



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE
LOJA**
La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

**TITULACIÓN DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

Energías renovables, centrales solares.

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTORES: Chamba Coronel, Cecibel del Pilar

Ramón Jaramillo, Gonzalo

DIRECTOR: Castro Mendieta, José Raúl, Ing.

LOJA - ECUADOR

2013

Certificación

Ingeniero

José Raúl Castro Mendieta

DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACION

CERTIFICA:

Que el presente trabajo, denominado: “**Energías renovables, centrales solares**” realizado por los profesionales en formación: Chamba Coronel, Cecibel del Pilar, y Ramón Jaramillo, Gonzalo.; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, agosto de 2013

f) _____

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Chamba Coronel, Cecibel del Pilar declaro ser autora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Chamba Coronel, Cecibel del Pilar

C.I. 1104250202

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Ramón Jaramillo, Gonzalo declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Ramón Jaramillo, Gonzalo

C.I. 1104262330

DEDICATORIA

Este proyecto de Tesis va dedicado a Dios por cada día que me ha dado de vida, por acompañarme siempre, por permitirme cumplir mis metas, por darme tantos regalos en la vida, por darme fuerzas para seguir adelante, a mi Madre por todo el apoyo y por la gran paciencia que me tiene, por ser una Madre ejemplar, por no dejarse vencer por las adversidades, a mis hermanos Juan Carlos, Cristian, David y Dieguito, que a parte de ser mis hermanos son unos grandes amigos, a mi abuelito Carlos Coronel por ser mi ejemplo a seguir y también por la ayuda que me a dado ya que con él pude culminar mis estudios, a mis mejores amigas Astrid la que siempre a estado en momentos tristes y alegres con la que compartí gran parte de la vida universitaria, Sonia, Andrea, Mónica y Jenny,... A mis amigos no los nombro porque me puedo olvidar de alguno, con los que compartí muchas cosas, a los que les deseo lo mejor en su vida.

Cecibel Chamba Coronel

Con mucho cariño dedico este trabajo a mis padres Gonzalo y Delia que con su esfuerzo, cariño y dedicación supieron guiarme y hacer de mi un hombre de bien, a mi hermana Sandra que con sus manos generosas, con su sacrificio constante y sus sabios consejos estuvo siempre presta a ayudarme a ser cada día mejor.

Gonzalo Ramón Jaramillo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Espectro Electromagnético	11
Fuente: La radiación solar, www.monografias.com	12
Figura 2.3.- Angulo de declinación de la Tierra.....	13
Figura 2.5.- Radiación incidente sobre un plano.....	16
Figura 3.2.- Curva I-V de funcionamiento de un modulo fotovoltaico.....	20
Figura 3.4.- Panel solar poli cristalino	22
Figura 3.5.- Panel Solar con Reflectantes.....	23
Figura 3.8.- Esquema de un Sistema Fotovoltaico Aislado.....	25
Figura 3.9.- Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a red	25
Figura 3.10.- Esquema básico de un colector solar	27
Figura 3.11.- Colectores planos.....	29
Figura 3.12.- Colectores de concentración	29
Figura 3.13.- Esquema de una central eléctrica solar con colectores cilindro- parabólicos	30
Figura 3.14.- Esquema de una Central Eléctrica Solar con Heliostatos.....	31
Figura 3.15.- Centrales eléctricas parabólicas de canal	32
Figura 3.16.- Centrales eléctricas solares termales de torre	33
Figura 3.17.- Receptor volumétrico abierto	34
Figura 3.18.- Sistemas solares de plato parabólico.....	34
Figura 4.2.- Sistema para la producción de Agua Caliente	41
Figura 5.2.- Ton CO2 Anuales Reducidas, proyectos MDL Registrados A Agosto 2006.....	49
Figura 5.1.- Cercas eléctricas	57
Figura 5.2.- Sistemas de iluminación	57

Fig 1. Valores de Eficiencia de Celdas fotovoltaicos a través del tiempo.....	79
Fig. 2. Promedio Mensual de los Costos de los Módulos Fotovoltaico en Europa de 2009 a 2012	81
Fig. 3. Evolución de la capacidad Fotovoltaica Global instalada en los años 2000 a 2012.....	82
Fig. 4. Porcentajes de Capacidad Fotovoltaica Global instalada en 2012.....	83

INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCION.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 1.....	¡Error! Marcador no definido.
1. ENERGIA RENOVABLE	5
1.1. Introducción.....	5
1.2 Clasificación de las Fuentes de Energía.....	6
1.3 Aprovechamiento de la Energía Solar.....	6
1.4 Centrales Solares	8
Vía Térmica.....	8
VENTAJAS.....	8
INCONVENIENTES.....	9
Vía Fotovoltaica.....	9
CAPITULO 2.....	¡Error! Marcador no definido.
2. ENERGIA SOLAR PASIVA.....	11
2.1 Espectro Solar y su interpretación desde el punto de vista energético.....	11
2.3 Movimiento relativo del Sol y la Tierra.....	12
2.4 Posición solar	14
2.5 Radiación sobre superficies.....	15
CAPITULO 3.....	¡Error! Marcador no definido.
3. ENERGIA SOLAR	18
3.1 Energía Solar Fotovoltaica.....	18
3.1. Introducción	18
3.1.1 Bases del funcionamiento de las células fotovoltaicas	18
3.1.3 El módulo fotovoltaico.....	20

3.1.4 Tipos de paneles solares	21
3.1.4.1 Tipos de paneles en función de los materiales	21
3.1.4.2 Tipos de paneles en función de la forma	22
3.1.5 Sistemas de seguimiento solar	24
3.1.6 Tipos de sistemas de electrificación solar fotovoltaica.....	24
3.1.6.1 <i>Sistemas aislados de la red eléctrica</i>	24
3.1.6.2 <i>Sistemas conectados a red eléctrica</i>	25
3.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	26
3.2.1 Introducción.....	26
3.2.2 Colectores Solares.....	26
3.2.3 Colector Solar Térmico de Baja temperatura.....	27
3.2.3.1 Rendimiento.....	28
3.2.4 Aprovechamiento de la energía solar térmica	28
a. Los sistemas de aprovechamiento a baja y media temperatura	28
b. Colectores planos.....	29
c. Colectores de concentración	29
d. Sistemas de aprovechamiento de energía solar a alta temperatura.....	30
f. Centrales eléctricas solares termales de torre	33
g. Receptor volumétrico abierto	34
CAPITULO 4	35
4. CÁLCULO Y DISEÑO DE INSTALACIONES	36
4.1 Cálculo Y Diseño de Instalaciones Fotovoltaicas.....	36
4.1.1 Determinación de la carga de consumo diaria	36
4.1.2 Determinación del numero de módulos Nt.....	37
4.1.3 Tamaño del acumulador.....	38
4.1.4 Características de tensión y corriente del regulador.	39

4.1.5	Potencia de salida de inversor CC/CA.....	40
4.1.6	Sección de conductores.....	41
4.2.1	Determinación de la carga ₍₆₎ se debe realizar el cálculo del consumo y el volumen necesario para almacenar dicha cantidad de agua. Así tenemos:.....	42
4.2.2	Determinación de la superficie captadora: Esta se determina de acuerdo al tipo de colector que vamos, de modo que:	42
4.2.3	Orientación e Inclinación de las Superficie Colectora:	42
CAPITULO 5		43
5.	RENTABILIDAD DE LAS CENTRALES SOLARES	44
5.1	Sostenibilidad	44
5.2	Barreras Políticas, Económicas, Técnicas	47
5.3	Mercado del Carbono.....	47
5.4	Ecuador Y El Mercado Del Carbono.....	49
CAPITULO 6		51
6.	APLICACIONES DE CENTRALES SOLARES Y COMPARACIÓN CON OTRO TIPO DE ENERGIAS	52
6.1	Ejemplo De Calculo De Electrificación Utilizando Paneles Fotovoltaicos. ..	52
	Costo del Sistema	53
6.2	EJEMPLO DE UNA BOMBA DE AGUA PARA EL RIEGO.....	54
	Costo del Sistema	54
6.3	COMPARACIÓN DE COSTOS REALES DE ENERGÍA SOLAR	55
6.3.1	Costo KWH del sistema solar vs Costo de KWh de un motorgenerador	55
6.3.2	Calefacción Solar	56
6.4	APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR	57
	Cercas Eléctricas.....	57
	Sistemas de Iluminación	57
	Telecomunicaciones y sistemas de monitoreo remotos	58
	Bombas de agua accionadas por energía solar	58
	Electrificación Rural	58

Sistemas De Tratamiento De aguas	59
Iluminación de plazas públicas.....	59
Energía para locales comunales y centros médicos	59
Otras Aplicaciones:	59
6.5 ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN CON ENERGÍA SOLAR.	60
AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S)	60
CENTRALES TÉRMICAS SOLARES.....	61
CONCLUSIONES.....	63
GLOSARIO.....	65
ANEXOS.....	66
ANEXO I	66
ANEXO II	71
ANEXO III	73
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ACTUALIZACION AÑO 2013.....	77
ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL MERCADO FOTOVOLTAICO.....	77
Primera Generación: Tecnologías con celdas de silicio cristalino.....	77
Segunda Generación: Tecnología con celdas de películas delgada.....	78
Tercera Generación: Tecnologías de concentración fotovoltaica y celdas orgánicas fotovoltaicas	78
Sistemas de Generación Distribuidos.....	83
Redes inteligentes - Smart Grid.....	84
Almacenamiento de Energía en la Red.....	85

RESUMEN EJECUTIVO.

El presente trabajo de investigación abarca una introducción a las energías renovables, enfocándose principalmente en la energía solar fotovoltaica y en la energía solar térmica, para la producción de electricidad y también para la producción de agua caliente sanitaria. Se introducen conceptos básicos necesarios para comprender su funcionamiento y los parámetros requeridos para su uso eficiente, se considera los planteamientos necesarios para implementar este tipo de sistemas al igual que sus aplicaciones principales. Se analiza también su evolución en el tiempo y las tendencias a futuro en el uso de este tipo de tecnologías a nivel global.

Palabras clave: Energías renovables, fotovoltaica, térmica.

ABSTRACT

The present investigation covers an introduction to renewable energy, focusing primarily on solar photovoltaic and solar thermal energy, for electricity production and for the production of hot water. It introduces basic concepts needed to understand its operation and the parameters required for its efficient use, it is considered the approaches necessary to implement such systems as their main applications. It also analyzes its evolution over time and future trends in the use of these technologies globally.

Keywords: renewable energy, photovoltaics, thermal.

INTRODUCCIÓN

Todas las actividades que desarrollamos en nuestra vida diaria están relacionadas con la energía. La electricidad también es otra forma de energía. En las oficinas, en el hogar o en la escuela, utilizamos la energía eléctrica para iluminar, para mover un motor o para producir calor en una plancha o en un tanque de agua caliente.

Las mismas plantas son pequeños mecanismos que transforman la energía del Sol en alimentos que les sirven para crecer. Al ingerir estos alimentos, en parte estamos tomando esa energía del Sol para nuestro beneficio.

Cada vez el hombre va descubriendo nuevas formas de aplicar la energía de forma más eficientemente, aprovechando al máximo la capacidad energética de la materia. Paralelamente, se va creando una conciencia de que el desperdicio de la energía y su uso excesivo, afectan el equilibrio de la naturaleza.

Las fuentes de energía se clasifican en *renovables* y *no renovables*. Las energías no renovables son el petróleo, el gas natural y el carbón. Se las llama no renovables porque cuando se extrae estos combustibles de la tierra, no se los vuelve a reponer y su disponibilidad es cada vez menor. Se forman por la descomposición producida durante miles y millones de años de material orgánico en el interior de la tierra. La energía nuclear es también una fuente no renovable de energía.

Las fuentes de energía renovables, en cambio, provienen de fuentes inagotables, principalmente el Sol y la Tierra, su disponibilidad no disminuye con el tiempo. Conviene tener en cuenta, por otro lado, que la energía solar tiene una importancia directa y esencial en la generación de diversas energías renovables. Así, la absorción de la energía solar por parte de las plantas -el proceso fotosintético- da lugar a la biomasa. La energía eólica, la energía mareomotriz, etc., tienen también su origen en los efectos de la radiación solar sobre la Tierra. Por otro lado la energía solar es incluso la causa última que explica la presencia de carbón, petróleo o gas natural en la corteza terrestre.

En la actualidad, la energía solar está siendo aprovechada para fines energéticos a través de dos vías basadas en principios físicos diferentes. Por un lado la **vía térmica**. Los sistemas que adoptan esta vía absorben la energía solar y la transforman en calor. Por otro lado, la **vía fotovoltaica**. Este permite la transformación directa de la energía solar en energía eléctrica mediante las llamadas "células solares". Dichas células hacen posible la producción de electricidad a partir de la radiación solar merced al efecto fotovoltaico, un efecto por el que se transforma directamente la energía luminosa en energía eléctrica y que se produce cuando la radiación solar entra en contacto con un material semiconductor cristalino.

CAPÍTULO I

1. ENERGÍA RENOVABLE.

1.1. Introducción.

Todas las actividades que desarrollamos en nuestra vida diaria están relacionadas con la energía. Al ingerir alimentos o tomar un refresco cargamos nuestro cuerpo con energía que será luego utilizada en una actividad física o intelectual. De este modo la energía que almacena nuestro cuerpo se va transformando en trabajo en mayor o menor grado. Al usar un medio de transporte estamos empleando la energía interna del combustible para generar el movimiento.

La electricidad también es otra forma de energía. En las oficinas, en el hogar o en la escuela, utilizamos la energía eléctrica para iluminar, para mover un motor o para producir calor en una plancha o en un tanque de agua caliente. Las mismas plantas son pequeños mecanismos que transforman la energía del Sol en alimentos que les sirven para crecer. Al ingerir estos alimentos, en parte estamos tomando esa energía del Sol para nuestro beneficio.¹

Cada vez el hombre va descubriendo nuevas formas de aplicar la energía de forma más eficientemente, aprovechando al máximo la capacidad energética de la materia. Paralelamente, se va creando una conciencia de que el desperdicio de la energía y su uso excesivo, afectan el equilibrio de la naturaleza.

Las fuentes de energía se clasifican en **renovables** y **no renovables**. Las energías no renovables son el petróleo, el gas natural y el carbón. Se las llama no renovables porque cuando se extrae estos combustibles de la tierra, no se los vuelve a reponer y su disponibilidad es cada vez menor. Se forman por la descomposición producida durante miles y millones de años de material orgánico en el interior de la tierra. La energía nuclear es también una fuente no renovable de energía.

Las fuentes de energía renovables, en cambio, provienen de fuentes inagotables, principalmente el Sol y la Tierra, su disponibilidad no disminuye con el tiempo. El Sol y la Tierra seguirán proveyéndonos de energía durante

¹ "Resumen Energías Renovables" www.enerpro.com.ec/Recursos/.../ResumenEnergiasRenovables.pdf pp. 1-5

algunos millones de años más, y con él los vientos, la fotosíntesis de las plantas, el ciclo de agua, las fuerzas del mar y el calor al interior de la Tierra.

1.2 Clasificación de las Fuentes de Energía².

Tabla 1.1.- Clasificación de las Fuentes de Energía

FUENTES DE ENERGÍA		
NO RENOVABLE	RENOVABLE	
	Convencional	No convencional
Gas Natural	Hidroelectricidad	Solar
Petróleo		Eólica
Carbón		Biomasa
Nuclear		Geotermia
		Hidrogeno
		Mareomotriz
		Olas
		Océano Térmico

Fuente: Clasificación de las fuentes de energía, www.seic.gov

1.3 Aprovechamiento de la Energía Solar.

Tras la crisis de los años setenta, diversos países pusieron en marcha una política de diversificación energética, encaminada a la explotación de fuentes de energía alternativas. Entre ellas, la solar ocupa un lugar destacado. Los distintos sistemas de aprovechamiento solar se basan en la utilización de la enorme cantidad de energía que emite el Sol y que llega a la Tierra en forma de radiación.

Las ventajas de la energía solar se encuentran en su carácter inagotable. Utilizando la tecnología adecuada, es posible concentrar la enorme temperatura generada para poner en funcionamiento ciclos termodinámicos de elevado rendimiento

El Sol es un gigantesco reactor nuclear, lo cual significa que la distribución espectral de la radiación recibida por la tierra es amplia. En efecto es una enorme esfera gaseosa (con una masa 330.000 veces mayor que la de la Tierra), formado fundamentalmente por Helio, Hidrógeno y Carbono, en el seno de la cual se

² "Clasificación de las fuentes de Energía" <http://www.seic.gov.do/baseConocimiento/Lists/Energa/AllItems.aspx>

producen continuas reacciones nucleares de fusión, es decir, reacciones mediante las cuales se unen los núcleos de dos átomos de hidrógeno para formar un núcleo de helio, liberando en dicho proceso una gran cantidad de energía.³

De la enorme cantidad de energía que emite constantemente el Sol, una parte llega a la atmósfera terrestre en forma de *radiación solar*. De ella, un tercio es enviado de nuevo al espacio a consecuencia de los procesos de refracción y reflexión que tienen lugar en la atmósfera de la Tierra. De los dos tercios restantes, una parte es absorbida por las distintas capas atmosféricas que rodean el globo terráqueo. El resto llega efectivamente a la superficie de la Tierra por dos vías: directamente, es decir, incidiendo sobre los objetivos iluminados por el Sol; e indirectamente, como reflejo de la radiación solar que es absorbida por el polvo y el aire. La primera recibe el nombre de radiación directa y a la segunda se le llama radiación difusa.

