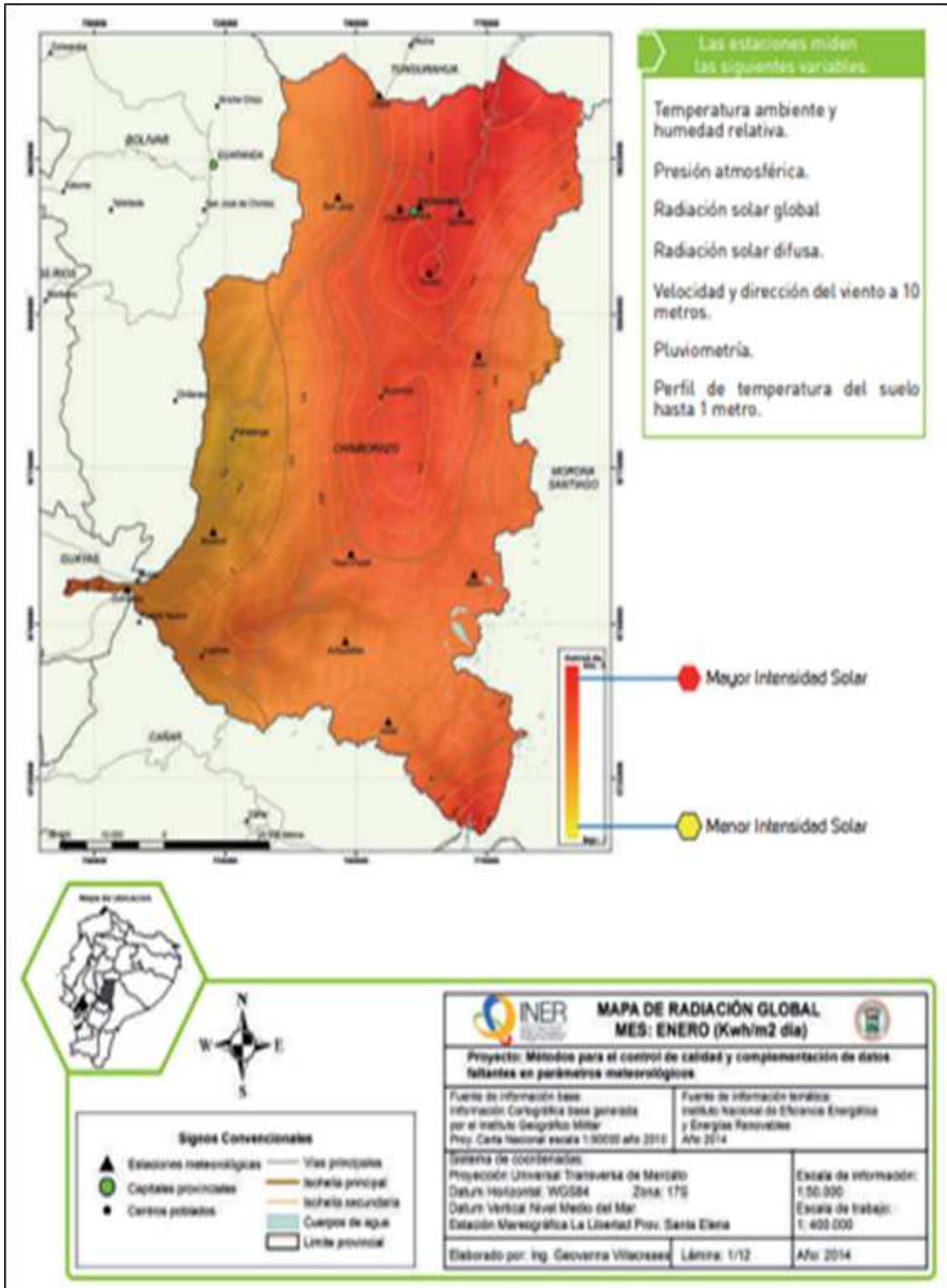


Figura 3.3: mapa de radiación solar del Ecuador

Fuente:(INER. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables 2014)

### **3.3 Características De Los Paneles Solares**

- ❖ La eficiencia porcentual en las células FV se define como la relación entre el valor de la energía eléctrica a la salida y el valor de la energía luminosa en la entrada.
- ❖ La potencia eléctrica de una célula FV en un instante, se cuantifica como el producto de los valores instantáneos del voltaje y de la corriente de salida.
- ❖ El voltaje de la célula FV es continuo y depende del material usado.
- ❖ La corriente de la célula FV depende del valor de la carga, la irradiación solar, la superficie de la celda y el valor de su resistencia interna. (De Kuyper ,2014)

### **3.4 Tipos De Paneles Solares**

1. Los Paneles solares fotovoltaicos
2. Los Paneles solares térmicos
3. Los Paneles solares híbridos (fotovoltaico + térmico)

#### **3.4.1 Paneles Solares Fotovoltaicos**

El encargado de transformar la energía procedente del sol en electricidad. Y sí, también este tipo de panel es el que se encuentra sujeto al llamado impuesto al sol y sobre el que gira toda la controversia sobre la legislación al respecto. Con cada vez unos precios más reducidos, los módulos fotovoltaicos se presentan como una gran alternativa limpia para generar la electricidad (o parte de ella) en nuestras casas, hospitales, comercios, escuelas, etc.

Por lo general, este tipo de paneles están compuestos por unas células fotovoltaicas de silicio (con símbolo Si, por si entre nuestros lectores hay algún químico) que, a través de un proceso llamado efecto fotoeléctrico, permiten transformar la energía lumínica en energía eléctrica.(Lorenzo 2017)

#### **3.4.2 Paneles Solares Térmicos**

El segundo tipo de placa solar con la que nos podemos encontrar, es el panel solar térmico (también llamado colector solar). Este panel permite la transformación de la energía procedente del sol en energía térmica, es decir, en calor. Independientemente de que se utilicen a nivel doméstico o a nivel industrial, los paneles térmicos



presentan múltiples usos, tales como la climatización de piscinas, la preparación del agua para uso sanitario (ACS = agua caliente sanitaria), creación de vapor, etc. (M. Castro y Colmenar 2000)

### **3.4.3 Paneles Solares Híbridos**

Por último, el tercer panel del que queremos hablar en este artículo es el resultado de cruzar los conceptos que definen los dos paneles anteriores; el panel solar híbrido no es más que una mezcla de un panel fotovoltaico junto a uno térmico. Con las 2 tecnologías aunadas en un sólo panel, este tipo de tecnología permite producir electricidad y calor simultáneamente. Si bien es cierto que todavía se trata de un tipo de panel solar desconocido para muchos.

La evolución que estos han tenido en los últimos años ha sido muy positiva dadas las ventajas que presentan frente a los paneles fotovoltaicos y térmicos por separado. La principal ventaja que estos paneles presentan es la reducción del espacio necesario para aprovechar la energía solar; como resulta obvio, el reunir dos paneles en sólo uno, hace que el espacio donde colocar los paneles sea la mitad. Por ello, este tipo de paneles se presenta como la alternativa perfecta para todos aquellos lugares donde, además de demandarse agua caliente sanitaria, el espacio en cubierta sea reducido como, por ejemplo, un hotel, una piscina climatizada o una residencia entre otros. (Scope et al, 2016)

### **3.5. Efecto Fotoeléctrico**

El efecto fotoeléctrico es aquel que se produce de forma sencilla en algunos materiales que producen energía eléctrica a través de la captación de la energía solar, en el momento de que estos materiales se ven iluminados por la radiación solar electromagnética, estas acciones se las denominan efecto fotoeléctrico sin la necesidad de un efecto mecánico o físico. (Franco, 2011)

## **Capítulo 4: Sistemas Fotovoltaicos**

### **4.1 Conexión Del Sistema Fotovoltaico A La Red**

Los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red son los que se están utilizando actualmente como complemento a la generación de red eléctrica convencional por medio de un inversor el cual realiza un intercambio de energía fotovoltaica a energía eléctrica a la red convencional, en algunos países. Es muy importante saber seleccionar y dimensionar los dispositivos para que la energía solar se convierta en eléctrica y pueda sustituir una gran parte de la carga inyectándola a la red eléctrica convencional. (Mora y Alexander 2012)

### **4.2 Tipos De Las Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas A La Red**

**Existen 2 tipos de instalaciones fotovoltaicas:**

- ❖ Las Centrales Eléctricas Fotovoltaicas
- ❖ Sistemas Fotovoltaicos En Edificio

#### **4.2.1 Las Centrales Eléctricas Fotovoltaicas**

Una central eléctrica fotovoltaica es aquella que aprovecha la energía que proviene del sol, las cuales están situadas en terrenos que cumplen con las normas y condiciones para producir energía sin la utilización de turbinas y generadores a continuación como es una central fotovoltaica en la figura 4.1... Todo la energía es captado por medio de paneles solares, esta energía es continua la que luego pasa un inversor para su respectiva transformación que se adapta las condiciones de intensidad y tensión de las líneas de transmisión de energía eléctrica. Estas centrales pueden tener paneles fijos y móviles la cuales depende mucho del estudio de producción de la central eléctrica fotovoltaica (Reinoso, Milone, y Buitrago, 2009)



Figura 4.1: central eléctrica fotovoltaica  
 Fuente:(«UNESA - Central fotovoltaica» s. f.)