Por otro lado, la energía emitida por el Sol no llega a la Tierra de manera uniforme. Varía según la hora del día, según la inclinación estacional del globo terráqueo respecto del Sol, según las distintas zonas de la superficie terrestre, etc., debido a los movimientos de la Tierra y a la absorción de la radiación solar por parte de la atmósfera. En definitiva, se ha calculado que la energía por unidad de tiempo que recibe del Sol una superficie situada a nivel del mar es de unos 1.353 vatios por metro cuadrado.⁴

Conviene tener en cuenta, por otro lado, que la energía solar tiene una importancia directa y esencial en la generación de diversas energías renovables. Así, la absorción de la energía solar por parte de las plantas -el proceso fotosintético- da lugar a la biomasa. La energía eólica, la energía mareomotriz, etc., tienen también su origen en los efectos de la radiación solar sobre la Tierra. Por otro lado la energía solar es incluso la causa última que explica la presencia de carbón, petróleo o gas natural en la corteza terrestre.

³ Energías Renovables, Mario Ortega Editorial Paraninfo pp. 33

⁴ "Centrales Solares" <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo6.html>

En la actualidad, la energía solar está siendo aprovechada para fines energéticos a través de dos vías basadas en principios físicos diferentes.

Por un lado la **vía térmica**. Los sistemas que adoptan esta vía absorben la energía solar y la transforman en calor.

Por otro lado, la **vía fotovoltaica**. Este permite la transformación directa de la energía solar en energía eléctrica mediante las llamadas "células solares". Dichas células hacen posible la producción de electricidad a partir de la radiación solar merced al efecto fotovoltaico, un efecto por el que se transforma directamente la energía luminosa en energía eléctrica y que se produce cuando la radiación solar entra en contacto con un material semiconductor cristalino.

1.4 Centrales Solares.

Una Central Solar es aquella instalación en la que se aprovecha la radiación solar para producir energía eléctrica.

Vía Térmica.

Se entiende por energía solar térmica, a la transformación de la energía radiante solar en calor o energía térmica. La energía solar térmica se encarga de calentar el agua de forma directa alcanzando temperaturas que oscilan entre los 40° y 50° gracias a la utilización de paneles solares (siempre temperaturas inferiores a los 80°C). El agua caliente queda almacenada para su posterior consumo: calentamiento de agua sanitaria, usos industriales, calefacción de espacio, calentamiento de piscinas, secaderos, refrigeración, etc.

VENTAJAS.

- Los sistemas solares pueden suponer ahorros en el coste de preparación del agua caliente de aproximadamente entre un 70 y un 80% respecto a los sistemas convencionales en algunos lugares del planeta.⁵

⁵

MILARIUM "Energía Térmica" www.milarium.com

- Los equipos para aprovechamiento térmico de la energía solar constituyen un desarrollo tecnológico fiable y rentable para la producción de agua caliente sanitaria en las viviendas.
- Las placas solares pueden ser un complemento interesante de apoyo a la calefacción, sobre todo en sistemas que utilicen agua a temperatura inferior a 60°C.

INCONVENIENTES.

- Su discontinuidad en el tiempo
- Sólo aprovechan la radiación directa, por lo que necesitan que no haya nubes.

Vía Fotovoltaica.

Los sistemas fotovoltaicos se basan en un conjunto de "células solares o fotovoltaicas" fabricadas de un material semiconductor cristalino, que, al ser incididas por la luz del sol, producen una corriente eléctrica por efecto fotovoltaico.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.

La energía solar es renovable, inagotable, limpia y respetuosa con el medio ambiente. Contribuye a la reducción de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, ayudando a cumplir con los acuerdos adoptados en el Protocolo de Kioto. (Ver Capítulo 5)

CAPÍTULO II

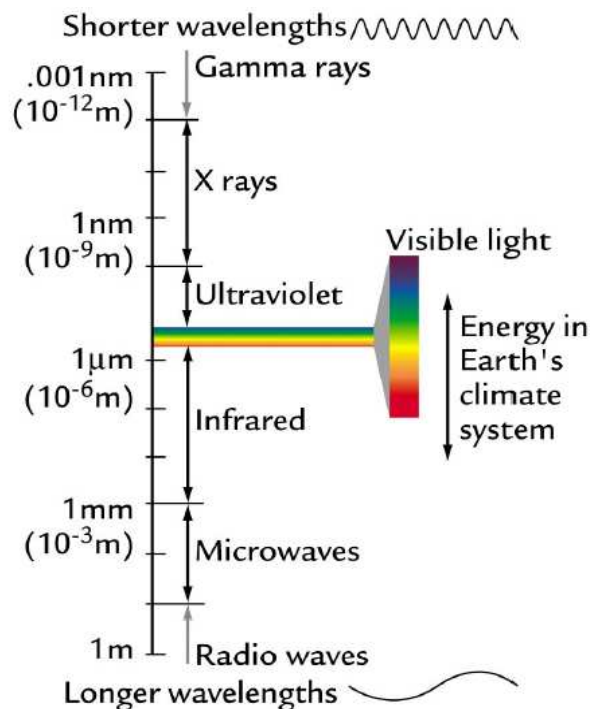
2. ENERGIA SOLAR PASIVA.

2.1 Espectro solar y su interpretación desde el punto de vista energético.

En la figura 2.1 se puede apreciar el espectro electromagnético y en ella se ha indicado la porción del mismo que corresponde a las radiaciones solares que emiten energía. Podemos apreciar que abarca desde los 0.25 micrómetros hasta los 4 micrómetros de longitud de onda. La mayor cantidad de energía corresponde a la región de la luz visible que abarca desde los 0.4 micrómetros de la luz violeta hasta los 0.72 micrómetros del color rojo. Las ondas que están fuera de este rango, hasta los 4 micrómetros, poseen energía, pero en menor cantidad.

Lastimosamente, no podemos aprovechar todo este rango; debido a que el material fotovoltaico, es el que se utiliza para conversión, trabaja hasta los valores de longitud de onda muy cercanos a uno como 1.13, 1.14, 1.15. El resto de la energía se convierte en calor.⁶

Figura 2.1.- Espectro Electromagnético

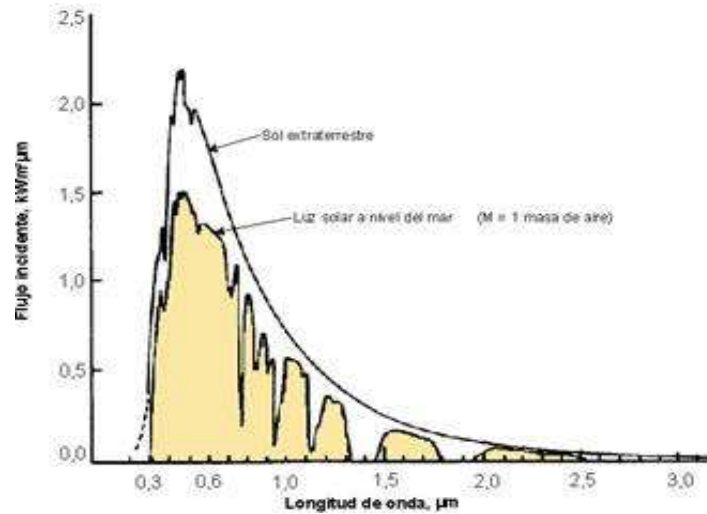


Fuente: Propiedades de radiación electromagnética, www.laef.inta.es

⁶ "Propiedades de la Radiación Electromagnética" <http://www.laef.inta.es/partner/cursos/br/curso.php?c=1>

2.2 Cantidad de radiación solar en la superficie terrestre⁷.

Figura 2.2.- Radiación solar en la superficie terrestre



Fuente: La radiación solar, www.monografias.com

La radiación emitida por el sol se distribuye en un amplio espectro de longitudes de onda, como se puede observar en la figura 2.2, correspondiendo la mayor parte de la energía radiada, a la porción comprendida entre 0,2 y 3,0 μm . Alrededor de la mitad de dicha energía se encuadra dentro de la banda visible (0,39- 0,77 μm). El resto corresponde casi por completo a radiación infrarroja, con un pequeño porcentaje ultravioleta.

La longitud de onda del silicio es 1.13 μm y este es el límite para la conversión de energía. Lo que en otras palabras quiere decir que la energía que podemos obtener es igual a la integral de la curva de irradiación solar desde cero hasta 1.13 μm que es la longitud de onda del silicio. Para aumentar el rendimiento deberíamos encontrar un elemento que sea semiconductor y cuya longitud de onda sea mayor

La radiación solar se mide usualmente mediante instrumentos especiales destinados a tal propósito denominados radiómetros.

2.3 Movimiento relativo del Sol y la Tierra.

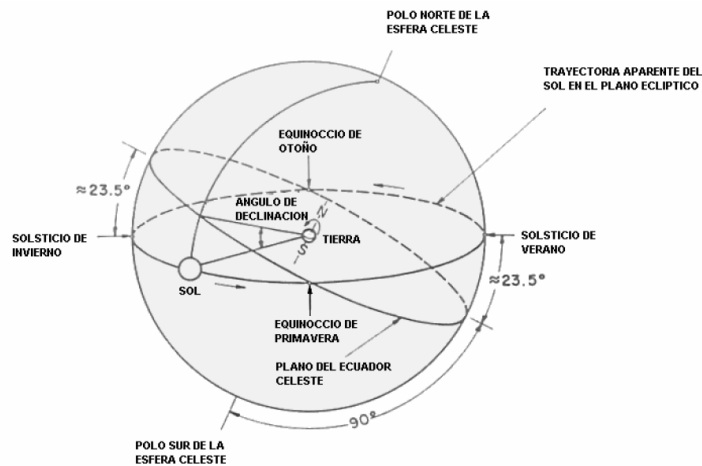
La Tierra describe un movimiento de traslación alrededor del Sol que sigue una trayectoria en forma de elipse, con una excentricidad de un 3%. La línea imaginaria que representa la órbita descrita es la llamada eclíptica. La Tierra además, da

⁷ "La Radiación Solar" <http://www.monografias.com/trabajos72/demanda-electrica-vivienda-energia-solar/demanda-electrica-vivienda-energia-solar.shtml>

vueltas sobre si misma, movimiento de rotación con un eje de giro norte-sur que esta inclinado con respecto del plano de la eclíptica un ángulo constante es decir: en su movimiento de traslación el eje de rotación terrestre forma siempre el mismo ángulo con la perpendicular al plano de la eclíptica. Este ángulo es de $23,45^\circ$

Se va a considerar que los rayos del Sol, una vez en la atmosfera terrestre viajan paralelos entre si, pues su divergencia es muy pequeña. Cada día, a las 12 horas solar, nuestros relojes van adelantados una o dos horas respecto del horario solar, los rayos del sol forman un ángulo con el radio terrestre producto de la intersección del plano meridiano con el plano del Ecuador. Este ángulo es el llamado declinación δ , y como se ve en la figura 2.3 , varia entre $-23,45^\circ$ para el solsticio de invierno y $+23,45^\circ$ para el solsticio de verano. En los equinoccios el valor del ángulo es 0° .⁸

Figura 2.3.- Angulo de declinación de la Tierra⁹



Fuente: Aspectos basicos de la radiacion solar, www.tdr.cesca.es

El ángulo de declinación puede obtenerse por la fórmula aproximada de Cooper:

$$\delta = 23,45 \operatorname{sen} \left[\frac{284 + n}{365} \right] \quad (1)$$

en la que n es el día del año del 1 al 365.

El clima de la Tierra esta condicionado por la inclinación de su eje de giro que provoca la variación anual del ángulo de declinación. Los rayos inciden con menos perpendicularidad a medida que aumenta, en valor absoluto, la latitud del lugar. Un

⁸ Energías Renovables, Mario Ortega Editorial Paraninfo pag 69-73

⁹ "Aspectos Básicos de la Radiación Solar" http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-1019105-082541//10Nvm10de17.pdf pp.

punto en el Ecuador esta a la latitud 0° , un punto en el Trópico de Cáncer a $+23,45^\circ$, en el capricornio a $-23,45^\circ$, o en el polo norte a 90° y en el sur a -90° .

El ángulo que forma los rayos solares con la vertical al plano tangente a la superficie terrestre en distintas posiciones sobre el globo y para distintas épocas del año, al mediodía solar. Este es el llamado Angulo cenital θ_z . A las 12 horas solares el Angulo cenital θ_z , viene definido por la siguiente expresión:

$$\theta_z = L - \delta$$

En donde L es la latitud del lugar, que se define como el ángulo que forma el radio de la Tierra, que pasa por ese lugar, con el plano del Ecuador.

Tabla 2.1.-Ángulo cenital a mediodía solar¹⁰

	Ángulo cenital a mediodía solar			
	Solsticio de Invierno	Solsticio de primavera	Solsticio de Verano	Equinoccio de Otoño
Ecuador	23,45	0	-23,45	0
Trópico de cáncer	46,90	23,45	0	23,45
Trópico de capricornio	0,00	-23,45	-46,90	-23,45
Polo norte	113,45	90	66,55	90
Polo sur	-66,55	-90	-113,45	-90

Fuente: Energías renovables, M Ortega,p.72

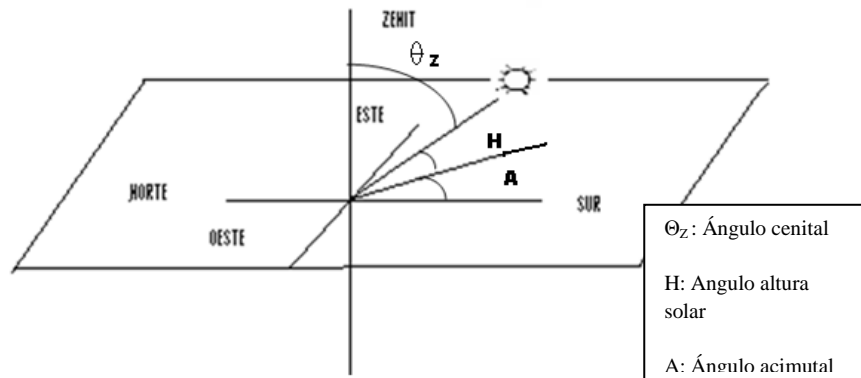
2.4 Posición solar.

Para determinar la posición del sol en la superficie celeste, se utiliza dos ángulos:

- El ángulo altura solar H: es el ángulo que forma la línea imaginaria que une el Sol con la superficie de la Tierra (la trayectoria del rayo de sol) con el plano tangente a dicha superficie, llamado plano del horizonte.
- El ángulo acimut A: es el ángulo que forma la proyección sobre el plano del horizonte de la línea que une el Sol con el punto sobre la superficie terrestre con el eje norte – sur.

¹⁰ Energías Renovables Mario Ortega Editorial Paraninfo p. 72

Figura 2.4.- Posición solar



Fuente: Chamba Cecibel, Ramón Gonzalo.

El acimut puede ser este u oeste, pues entendemos acimut 0° cuando el sol esta sobre el eje norte – sur. Todos los días y para cualquier lugar a las 12 horas el acimut es 0° . El sol indica la dirección del eje norte-sur al mediodía solar.

El acimut y la altura solar varían con la hora del día, con el día del año y con la latitud del lugar. Para un mismo día del año el acimut y la altura solar tienen el mismo valor absoluto en horas equidistantes del mediodía solar.

2.5 Radiación sobre superficies.

La energía transmitida a una superficie depende del ángulo de incidencia de la radiación sobre esa superficie.

$$I = I_0 \cdot \cos \theta \quad (2)$$

Donde:

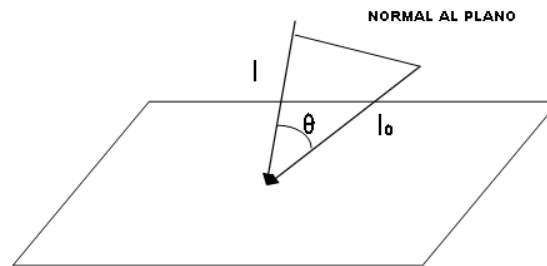
I_0 : es la intensidad de radiación que llega formando un ángulo sobre un plano dado por su normal n .

I : es la intensidad incidente sobre dicho plano que depende del coseno del ángulo incidencia θ .

La intensidad de radiación se mide en unidades de potencia por unidad de superficie.

Cuando θ vale 90° su coseno vale 0; si la radiación llega paralela al plano no hay intensidad transmitida. Cuando θ vale 0° su coseno vale 1; si la radiación llega perpendicular toda la intensidad se transmite. Podemos decir que cuanto menor sea el ángulo de incidencia mayor será la intensidad incidente.

Figura 2.5.- Radiación incidente sobre un plano



Fuente: Chamba Cecibel, Ramón Gonzalo.

Las variaciones climáticas diarias y estacionales dependen del movimiento de rotación de la tierra sobre un eje de giro inclinado respecto del plano de traslación, y del movimiento de traslación de la tierra alrededor del sol durante el cual va cambiando el ángulo de incidencia de los rayos del sol sobre el plano del horizonte.

CAPÍTULO III

3. ENERGIA SOLAR.

3.1 Energía Solar Fotovoltaica.

3.1.1. Introducción.

Para la fabricación de paneles solares fotovoltaicos se emplea tecnología muy avanzada y compleja. Sin bien está al alcance de muchos fabricantes la producción de colectores solares térmicos con un grado de eficacia aceptable, no ocurre lo mismo con los paneles solares fotovoltaicos, donde muy pocas compañías en el mundo cuentan con la capacidad y los recursos técnicos necesarios para producirlos.

El funcionamiento de los paneles se basa en el efecto fotovoltaico. Este efecto se produce cuando sobre materiales semiconductores convenientemente tratados incide la radiación solar produciéndose electricidad.

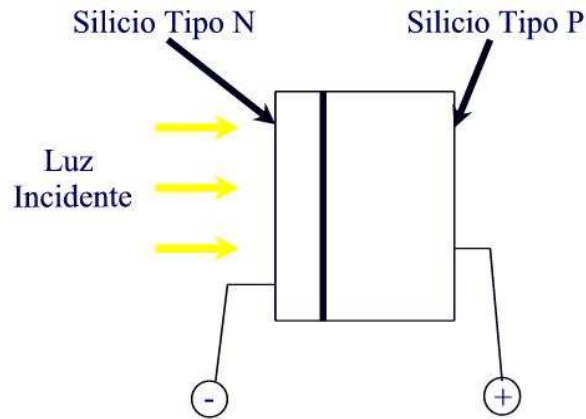
3.1.2 Bases del funcionamiento de las células fotovoltaicas.

Los módulos se componen de celdas solares de silicio. Estas son semiconductoras eléctricas debido a que el silicio es un material de características intermedias entre un conductor y un aislante.

Presentado normalmente como arena, mediante métodos adecuados, se obtiene el silicio en su forma pura. El cristal de silicio puro no posee electrones libres y por lo tanto resulta un mal conductor eléctrico. Para cambiar esto se le agregan porcentajes de otros elementos. Este proceso se denomina dopado. Mediante el dopado de silicio con fósforo se obtiene un material con electrones libres o material con portadores de carga negativa (silicio tipo N). Realizando el mismo proceso, pero agregando Boro en lugar de fósforo, se obtiene un material de características inversas; esto es déficit de electrones o material con cargas positivas libres o huecos (silicio tipo P). Cada celda solar se compone de una delgada capa de material tipo N y otra de mayor espesor de material tipo P.

Ambas capas separadas son eléctricamente neutras, pero al ser unidas, justamente en la unión (P-N), se genera un campo eléctrico debido a los electrones libres del silicio tipo N que ocupan los huecos de la estructura del silicio tipo P. ¹¹

Figura 3.1.- Celda solar de silicio



Fuente: Efecto Fotovoltaico, www.solartronic.com

Al incidir la luz sobre la celda fotovoltaica, los fotones que la integran chocan con los electrones de la estructura del silicio dándoles energía y transformándolos en conductores. Debido al campo eléctrico generado en la unión (P-N), los electrones son orientados, fluyendo de la capa "P" a la capa "N". Mediante un conductor externo, se conecta la capa negativa a la positiva, generándose así un flujo de electrones (corriente eléctrica) en la conexión. Mientras la luz siga incidiendo en la celda, el flujo de electrones se mantendrá. La intensidad de la corriente generada, variará proporcionalmente según la intensidad de luz incidente. Cada módulo fotovoltaico se conforma de una determinada cantidad de celdas conectadas en serie. Como vimos anteriormente, al unirse la capa negativa de una celda a la positiva de la siguiente, los electrones fluyen a través de los conductores de una celda a la otra. Este flujo se repite hasta llegar a la última celda del módulo, de la cual fluyen hacia el acumulador o batería. Cada electrón que abandona el módulo es reemplazado por otro que regresa del acumulador o batería. El cable de la interconexión entre módulo y batería contiene el flujo, de manera tal que cuando un electrón abandona la última celda del módulo y se dirige hacia la batería, otro electrón ingresa a la primera celda desde la batería. Es por esto que se considera inagotable a un dispositivo fotovoltaico. Produce energía eléctrica como respuesta a

¹¹ SOLARTRONIC "Efecto Fotovoltaico" http://www.solartronic.com/Energia_Solar/Sistemas_Fotovoltaicos/Curso_Breve/2_Fabricacion/

la energía lumínica que ingresa en el mismo. Cabe aclarar que una celda fotovoltaica no puede almacenar energía eléctrica.

La corriente eléctrica generada en la célula fotovoltaica es corriente continua (C.C). La tensión de trabajo depende de las características físico-químicas propias del material de construcción. El aumento de la temperatura produce el efecto negativo de disminuir la tensión de trabajo. La tensión de trabajo de una célula fotovoltaica de silicio es de orden de 0.5 voltios. La intensidad de corriente generada es, esencialmente, proporcional a la superficie expuesta al sol y a la intensidad de la radiación incidente sobre ella.

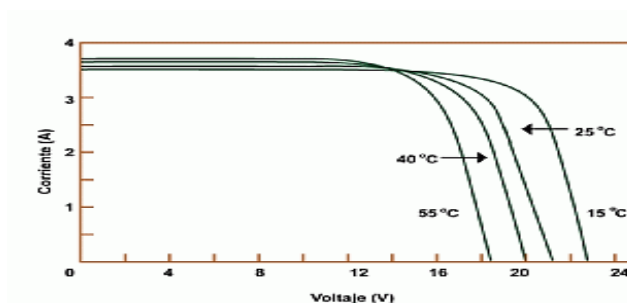
3.1.3 El módulo fotovoltaico.

Un módulo fotovoltaico esta formado por un conjunto de células fotovoltaicas interconectadas entre sí.

Para conseguir tensiones de trabajo más operativas que los 0.5 V se necesita conectar entre 30 y 36 células con el fin de llegar a tensiones del orden de 20V en C.C. Sin embargo se habla de una tensión nominal por panel o modulo fotovoltaico de 12V. El exceso de tensión se requiere para:

1. Compensar caídas de tensión en los conductores
2. Compensar las caídas de tensión en las cargas o aparatos de consumo
3. Poder cargar las baterías de 12 V nominales, ya que estas requieren llegar hasta tensiones de carga del orden de 14.5 V
4. Compensar las pérdidas de tensión entre bornes del panel debido al aumento de la temperatura por exposición a la radiación solar.

Figura 3.2.- Curva I-V de funcionamiento de un modulo fotovoltaico.¹²



Fuente: Energía Fotovoltaica, <http://solar.nmsu.edu>

¹²

"Energía Fotovoltaica" http://solar.nmsu.edu/wp_guide/energia.html

Se observan los efectos de variación de la temperatura y de la radiación incidente. Una de las características eléctricas esenciales de los módulos fotovoltaicos es su curva de trabajo I- V. Los valores de tensión y corriente del módulo dependen de la insolación, de la temperatura de la célula, de la masa de aire que atraviese la radiación solar, y por supuesto de la resistencia óhmica de la carga conectada. Las condiciones estándar de comprobación corresponden a una luz solar incidente con una intensidad de $1.000\text{W}/\text{m}^2$, una temperatura de la célula de 25°C y una distribución espectral correspondiente al de la radiación solar cuando atraviesa una MA 1.5 (masa de aire de 1.5); esto quiere decir que el rayo solar a recorrido desde el momento en que penetra en la atmósfera hasta incidir en la célula una distancia 1.5 veces mayor que la que recorrería si su trayectoria fuera perpendicular al plano terrestre.

Sabemos que la potencia eléctrica de un generador de corriente continua se mide en vatios (W) y se puede definir por la expresión:

$$P = V \cdot I \quad (3)$$

Se tiene que:

Potencia pico, P_{PM} : es la potencia máxima en vatios que puede generar un modulo en las condiciones estándar de radiación incidente.

$$P_{PM} = v_{pM} \cdot i_{pM} \quad (4)$$

3.1.4 Tipos de paneles solares.

3.1.4.1 Tipos de paneles en función de los materiales ¹³.

Silicio Puro monocristalino- Basados en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza. Se han alcanzado rendimientos máximos del 24,7% para éste tipo de paneles siendo en los comercializados del 16%.¹⁴

Figura 3.3.- Panel solar mono cristalino



Fuente: Sitiosolar, www.sitiosolar.com/paneles

¹³ SITIOSOLAR, "[Los paneles solares fotovoltaicos](http://www.sitiosolar.com/paneles)", www.sitiosolar.com/paneles

¹⁴ SITIOSOLAR, "[Los paneles solares fotovoltaicos](http://www.sitiosolar.com/paneles)", www.sitiosolar.com/paneles

Silicio puro policristalino- Los paneles poli cristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Se obtiene con ellos un rendimiento inferior que con los monocristalino (en laboratorio del 19.8% y en los módulos comerciales del 14%) siendo su precio también más bajo.

Figura 3.4.- Panel solar poli cristalino



Fuente: Sitiosolar, www.sitiosolar.com/paneles

Silicio amorfo. Basados también en el silicio, pero a diferencia de los dos anteriores, este material no sigue aquí estructura cristalina alguna. Paneles de este tipo son habitualmente empleados para pequeños dispositivos electrónicos (Calculadoras, relojes) y en pequeños paneles portátiles. Su rendimiento máximo alcanzado en laboratorio ha sido del 13% siendo el de los módulos comerciales del 8%.

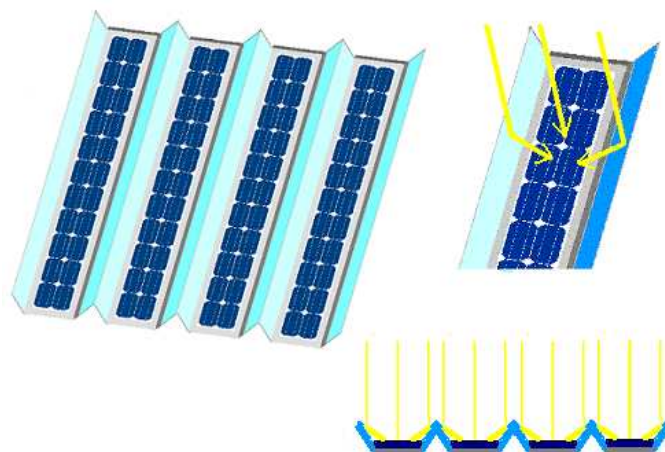
Se prevé que en un futuro no muy lejano con nuevos paneles basados en otros materiales que tienen un mejor rendimiento como el Cobre Indio Galio Diselenido (CIGS), la relación entre producción de energía/costo pueda llegar a sustituir a los combustibles fósiles en la producción de energía.

3.1.4.2 Tipos de paneles en función de la forma¹⁵.

Paneles con sistemas de concentración. Se trata de una serie de superficies reflectantes concentra la luz sobre los paneles fotovoltaicos. Aunque el porcentaje de conversión no varié, una misma superficie de panel producirá más electricidad ya que recibe una cantidad concentrada de fotones.

¹⁵ SITIOSOLAR, "[Los paneles solares fotovoltaicos](http://www.sitiosolar.com/paneles)", www.sitiosolar.com/paneles

Figura 3.5.- Panel Solar con Reflectantes



Fuente: Sitiosolar, www.sitiosolar.com/paneles

Paneles de formato “teja o baldosa”. Estos paneles son de pequeño tamaño y están pensados para combinarse en gran número para así cubrir las grandes superficies que ofrecen los tejados de las viviendas.

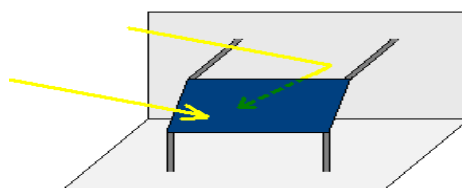
Figura 3.6.- Panel de formato teja



Fuente: Sitiosolar, www.sitiosolar.com/paneles

Paneles bifaciales: Basados en un tipo de panel capaz de transformar en electricidad la radiación solar que le recibe por cualquiera de sus dos caras. Para aprovechar convenientemente esta cualidad se coloca sobre dos superficies blancas que reflejan la luz solar hacia el reverso del panel.

Figura 3.7.- Paneles bifaciales



Fuentes: Sitiosolar, www.sitiosolar.com/paneles

3.1.5 Sistemas de seguimiento solar.

En los sistemas solares fotovoltaicos existe la posibilidad de emplear elementos seguidores del movimiento del Sol que favorezcan y aumenten la captación de la radiación solar. Existen tres tipos de soporte para los colectores solares:

- Colocación sobre soporte estático- Soporte sencillo sin movimiento.

-Sistemas de seguimiento solar de 1 eje. Estos soportes realizan un cierto seguimiento solar. La rotación del soporte se hace por medio de un solo eje, ya sea horizontal, vertical u oblicuo.

-Sistemas de seguimiento solar de dos ejes. Con este sistema ya es posible realizar un seguimiento total del sol en altitud y en azimut y siempre se conseguirá que la radiación solar incida perpendicularmente obteniéndose la mayor captación posible. Existen tres sistemas básicos de regulación del seguimiento del sol por dos ejes: *Sistemas mecánicos, Mediante dispositivos de ajuste automático, Dispositivos sin motor*

3.1.6 Tipos de sistemas de electrificación solar fotovoltaica.

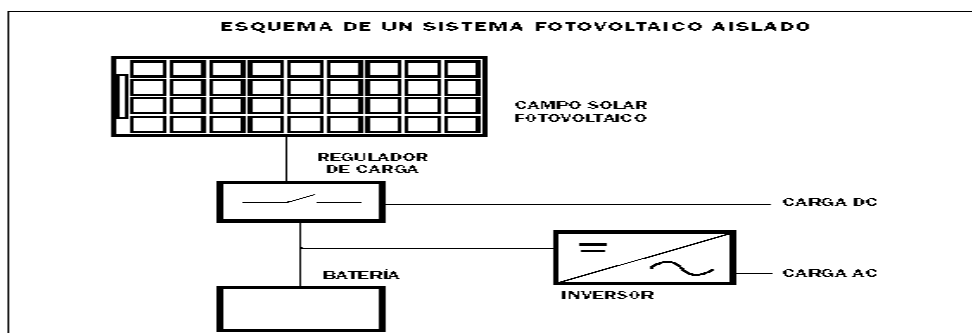
Hay dos formas de utilizar la energía eléctrica generada a partir del efecto fotovoltaico:

- En instalaciones aisladas de la red eléctrica
- En instalaciones conectadas a la red eléctrica convencional

3.1.6.1 Sistemas aislados de la red eléctrica.

Aquellos sin conexión a la red. Están indicados para áreas aisladas en los que resulta mas costoso el tendido de la red eléctrica que realizar una instalación fotovoltaica en si.

Figura 3.8.- Esquema de un Sistema Fotovoltaico Aislado¹⁶



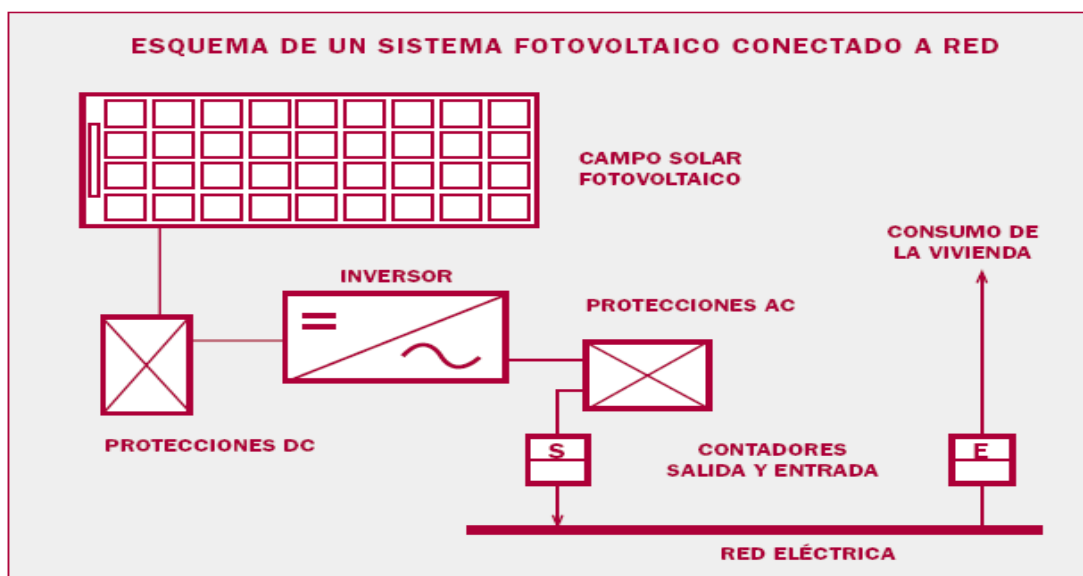
Fuente: Sistema fotovoltaico aislado, www.initza.com

3.1.6.2 Sistemas conectados a red eléctrica.

Son los sistemas fotovoltaicos para áreas ya electrificadas con la red general. Se puede contemplar dos tipos de usos:

- Producción solar fotovoltaica tendente al auto abastecimiento con apoyo en la red en momentos en los que falte energía o para volcar los excedentes de energía
- Inyección a la red de toda la producción de la instalación fotovoltaica mientras se hace un consumo normal de la red.