#### 4.2.2 Sistemas Fotovoltaicas En Edificios

Los sistemas fotovoltaicos en edificios o viviendas conectados a la red convencional eléctrica tendrán una carga limitada para entregar, debido a los cambios ambientales. Estos sistemas son instalados en lugares altos en tejados y cubiertas para una mayor captación de la energía solar como se muestra en la figura 4.2, por lo tanto presentan dificultad al momento de realizar mantenimientos en dichos sistemas. Estos sistemas pueden ser pequeño a medianos tamaños los cuales pueden generar una potencia de 5KW a 200KW. (Hernandez et al. 2013)



Figura 4.2: sistemas fotovoltaicos en edificios  
Fuente(Greenpro 2004)

### 4.3 Inversores Fotovoltaicos

El inversor fotovoltaico tiene una función muy importante ya que son los que reciben la corriente continua para transformarla o convertirla en corriente alterna con compatibilidad con la red eléctrica como se observa en la figura 4.3, también dependen mucho de la configuración que se le dé a los paneles fotovoltaicos, las cuales servirá para el flujo de energía y vienen con un dispositivo electrónico el cual extrae la máxima potencia (SPMP), el cual se ajusta a la impedancia de la carga para el cual se pueda extraer la máxima potencia del sistema fotovoltaico, generalmente trabajan con 220V. (Horikoshi, 2009)

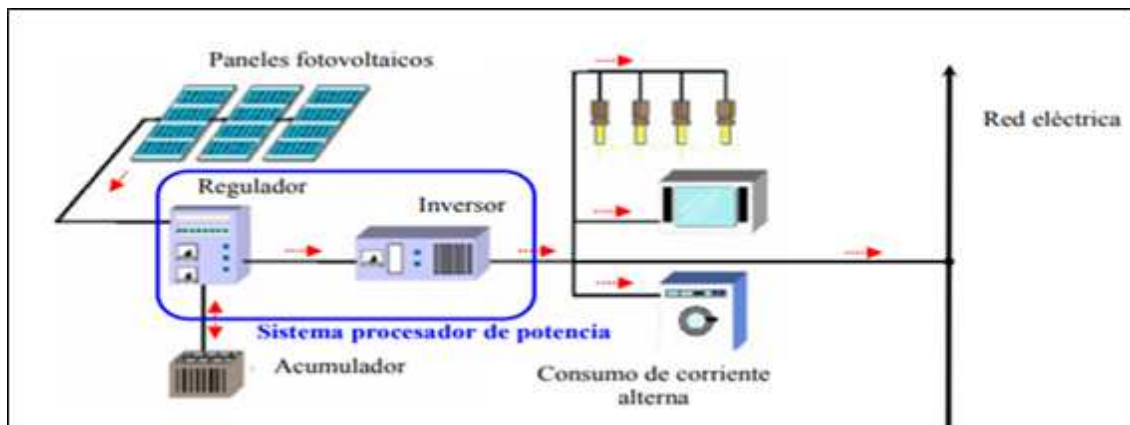


Figura 4.3: inversores fotovoltaicos  
Fuente: (Chavarria Roé, 2010)

### **4.3.1 Tipos De Inversores**

Existen 2 tipos de inversores fotovoltaicos:

- ❖ Inversores conmutados de red
- ❖ Inversores auto conmutados

#### **4.3.1.1 Inversores Conmutados A La Red**

Los inversores de conmutación de red, tienen un principio de tiristores y por lo generalmente son los más utilizados por las grandes plantas fotovoltaicas, son muy fáciles y sencillo de instalar y son de menos costo a diferencia de los inversores auto conmutados y pueden trabajar con altas potencias, y sirven para que determinen el estado de conducción en los dispositivos electrónicos. Estos inversores tienen una desventaja de que presentan un alto nivel de distorsión armónica y fallos de conmutación por presencia de fallas en la red dicho problemas que se pueden ser resueltos mediante sistemas de filtros. (El Inversor : Energía Solar Fotovoltaica, 2006)

#### **4.3.1.2 Inversores Auto Conmutados**

El inversor auto conmutado se caracteriza por el uso de puentes con materiales semiconductores los cuales se pueden conectar y desconectar es de altas seguridad, en el caso de presentarse un cortocircuito en la salida no les afecta y sirven para sistemas fotovoltaicos aislados. La señal de salida del inversor auto conmutado es una señal sinusoidal, pueden generar corrientes alternas por medio de una conmutación forzada la cual es la apertura y cierre forzados de los sistemas de control, la salida puede generar una onda escalonada (onda cuadrada) o de una modulación de anchura de pulsos (PWN), mediante los cuales se consiguen salidas senoidales con menos contenido de armónico.

También generan una tensión y una corriente completamente en fase con la tensión de la red y se la puede compensar con potencia reactiva, la cual se puede adelantar o retrasar la corriente con respecto con la tensión de la red que se requiera. («El Inversor : Energía Solar Fotovoltaica», 2006)

#### 4.4 Ubicación Del Sistema Fotovoltaico

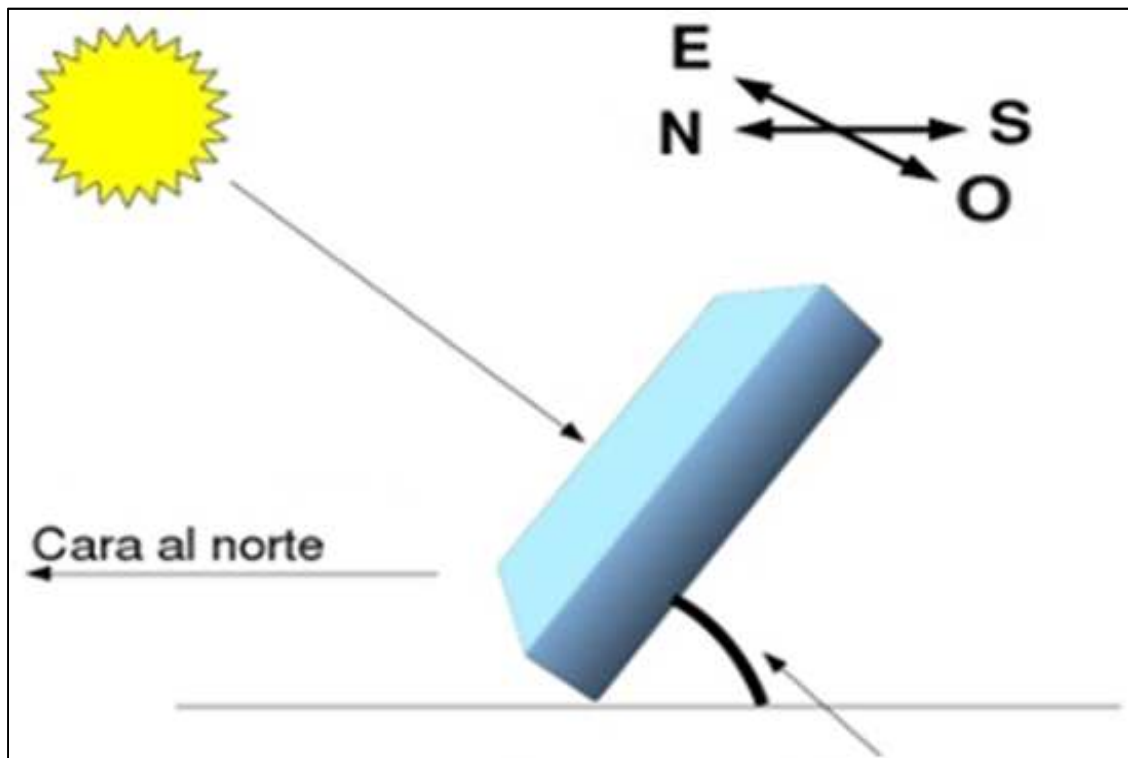


*Figura 4.4: ubicación del sistema fotovoltaico  
Fuente: (Google Eart, 2018)*

#### 4.5 Orientación De Los Paneles Fotovoltaicos

La orientación de los paneles fotovoltaicos es que aquella que analiza el comportamiento referencial que tendrá la carga del sistema, es decir que durante el día es donde más la empresa demanda carga, por lo que se debe orientar los paneles fotovoltaicos hacia el este, como se observa en la figura 4.5, de la misma que se obtendrá un mejor aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, es importante que el panel

fotovoltaico recibe la mayor parte posible de la radiación solar. La orientación la podemos encontrar por medio del ángulo llamado azimut, cuyo ángulo permitirá una proyección del sol sobre el plano horizontal de la normal de la superficie del módulo, y de la misma forma el meridiano de dicho lugar. (Sardinero 2010)



*Figura 4.5: orientación de los paneles fotovoltaicos  
Fuente: (Eliseo Sebastián, 2018)*

#### **4.5.1 Distancia Mínima Entre Paneles Fotovoltaicos**

Para la obtención de la distancia mínima entre las filas de los paneles solares, es importante que no se produzcan sombras entre los módulos de uno sobre otro como se observa en la figura 4.6... El ángulo de inclinación de cada módulo de panel fotovoltaico es un factor muy necesario para obtener esta distancia, porque entre más inclinado se encuentre los módulos de paneles fotovoltaicos, más alejado deberán estar para evitar que se produzcan pérdidas por las sombras que se genera de los módulos uno sobre otro. (Bastida-Molina et al, 2017)

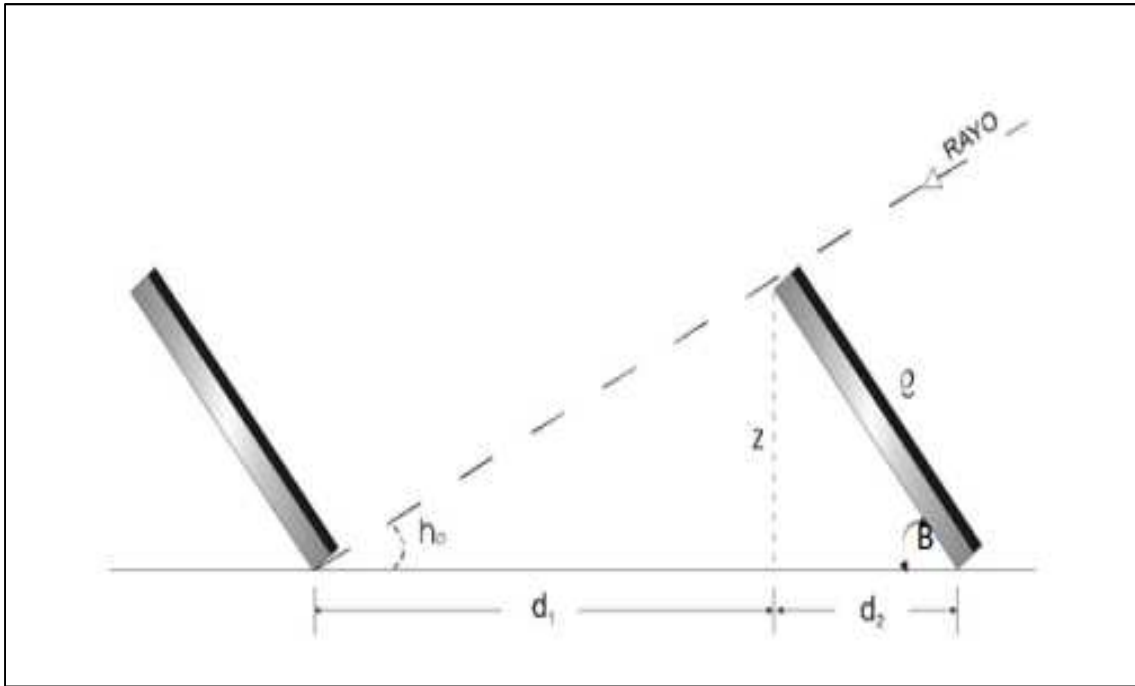


Figura 4.6: distancia mínima entre paneles  
fuente: (Sánchez Cifuentes 2016)

#### 4.5.2 Inclinación De Los Paneles Fotovoltaicos

La inclinación de los paneles solares fotovoltaicos es de gran importancia al momento de diseñar las instalaciones fotovoltaicas porque la inclinación del panel debe captar y optimizar la mayor cantidad de la radiación solar para el rendimiento del sistema de generación esta inclinación se obtiene mediante el ángulo  $\beta$ , cuyo ángulo en forma horizontal es de  $0^\circ$ , y de forma vertical es de  $90^\circ$  como se puede observar en la figura 4.7.

Para tener un mejor cálculo de inclinación óptima de los paneles solares se tomara los datos del mes peor o más bajo, donde hubo la menor captación solar de los paneles solares se tiene que especificar si es verano, invierno o durante todo el año. (Sardinero 2010)



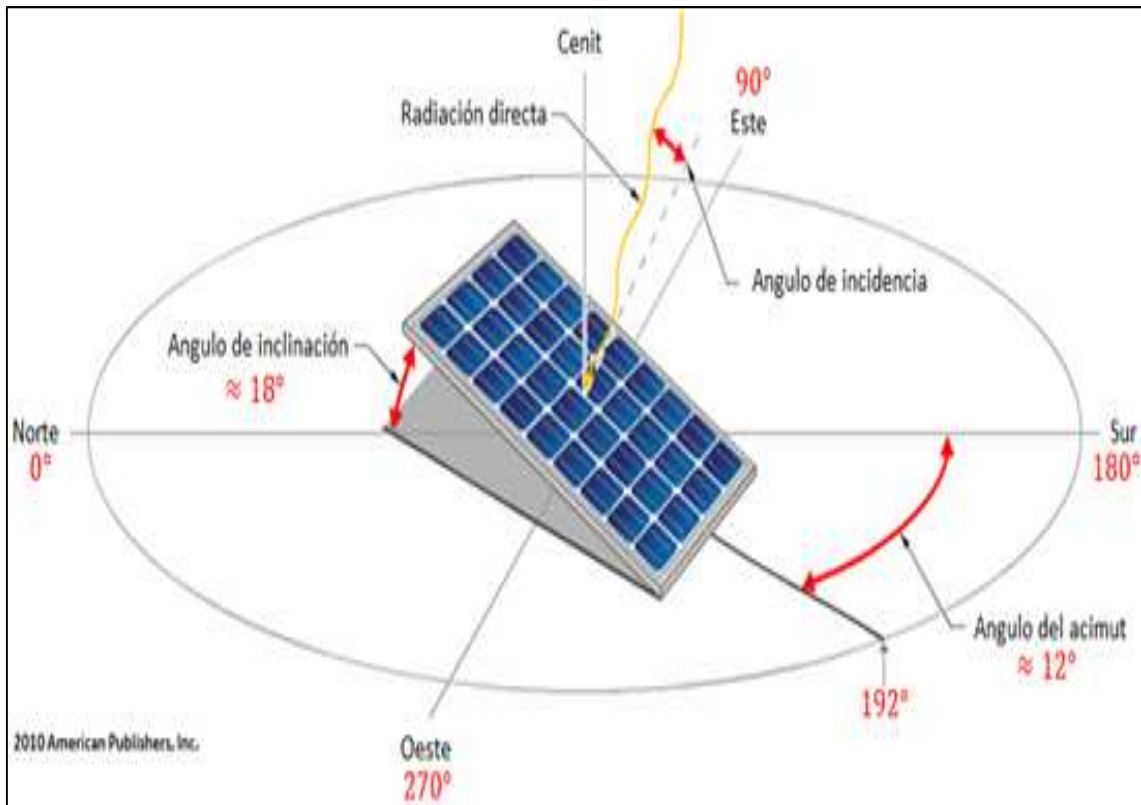


Figura 4.7: inclinación de los paneles solares  
Fuente (<https://plus.google.com/+Sfesolarcom>, 2018)

# APORTACIONES

## Capítulo 5: Calculo Y Diseño

### 5.1 Información Para La Empresa

La empresa **PROYIMAR S.A.** se encuentra establecida en unos de los galpones de “Dinated”, dicho galpón tiene una dimensión de 500 m<sup>2</sup> los cuales están divididos por la oficina, el comedor, cuarto de calderos, área de almacenamiento de productos varios, área de procesos, pre-cámara de frio, y cámara de frio principal o túnel.

### 5.2 Ubicación De La Empresa

La empresa **PROYIMAR S.A.** está ubicada en el norte de la ciudad de Guayaquil en el kilómetro 11 ½ vía Daule lotización Inmaconsa como se observa en la figura 5.1. Mediante la utilización de GOOGLE EARTH pudimos obtener los siguientes datos:

Latitud: 2°06'13"S

Longitud: 79°56'48"W.

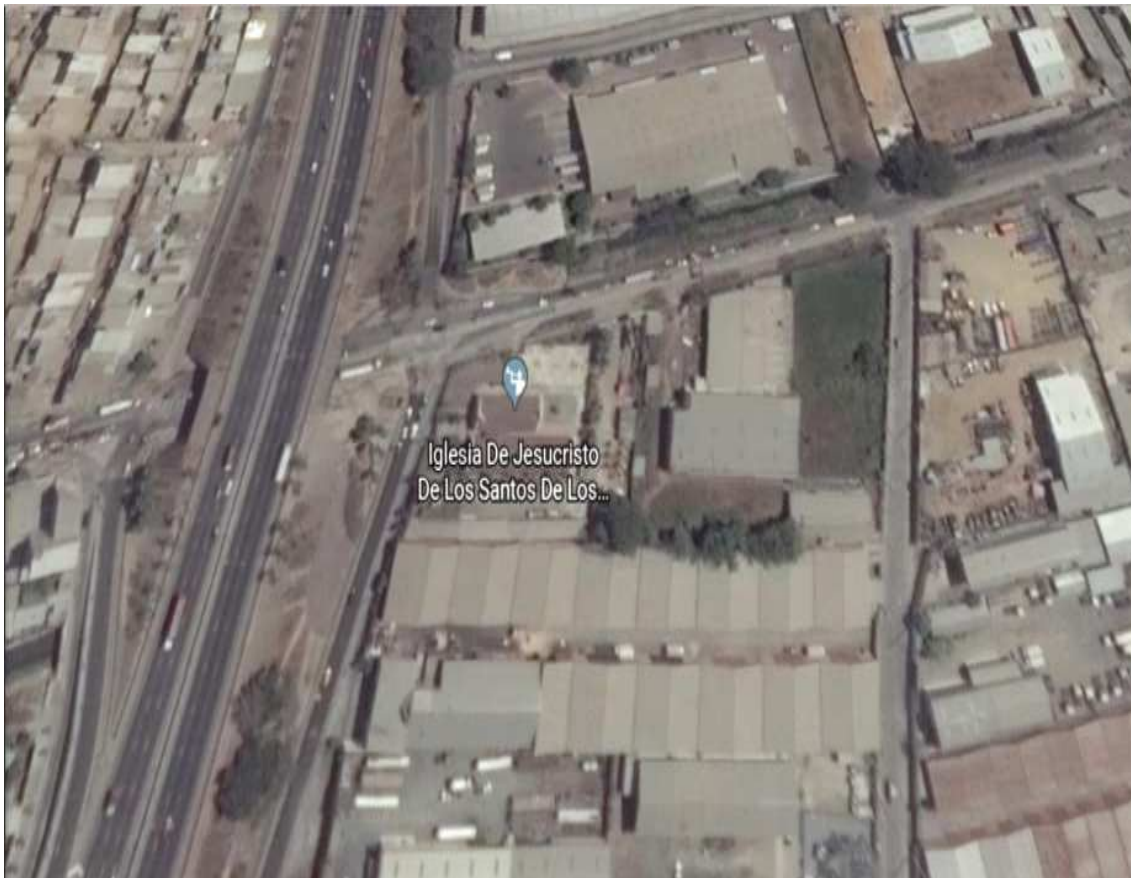


Figura 5.1: ubicación de la empresa **PROYIMAR S.A.** donde se realizara estudio

### 5.3 Radiación Solar En Guayaquil

La ciudad de Guayaquil es una de las ciudades más grande del Ecuador con una población con más de 2,6 millones de habitantes con un nivel sobre de 6 metros a nivel del mar. Guayaquil percibe grandes cantidades de radiación solar durante casi todo el año. A continuación como se muestra en la siguiente figura 5.2. Un mapa indicador de insolación en un determinado mes.

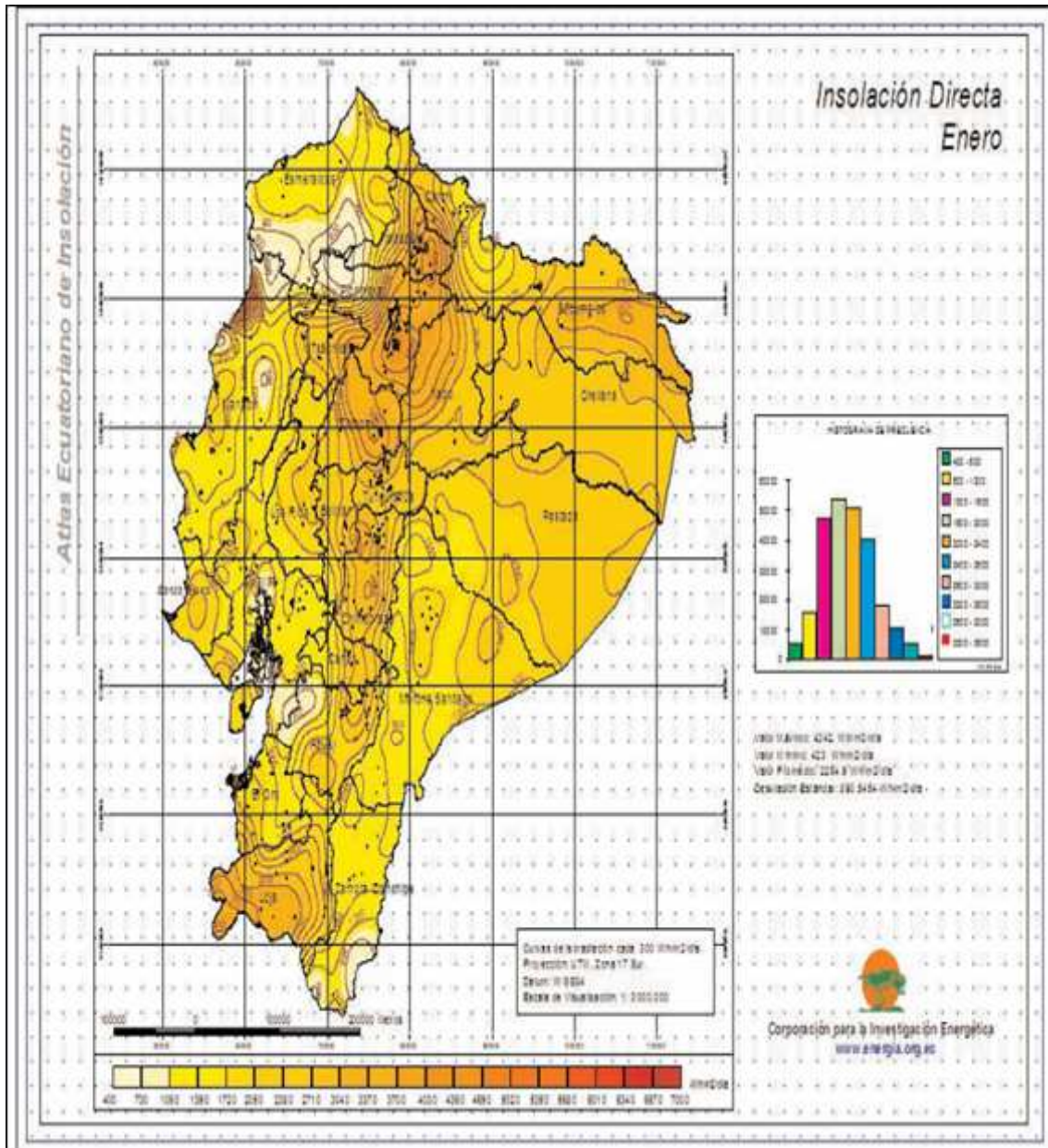


Figura 5.2: Mapa De Generación Eléctrica En El Ecuador  
 Fuente:(«conelec – Ministerio de Electricidad y Energía Renovable» 2010)