Figura 3.9.- Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a red¹⁷



Fuente: Instalaciones conectadas a red, <http://eurofoton.com>

¹⁶ "Sistema Fotovoltaico Aislado" http://www.initzia.com/pdf/Sistema_aislado.pdf p. 1

¹⁷ "Instalaciones conectadas a red" http://eurofoton.com/la_energia_solar.php

3.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

3.2.1 Introducción.

La electricidad solar térmica es una tecnología relativamente nueva que ya se ha mostrado muy prometedora. Con poco impacto ambiental y siendo una fuente masiva, ofrece una oportunidad a los países más soleados del mundo comparable al avance que los parques eólicos marinos está ofreciendo actualmente a los países europeos con más viento en costas y mares.

Para producir electricidad a partir de la energía solar térmica se requieren cuatro elementos: concentrador, receptor, alguna forma de transporte del calor, almacenamiento y conversión de la energía, un equipo que es muy similar al de una planta de combustible fósil. Las tres tecnologías solares térmicas más prometedoras son el concentrador cilindro parabólico, el receptor central o central de torre y el disco parabólico.

A demás la energía Térmica del sol se puede emplear para sistemas que generen temperaturas menores a los 100 grados centígrados que son de aplicabilidad directa para cubrir necesidades de calentamiento de agua.

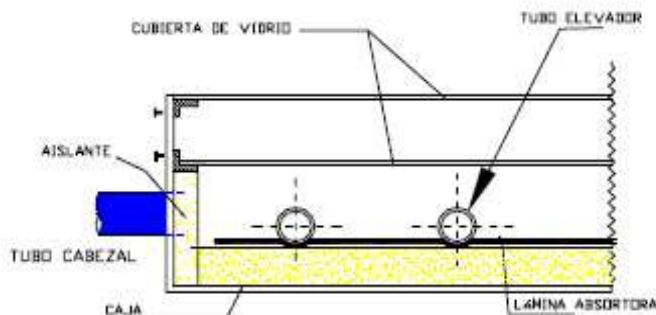
La energía térmica del sol también puede ser también aprovechada para la generación de agua caliente de uso sanitario o industrial.

3.2.2 Colectores Solares.

Son dispositivos que permiten concentrar la energía térmica del sol de modo que se la pueda utilizar para el calentamiento de un fluido en el interior de un tubo. Consta de una caja plana, aislada térmicamente en cinco de sus caras y cerrada la sexta (una de las más grandes) con un vidrio o material transparente. En su interior tiene una placa metálica, pintada de negro, a la que va adherido un tubo a manera de serpentín por el que circula el fluido que se requiere calentar. Para su funcionamiento se expone al sol orientado hacia el sur o norte dependiendo de la localización del lugar con respecto a la línea Ecuatorial y con una inclinación sobre

la horizontal igual a la latitud del lugar, o mayor, para optimizar la captación los días de menos soleamiento, cuando el sol está más bajo y los días son más cortos.

Figura 3.10.- Esquema básico de un colector solar¹⁸



Fuente: Energías renovables, <http://ahorrodeenergiaeficaz.wordpress.com>

Pueden ser de baja, media o alta temperatura.

3.2.3 Colector Solar Térmico de Baja temperatura.

Es aquel que trabaja por debajo del punto de ebullición del agua es decir a una temperatura menor a 100⁰ C Este tipo de colectores debe aprovechar al máximo la componente visible de la radiación solar. Sus características principales deben ser:

- Tener una cubierta transparente con mucha transmitancia (transparencia a la radiación), baja absortancia (capacidad de absorción de la radiación) y poca reflectancia (capacidad de reflexión) a la radiación visible. Y con baja transmitancia a la radiación infrarroja.
- La placa absorbente debe presentar una alta absortancia a la componente visible, y poca emitancia infrarroja.
- Sus componentes deben estar bien aislados.
- Debe poseer una carcasa exterior resistente a los agentes atmosféricos.

¹⁸ "Energías renovables " ,<http://ahorrodeenergiaeficaz.wordpress.com/2011/04/25/energias-renovables-la-energia-solar-fototermica/>

3.2.3.1 Rendimiento.

Se lo calcula mediante:

$$\eta = a + b \left(\frac{T_m - T_a}{I} \right) \quad (8)$$

$$T_m = \frac{T_e - T_s}{2}$$

O también mediante:

$$\eta = a + b \left(\frac{T_s - T_a}{I} \right); \text{ Donde:} \quad (9)$$

η : Rendimiento

T_a : Temperatura Ambiente.

T_m : Temperatura media del agua en el colector entre la entrada y la salida.

T_e : temperatura de entrada en el colector.

T_s : Temperatura de salida del colector

I : intensidad de radiación.

a : constante que depende de las características ópticas de transmitancia de la cubierta y de absorción de la placa.

b : constante que depende del número de cubiertas transparentes y de las características aislantes del sistema colector y de la placa absorbente.¹⁹

3.2.4 Aprovechamiento de la energía solar térmica²⁰.

Habitualmente, se suele dividir a los sistemas de aprovechamiento de energía solar por vía térmica en dos grupos.

- La utilización de la energía solar a baja y media temperatura
- La utilización de energía solar a alta temperatura

a. Los sistemas de aprovechamiento a baja y media temperatura.

Son los que ofrecen posibilidades más interesantes a corto plazo, utilizándose de cara a servicios de tipo domésticos, tales como la producción de agua caliente sanitaria, calefacción, climatización de piscinas, invernaderos, secaderos, etc. Se

¹⁹ Energías Renovables, Mario Ortega, pag 35 - 37

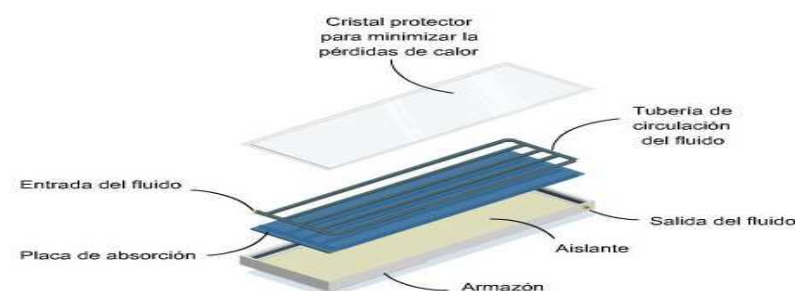
²⁰ "Centrales Solares" <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo6.html>

tiene dos tipos de colectores: los sistemas de colectores planos y los sistemas de colectores de concentración

b. Colectores planos.

Son actualmente los más difundidos y representan alrededor del 90% de la producción de colectores.

Figura 3.11.- Colectores planos²¹



Fuente: Tecnología para el desarrollo sostenible

c. Colectores de concentración.

Se utilizan para instalaciones que trabajan a media temperatura, Estos colectores concentran la radiación solar que recibe la superficie captadora en un elemento receptor de superficie muy reducida (un punto, una línea). Por otro lado, al recibir la radiación solar de manera concentrada. Los colectores de concentración son capaces de proporcionar temperaturas de hasta 300°C con buenos rendimientos.

Figura 3.12.- Colectores de concentración²²



Fuente: Energía Solar, <http://platea.pntic.mec.es>

²¹ "Tecnología para un Desarrollo Sostenible" <http://miqueridopinwino.blogspot.com/feeds/posts/default?start-index=169&max-results=12>

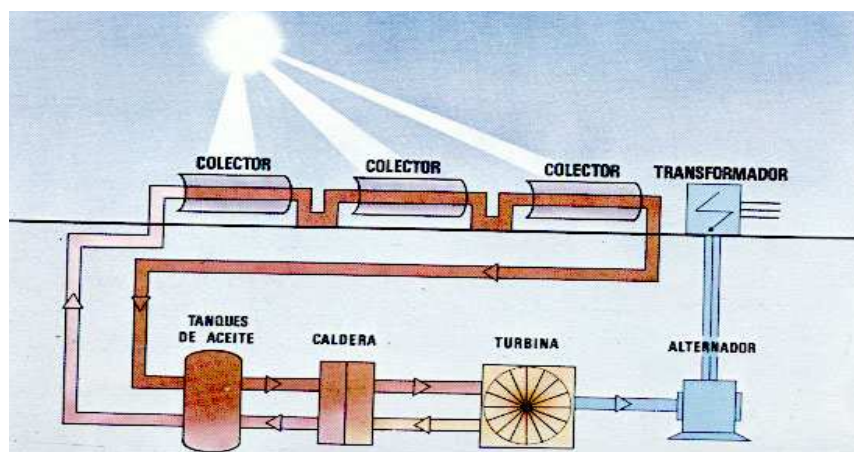
²² "Energía Solar", <http://platea.pntic.mec.es/~jdelucas/centralsolar.htm>

Las centrales de colectores de concentración se utilizan para generar vapor a alta temperatura con destino a procesos industriales, para producir energía eléctrica, etc.

Los sistemas de seguimiento del sol de estos colectores son de varios tipos. El colector de concentración cilíndrico-parabólico suele utilizar un reloj o sensor óptico.

Uno de los inconvenientes de la mayoría de los colectores de concentración es que sólo aprovechan la radiación directa del Sol, es decir, que sólo aprovechan los rayos solares que realmente inciden sobre su superficie. No son capaces, por el contrario, de captar la radiación solar difusa.

Figura 3.13.- Esquema de una central eléctrica solar con colectores cilindro-parabólicos²²



Fuente: Energía Solar, <http://platea.pntic.mec.es>

d. Sistemas de aprovechamiento de energía solar a alta temperatura .

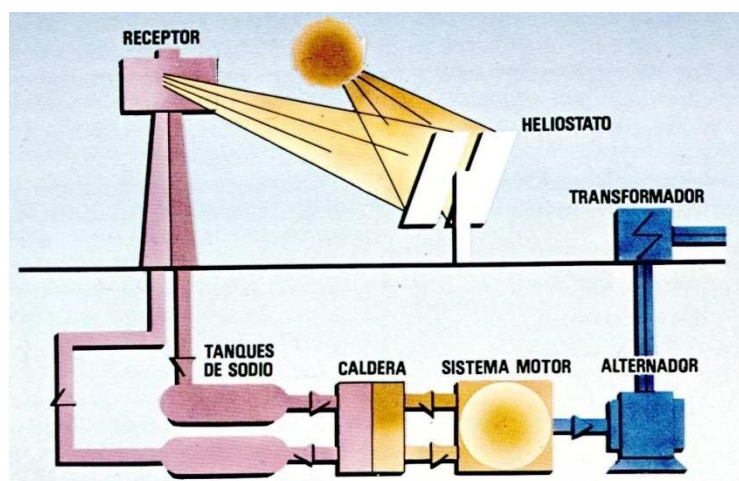
El aprovechamiento de energía solar, a alta temperatura, para producir electricidad mediante vía termodinámica se basa en principios análogos a los que pueden contemplarse en una central eléctrica convencional que quema carbón o petróleo. Se consigue que la radiación solar caliente a alta temperatura un fluido primario. Este fluido transmite el calor a un circuito secundario por el que circula un segundo fluido que, tras transformarse en vapor por la acción del

calor, pone en marcha una turbina acoplada a un alternador. En algunos casos, es el propio fluido primario el que, convertido en vapor, acciona la turbina. Hay diversos tipos de centrales solares basadas en este principio. Las hay de caldera única, de receptores distribuidos, de discos parabólicos, etc. No obstante, las más extendidas son las centrales solares termoeléctricas de receptor central. En ellas, la radiación solar incide en un "campo de heliostatos".

Este es una amplia superficie cubierta de grandes espejos (heliostatos) que concentran la radiación solar captada en un receptor.

Los sistemas más comunes de este tipo tienen el receptor instalado en una torre, por lo que reciben el nombre de centrales solares de tipo torre central. Los heliostatos constan de una estructura soporte y de una superficie reflectante.

Figura 3.14.- Esquema de una Central Eléctrica Solar con Heliostatos



Fuente: Energía Solar, <http://platea.pntic.mec.es>

e. Centrales eléctricas parabólicas de canal²³.

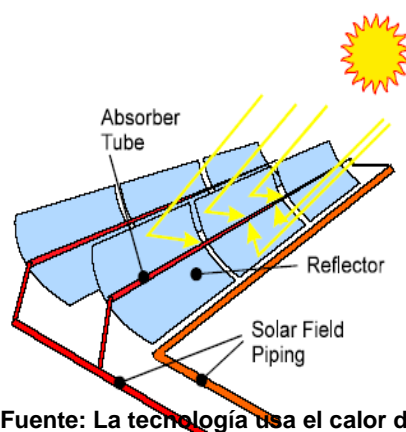
Las centrales eléctricas parabólicas de canal son el tipo de tecnología de central eléctrica solar termal con mayor número de sistemas comerciales operativos.

El colector parabólico de canal consiste en un conjunto de grandes espejos curvados, que concentran la luz del sol en un factor de 80 o más a una línea focal. Los colectores poseen sistemas de seguimiento de un eje para seguir al sol.

²³

"Centrales Eléctricas Parabólicas de Canal" <http://www.textoscientificos.com/energia/solar/canal>

Figura 3.15.- Centrales eléctricas parabólicas de canal²⁴



Fuente: La tecnología usa el calor del sol, <http://www.unad.edu.co>

En estos sistemas, aceite térmico, o algún otro fluido transferencia térmica, atraviesa el tubo de absorción. Este tubo calienta al aceite hasta casi 400°C, y un intercambiador de calor transfiere el calor del aceite termal a un ciclo de generación de vapor. Una bomba de alimentación pone al agua bajo presión. Luego, un economizador, un vaporizador y un sobre calentador producen vapor sobrecalentado. Este vapor se expande en una turbina de dos etapas; entre las piezas de alta presión y de baja presión de esta turbina se encuentra un recalentador, que calienta el vapor nuevamente.

La turbina conduce a un generador eléctrico que convierte la energía mecánica en energía eléctrica; el condensador detrás de la turbina condensa el vapor de agua nuevamente, lo que cierra el ciclo en la bomba de alimentación

En contraste con los sistemas fotovoltaicos, las centrales eléctricas termales solares pueden garantizar una cierta capacidad. Durante períodos de mal tiempo o durante la noche, quemadores de combustible fósil paralelos pueden producir el vapor. En estos quemadores paralelos también se pueden quemar combustibles ecológicos tales como biomasa, o hidrógeno producido por energías renovables. Con un almacenaje termal, la central solar térmica puede también generar electricidad incluso durante algunas horas de la noche cuando ya no hay energía solar disponible.

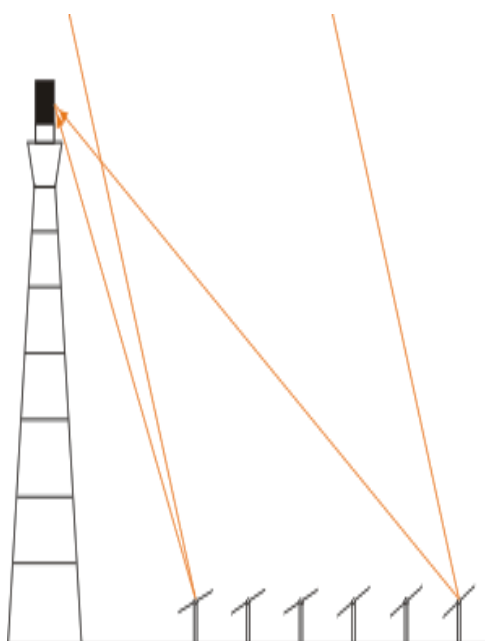
²⁴ "La tecnología usa el calor del sol" <http://www.unad.edu.co/caribe/index.php/ecotendencias/231-la-tecnologia-usa-el-calor-del-sol>

f. Centrales eléctricas solares termales de torre²⁵.

En las centrales eléctricas termales solares de torre, centenares o incluso millares de grandes espejos con sistemas de seguimiento de dos ejes se instalan alrededor de una torre. Estos espejos levemente curvados también son llamados heliostatos; un computador calcula la posición ideal para cada uno de éstos espejos, y un mecanismo impulsado por un motor lo orienta hacia el sol.

El sistema debe ser muy exacto para asegurar que la luz del sol esté realmente centrada en la punta de la torre. Es allí donde está localizado el receptor, el cual se calienta hasta temperaturas de 1000°C o más. El aire caliente o sal fundida transporta el calor desde el receptor a un generador del vapor; donde se produce vapor de agua sobrecalentado, el cual acciona una turbina y un generador eléctrico, al igual que en el caso de las centrales eléctricas de canal.