Meses	Horas De Sol	Irradiación Diarias/H
Enero	137	4,1
Febrero	141	5,03
Marzo	165	5,3
Abril	152	5,06
Mayo	148	4,7
Junio	129	4,3
Julio	121	3,9
Agosto	138	4,4
Septiembre	155	5,1
Octubre	156	5,03
Noviembre	139	4,6
Diciembre	141	4,5
Total año	<b>1724</b>	<b>4,8</b>

*Tabla 5.1: Irradiación anual  
Elaborado por: Autor*

#### **5.4 Especificaciones De Sitios A Reemplazar Con La Energia Fotovoltaica**

La finalidad del sistema fotovoltaico tiene como objetivo reemplazar la energía consumida por equipos e iluminación en unos sitios específicos de la empresa **PROYIMAR S.A.** Dichos sitios son como, la oficina principal, el comedor, el área de procesos y los baños estos sitios fueron definidos por el dueño de la empresa.

#### **5.5 Estudio De Las Cargas Eléctricas De La Empresa**

Para la realización del cálculo de los paneles solares fotovoltaicos es necesario tener en cuenta la ubicación georreferenciada de la empresa donde está distribuida la demanda de energía de los paneles solares, así mismo el consumo de energía que tendrá cada área de la empresa **PROYIMAR S.A.**

Las cargas que tomaremos en cuenta para este estudio estarán detalladas con su consumo diario y el tiempo de utilización por día. Se utilizara un inversor hibrido para que se pueda utilizar tanto como la energia eléctrica convencional (red eléctrica de una distribuidora) y la energia solar fotovoltaica, de forma tal que este último tipo de energia sea de uso exclusivo de la empresa **PROYIMAR S.A.**

A continuación se detallara los sitios específicos de operación de los sistemas fotovoltaicos con el consumo que tiene cada uno, como se podrá observar en las tablas 5.2., 5.3 y 5.4.

Calculo De Demanda De Energia De La Oficina							
Cargas x usuario	Unidades	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Utilización (días/semana) a)	Tiempo estimado de uso diario (h) b)	Energia al dia (Wh/dia)	Energia diaria promediada en la semana (Wh/dia)
Iluminarias	12	18	216	6	8	1728	1728
Foco Ahorrador	5	11	55	6	8	440	440
Computadores de escritorio	3	140	420	6	8	3360	3360
Computador Portátil	2	90	180	6	6	1080	1080
Impresora multifunción	1	40	40	6	6	240	240
Infocus	1	400	400	6	1	400	400
<b>Total</b>			<b>1.095</b>			<b>5.520</b>	<b>5.520,00</b>

Tabla 5.2: demanda de energia de la oficina  
Elaborado por: Autor

Calculo De Demanda De Energia De La Sala De Proceso y Baños							
Cargas x usuario	Unidades	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Utilización (días/semana)	Tiempo estimado de uso diario (h)	Energía al día (Wh/día)	Energía diaria promediada en la semana (Wh/día)
Foco Ahorrador	8	11	88	7	8	704	704,00
Computador Portátil	1	90	90	2	8	720	205,71
Equipo de sonido	1	400	400	2	4	1600	457,14
iluminarias	18	18	324	6	8	2592	2221,71
Refrigeradora/equipo	1	450	450	7	24	10800	10800,00
<b>Total</b>			<b>1.352</b>			<b>16.416</b>	<b>14.388,57</b>

Tabla 5.3: demanda de energia de sala de proceso y comedor  
Elaborado por: Autor

Calculo De Demanda Del Comedor							
Cargas x usuario	Unidades	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Utilización (días/semana)	Tiempo estimado de uso diario (h)	Energía al día (Wh/día)	Energía diaria promediada en la semana (Wh/día)
Foco Ahorrador	6	11	66	7	8	528	616,00
Televisor 50"	2	60	120	6	2	240	240,00
iluminarias	21	18	540	6	8	4320	4320,00
Licuadaora	1	300	300	6	2	600	600,00
Refrigeradora	1	450	450	7	24	10800	12600,00
TV satelital	1	20	20	6	2	40	40,00
DVD	1	20	20	6	2	40	40,00
Cargador de celular	6	1,30	7,80	6	5	39,00	39,00
<b>Total</b>			<b>1.523,80</b>			<b>16.607,00</b>	<b>18.495,00</b>

Tabla 5.4: demanda de la energia del comedor  
Elaborador por: Autor

**E: Energia Real Consumida**

**E: 38.543,00 W/h**

### 5.6 Cálculos De Los Paneles Solares Fotovoltaicos

Para saber el cálculo de cuantos paneles solares fotovoltaicos va tener el estudio realizado en la empresa **PROYIMAR S.A.**, se deberá calcular primero la potencia que tendrá el panel fotovoltaico [*Pfv*]. Para eso también tendremos que incluir las horas picos [*Hsp*] por lo cual se utilizara la irradiación del mes más bajo como lo indica la tabla 5.1.

**E: 38.543 W/h**

**Hsp: 3,9**

$$Pfv = \frac{E}{Hsp}$$

$$Pfv = \frac{38.543W/h}{3,9}$$

**Pfv = 9.882,82 W**

Luego se realizara el cálculo de número de paneles solares fotovoltaicos para ello utilizaremos la siguiente formula:

$$N^{\circ}P = \frac{E}{P \text{ panel } x Hsp}$$

$$N^{\circ}P = \frac{38.543W}{300 w x 3.9}$$

**N°P = 32.9**

**N°P = 33 paneles solares fotovoltaicos**

**Donde:**

<i>N°P</i>	→	Número De Paneles Solares
------------	---	---------------------------

<i>P panel</i>	→	Potencia Máxima De Cada Panel
----------------	---	-------------------------------

Hsp	→ horas pico del panel solar
E	→ Energia Real Consumida

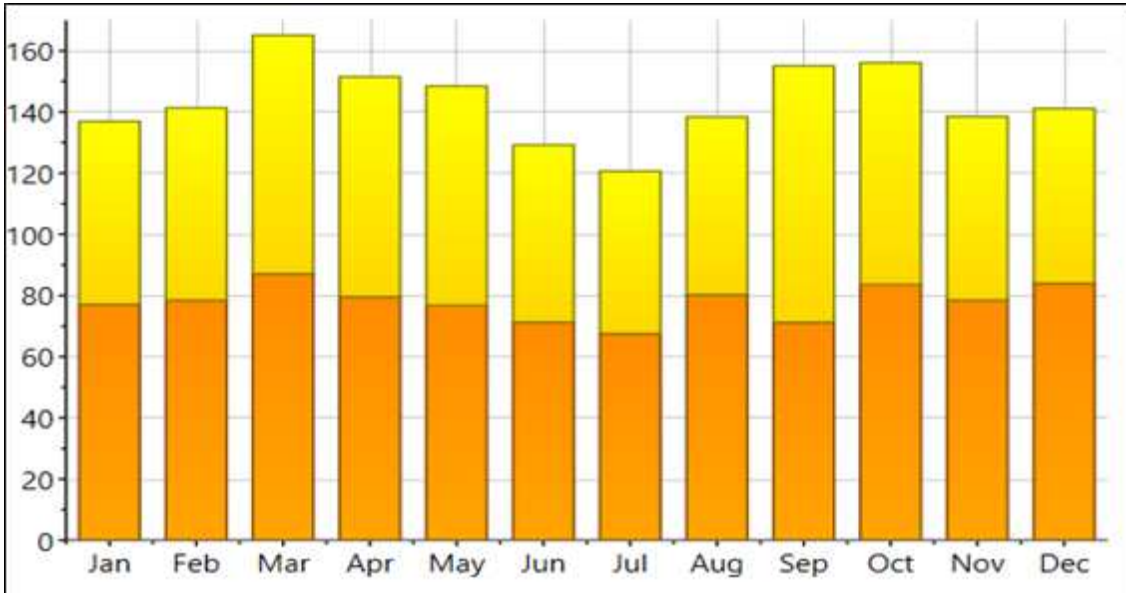


Figura 5.3: nivel de radiacion de todo el año  
Elaborado por: autor

### 5.7 Calculo Del Inversor Para El Sistema Fotovoltaico

El inversor es el encargado de realizar el suministro de energia alterna por lo cual se deberá emplear un margen mínimo del 20% de seguridad. Este equipo es de mucha importancia para instalación del módulo fotovoltaico, ya que depende directamente de la carga máxima consumida por los sitios de interés especificados anteriormente.

$$P_{inver} = 0.65 * P_{fv}$$

$$P_{inver} = 0.65 * 9,888.82$$

$$P_{inver} = 6.427,73 \text{ Watts}$$

Donde:

$P_{inver}$	→ Potencia del inversor
$P_{fv}$	→ Potencia del sistema fotovoltaico

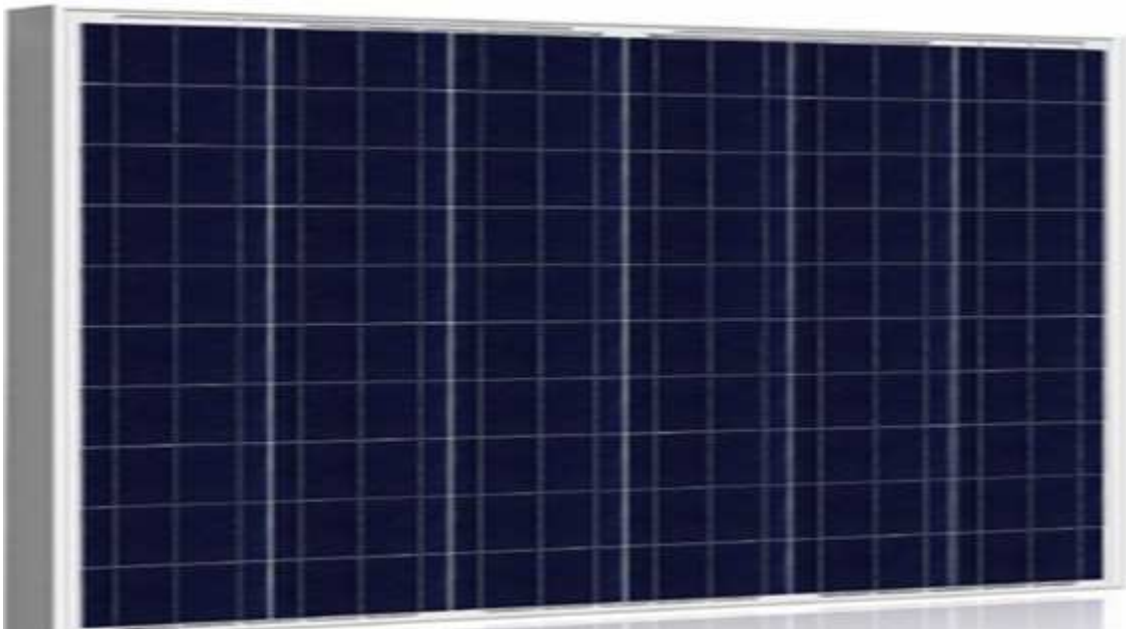




*Figura 5.4: Inversor hibrido 15000 watts  
fuente:(«inversor hibrido 15000watts -Renova Energia» 2018)*

### **5.8 Distribución De Los Paneles Solares Fotovoltaicos**

Para la realización de la distribución de los paneles solares dependerá de la capacidad máxima que le demos al convertidor de energía de DC a AC, con esto se determinara cuantos paneles solares serán instalado en serie y cuantos paneles solares serán instalado en paralelo.



*Figura 5.5: paneles solares policristalino  
Elaborado por: autor*

Se utilizara una formula en la cual estará incluido la temperatura con el cual operaran equipos del sistema del módulo fotovoltaico.

Donde:

Vac(tempMin)	temperatura mínima del voltaje del circuito abierto
Vac(25°C)	Voltaje del circuito a 25°
CoefVac	Coeficiente de voltaje de circuito abierto

$$V_{ac} = 25,8 \text{ V}$$

$$P_{serie} = \frac{V_{maxinver}}{V_{ac(tempMin)}}$$

$$P_{serie} = \frac{600V}{27.6}$$

$$P_{serie} = 21.7$$

$$P_{serie} = 22$$

Donde:

Pserie	→ Paneles En Serie
Vmaxinver	→ Voltaje Máximo Del Inversor

Luego calcularemos los paneles que serán instalados en forma paralela:

Icc(TempMax)	Corriente de corto-circuito a temperatura máxima
Icc(25°C)	Corriente corto-circuito 25°
CoefIcc	Coeficiente de corto-circuito

$$I_{cc} (60^\circ) = 5.96 \text{ A}$$

$$P_{par} = \frac{I_{imputinver}}{I_{cc}(60^\circ)}$$

$$P_{par} = \frac{70}{5.96 \text{ A}}$$

$$P_{par} = 11.7$$

$$P_{par} = 12$$

Donde:

$P_{par}$	→	Paneles En Paralelo
$I_{inver}$	→	Corriente De Entrada Del Inversor

### 5.9 Cálculo De La Batería Acumuladora Del Sistema Fotovoltaico

Para la realización del el cálculo del acumulador de carga que se utilizara en el estudio del sistema fotovoltaico es necesario almacenar la suficiente energia necesaria que se va a transferir a través del sistema fotovoltaico, también se deberá especificar de cuánto tiempo será su auto descarga para eso vamos a emplear la siguiente fórmula:

$$Bt = \frac{Pfv \times N^{\circ}}{VBt \times TDes}$$

Donde:

$Bt$	→	Batería Acumuladora
$E$	→	Energia Real Consumida Por El Sistema
$N^{\circ}$	→	Números De Los Días Sin Sol
$VBt$	→	Voltaje De La Batería A Utilizar En El Sistema

$$Bt = \frac{38543 \times 1^{\circ}}{170 \times 0.83}$$

$$Bt = \frac{38543 \text{ kwh}}{141.1 \text{ V}}$$

$$Bt = 273.16 \text{ Ah}$$

### 5.10 Cálculo Del Regulador De Carga

Para realizar el cálculo el regulador de carga deberemos utilizar la capacidad de corto circuito que tendrá del módulo fotovoltaico y también deberemos realizar el cálculo del número máximo que tendrá de baterías en paralelo que tendrá el modulo del sistema fotovoltaico, para realizar estos cálculos emplearemos las siguientes formulas:

Donde:

$P_{par}$	→	Paneles En Paralelo
$I_{cc}$	→	Corriente del corto circuito.
$I_{max}$	→	Corriente del cargador de carga

Luego se realizara el cálculo del regulador del sistema:

$$I_{max} = I_{cc} \times N^{\circ}$$

$$I_{max} = 5.96 \times 33$$

$$I_{max} = 196.6 \text{ A.}$$

El regulador a utilizarse para este estudio de sistema fotovoltaico será de 200 A.

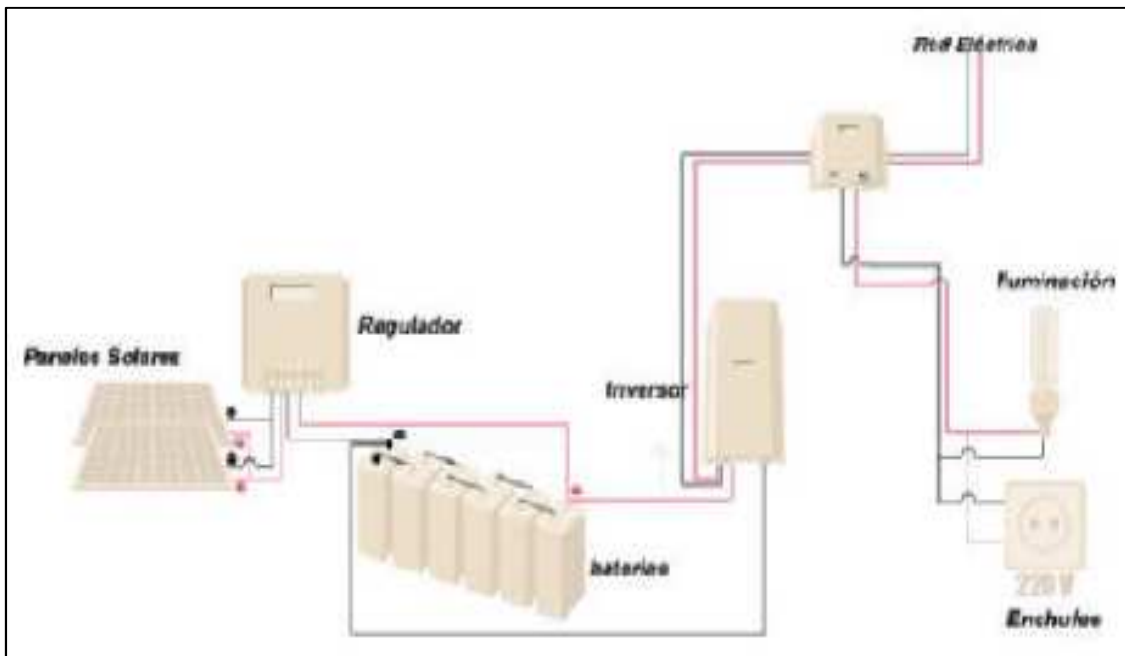


Figura 5.6: regulador de carga del sistema fotovoltaico  
Elaborado por: Autor

## 5.11 Análisis Técnico Económico

### 5.11.1 Generalidades

El costo equipos para realizar la implementación de los sistemas de generación de energía fotovoltaicos, tiene un elevado costo de inversión, ya que los equipos y componentes que lo conforman tienen un valor económico elevado debido a la tecnología que usan estos equipos y componentes y esto va depender de la escala de la demanda de energía consumida por la empresa **PROYIMAR S.A.**

### 5.11.2 Análisis Económicos

El análisis económico conforman directamente los equipos y componentes que conforman el sistema de generación de la energía fotovoltaica. Se realizó una cotización real en cual se detalla el valor de los equipos principales del sistema fotovoltaico.

FACTURA PROFORMA					
RNV - OF - UIO - 8449 - 13/07/18					
<b>Proforma:</b>					
<b>Fecha:</b> viernes, 13 de JULIO de 18					
<b>RENOVAENERGIA S.A.</b>			CLIENTE: JEAN CARLOS YERGARA VELAZCO		
<b>RUC: 1732187567001</b>			RUC:		
Paraje Sánchez Molo OEI-3T y Avenida Galo Plaza Lasso Quito - Ecuador			DIRECCIÓN: Quito Ecuador		
Teléfonos: (593 2) 2403643, (593 2) 2417863 Ext. 101 y 102			TELÉFONO: CELULAR:		
Celulares: 0987000710, 0387533688			E-MAIL:		
e-mail: info@reanova-energias.com			WEB:		
<a href="http://www.reanova-energias.com">www.reanova-energias.com</a>					
<b>OFERTA ECONÓMICA</b>					
Equipos	Código y Modelo	Q	Precio Unitario	Precio Unitario incluido IVA	TOTAL
Paneles	MD075 HANVHA HSL60P6-PA-0240T-Color Black Frame, 24Vdc nominal, 240Wp, 24V, 240 W	34	226,38 \$	260,35 \$	8.851,90 \$
Reguladores Prof.	RP008 MP2 80 Interruptor de Alimentación Modular, 12/24/48V, 200A	1	783,23 \$	824,52 \$	824,52 \$
	RP006 MCU Unidad Central Modular, 12/24/48V, 0	1	223,02 \$	254,24 \$	223,02 \$
Baterías	BT057 Ritar Power DC2-3000D 2VDC 3000Ah, 3000Ah@10horas (AGM), 2V, 3000Ah	17	626,25 \$	723,33 \$	12.306,81 \$
Inversor	IN041 Victron Energy Duostring híbrido 48/3000/105-50/50 120V GUA483021100. 48V. 3000 VA	1	3.955,25 \$	4.508,93 \$	7.910,50 \$
<b>TREINTA Y TRES MIL CIENTO DIECISÉIS CON 15/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA</b>				Subtotal: \$ 30.116,75	
INCLUYE IMPUESTO AL VALOR AGREGADO IVA.				Subtotal IVA 12% \$ 3.614,01	
				Subtotal IVA 0%: 0,00 \$	
				total a pagar: \$ 33.730,76	

Elaborado por: autor

### 5.11.3 Costo Del Consumo Real De La Energia Solar Fotovoltaica Y El Ahorro Anual

Primeramente se debe conocer el ahorro energético del todo sistema fotovoltaico el cual se lo determinara por medio del costo real generado.