Figura 3.16.- Centrales eléctricas solares termales de torre



Fuente: La tecnología usa el calor del sol,
<http://www.unad.edu.co>

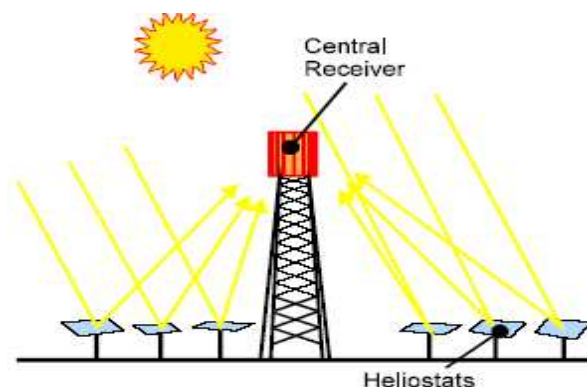
²⁵

“Centrales Eléctricas Termales de Torre” <http://www.textoscientificos.com/energia/solar/torre>

g. Receptor volumétrico abierto.

El receptor esta compuesto por una malla de alambre, materiales cerámicos o metálicos creando una estructura en forma de panal, la cual es atravesada por aire que se calienta hasta temperaturas entre los 650°C y 850°C.

Figura 3.17.- Receptor volumétrico abierto²⁶

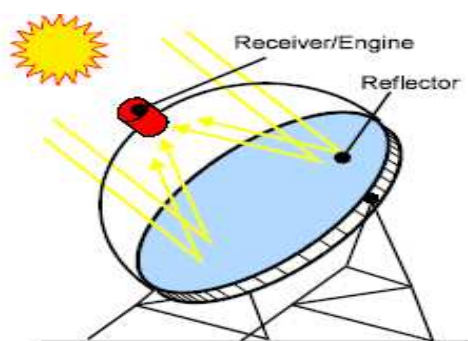


Fuente: La tecnología usa el calor del sol, <http://www.unad.edu.co>

h. Sistemas solares de plato parabólico.

En estos un espejo cóncavo parabólico (el plato) concentra la luz del sol; el espejo cuenta con un sistema de seguimiento de dos ejes y debe poder seguir al sol con un alto grado de exactitud para alcanzar eficacias altas. En el foco del espejo parabólico se ubica un receptor el cual se calienta hasta 650°C. Se pueden utilizar para generar electricidad en rango de los kilovatios.

Figura 3.18.- Sistemas solares de plato parabólico



Fuente: Tecnología termo solar, <http://www.anes.org>

²⁶ https://www.google.com.ec/search?um=1&noj=1&biw=1280&bih=647&hl=es&tbn=isch&sa=1&q=Receptor+volum%C3%A9trico+abierto&oq=Receptor+volum%C3%A9trico+abierto&gs_l=img.3...103315.103315.0.103956.1.1.0.0.0.0.183.183.0j1.1.0....0...1c.1.24.img..1.0.0.Jh23NRd-gRU

CAPÍTULO IV

4. CÁLCULO Y DISEÑO DE INSTALACIONES.

4.1 Cálculo Y Diseño de Instalaciones Fotovoltaicas²⁷.

Se debe de partir de las necesidades energéticas que se tenga. Como norma general, supondremos que el campo de paneles fotovoltaicos generara diariamente la misma capacidad C_G en Ah que se vaya a consumir en el día C_d (carga de consumo diaria). De este modo debe cumplirse que:

$$C_G = C_d \cdot (\text{Ah}) \quad (10)$$

4.1.1 Determinación de la carga de consumo diaria.

El consumo diario en amperios hora puede obtenerse según:

$$C_d = E_d / V_{tr} \quad (\text{Ah}) \quad (11)$$

Donde;

V_{tr} : Tensión de suministro de la batería a los consumos

E_d : Energía que se consume al día evaluada según:

$$E_d = E_{CC} + (E_{cA} / \eta) \quad (\text{Ah}) \quad (12)$$

En las que se tiene en cuenta las cargas que trabajan en corriente alterna, continua y en la η eficiencia del convertidor.

Para determinar cada uno de los sumandos de la anterior expresión necesitamos conocer la potencia de funcionamiento de cada aparato P_i , y estimar el tiempo en horas de funcionamiento al día t_i .

$$E_i = P_i \cdot t_i \quad (\text{wh}) \quad (13)$$

Una vez determinados los consumos de cada aparato se calculara la energía que se consume al día por la siguiente sumatoria:

$$E_d = \sum E_{iCC} + (\sum E_{iCA} / \eta) \quad (\text{wh}) \quad (14)$$

Si el consumo se demanda solo unos días de la semana, como en el caso de las viviendas de uso de fin de semana, podemos asimilar el consumo diario E_d al consumo que tendría una instalación de demanda diaria menor pero igual en cómputo semanal E_d ; así tenemos:

$$E_d' = E_d \cdot n \text{ días de uso} / 7 \quad (\text{wh}) \quad (15)$$

Del mismo modo para cargas que solo se usen unos días en la semana tenemos:

$$E_i' = E_i \cdot n \text{ días de uso} / 7 \quad (\text{wh}) \quad (16)$$

²⁷ Energías Renovables, Mario Ortega Editorial Paraninfo p. 37

4.1.2 Determinación del número de módulos Nt.

La energía que es capaz de captar el campo de paneles se define como la potencia del generador por el tiempo de captación solar:

$$E_G = P_{PG} \cdot H.S.P. \text{ (wh)} \quad (17)$$

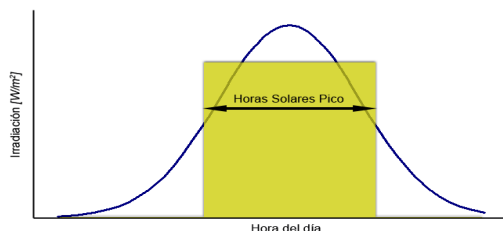
En la que:

P_{PG} : es la potencia pico del generador

H.S.P. : son las horas sol pico, concepto teórico que indica el número de horas de sol, con una intensidad de radiación de 1.000 w/m^2 incidiendo perpendicular sobre la superficie del modulo, que tendría un día imaginario en el que el modulo recibiría la misma energía que en un día real.

Si se representa en un gráfico la distribución horaria de la irradiación incidente sobre la superficie terrestre se observa que los niveles varían a lo largo del día. Gráficamente, la hora pico solar se interpreta como una función de valor constante que delimita la misma área que la distribución antes mencionada.

Figura 4.1.- Distribución horaria de la irradiación incidente sobre la superficie terrestre



Fuente: La hora solar pico, <http://www.cubasolar.cu>

La potencia pico de un elemento fotovoltaico, se define como la máxima potencia eléctrica que éste puede generar bajo las siguientes condiciones estándares de medida: irradiación: 1000 W/m^2 , temperatura: 25°C , AM: 1.5.

AM o Masa de Aire, es una medida de la distancia que recorre la radiación al atravesar la atmósfera y que varía según el ángulo de incidencia, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AM = 1/\cos(\theta) \quad (18)$$

Siendo θ el ángulo de incidencia del rayo del Sol y la vertical del lugar.

A diferencia de lo que se cree, no es la máxima potencia que es capaz de generar el Panel fotovoltaico, si las condiciones estándar son superadas, con una irradiación mayor, por ejemplo, el panel podrá generar más potencia que la potencia pico.

Sustituyendo con las ecuaciones anteriores se tiene que

$$E_G = V_{PM} \cdot i_{PM} \cdot N_S \cdot N_P \cdot H.S.P \text{ (wh)} \quad (19)$$

Y como ya vimos que:

$$V_{PM} \cdot N_S = V_{PG} \quad (20)$$

Y también:

$$E_G / V_{PG} = C_G \text{ (Ah)} \quad (21)$$

De esto se tiene que :

$$C_D = i_{PM} \cdot N_P \cdot H.S.P \quad (22)$$

y despejando de esta ecuación el número de módulos en paralelo se calculara según:

$$N_P = C_D / (i_{PM} \cdot H.S.P) \quad (23)$$

Además el numero de módulos en serie N_S puede quedar definido previamente en función de la tensión de trabajo V_{tr} a la que queramos hacer trabajar las baterías, tensión ya prevista a la hora de la determinación de C_D y la tensión nominal del modulo, 12 V por lo general , según :

$$N_S = V_{tr} / v_M \quad (24)$$

El número total de módulos, como ya vimos será:

$$N_T = N_S \cdot N_P \quad (23)$$

4.1.3 Tamaño del acumulador.

Para determinar la capacidad de la batería C_B en Ah lo haremos por la siguiente expresión:

$$C_B = C_D \cdot x \text{ n.º días de autonomía} / P_f \quad (24)$$

En donde :

C_D : la capacidad de consumo diaria

n.º días de autonomía: tiene en cuenta los periodos de muy baja insolación con días nublados y puede oscilar entre 5 y 10 días , aunque para usos de fin de semana será obviamente como máximo 3.

P_f : la profundidad de descarga máxima admisible.

Para no entrar en procesos irreversibles y disminuir la vida útil del sistema de acumulación, dependerá del tipo de batería a usar.

Calculada la capacidad de la batería , entonces el número de vasos o elementos en serie se establece por :

$$V_B = N_{\text{elem. serie}} \cdot V_{\text{elem.}} \quad (25)$$

Y serán para las baterías de Pb/acido, seis elementos cuando se trabajan a 12 voltios, doce si trabajamos a 24 Voltios y veinticuatro si trabajamos a 48 voltios.

Y como V_B es igual a V_{tr} , tenemos

$$N_{\text{elem. serie}} = V_{tr} / V_{\text{elem.}} \quad (26)$$

De debe de tomar en cuenta aquí que se puede usar vasos de la mitad de capacidad de la calculada conectando en paralelo dos baterías con el mismo numero de vasos.

Para evitar que se produzcan ciclos de descarga diarios mayores de los admitidos por el fabricante al objeto de que la batería tenga una vida útil aceptable, debe comprobarse que la capacidad determinada sea superior a la mínima necesaria para que la batería no se descargue a diario más de la profundidad admisible según el tipo de acumulador. Esto es, debe cumplirse que:

$$C_B \geq C_D / P_f \text{ diaria}$$

4.1.4 Características de tensión y corriente del regulador.

Calculados el numero de módulos y el tamaño de la batería, pasaremos a determinar las características eléctricas básicas del regulador de carga que necesitamos, sin tener ahora en cuenta las diversa prestaciones que según el fabricante puede ofrecernos. La tensión de trabajo del regulador será la tensión de trabajo del generador fotovoltaico y del conjunto de baterías de acumulación. El relé que interrumpe o permite el paso de corriente de los módulos a la batería debe aguantar una intensidad definida por:

$$I_{R \text{ módulos}} = I_{PG} = N_P \times i_{PM} \quad (A) \quad (27)$$

En caso de ser necesario se puede dividir el generador fotovoltaico en dos conjuntos de la mitad de módulos en paralelo cada uno y colocar dos reguladores de intensidad inferior, si esto aminora costos.

El relé de paso de la corriente a los consumos deberá aguantar un máximo de intensidad dad por la suma de las intensidades de consumo de todos los que pudieran funcionar simultáneamente:

$$I_{R \text{ módulos}} = \sum i_i \quad (28)$$

La intensidad de consumo de cada aparato resulta de dividir su potencia P_i entre la tensión de trabajo de la batería:

$$I_i = P_i / V_{tr} \quad (29)$$

Si el consumo se hace a través de un inversor, el cálculo de i_i , se hará de igual modo, dividiendo la potencia por el valor de la tensión de entrada al inversor, pero dividiendo el resultado por la eficiencia de la conversión η .

4.1.5 Potencia de salida de inversor CC/CA.

Si la instalación va a llevar carga en alterna, el siguiente paso va a ser determinar el tamaño del inversor de corriente CC/CA. Debemos estimar la potencia que se va a demandar simultáneamente del inversor sumando la potencia de los aparatos de consumo que pueden funcionar al mismo tiempo. La potencia nominal de salida del inversor deberá ser mayor que la potencia de funcionamiento simultaneo de los consumos:

$$P_{salida} \geq \sum P_i = \eta P_{entrada} \quad (30)$$

Los inversores pueden tener un consumo apreciable aunque no estén suministrando energía, consumo que habría que contemplar en el cálculo de la instalación. Por este motivo los fabricantes han desarrollado inversores con una etapa de control que mantiene desactivado el sistema de conversión de corriente, mientras no haya ningún consumo conectado, en el momento en que encendemos un aparato, el control lo detecta activando la etapa de potencia. Estos inversores son llamados automáticos pues la energía que se consume es mínima cuando se encuentra en stand-by, los inversores automáticos incorporan un potenciómetro de ajuste de la sensibilidad por el que se regula la potencia mínima de la carga a conectar para que se arranque la etapa de potencia. En las instalaciones que vayan a incorporar estos inversores debemos evitar el uso de aparatos que aun están apagados mantengan encendidos pilotos de señalización, pues estos requerirían el continuo funcionamiento del inversor para suministrar muy poca energía.

El inversor, si incorpora desconexión de la salida debido a una baja tensión de entrada, puede conectarse directamente a la batería.

4.1.6 Sección de conductores.

Para obtener la sección de conductor en una línea de cobre se puede aplicar la siguiente expresión:

$$S = (2 \cdot I \cdot L) / (56 \cdot \Delta V) \quad (31)$$

En la que

L: longitud del conductor

ΔV : Caída de tensión admisible

I: intensidad máxima que puede circular por el conductor, en el caso de la línea módulos/regulador la intensidad pico del modulo por el numero de módulos en paralelo. En el caso de la línea batería/inversor:

$$I = P_{\text{salida}} / (V_{\text{entrada}} \cdot \eta) \quad (32)$$

Donde:

P_{salida} : potencia mínima del inversor

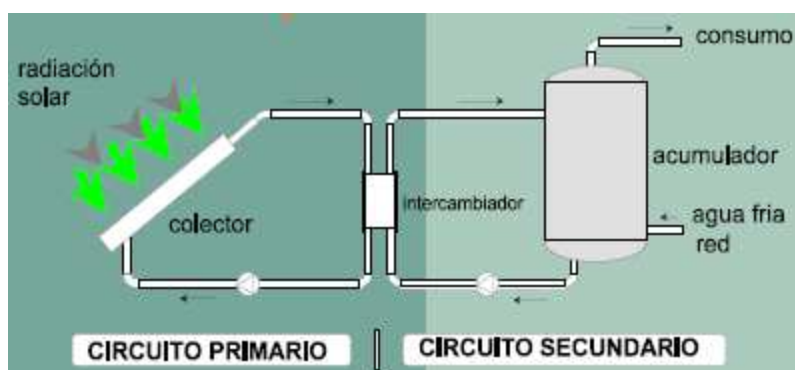
V_{entrada} : Tensión de entrada al inversor

η : Rendimiento del inversor a potencia nominal

4.2. Cálculo de una Instalación para Producción de Agua Caliente.

Funcionamiento.- el funcionamiento básico de un sistema para la producción de Agua Caliente es como se muestra en la figura 4.2, en donde los rayos solares inciden sobre la superficie colectora, la misma que calienta el fluido en su interior y lo traslada hacia el acumulador a través de un sistema de intercambio.

Figura 4.2.- Sistema para la producción de Agua Caliente



Fuente: Energía solar termica, <http://www.jcyl.es>

4.2.1 Determinación de la carga₍₆₎ :Se debe realizar el cálculo del consumo y el volumen necesario para almacenar dicha cantidad de agua. Así tenemos:

$$M = l * N \quad (33)$$

; Donde:

M es el consumo en litros por persona en el día y N es el número de Personas.

El volumen del depósito para acumulación debe estar entre el 80 y el 100% de la carga de consumo diario.

$$0.8 * M \leq V \leq M \quad (34)$$

4.2.2 Determinación de la superficie captadora: Esta se determina de acuerdo al tipo de colector que vamos, de modo que:

$$A = M * C \quad (35)$$

; Donde

A es el área de colectores Necesaria para cubrir la demanda y C es la producción de litros por metro cuadrado de colector.

Luego podemos determinar el número N de paneles necesarios que esta dado por:

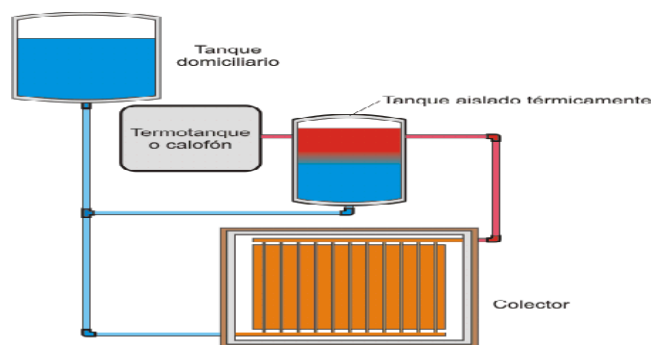
$$N = \frac{A}{S_0} \quad (36)$$

Donde S_0 es la Superficie Útil del colector dad por el fabricante.

4.2.3 Orientación e Inclinación de las Superficie Colectora.

Esta se debe realizar tomando en cuenta el recorrido que realiza el sol durante el día, además la inclinación del panel debe estar dada por la incidencia de los rayos solares sobre la superficie del panel.

Figura 4.3.- Esquema Básico de una Instalación para obtener A. C. S.



Fuente: Sistemas ACS, <http://www.inygen.com>

CAPÍTULO V

5. RENTABILIDAD DE LAS CENTRALES SOLARES.

5.1 Sostenibilidad.

El sol arroja energía gratuita limpia e inagotable, que en gran parte puede liberarnos en gran parte de otras fuentes de energía que son caras, contaminantes y que se agotaran a medio o corto plazo.