Eficiencia del sistema fotovoltaico: 0,95

Energia total generada = 38.543 Wh/día

$$38.543 \frac{\text{Wh}}{\text{día}} \times \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ kW/h}}{1000 \text{ Wh}}$$

$$14.068,95 \frac{\text{kW/h}}{\text{año}}$$

Como se puede ver el resultado que tendremos en un año de generación de la energía se obtuvo que es de 14.068,95 kW/h, una vez obtenido este resultado se puede calcular el ahorro económico que va tener la empresa **PROYIMAR S.A.**

$$\text{Ahorro} = 14.068,95 \frac{\text{kW/h}}{\text{año}} \times \frac{0.0933 \text{ dolares}}{\text{kW/h}}$$

$$\text{Ahorro} = 1.312,63 \text{ dólares/año}$$

Un sistemas de paneles solares fotovoltaicos tiene estimado un tiempo de duración de 25 años, esto va depender mucho del uso o maniobras que se le den a los equipos y componente que conforman el sistema de paneles solares fotovoltaicos, el lapso de este tiempo se obtendrá un ahorro energético el cual será calculado mediante la siguiente formula:

$$14.068,95 \frac{\text{kW/h}}{\text{año}} \times 25 \text{ años} = 351.723,75 \text{ kWh}$$

El ahorro económico que obtendrá la empresa en el lapso de los 25 años de vida útil de sistema de paneles solares fotovoltaico será el siguiente:

$$1312,63 \frac{\text{dolares}}{\text{año}} \times 25 \text{ año} = 32.815,75 \text{ dolares}$$

Desde hace muchos años atrás el **ARCONEL** y estado ecuatoriano ha venido asumiendo el costo de kWh generado por un valor de \$0,40 por la tanto el valor del kWh de esta inversión es:

$$14.068,90 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times 0,40 \frac{\text{dolares}}{\text{año}} = 5.627,58 \frac{\text{dolares}}{\text{año}}$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{32.815,75 \text{ dolares}}{5.627,58 \frac{\text{dolares}}{\text{año}}}$$

**Tiempo de recuperación: 5.83 años**

Para este caso se puede decir que el sistema solar de paneles fotovoltaico que se va a implementar da como resultado que si es factible y rentable ya que el tiempo de recuperación de la inversión es menor que el tiempo de vida útil del sistema fotovoltaico.

## Capítulo 6: Conclusiones Recomendaciones

### Conclusiones

- ❖ La finalidad de este estudio es cumplir con las exigencias del consumo de energía mediante la utilización de un recurso natural como lo es la energía solar fotovoltaica como una generación fiable hacia la distribución de la demanda de la energía que se la requiere.
- ❖ Los paneles solares que conforman un sistema solar fotovoltaico no necesitan de un mantenimiento tan forzado ni tampoco muy laborioso, siendo así de tal forma que los mantenimientos que se realizaran en los sistemas fotovoltaicos serán de costos muy reducidos y accesibles, a diferencia de los mantenimientos que se realizan en otros tipos de generación de energía.
- ❖ Los sistemas solares fotovoltaicos tiene una gran ventaja, la cual es que su generación de energía es inagotable.
- ❖ Para obtener un mejor rendimiento y garantizar la fluidez de energía de los sistema solares fotovoltaico es necesario tener muchas precauciones a la hora de la instalación de la misma y tener muy en cuenta la programación y distribución que se le dará a modulo solar fotovoltaico.
- ❖ Los sistemas fotovoltaicos tienen una garantía de 20 años de tiempo de vida útil siempre y cuando el uso de los equipos sean usados de la forma correcta, como lo especifica la compañía que proporcionan los equipos para la instalación de un sistema solar fotovoltaico.
- ❖ Realizar estudios sobre los sistemas solares fotovoltaicos tendría un beneficio muy importante para el planeta por las pocas emisiones de CO<sub>2</sub> hacia el ambiente diferencia de otros tipos de energías.

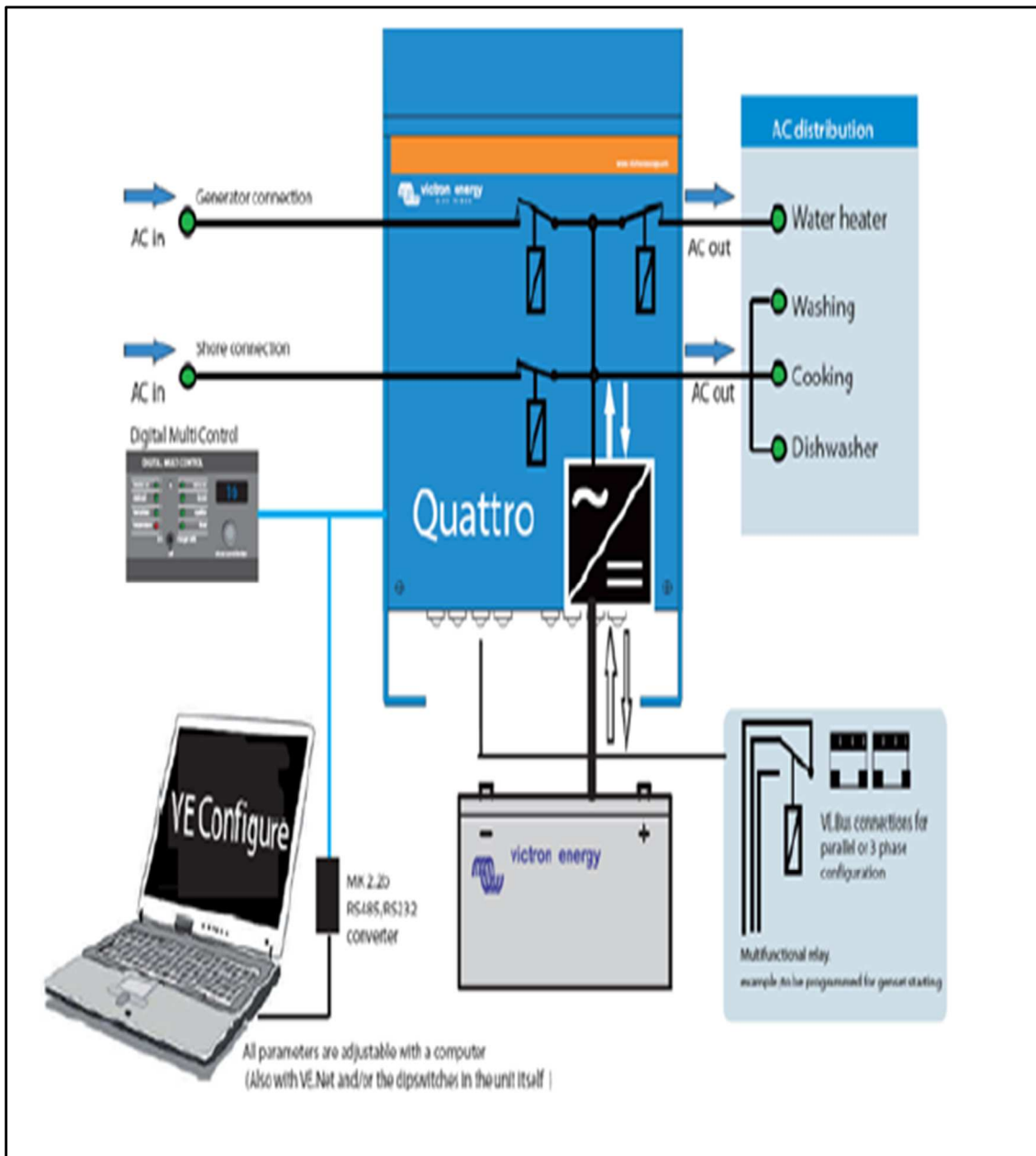


## **Recomendaciones**

- ❖ El gobierno ecuatoriano debería innovar impulsar estos tipos de generaciones de energía limpia y que se desarrollen más investigaciones sobre este tipo, que también serian de mucha importancia del medio ambiente del planeta.
- ❖ Es muy importante seleccionar los sitios específicos donde se realizara las instalaciones de los módulos fotovoltaicos para de esta forma obtener la energía real consumida la cual servirá para calcular el número de paneles solares que se utilizara en la instalación de los fotovoltaicos.
- ❖ Es necesario la ubicación donde se van a instalar los paneles solares de esta se lograra una mejor captación solar posible.
- ❖ No conectar equipos a los sistemas fotovoltaicos que no hayan sido mencionados en las especificaciones del sistema solar fotovoltaicos.
- ❖ Para lograr que la inversión de todos los equipos que conforman el sistema solar fotovoltaico es muy recomendable comprarlos fuera del país ya que los equipos son de altos costo.

# ANEXOS

## Anexo 1: Dimensionamiento Del Sistema Fotovoltaico



## Anexo 2: Característica Mecánicas Del Panel Policristalino

### Maximum Ratings

Maximum System Voltage	600&1000V (Completion of UL Certification pending)
Series Fuse Rating	15 A
Maximum Reverse Current	Series fuse rating multiplied by 1.35

### Mechanical Characteristics

Dimensions	1652 mm x 1000 mm x 45 mm
Weight	21 kg
Frame	Aluminum alloy, available in silver or black finish
Front	Tempered glass
Encapsulant	EVA
Back Cover	White back sheet
Cell Technology	Polycrystalline (Taiwan)
Cell Size	156 mm x 156 mm
Number of Cells (Pieces)	60 (6 x 10)
Junction Box	Protection class IP67 with bypass-diode
Output Cables	Solar cable: 4 mm <sup>2</sup> ; length 900 mm
Connector	Amphenol H4


### System Design

Operating Temperature	- 40 °C to 85 °C
Hail Safety Impact Velocity	25 mm at 23 m/s
Fire Safety Classification (IEC 61730)	Class C
Static Load Wind/Snow	2400 Pa/5400 Pa

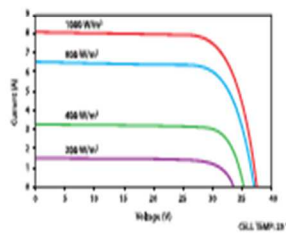
### Packaging and Storage

Storage Temperature	- 40 °C to 85 °C
Packaging Configuration	22 pieces per pallet
Loading Capacity (40 ft. HQ Container)	572 pieces

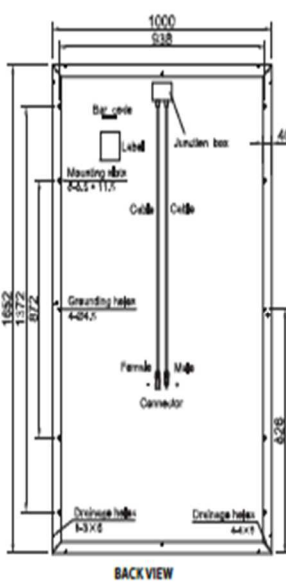
and AM 1.5 spectrum) is less than 5 %.