Ser usuario de este tipo de energía no solo significa ahorrar en la factura del gas, electricidad, etc., sino que supone un beneficio tanto para la sociedad como para el medio ambiente.

Las instalaciones fotovoltaicas garantizan una solución económica, fiable y adecuada; con lo que este tipo de instalaciones tienen bajo mantenimiento, no presentan averías y tienen un bajo costo de mantenimiento.

Además el Ecuador posee un gran potencial en el campo de la energía solar debido a su posición geográfica que permite que los días y las noches sean prácticamente de 12 horas cada uno.

En Ecuador las horas de radiación solar máxima son más o menos constantes para todas las regiones, esto es aproximadamente es 3 horas por día. Como se puede observar en la Fig. 5.1 donde se muestra las horas sol para las diferentes regiones del Ecuador.

Para la ciudad de Loja se pudo comprobar que si existe un mínimo de 3 horas sol con datos del año 2006 y del año 2007 proporcionados por la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Loja. (Anexo II).

Tabla. 5.1 Externalidades Y Costos De Generación de Energía

FUENTE	COSTO GENERACIÓN USD\$ cents/kWh	EXTERNALIDADES USD\$ cents/kWh	COSTO IMPLEMENTACIÓN dólar/kwh instalado
CARBON	4- 5,5	9,2	7579,18
GAS NATURAL	3,0 - 4,0	0,8	1274,36
HIDROELCETRICA	1,8 - 3,0	0,01	4390,24
COMBUSTOLEO	3,9 - 5,3	9	2828,41
NUCLEAR	2,4 -7,2	0,4	3151,26
GEOTERMÍA	4,5 - 8,5	0,6	N.V
BIOMASA	4,0 - 9,0	0,5	N.V
EÓLICO	3,0 - 8,0	0,1	8750
FOTOVOLTAICO	30 - 80	0,7	17931,034

Fuente: Chamba Cecibel, Ramón Gonzalo.

* Daños producidos por la emisión de contaminantes a partir de una fuente energética a lo largo del CICLO DE VIDA del Kilowatt / hora

Aunque los costos de los equipos solares deben bajar más, ya hoy, la energía solar es a largo plazo más barata que la convencional. Como se puede observar en el Capítulo 6 comparando con otro tipo de energías.

La aceptación social de la energía solar, especialmente en países de desarrollo, está creciendo. La aceptación de la técnica no es un problema, sí este cambio está acompañado con capacitación adecuada.

La razón, que la energía solar es más barata que la convencional, la hace a nivel social muchas veces la única alternativa para familias de bajos recursos económicos.

La sostenibilidad técnica es la más clara u obvia: con el logro de vida útil de los paneles solares de 25 a 30 años.

Para la implementación de un sistema fotovoltaico en la ciudad por ejemplo para la electrificación de una casa no es rentable ya que las energías convencionales son mas baratas, pero si el consumo eléctrico (KWh) es bastante elevado puede ser rentable ya que en el lapso de 3 a 5 años puede recuperar la inversión de un sistema fotovoltaico, y se va a tener electricidad para unos 20- 30 años.

Es rentable un sistema fotovoltaico para comunidades rurales donde no se pueda llegar fácilmente con la electricidad.

5.2 Barreras Políticas, Económicas, Técnicas.

- Existe una débil inserción de las energías renovables en las políticas energéticas y los marcos regulatorios nacionales.
- Las energías renovables tienen todavía costos mayores que las energías convencionales. (Anexo I REGULACIÓN No. CONELEC – 004/04)
- Reducida disponibilidad de créditos de fomento.
- Insuficiente información técnico - económicas sobre recursos nacionales.
- Limitada capacidad técnica para diseñar y desarrollar proyectos.
- Límites a la capacidad instalada de proyectos renovables.
- Reducida capacidad de pago de los sectores de menor ingreso, como el área rural, aislada y urbana - marginal.

5.3 Mercado del Carbono.

El mercado del carbono es un sistema de comercio internacional por medio del cual los países industrializados y las compañías de países desarrollados o en vías de desarrollo compran y venden reducciones de gases de efecto invernadero (GEI) que ocasionan el calentamiento global. La comercialización del carbono permite a los participantes con la flexibilidad necesaria para lograr las reducciones de emisiones por medio de incentivos económicos, como inversión de capital, costos más bajos y ganancias adicionales. Estos incentivos económicos hacen que la industria y grandes fabricantes consideren medidas que aumenten la eficiencia energética, tales como la sustitución de combustibles por otros de energía renovable.

El **Protocolo de Kyoto** incluye ciertos, “mecanismos flexibles” para ayudar a los países industrializados a cumplir con sus metas de reducciones de emisiones de una manera costo-efectiva. El tratado reconoce los mecanismos de libre mercado, incluyendo un sistema internacional de comercio de emisiones, como una de las soluciones para combatir el calentamiento global. La idea es un sistema basado en el mercado, el cual entregue a los países y compañías flexibilidad necesaria para

cumplir con sus metas produciendo una gran cantidad de reducciones de emisiones al costo mas bajo posible.

Los principales beneficios de comercializar créditos de carbono incluyen: la reducción en los costos totales para cumplir con las metas de reducción de emisiones; la oportunidad de generar ingresos a partir de actividades que antes no implicaban ganancias adicionales, como inversión en reducciones de emisiones, generación de energía renovable, combustibles que no generen gases de efecto invernadero y secuestro de carbono y un gran impacto en el desarrollo económico sustentable.

El MDL es una opción que el Protocolo de Kyoto ofrece a los países para que estos logren cumplir con sus compromisos a un menor costo. El Mecanismo para el desarrollo limpio se presenta como una oportunidad para que los países en desarrollo participen en el proceso de reducción de emisiones de GEI. El MDL ayuda a los países no- Anexo I a alcanzar un desarrollo sustentable por medio de medidas destinadas a estabilizar las concentraciones de GEI en la atmosfera.

Con el objetivo de calificar bajo el marco del MDL, las reducciones de emisiones que resulten de la implementación de proyectos registrados y oficiales deben ser reales, medibles y a largo plazo. Una vez que cada tonelada de reducciones de emisiones de dióxido de carbono equivalente ha sido verificada y certificada, se pasa a la transacción de RCE (Reducciones certificadas de Emisiones).

Los compradores RCE son principalmente: fondos multilaterales, compañías e industrias de países desarrollados (Compañías Anexo I) y países industrializados (Países Anexo I).

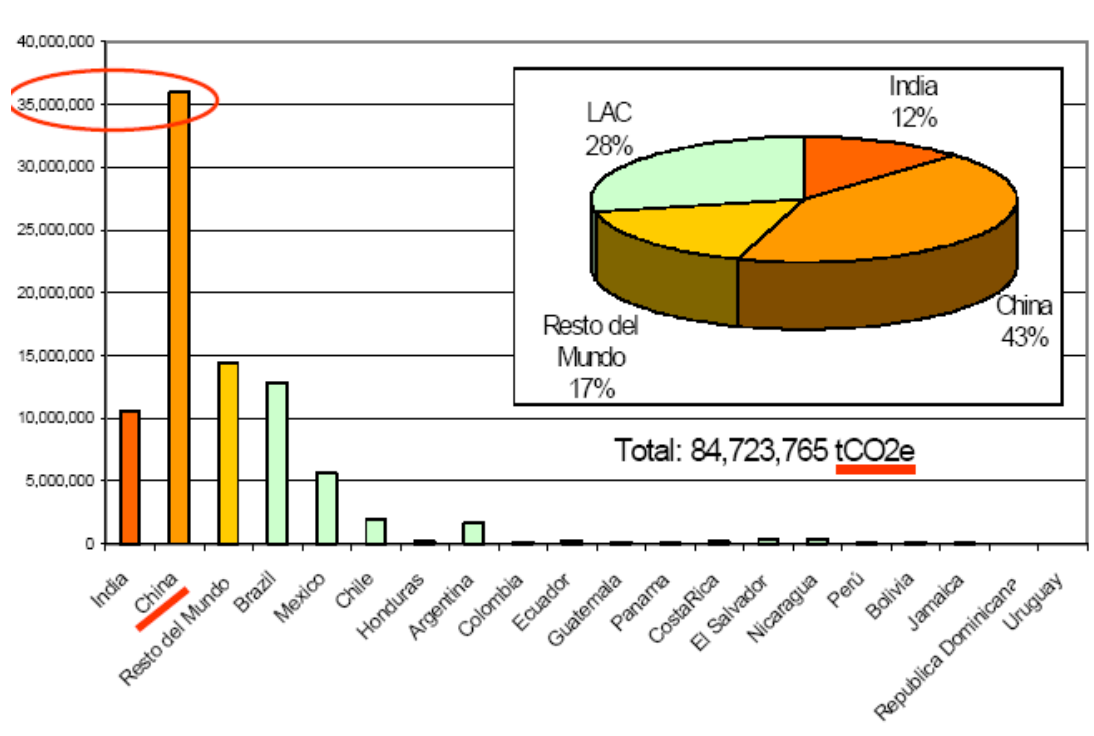
Los vendedores de RCE en general son países e instituciones del mundo de desarrollo Países Anexo I

Las RCE se comercializan representando cada RCE como una tonelada de CO₂ o su equivalente con otro gas invernadero.

China tiene el mayor potencial de reducciones de emisiones en los proyectos registrados.

Con solo 15 proyectos su capacidad de generar CER anuales es de más 35 millones de ton/CO₂ equivalentes o el 43% del volumen mundial de CER en el mundo.²⁹

Figura 5.2.- Ton CO₂ Anuales Reducidas, proyectos MDL Registrados A Agosto 2006³⁰



Fuente: Energías renovables en América Latina y el Caribe, CEPAL.

América latina se ha convertido en la región más atractiva de este mercado emergente entre los países desarrollados alrededor de \$ 210,6 millones de dólares en crédito de carbono bajo las negociaciones del MDL. La mayoría de países de la región ha demostrado que este mercado puede ser una poderosa herramienta para promover el desarrollo sustentable y el progreso económico.

5.4 Ecuador Y El Mercado Del Carbono.

El Comité Nacional del Clima (CNC), bajo el liderazgo del Ministerio del Ambiente, ha definido un marco nacional institucional para el MDL, con el objetivo de asumir las diversas funciones inmediatas y mediatas que una entidad nacional tendría que

²⁹ www.mgminter.com

³⁰ Manilio F. Coviello, "Energías renovables en América Latina y el Caribe: Barreras y Avances", CEPAL

prestar para viabilizar y promover la participación del país en el emergente “comercio de emisiones”.

Las funciones en el corto plazo de una Entidad Nacional MDL se pueden agrupar, para efectos de la descripción de la institucionalidad ecuatoriana, en dos roles centrales. Por un lado, el rol de un ente regulador a cargo de las funciones básicas de evaluación y aprobación nacional de propuestas de proyectos, así como posteriormente las funciones de registro nacional y seguimiento de proyectos registrados y ejecutados bajo el MDL. Este rol responde, también, a uno de los dos requerimientos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) para permitir el acceso de un país al MDL: designar una “Autoridad Nacional para el MDL” (AN-MDL).

Por otro lado, el rol de un ente promotor con funciones básicas relacionadas a la generación y difusión de información, la formación de capacidades, el soporte en la formulación y negociación de proyectos, entre otros. Se puede decir que este rol es de carácter complementario; sus características responden a las circunstancias y expectativas de cada país frente a su participación en el mercado del carbono.

A diferencia de los modelos institucionales en otros países de la región, en Ecuador se decidió delegar dichas funciones centrales a dos entidades por separado. El CNC entiende que esta división de responsabilidades reduce el riesgo potencial de conflicto de intereses y favorece la formación de capacidades y el fortalecimiento institucional en el novel campo del comercio de emisiones. Es así como, en cuanto a las funciones de regulación, el CNC ha delegado al Ministerio del Ambiente la responsabilidad de fungir como la AN-MDL del Ecuador ante la CMNUCC. A la vez, el CNC impulsó la organización de una segunda entidad independiente, cuya responsabilidad central es implementar las funciones de promoción y fomento percibidas como necesarias en el país: la Corporación para la Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio (CORDELIM).

CAPÍTULO VI

6. APLICACIONES DE CENTRALES SOLARES Y COMPARACIÓN CON OTRO TIPO DE ENERGÍAS.

6.1 Ejemplo De Calculo De Electrificación Utilizando Paneles Fotovoltaicos.

Para calcular el tamaño de un sistema solar, hay que determinar primero el CONSUMO DE ENERGIA promedio al día.

ENERGIA = POTENCIA x HORAS

$$Wh = W \times h \quad (37)$$

Se puede realizar el cálculo del consumo diario de cada equipo, que se quiere usar, como se indica a continuación.

Los paneles de energía solar captan o transforman la energía de los rayos solares. En el consumo diario y en la generación de un sistema solar, se trata de ENERGIA y no de POTENCIA.

En el siguiente cálculo hay que reconocer que la ENERGIA es la POTENCIA usada por cuantas horas.

Tabla 6.1.- Consumo de energía promedio al día

CANTIDAD	EQUIPO	POTENCIA W	POTENCIA W SUBTOTAL	HORAS /DÍA DE USO	ENERGIA Wh
2	Lámpara flúores.	15	30	4	120
1	Radio grabadora	10	10	4	20
1	televisor	60	60	2	120
1	Refrigeradora	63	63	24	1500
Total= Wh / día					1780

Fuente: Chamba Cecibel, Ramón Gonzalo.

El consumo diario es de 1780 Wh/d

Un panel de 300W produce con 3,5 horas sol/ día: 1050Wh/d

Entonces para la generación de energía se necesita: 1,7 paneles

Se divide la energía producida 1780 Wh /d por la tensión del sistema 12 V = 149Ah

Se divide la capacidad requerida 149Ah por la capacidad de una batería de 150AH =1,006 baterías.

Multiplicamos la cantidad de baterías con el factor de 4 para 3 días de reserva= 4 baterías.

La reserva del sistema se calcula a base de la ubicación geográfica: hay sitios donde por ejemplos llueve durante uno tres o cuatro días siguientes, entonces se necesita una reserva mínima de tres días.

Depende también si el servicio del sistema solar tiene que ser garantizado, como por ejemplo en comunicaciones, equipos médicos, etc.

Costo del Sistema.

Tabla 6.2 Costo de un sistema fotovoltaico

Detalle	Costo \$
5 paneles solares fotovoltaicos de 110W tiene un costo de	3000-4500
4 baterías de 12V , 150 Ah cuestan mas o menos	400 - 1600
2 reguladores (protector de la batería) de 12 V, 30A cuestan mas o menos	160 - 300
Un inversor APS de 1000W 110V AC tiene un costo aproximado de	800 - 2000
El total de la inversión esta entre	4360 - 8400

Fuente: Chamba Cecibel, Ramón Gonzalo.

* El precio de los paneles varia de acuerdo a las especificaciones de eficiencia de cada fabricante

Sistema modular.

Los paneles y los baterías del sistema fotovoltaico son modulares, significa que se puede empezar con menos paneles en el inicio.

El único equipo que tiene que comprar con la "visión hacía el futuro" es el inversor, porque no se puede conectar (a la misma red) dos inversores en paralelo.

6.2 EJEMPLO DE UNA BOMBA DE AGUA PARA EL RIEGO.

El siguiente ejemplo es de una bomba de agua para el riego de plantas con una producción de 3000 l/día.

Tabla 6.3. Consumo de energía de una Bomba de agua

CANT.	EQUIPO	POTENCIA W	POTENCIA W SUBTOTAL	HORAS /DÍA DE USO	ENERGIA Wh
1	Bomba (3/4 HP)	1300	1300	0,6	760
Total= Wh / día					760

Fuente: Chamba Cecibel, Ramón Gonzalo.

El consumo diario promedio es de 760 Wh/día

Un panel de 110W produce con 3,5 horas sol/ día: 385 Wh/d

Entonces para la generación de energía se necesita: 2 paneles

Se necesita baterías estacionarias de 12V, 100Ah; con una reserva o respaldo de 1,5 días, por lo que se va a necesitar 3 baterías.

Costo del Sistema.

Tabla 6.4 Costo de un sistema para una Bomba de agua

Detalle	Costo \$
2 paneles solares fotovoltaicos de 110W tiene un costo de	1200 - 1800
3 baterías de 12V , 100 Ah cuestan mas o menos	219 - 879
1 regulador (protector de la batería) de 12 V, 30 A cuestan mas o menos	60 - 80
Un inversor APS de 2000W 110V AC tiene un costo aproximado de	600 - 1500
El total de la inversión esta entre	2079 - 4259

Fuente: Chamba Cecibel, Ramón Gonzalo.

6.3 COMPARACIÓN DE COSTOS REALES DE ENERGÍA SOLAR.

6.3.1 Costo KWH del sistema solar vs Costo de KWh de un motor generador.

Costo KWH del sistema solar.

Tabla 6.5. Costo KWH de un sistema solar

Descripción	Precio \$	Cant.	Total \$
Costo de adquisición panel	600	6	3600
Costo adquisición acumulador	120	6	720
			4320

Fuente: Chamba Cecibel, Ramón Gonzalo.

Con 660 W Potencia Nominal y con 3,5 horas sol/día

Se tiene una vida útil del panel de 25 años, el costo anual de adquisición de un panel es de 144\$; los acumuladores tienen una vida útil de 5 años el costo anual de un acumulador es de 144\$

De lo anterior se tiene un costo de 288\$ cada año por costo de paneles y baterías anuales; el costo del sistema solar para 25 años sería de **7200\$**

Para una potencia de 600W usando en 4 horas, 2,4KWh /d; 864 KWh / año, se tiene a 0,33 \$ /KWh solar

Costo KWh de un motorgenerador.

Tabla 6.6. Costo de un KWh de un motorgenerador

Descripción	Precio \$	Cant.	Total \$
Costo de adquisición del motorgenerador	2000	1	2000
			2000

Fuente: Chamba Cecibel, Ramón Gonzalo.

El motor generador tiene 2 años de vida útil, con un costo anual del motor generador de 1000\$, con un consumo de 0,3 galones de gasolina /h, a 1,30 \$ el galón de gasolina, diariamente se consumiría 1,56\$ gasolina/día, de lo que anualmente se obtendrá un gasto de 561,6\$ gasolina /año.

Para 25 años se tiene un costo de **39040\$** por el motor generador y la gasolina. Para una potencia de 600W usando en 4 horas, 2,4KWh /d; 864 KWh / año, se tiene a 1,80 \$ /KWh motor generador.

Se puede generalizar, que el costo real de energía o por KWh con el motor generador es cinco veces más cara que la de la energía solar. Además se puede observar que la inversión inicial es fuerte para el sistema solar y se equilibra al año y medio con los gastos que realizar por el motor generador y combustible.

6.3.2 Calefacción Solar.

El sistema TERMOSIFON de 190 litros sirve para las duchas con agua caliente de 4 a 5 personas y tiene un costo aproximado de **800 US\$**. El costo de un KWh (kilovatio hora) de energía eléctrica pública en el Ecuador es de unos **0.11 US\$** (incl. impuestos).

El consumo de energía eléctrica para la ducha de una persona es de aprox. 1.25 KWh por día. Los cinco personas consumen entonces 6.25 KWh por día, con un costo de aprox. **0.70 US\$** por día.

El consumo de energía le cuesta a la familia **21 US\$** por mes. Al año tienen que pagar para su agua caliente de las duchas la suma de **252 US\$**.

Dividiendo los aprox. **800 US\$** del sistema TERMOSIFON por el costo anual de energía eléctrica de **252 US\$**, resulta en **3,1 años**.

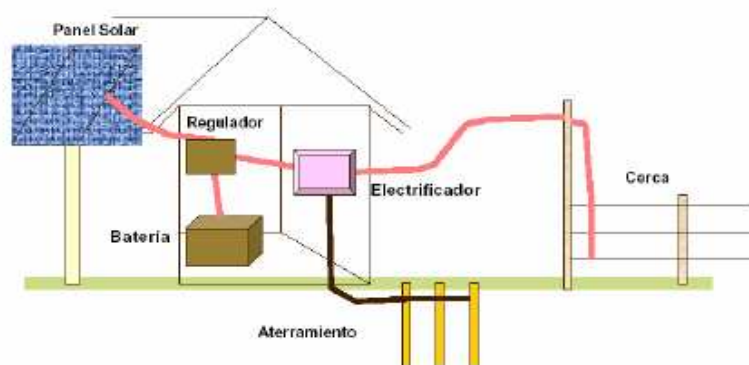
Se paga el costo del sistema TERMOSIFON en aprox. **3,1 años**. Entonces la familia, que esta usando el sistema TERMOSIFON tiene su agua caliente después de **3 años GRATIS**.

6.4 APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR.

Se puede nombrar algunas de las aplicaciones que se obtiene con la energía solar, sea esta fotovoltaica o térmica.

Cercas Eléctricas.

Figura 5.1.- Cercas eléctricas



Fuente: Cerca eléctrica fotovoltaica, <http://personal.globered.com>.

Las cercas eléctricas se utilizan extensamente en agricultura para evitar que el ganado o los depredadores entren o deje un campo cerrado. Éstas cercas dan una dolorosa descarga, pero inofensiva a cualquier animal que los toque. Esta descarga generalmente es suficiente para evitar que el ganado derribe los cercos. Estas cercas también se utilizan en recintos de la fauna y áreas protegidas. Requieren de un alto voltaje pero muy poca corriente y a menudo están situadas en áreas alejadas donde el costo de energía eléctrica es alto

Sistemas de Iluminación.

Figura 5.2.- Sistemas de iluminación



Fuente: Aplicaciones fotovoltaica, <http://www.textoscientificos.com>.

A menudo se requiere iluminación en lugares remotos donde el costo de emplear energía de la red es demasiado alto. Tales aplicaciones incluyen la iluminación de seguridad, ayudas a la navegación (ej. boyas y faros), señales iluminadas en los caminos, señales en cruces ferroviarios y la iluminación de aldeas. Las células solares pueden satisfacer tales usos, aunque siempre se requerirá de una batería de almacenaje.

Telecomunicaciones y sistemas de monitoreo remotos.

Los sistemas fotovoltaicos han proporcionado una solución rentable a las estaciones repetidoras de telecomunicaciones en área remotas. Estas estaciones típicamente consisten de un receptor, un transmisor y un sistema basado en una fuente de alimentación fotovoltaica.

Principios similares se aplican a radios y televisiones accionadas por energía solar, los teléfonos de emergencia y los sistemas de monitoreo. Los sistemas de monitoreo remotos se pueden utilizar para recolectar datos del tiempo u otra información sobre el medio ambiente y transmitirla automáticamente vía radio a una central.

Bombas de agua accionadas por energía solar.

Son utilizadas extensamente en granjas para proveer el agua al ganado o para bombear agua de pozos y de ríos a las aldeas para consumo doméstico y la irrigación de cultivos.

Electrificación Rural

Figura 5.3.- Electrificación rural



Fuente: Electrificación fotovoltaica, <http://www.suelosolar.es>.

Las baterías de almacenaje se utilizan en áreas aisladas para proporcionar corriente eléctrica de la baja tensión para iluminación y comunicaciones. Un sistema fotovoltaico de carga de baterías consiste en generalmente un pequeño conjunto de paneles solares más un regulador de carga. Estos sistemas se utilizan extensamente en proyectos rurales de electrificación.

Sistemas De Tratamiento De aguas.

Se utiliza a menudo para desinfectar o purificar agua para consumo humano. Las celdas fotovoltaicas se utilizan para alimentar una luz fuerte ultravioleta utilizada para matar bacterias en agua.

Iluminación de plazas públicas.

Teniendo sistemas de paneles solares pueden iluminarse las plazas de nuestras comunidades. Estas, automáticamente, se encenderán al anochecer y se apagará al día siguiente. Durante el día, los paneles cargarán las baterías y durante la noche se tendrá luz.

Energía para locales comunales y centros médicos.

Se usa para conservar vacunas y medicinas que requieren bajas temperaturas.

Energía para los colegios.

Los paneles fotovoltaicos sirven también para iluminar con fluorescentes los salones de clase de nuestros colegios y así poder estudiar de noche. .

Otras Aplicaciones:

Sistemas de energía de emergencia

Sistemas de la aireación para estanques

Fuentes de alimentación para satélites y los vehículos espaciales

Productos de consumo tales como relojes, juguetes y calculadoras

Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.) Doméstica.

A.C.S en hoteles, hospitales y centros de salud, negocios, industrias agro alimenticias.

Agua Temperada en Piscinas.

Calefacción de invernaderos, semilleros, secaderos.

Abrevaderos para el ganado

Iluminación para aves de corral o ganado

Incubadora para huevos

Refrigeración para conservación de fruta

6.5 ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN CON ENERGÍA SOLAR.

Luego de haber realizado esta investigación creemos conveniente señalar algunas aplicaciones de la energía solar en diferentes ámbitos las que detallamos a continuación.

AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S).

Dentro de este tipo de alternativa se tiene que considerar la cantidad de litros de agua caliente sanitaria que se requiere producir; esto nos permite determinar la superficie colectora necesaria para cumplir con la demanda.

En este tipo de sistemas se puede tener dos alternativas:

- Agua Caliente Sanitaria para las viviendas.
- Agua Caliente Sanitaria para usos industriales.

Si vamos a usar un sistema de colectores solares para uso doméstico podemos realizar la instalación del sistema considerando un colector prefabricado por la industria o podemos realizar nuestro propio diseño. De este modo, si usamos colectores ya fabricados debemos revisar sus especificaciones para saber cuantos litros/m² nos produce cada colector, de modo que determinemos cuantos se requieren para el sistema doméstico.

Si se decide realizar el diseño propio entonces se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- La superficie colectora y los tubos para la circulación dentro del colector deben ser de preferencia de cobre.
- Las soldaduras de los tubos y las láminas se deben realizar de ser posible con una aleación de estaño y plata, esto para conservar los mismos niveles de transmisión de calor.
- Se debe usar un vidrio de color negro para aislar la superficie colectora de la temperatura ambiente. Además entre la caja que contiene la superficie colectora y ésta se debe colocar material aislante (telgopor, lana de vidrio, etc.), esto para disminuir la pérdida de calor por convección.

Para implementar un sistema de uso industrial en cambio es recomendable usar colectores prefabricados pues este tipo de colectores tienen un mayor rendimiento, además la disponibilidad de agua caliente para aplicaciones industriales es crítica, y se debe procurar el máximo rendimiento del sistema

En las aplicaciones para uso industrial y dependiendo de las características climáticas del lugar donde se desee instalar el sistema se puede considerar la posibilidad de usar sistemas híbridos, ya sean a gas o electricidad, de modo que se garantice una alta disponibilidad de agua caliente sanitaria.

A demás se debe considerar que a pesar de que la inversión inicial es alta (ej. \$800 USD en un sistema doméstico), el tiempo de uso muy prolongado y justifica la misma.

CENTRALES TÉRMICAS SOLARES.

Las centrales solares térmicas tienen una amplia difusión en España debido a la gran cantidad de horas Sol disponible que presenta esta región Europea. Esto nos lleva a pensar en que en un futuro nuestro país por su ubicación geográfica, puede ser un lugar de alta factibilidad para este tipo de aplicaciones. Por lo cuál es

relevante realizar una investigación profunda en cuanto al tipo de climas, y regiones que son favorables para el desarrollo de este tipo de aplicaciones y luego determinar si en nuestro país se tiene zonas con similares características y en las cuales se puedan explotar y llevar a cabo satisfactoriamente actividades de producción de energía eléctrica a través de la implementación de centrales solares térmicas.

Esto nos daría un enorme potencial no solo en la generación de electricidad sino también a la reducción de emisiones de carbono a la atmósfera.

Para el caso de centrales fotovoltaicas para la ciudad de Loja se puede tener algunas aplicaciones en sectores rurales, en donde es muy costoso llegar con la energía eléctrica convencional, o también se puede encontrar otra aplicación en la parte de la agricultura en bombas de agua para riego, ya que como se puede observar en los ejemplos planteados en algunos casos es mas barato usar la energía solar. Teniendo en cuenta que en la ciudad de Loja se tiene un mínimo de 3,5 horas sol diarias.

CONCLUSIONES

- ❖ La energía solar fotovoltaica es hoy día una alternativa prometedora, ya que todavía no se ha conseguido unos niveles demasiado altos de aprovechamiento de la radiación solar, solo se aprovecha en torno al 20% de la radiación incidente sobre los paneles, bien es cierto que en prototipos ya se ha llegado a alcanzar un 42% de aprovechamiento. Aún así es rentable a medio y largo plazo ya que la durabilidad de una instalación fotovoltaica está entorno a unos 35 años y su mantenimiento es bajo. Hoy con los avances tecnológicos que se están produciendo, esta forma de aprovechamiento de la energía solar que no olvidemos que es gratuita, es cada día más rentable y junto con el resto de energías renovables ya hoy día son ya una alternativa al petróleo en algunos lugares del mundo que por diversas causas están más alejados de la red eléctrica y su abastecimiento depende únicamente de estas fuentes inagotables de energía.
- ❖ En el Ecuador las horas de radiación solar máxima son más o menos constantes para todas sus regiones, esto es aproximadamente 3 horas por día. Por este motivo el precio del KWH obtenido en algunos ejemplos será fijo y calculado a 20 años de vida útil del panel.
- ❖ Para la implementación de un Sistema Térmico se recomienda que se diseñe con un respaldo a la par con otro sistema ya que en la ciudad de Loja se presentan días en los que no existen horas sol y para estos casos se necesitara un sistema de respaldo.
- ❖ Para la implementación de sistemas solares térmicos o fotovoltaicos en actividades agrícolas y ganaderas se debe considerar sistemas de gran rendimiento de modo que sean eficientes en la producción de energía y sustentables en razón de costos de producción de un producto usando este tipo de tecnologías.
- ❖ La evaluación de la factibilidad técnico-económico de un proyecto solar exige un conocimiento detallado de las zonas de mayor insolación y sus características de irradiación, así como también se exige información confiable

tanto del recurso en el sitio de posible construcción, como información precisa de la curva de potencia de los módulos o calentadores a utilizar.

❖ Actualmente no somos energéticamente soberanos ya que tenemos que importar 12% de nuestra energía desde Perú y Colombia, por lo que se debe la posibilidad de invertir en Energías Limpias para la generación de Electricidad.

❖ Los costos de generación e inversión para sistemas fotovoltaicos se encuentran en el rango de 0.33USD / Kwh solar instalado en comparación con un 1.80 USD/Kwh con un motorgenerador, lo que es un ahorro de casi cinco veces menos, en este momento el Kwh solar no es competitivo con el Kwh que nos vende la empresa eléctrica en 0.15 USD / Kwh pero se debe tener en cuenta que el costo de los paneles fotovoltaicos tiende a bajar por lo que en unos pocos años los sistemas solares van a ser muy rentables.

❖ La energía solar aun tiene un costo mayor que las energías convencionales, esto es debido a los costos de los paneles fotovoltaicos, inversores, calentadores solares, etc., claro que hay que tomar en cuenta que estos costos tienden a bajar por lo que en algunos años no muy lejanos estos sistemas van a ser muy rentables, además es una energía limpia y no produce contaminación ambiental. En nuestro país existe limitada capacidad técnica para diseñar y desarrollar proyectos así como insuficiente información técnico-económico sobre los recursos nacionales por ejemplo, no existe un mapa de radiación solar del Ecuador actualizado, ni de ninguna provincia.

❖ América Latina y el Caribe, tienen un potencial de eficiencia energética que representa un ahorro acumulado, entre el 2003 y 2018, de 156 mil millones de dólares en combustible, con una estimación muy conservadora aplicada sobre la base del estudio de prospectiva energética de OLADE, por lo que es urgente que la región tome acciones para aprovechar este recurso libre de contaminación.

❖ América latina lidera el mercado de carbono con el 49% de proyectos registrados y es el proveedor más importante de proyectos MDL.

GLOSARIO

OLADE: Organización Latinoamericana de Energía.

ACS: Agua Sanitaria Caliente

MDL: Mecanismos de Desarrollo limpio

CNC: Comité Nacional del Clima

RCE: Certificados de Reducciones de Emisiones

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

AN-MDL: Autoridad Nacional para el MDL

CORDELIM: la Corporación para la Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio

ANEXOS

ANEXO I

REGULACIÓN No. CONELEC – 004/04

**PRECIOS DE LA ENERGÍA PRODUCIDA CON RECURSOS
ENERGÉTICOS RENOVABLES NO CONVENCIONALES
EL DIRECTORIO DEL CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD
CONELEC**

Considerando:

Que, el Art. 63. De la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, establece que el Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas;

Que, la seguridad energética para el abastecimiento de la electricidad debe considerar la diversificación y participación de las energías renovables no convencionales, a efectos de disminuir la vulnerabilidad y dependencia de generación eléctrica a base de combustibles fósiles;

Que, es de fundamental importancia la aplicación de mecanismos que promuevan y garanticen el desarrollo sustentable de las tecnologías renovables no convencionales, considerando que los mayores costos iniciales de inversión, se compensan con los bajos costos variables de producción, lo cual a mediano plazo, incidirá en una reducción de los costos de generación y el consiguiente beneficio a los usuarios finales;

Que, como parte de la equidad social, se requiere impulsar el suministro de la energía eléctrica hacia zonas rurales y sistemas aislados, en donde no se dispone de este servicio, con la instalación de centrales renovables no convencionales, distribuyendo los mayores costos que inicialmente estos sistemas demandan entre todos los usuarios del sector;

Que, para disminuir en el corto plazo la dependencia y vulnerabilidad energética del país, es conveniente mejorar la confiabilidad en el suministro, para lo cual se requiere acelerar el proceso de diversificación de la matriz energética, prioritariamente con fuentes de energía renovable no convencionales –ERNC-, con lo cual se contribuye a la diversificación y multiplicación de los actores involucrados, generando nuevas fuentes de trabajo y el desarrollo de una tecnología propia;

Que, la apertura a la competencia del Mercado Eléctrico Mayorista se justifica sobre la base de una generación que a la vez que garantice el suministro, respete el medio ambiente, incorporando tecnologías que la resguarden y preserven la utilización de los recursos no renovables, especialmente en zonas altamente sensibles como la Provincia Insular de Galápagos;

Que, como parte fundamental de su política energética, la mayoría de países a nivel mundial, vienen aplicando diferentes mecanismos de promoción a las tecnologías

Renovables no convencionales entre las que se incluyen las pequeñas centrales hidroeléctricas, lo que les ha permitido desarrollar en forma significativa este tipo de recursos;

Que, el Art. 64 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, establece que el CONELEC dictará las normas aplicables para el despacho de la electricidad producida con energías no convencionales tendiendo a su aprovechamiento y prioridad;

Que, en la parte final del Art. 52, del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, se establece que la operación de las centrales de generación que utilicen fuentes no convencionales se sujetará a reglamentaciones específicas dictadas por el CONELEC;

Que, para el cumplimiento de las políticas y disposiciones legales y reglamentarias, referidas en los considerandos anteriores, tanto en el Reglamento de Despacho y Operación del Sistema Nacional Interconectado como en el Reglamento para el Funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista, se han dictado las normas que permitirán el

Despacho y Operación de las unidades que utilizan energías renovables no convencionales; concretamente en el Art. 21 del Reglamento últimamente citado, se ha fijado la facultad del CONELEC para establecer los precios que el CENACE debe utilizar para valorar la producción de cada una de estas plantas, sobre la base de referencias internacionales, cuyo valor total será distribuido proporcionalmente a las transacciones económicas realizadas por los Distribuidores y Grandes Consumidores en el MEM; y,

En ejercicio de las facultades otorgadas por los literales a) y e) del Art. 13 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico,

Resuelve:

Expedir la presente Regulación por la cual se establecen los precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales.