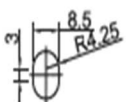


#### Various Irradiance Levels




#### Basic Design

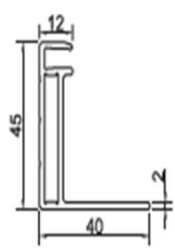





Mounting slots



Drainage holes

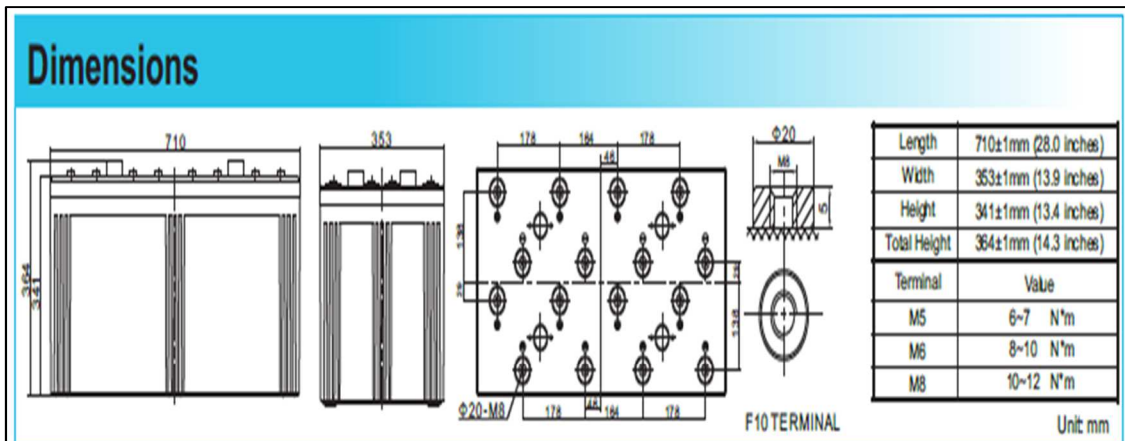


Frame section



Grounding holes

### Anexo 3: Dimensiones De La Batería



### Constant Current Discharge Characteristics :A(25°C)

F.V/Time	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR
1.60V	4238	2813	1835	1121	835.4	660.8	556.9	380.1	322.0
1.65V	4238	2754	1800	1102	822.7	651.7	550.0	375.8	318.8
1.70V	4066	2675	1754	1077	805.7	639.6	540.8	370.2	314.4
1.75V	3836	2569	1691	1042	782.4	622.9	528.1	362.4	308.5
1.80V	3525	2424	1605	994.1	750.0	599.7	510.4	351.4	300.1
1.85V	3097	2217	1482	925.6	703.5	566.3	484.8	335.6	287.9

### Constant Power Discharge Characteristics : WPC(25°C)

F.V/Time	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR
1.60V	7409	5108	3430	2124	1596	1269	1073	742.3	632.9
1.65V	7565	5076	3401	2103	1581	1258	1066	736.3	627.9
1.70V	7322	4960	3326	2062	1552	1237	1050	726.1	619.8
1.75V	7007	4812	3223	2005	1514	1209	1029	712.2	608.8
1.80V	6531	4585	3073	1922	1457	1169	997.9	692.3	593.0
1.85V	5819	4237	2858	1799	1373	1108	951.0	662.5	569.7

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Andaluza de la Energía. (2016). *Consejería de Economía, Innovación y Ciencia*. Obtenido de Energía Eólica:  
<https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/energias-renovables/ciudadania/energia-eolica>
- Álvarez, C. (Diciembre de 2006). *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*. Obtenido de Energía Eólica:  
[http://dl.idae.es/Publicaciones/10374\\_Energia\\_eolica\\_A2006.pdf](http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Energia_eolica_A2006.pdf)
- APERCA. (2009). *Asociación de Profesionales de las Energías Renovables*. Obtenido de Energía solar térmica de concentración:  
[http://www.aperca.org/temp/pdf/concentracion\\_2009.pdf](http://www.aperca.org/temp/pdf/concentracion_2009.pdf)
- Bohorquez Colombo, A. (2 de Junio de 2017). *Centro de Innovación Térmica*. Obtenido de La energía solar térmica:  
[https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4252/Solar\\_Thermal\\_Energ\\_y\\_SPA\\_final.pdf?sequence=2](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4252/Solar_Thermal_Energ_y_SPA_final.pdf?sequence=2)
- Bruni, S. (7 de Junio de 2017). *BID - Centro de Innovación energético*. Obtenido de La Energía Geotérmica:  
<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6601/EI%20calor%20de%20la%20Tierra%3A%20fuente%20inagotable%20de%20energ%C3%ADa%20sostenible.pdf?sequence=4>
- Cabrera Carrera, I. D., & Figueroa Sinchi, E. d. (2012). *Universidad de Cuenca*. Obtenido de SITUACIÓN ENERGÉTICA EN EL ECUADOR. ANÁLISIS

TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/674/1/te339.pdf>

CELEC. (2017). *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035*. Obtenido de

Corporación Eléctrica del Ecuador:

<https://www.celec.gob.ec/hidronacion/images/stories/pdf/PLANEE%20version%20espa%C3%B1ol.pdf>

CFN. (Febrero de 2018). *Corporación Financiera Nacional*. Obtenido de Ficha

sectorial: generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. :

<https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial-Generacio%CC%81n-transmisio%CC%81n-y-distribucio%CC%81n-de-energi%CC%81a-ele%CC%81ctrica.pdf>

EducaMadrid. (2014). *Plataforma educativa de la Consejería de Educación e*

*Investigación de la Comunidad de Madrid*. Obtenido de Central Solar

Fotovoltaica:

<http://www.educa.madrid.org/web/ies.federicamontsen.fuenlabrada/documentos/comunidad%20educativa/profesores/tecnologia/3A-Web2013/Lucia%20Robles/Sitio%20web/Funcionamiento.html>

FENERCOM. (Junio de 2016). *Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid*.

Obtenido de Guía sobre energía solar térmica:

[https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia\\_sobre\\_Energia\\_Solar\\_Termica\\_fenercom\\_2016.pdf](https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia_sobre_Energia_Solar_Termica_fenercom_2016.pdf)

Green Facts. (3 de Junio de 2014). *Green Facts* . Obtenido de Consenso científico sobre

el potencial de la producción de energía mareomotriz:

<https://www.greenfacts.org/es/energia-mareomotriz/energia-mareomotriz-greenfacts.pdf>

- INER. (16 de Febrero de 2017). *Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables*. Obtenido de Geotermia: [https://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/GEOTERMIA\\_DOSSIER.pdf](https://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/GEOTERMIA_DOSSIER.pdf)
- INER. (16 de Febrero de 2017). *Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables*. Obtenido de Biomasa: [https://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/BIOMASA\\_DOSSIER.pdf](https://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/BIOMASA_DOSSIER.pdf)
- jaramillo, j. l. (2010). *Sistemas fotovoltaicos para iluminación paneles fotovoltaicos*.
- Junta de Andalucía. (28 de Septiembre de 2011). *IES Cuenca Minera - Departamento de Tecnología*. Obtenido de Fuentes de energía: <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21700290/helvia/sitio/upload/TEMA2.pdf>
- Kobylarz , S. (2015). *TES*. Obtenido de Non-renewable resources: <https://www.tes.com/lessons/eRXBAQ93FzDK1Q/renewable-and-nonrenewable-resources-of-new-york-state>
- Ministerio de Industria, turismo y comercio. (Octubre de 2007). *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía* . Obtenido de Energía de la biomasa: [http://dl.idae.es/Publicaciones/10374\\_Energia\\_de\\_la\\_biomasa\\_A2007.pdf](http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Energia_de_la_biomasa_A2007.pdf)
- Muñoz Vizhñay, J. P. (2015). *INER*. Obtenido de La matriz energética ecuatoriana: [https://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ISEREE\\_La-matriz-energ%C3%A9tica-ecuatoriana.pdf](https://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ISEREE_La-matriz-energ%C3%A9tica-ecuatoriana.pdf)
- Nuclear Power for Everybody. (Noviembre de 2014). *Nuclear Power*. Obtenido de Nuclear Power Plant: <https://www.nuclear-power.net/nuclear-power-plant/>
- Peláez Samaniego, M. R., & Espinoza Abad, J. L. (Diciembre de 2015). *Research Gate*. Obtenido de Estado de uso de la biomasa para la producción de bioenergía, biocombustibles y bioproductos en Ecuador:

[https://www.researchgate.net/publication/286756139\\_Estado\\_de\\_uso\\_de\\_la\\_biomasa\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_bioenergia\\_biocombustibles\\_y\\_bioproductos\\_en\\_Ecuador?enrichId=rgreq-d38d9b6be99ffc2940cbae67d9483866-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4Njc1NjEzOTtBUzozMTc3](https://www.researchgate.net/publication/286756139_Estado_de_uso_de_la_biomasa_para_la_produccion_de_bioenergia_biocombustibles_y_bioproductos_en_Ecuador?enrichId=rgreq-d38d9b6be99ffc2940cbae67d9483866-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4Njc1NjEzOTtBUzozMTc3)

Quintero Gonzalez, J. R., & Quintero Gonzalez, L. E. (20 de Octubre de 2015). *Portal de Revistas - Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Energía mareomotriz: potencial energético y medio ambiente:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/download/46511/54414>

Serrano, J., Mejía, W., Ortiza, J., Sánchez, A., & Zalamea, S. (30 de Mayo de 2017).

*Repositorio Institucional Universidad de Cuenca*. Obtenido de Determinación del potencial de generación eléctrica a partir de biomasa en Ecuador. :

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29791/1/4.%201592-4835-1-PB.pdf>

Servicio de Evaluación Ambiental. (9 de Noviembre de 2012). *Ministerio de Energía - Gobierno de Chile*. Obtenido de Guía para la evaluación de impacto ambiental de centrales de generación de energía eléctrica con biomasa y biogas:

[http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration\\_files/20121109\\_bio\\_terminada.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/20121109_bio_terminada.pdf)

SOTAVENTO. (2016). *SOTAVENTO - Energías Renovables*. Obtenido de Central mareomotriz: <http://www.sotaventogalicia.com/es/zona-interactiva/energias-renovables/mar>

TECH4CDM. (15 de Septiembre de 2015). *Proyecto Tech4CDM*. Obtenido de La energía eólica en Ecuador: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00289.pdf>



The American Ceramic Society. (13 de Enero de 2010). *The American Ceramic Society*.

Obtenido de Can natural gas-SOFC combo be cheapest route to cleaner electricity? : <http://ceramics.org/ceramic-tech-today/can-natural-gas-sofc-combo-will-be-cheapest-route-to-cleaner-electricity>

Toscano Morales, L. A. (2009). *Repositorio ESPOL*. Obtenido de Análisis de los parámetros de selección de hornos para la combustión de la biomasa: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10768/2/TESIS%20BIO%20MASA.pdf>

U.S. Geological Survey. (2 de Diciembre de 2016). *The USGS Water Science School*.

Obtenido de Hydroelectric Power: How it works: <https://water.usgs.gov/edu/hyhowworks.html>

UNESA. (2016). *Asociación Española de la Industria Eléctrica*. Obtenido de Central Hidroeléctrica: <http://unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas>

Aparicio, Miguel Pareja. 2010. Energía solar fotovoltaica: cálculo de una instalación aislada. Marcombo.

Barrera, Manuel Fernández. 2010. Energía solar: Electricidad fotovoltaica. Editorial Liber Factory.

Bastida-Molina, Paula, Ma Molina Palomares, Juan Ángel Saiz, y Bernardo Álvarez Valenzuela. 2017. «Instalaciones solares fotovoltaicas de autoconsumo para pequeñas instalaciones. Aplicación a una nave industrial.» En 3C Tecnología, 6:1–14. Area de Innovacion y Desarrollo, SL-3 Ciencias.

Castro, M., y A. Colmenar. 2000. Energía solar térmica de baja temperatura. Progensa.

Castro, Rui MG. 2007. «Introdução à energia fotovoltaica». DEEC/Secção de Energia, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

- Chavarría Roé, Javier. 2010. «Diseño e implementación de un inversor multinivel para sistemas fotovoltaicos conectados a red». Master's Thesis, Universitat Politècnica de Catalunya.
- «conelec – Ministerio de Electricidad y Energía Renovable». 2010. 2010.  
<https://www.energia.gob.ec/marcas/conelec-2/>.
- De Kuyper, Juan Carlos Vega. 2014. «Fuentes de energía renovables y no renovables. Aplicaciones.» Revista Escuela de Administración de Negocios, n.o 77: 216–218.
- «El Inversor : Energía Solar Fotovoltaica». 2006. El Inversor (blog). 2006.  
<http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.com/2006/01/el-inversor.html>.
- Eliseo Sebastián. 2018. «Energía Solar - Sistemas Fotovoltaicos - Paneles Solares Fotovoltaicos - Part 3». 2018. <http://eliseosebastian.com>,  
<http://eliseosebastian.com/3/>.
- «Energía Geotérmica | Eco Medio Ambiente». 2014. 2014.  
<http://ecomedioambiente.com/energias-renovables/energia-geotermica/>.
- Fotovoltaica, Energía Solar. 2011. «Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red». Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Franco, Ángel. 2011. «Internet en la enseñanza y el aprendizaje de la Física.» Revista española de Física 17 (5).
- «Google Earth». 2018. 2018. <https://earth.google.com/web/@-2.10365954,-79.94590326,18.33673386a,431.70888605d,35y,0h,42.87729784t,-0r>.
- Greenpro, Altener Programa Comunitário. 2004. «Energía Fotovoltaica-Manual sobre tecnologías, proyecto e instalação». Europa: Comissão Europeia, 43.

- Hernandez, Julia Mundo, Benito de Celis Alonso, María Cristina Valerdi Nochebuena, y Jorge Sosa Oliver. 2013. «Integración de sistemas de energía solar fotovoltaica en el edificio de oficinas del ZAE en Alemania». HS 2 (2): 59–72.
- Horikoshi, Iyo. 2009. «Análisis de las componentes armónicas de los inversores fotovoltaicos de conexión a red», septiembre. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/6901>.
- <https://plus.google.com/+Sfesolarcom>. 2018. «Energía solar en superficies fotovoltaicas inclinadas». Blog. 22 de enero de 2018. <https://www.sfesolar.com/noticias/articulos/como-varia-la-captacion-de-energia-solar-en-superficies-inclinadas/>.
- INER. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. 2014. «mapa radiacion solar ecuador iner». 2014. [https://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/SOLAR\\_DOSSIER.pdf](https://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/SOLAR_DOSSIER.pdf).
- «inversor hibrido 15000watts -Renova Energia». 2018. 2018. [https://www.google.com.ec/search?hl=es-419&rlz=1C1CHBD\\_esEC802EC802&biw=1517&bih=735&tbm=isch&q=inversor+hibrido+15000watts&chips=q:inversor+hibrido+15000watts,online\\_chips:24v+48v&sa=X&ved=0ahUKEwiQ2NPH\\_f7cAhWro1kKHfM4B8sQ4lYIKygG#imgrc=IBs28jBJIF0H\\_M:](https://www.google.com.ec/search?hl=es-419&rlz=1C1CHBD_esEC802EC802&biw=1517&bih=735&tbm=isch&q=inversor+hibrido+15000watts&chips=q:inversor+hibrido+15000watts,online_chips:24v+48v&sa=X&ved=0ahUKEwiQ2NPH_f7cAhWro1kKHfM4B8sQ4lYIKygG#imgrc=IBs28jBJIF0H_M:)
- Lorenzo, Elías. 2017. «Tipos de paneles solares. Energía solar para principiantes». Endef (blog). 12 de septiembre de 2017. <https://endef.com/tipos-de-paneles-solares-energia-solar-para-principiantes/>.

- Mora, H., y J. Alexander. 2012. «Metodología Para el Análisis Técnico de la Masificación de Los Sistemas Fotovoltaicos Como Opción de Generación Distribuida en Redes de Baja Tensión». Universidad Nacional de Colombia.
- Motes, Jordi Maluquer de. 1983. «La despatrimonialización del agua: movilización de un recurso natural fundamental». *Revista de Historia Economica-Journal of Iberian and Latin American Economic History* 1 (2): 79–96.
- Pelissero, Mario, Pablo A. Haim, Guillermo Oliveto, Francisco Galia, y Roberto Tula. 2011. «Aprovechamiento de la energía undimotriz». *Proyecciones*, 53.
- Pérez, Emilio Menéndez. 2001. «ENERGÍAS RENOVABLES SOSTENIBILIDAD Y CREACIÓN DE EMPLEO».
- «¿Qué son las energías renovables? - Twenergy». 2012. 23 de marzo de 2012.  
<http://twenergy.com/a/que-son-las-energias-renovables-516>.
- Reinoso, CR Sánchez, D. H. Milone, y R. H. Buitrago. 2009. «Desarrollo de un modelo para estudio de centrales fotovoltaicas bajo diferentes configuraciones». En *Eighth Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission*, 1–8.
- «Resultados de búsqueda para “energía hidraulica” – Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables». s. f. Accedido 2 de julio de 2018.  
<https://www.iner.gob.ec/?s=energia+hidraulica>.
- Salvador, ARTURO ROMERO. 2010. «Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles». *Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fís. Nat.(Esp)* 104: 331–345.
- Sánchez Cifuentes, Roberto Carlos. 2016. «Estudio de factibilidad técnica y económica para la instalacion de paneles solares térmicos para agua caliente sanitaria en un

edificio de la Armada de Chile en Talcahuano». PhD Thesis, Universidad Andrés Bello.

Sardinero, Israel Blanco. 2010. «Instalación solar fotovoltaica conectada a red sobre la azotea de una nave industrial». UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID.

Scope, subject: Etiquetas: energía solar, Energías Renovables, y fotovoltaica. 2016.

«Tipos de paneles solares fotovoltaicos y características». Empresa Eficiente. 7 de mayo de 2016. <http://www.empresaeiciente.com/blog/tipos-de-paneles-solares-fotovoltaicos-y-caracteristicas/>.

«UNESA - Central fotovoltaica». s. f. Accedido 19 de julio de 2018.

<http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/1345-central-fotovoltaica>.



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Vergara Velasco, Jean Carlos** con C.C: # 0941208209 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio De Factibilidad Técnico Económico Para La Implementación De Un Sistema De Alimentación Eléctrica Utilizando Energía Eléctrica Convencional Y Fotovoltaica Para La Empresa PROYIMAR S.A.** 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, 17 de septiembre del 2018

f. \_\_\_\_\_

Nombre: Vergara Velasco, Jean Carlos

C.C:0941208209



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Estudio De Factibilidad Técnico Económico Para La Implementación De Un Sistema De Alimentación Eléctrica Utilizando Energía Eléctrica Convencional Y Fotovoltaica Para La Empresa <b>PROYIMAR S.A.</b>		
<b>AUTOR(ES)</b>	Vergara Velasco, Jean Carlos		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M.S.c. Luis Carlos Galarza Chacón		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Eléctrico-Mecánica		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Eléctrico-Mecánico		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	17 de septiembre de 2018	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	80
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Energías Renovables, Energía Solar		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Energías Renovables, Energía Solar, Sistemas Fotovoltaicos, Captación, Demanda, Paneles Solares, Levantamiento De Carga.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>	El presente trabajo de titulación tiene como finalidad innovar impulsar el uso de las energías renovables, en el ecuador ya que son energías más amigables con el medio ambiente. En este trabajo de titulación en él que se realizó un estudio de la energía solar aprovechando la ubicación geográfica que tiene el ecuador en un ambiente ideal para la generación de la energía solar, por medio de sistemas solares fotovoltaicos. En este estudio se aprovechara la captación de la luz solar la cual se utilizara para alimentar los sitios específicos de la empresa <b>PROYIMAR S.A.</b> por medio de los sistemas solares fotovoltaicos. Para corroborar este estudio de rentabilidad para la empresa se realizó un estudio de la demanda total de la energía que consumen los sitios especificados por el dueño de la empresa. Con la realización del levantamiento de la carga se logró calcular todos los equipos necesarios para el sistema solar fotovoltaicos, en lo cual se realizara una inversión económica que se recuperara con el pasar de los años. Como finalidad de este estudio es lograr reducir el consumo de la energía eléctrica el cual se lo verá reflejado en el valor de la planilla eléctrica.		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593989938779	E-mail: carlos199359@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b> <b>COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Philco Asqui, Luis Orlando		
	<b>Teléfono:</b> (04) 2 202935 ext.2007		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:luis.philco@cu.ucsg.edu.ec">luis.philco@cu.ucsg.edu.ec</a> / <a href="mailto:ute@cu.ucsg.edu.ec">ute@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			

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