1. OBJETIVO Y ALCANCE

La presente Regulación tiene como objetivo el establecimiento de los precios, su período de vigencia, y forma de despacho para la energía eléctrica entregada al Sistema Nacional Interconectado y sistemas aislados, por los generadores que utilizan fuentes renovables no convencionales.

Para los efectos de la presente regulación, las energías renovables no convencionales comprenden las siguientes: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotermia y nuevas pequeñas centrales hidroeléctricas.

2. DEFINICIONES

Central a biomasa: central que genera electricidad utilizando como combustibles: residuos forestales, residuos agrícolas, residuos agroindustriales y ganaderos y residuos urbanos.

Central a biogás: Central que genera electricidad utilizando como combustible el biogás obtenido en un digestor como producto de la degradación anaerobia de residuos orgánicos.

Central convencional: Central que genera electricidad utilizando como energía primaria las fuentes de energía que han tenido ya una larga trayectoria de explotación y comercialización a nivel mundial, como por ejemplo: agua, carbón, combustibles fósiles, derivados del petróleo, gas natural, materiales radioactivos, etc.

Central eólica: Central que genera electricidad en base a la energía cinética del viento.

Central geotérmica: Central que genera electricidad utilizando como energía primaria el vapor proveniente del interior de la tierra.

Central no convencional: Central que utiliza para su generación recursos energéticos capaces de renovarse ilimitadamente provenientes del: sol (fotovoltaicas), viento (eólicas), agua, (pequeñas centrales hidroeléctricas), interior de la tierra (geotérmicas), biomasa, biogás, olas, mareas, rocas calientes y secas, las mismas que, por su relativo reciente desarrollo y explotación, no han alcanzado todavía un grado de comercialización para competir libremente con las fuentes convencionales, pero que a diferencia de estas últimas, tienen un impacto ambiental muy reducido.

Central solar fotovoltaica: Central que genera electricidad en base a la energía de los fotones de la luz solar, que al impactar las placas de material semiconductor del panel solar fotovoltaico, desprenden los electrones de su última órbita, los mismos que al ser recolectados forman una corriente eléctrica.

Pequeñas Centrales Hidroeléctricas: Generación a base de centrales hidroeléctricas con capacidad instalada igual o menor a 10 megavatios.

3. POTENCIA LÍMITE

Exceptuando a las pequeñas centrales hidroeléctricas cuya capacidad nominal instalada no puede superar 10 MW, para las demás tecnologías renovables no convencionales, la presente Regulación reconoce el precio de la energía y su vigencia de aplicación para centrales de generación con una potencia efectiva instalada de hasta 15 MW.

En el caso que la potencia efectiva de la central supere el límite de los 15 MW, solamente la producción correspondiente a los primeros 15 MW tendrán los precios que contempla esta regulación, mientras que la potencia y energías excedentes deberán ser comercializados como cualquier central convencional.

El límite antes señalado podrá ser reajustado en el futuro, en función del incremento de la potencia instalada del parque generador del MEM.³¹

4. DESPACHO PREFERENTE

El CENACE despachará, de manera obligatoria y preferente, toda la energía eléctrica que las centrales que usan recursos renovables no convencionales entreguen al Sistema, hasta el límite de capacidad instalada establecido en el Art. 21 del Reglamento Sustitutivo al Reglamento para el Funcionamiento del MEM.

Si el límite del 2% se supera, con la incorporación de nuevas centrales no convencionales, éstas serán despachadas en orden de mérito económico, en base a su costo variable de producción de igual forma que las centrales convencionales que operan en el MEM.

El despacho preferente y obligatorio se efectuará por central; los precios de la energía no serán tomados en cuenta para la determinación del costo marginal horario en el MEM.

5. PUNTO DE ENTREGA Y MEDICIÓN

El punto de entrega y medición de la energía producida por este tipo de plantas, será el punto de conexión con el Sistema de Transmisión o Distribución, adecuado técnicamente para entregar la energía producida.

El sistema de medición comercial deberá cumplir con lo indicado en la Regulación vigente sobre la materia.

6. CALIDAD DEL PRODUCTO

Los parámetros técnicos para la energía eléctrica suministrada por estos generadores, en el punto de entrega al SNI, serán los mismos que los establecidos para los generadores convencionales, señalados en las Regulaciones, que sobre la materia, estén vigentes.

7. REQUISITOS PARA LA CONEXIÓN

En el punto de entrega, el generador debe instalar todos los equipos de conexión, control, protección y medición cumpliendo con la normativa vigente sobre la materia y demás requisitos que se exijan en los instructivos de conexión del transmisor o del distribuidor.

8. PREVISIÓN DE ENERGÍA A ENTREGARSE

Los generadores que están sujetos al despacho centralizado, deben comunicar al CENACE, la previsión de producción de energía horaria de cada día, dentro de los plazos establecidos en los Procedimientos de Despacho y Operación, a efectos de que el CENACE realice la programación diaria.

Los generadores que no están sujetos al despacho centralizado, deberán cumplir con lo establecido en el Art.29 del Reglamento de Despacho y Operación.

9. PRECIO DE LA ENERGIA.

Los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh, son aquellos indicados en el cuadro que se presenta mas adelante.

No se reconocerá pago por potencia a la producción de las centrales no convencionales.

CENTRALES	PRECIO (cUSD/kWh) Territorio Continental	PRECIO (cUSD/kWh) Territorio Insular de Galápagos

³¹ Numeral 3 sustituido, mediante Resolución de Directorio No. 064/06 de 6 de marzo de 2006.

EOLICAS	9.31	12.10
FOTOVOLTAICAS	28.37	31.20
BIOMASA Y BIOGAS	9.04	9.94
GEOTERMICAS	9.17	10.08
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS HASTA 5 MW	5.80	6.38
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS MAYORES A 5 MW HASTA 10 MW	5.00	5.50

9.1. Consideración especial para la Provincia de Galápagos

Para la Provincia de Galápagos se aplicarán los precios, resultado de la multiplicación de los valores establecidos para proyectos ubicados en el territorio continental por un factor de mayoración. El factor de mayoración que se ha considerado para centrales no convencionales que se instalen en Galápagos son: 1.3 para centrales eólicas y 1.1 para las demás tecnologías.

10. VIGENCIA DE LOS PRECIOS

Los precios establecidos en esta Regulación se garantizarán y estarán vigentes por un período de 12 años a partir de la fecha de suscripción del contrato de permiso, para todas las empresas que hubieren suscrito dicho contrato hasta el 31 de diciembre de 2006.

Cumplido el período de vigencia indicado en el párrafo inmediato anterior, las centrales renovables no convencionales operarán en el MEM, con un tratamiento similar a cualquier central de tipo convencional, de acuerdo a las normas vigentes a esa fecha.

De igual forma, para el caso de las centrales renovables no convencionales que pertenezcan a los sistemas aislados, terminado el período de vigencia, seguirán operando con un tratamiento similar a las centrales convencionales, de acuerdo a las normas que rijan sobre la materia a esa fecha.

Se respetarán los precios y su vigencia, establecidos en la Regulación 003/02, para los contratos o Certificados de Permiso suscritos u otorgados por el CONELEC hasta el 31 de diciembre de 2004; en este último caso, siempre y cuando se firmen los correspondientes Contratos de Permiso hasta de 31 de marzo de 2005.³²

11. PRECIO DE LA ENERGÍA A PARTIR DEL 2007

Para aquellos proyectos cuyos contratos se suscriban o por incremento de capacidad se modifiquen a partir del año 2007, el CONELEC realizará una revisión de los precios de la energía y su período de vigencia, los que serán aplicables únicamente para los casos antes señalados a partir de ese año y por un período de vigencia que el CONELEC lo definirá en esa fecha.

Para la revisión de los precios y fijación del plazo de vigencia, indicados en el párrafo inmediato anterior, el CONELEC realizará el estudio correspondiente basado en referencias internacionales de este tipo de energías o cualquier otro procedimiento que estimare conveniente.

12. PAGO ADICIONAL POR TRANSPORTE

A los precios fijados para la energía medida en el punto de entrega, establecidos en el numeral anterior, se sumará un pago adicional por transporte, únicamente en el caso de requerirse la construcción de una línea de transmisión, para evacuar la energía de la central hasta el punto de conexión con el Sistema. Este pago adicional se lo

³² Sustitución del último inciso del numeral 10, mediante Resolución de Directorio No. 046/05 de 17 de febrero de 2005.

efectuará si el sistema requerido para la conexión al punto de entrega es construido en su totalidad por el propietario de la central de generación.

El pago adicional por Transporte es de 0.06 centavos USD/kWh/Km., con un límite máximo de 1.5 centavos USD/kWh.

13. LIQUIDACIÓN DE LA ENERGÍA

El CENACE, sobre la base de los precios establecidos en la presente Regulación, liquidará mensualmente los valores que percibirán los generadores no convencionales por la energía medida en el punto de entrega, bajo las mismas normas de liquidación que se aplica a generadores convencionales.

La liquidación realizada por el CENACE a los Distribuidores y Grandes Consumidores, deberá considerar el cargo correspondiente para remunerar a los generadores no convencionales, en forma proporcional a la energía mensual comprada por aquellos en el MEM, sea en contratos a plazo o en el mercado ocasional.

14. SISTEMAS NO INCORPORADOS

Los precios fijados en esta Regulación, son también aplicables para el caso de Sistemas no incorporados al S.N.I.

La energía producida por este tipo de generadores y entregada a un sistema no incorporado, se considerará, para efectos de liquidación, como entregada al MEM y su

Costo se distribuirá entre todos los agentes, con el procedimiento establecido en el numeral anterior.

Para efectos de las liquidaciones, el CENACE determinará, en conjunto con los generadores no convencionales y distribuidores que no se encuentren incorporados al

SNI, el procedimiento necesario para efectuar la liquidación de la energía que entregan y reciben.

DISPOSICION FINAL

La presente Regulación entrará en vigencia a partir del 1 de enero de 2005 sustituyendo a la Regulación No. CONELEC - 003/02, la misma que queda derogada en todas sus partes, a partir de la fecha indicada.

Certifico que esta Regulación fue aprobada por el Directorio del CONELEC, mediante Resolución No.280/04 en sesión de 24 de diciembre de 2004; y reformada mediante Resoluciones Nos. 046/05 de 17 de febrero de 2005 y 064/06 de 6 de marzo de 2006.

ANEXO II

Datos horas sol 2006

Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
DÍA	Horas sol	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL
1	5.6	1	2.9	1	2.3	1	6.1	1	0.1	1	3.2	1	2.8	1	2.8	1	3.3	1	8.1	1	3.3
2	7.9	2	0.4	2	1.2	2	7.4	2	2.9	2	0.9	2	6.2	2	4.7	2	3.5	2	6.3	2	3.9
3	6.3	3	0.0	3	2.5	3	6.8	3	5.9	3	6.0	3	5.5	3	8.2	3	8.6	3	8.8	3	5.6
4	9.9	4	4.3	4	4.0	4	1.3	4	8.6	4	9.3	4	10.1	4	8.1	4	7.9	4	9.9	4	3.1
5	8.4	5	0.0	5	0.3	5	0.6	5	5.7	5	7.7	5	4.9	5	2.2	5	3.0	5	8.6	5	4.2
6	7.0	6	0.0	6	4.8	6	1.2	6	4.2	6	8.0	6	3.1	6	0.4	6	1.0	6	6.9	6	0.5
7	8.2	7	0.0	7	1.1	7	0.0	7	2.3	7	7.5	7	7.8	7	1.4	7	2.1	7	7.2	7	8.2
8	3.9	8	0.0	8	0.0	8	3.9	8	3.8	8	5.8	8	7.1	8	9.0	8	2.8	8	5.8	8	4.3
9	5.2	9	5.4	9	2.1	9	6.2	9	3.1	9	7.7	9	2.8	9	7.1	9	5.8	9	4.1	9	9.6
10	3.6	10	1.9	10	0.0	10	4.0	10	5.9	10	9.4	10	2.2	10	1.8	10	5.4	10	4.2	10	7.6
11	4.2	11	4.4	11	3.6	11	4.7	11	5.3	11	6.4	11	5.5	11	1.2	11	8.1	11	3.6	11	3.2
12	0.2	12	6.5	12	4.2	12	9.2	12	0.9	12	6.9	12	10.0	12	4.7	12	0.0	12	4.4	12	3.3
13	5.8	13	2.2	13	1.6	13	7.3	13	2.8	13	5.6	13	10.2	13	2.7	13	2.2	13	1.8	13	10.3
14	2.0	14	1.7	14	5.3	14	5.9	14	7.1	14	2.8	14	9.1	14	2.4	14	2.4	14	3.5	14	8.0
15	8.8	15	5.2	15	7.4	15	0.3	15	6.7	15	0.9	15	0.4	15	10.0	15	8.5	15	5.0	15	3.1
16	0.6	16	9.3	16	8.8	16	7.7	16	9.4	16	3.3	16	6.8	16	5.5	16	10.0	16	6.1	16	1.6
17	0.8	17	8.0	17	2.6	17	2.0	17	4.9	17	6.3	17	4.7	17	8.4	17	6.3	17	7.3	17	5.2
18	3.1	18	3.6	18	2.2	18	6.4	18	2.7	18	3.9	18	3.5	18	0.2	18	0.5	18	2.2	18	4.5
19	1.7	19	0.0	19	3.6	19	6.8	19	2.9	19	2.1	19	1.5	19	3.7	19	7.0	19	6.2	19	0.6
20	0.0	20	1.3	20	5.3	20	7.9	20	2.0	20	4.1	20	4.0	20	8.3	20	16.2	20	1.1	20	2.5
21	2.3	21	6.4	21	0.7	21	4.4	21	2.0	21	4.2	21	2.2	21	6.0	21	9.4	21	7.4	21	0.7
22	0.7	22	5.1	22	2.4	22	3.1	22	3.0	22	4.2	22	1.0	22	9.6	22	8.2	22	7.0	22	0.4
23	2.1	23	1.6	23	3.3	23	1.5	23	7.9	23	2.7	23	0.6	23	8.3	23	4.4	23	7.7	23	5.3
24	0.8	24	0.2	24	4.7	24	2.5	24	9.5	24	3.4	24	6.7	24	8.8	24	7.1	24	3.0	24	6.4
25	2.2	25	0.0	25	0.0	25	1.5	25	9.6	25	4.6	25	8.6	25	3.0	25	6.7	25	5.5	25	7.5
26	5.2	26	1.0	26	5.7	26	2.4	26	9.3	26	7.1	26	3.7	26	1.7	26	6.3	26	2.9	26	1.3
27	2.6	27	5.3	27	8.1	27	3.7	27	4.6	27	6.0	27	0.6	27	0.2	27	2.1	27	4.8	27	3.2
28	4.5	28	6.3	28	1.5	28	6.3	28	5.2	28	2.6	28	9.6	28	9.2	28	4.2	28	6.0	28	2.4
29	2.3			29	3.4	29	7.3	29	4.0	29	3.7	29	5.7	29	9.8	29	7.4	29	8.8	29	3.0
30	0.0			30	8.2	30	2.9	30	8.1	30	7.5	30	1.3	30	3.7	30	1.1	30	3.9	30	8.3
31	0.0			31	2.4					31	4.5	31	3.0			31	2.7			31	7.5

Datos horas sol 2007

Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
DÍA	Horas sol	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL	DÍA	HORAS SOL
1	4.5	1	6.4	1	0.0	1	2.6	1	3.9	1	1.1	1	1.0	1	10.0	1	5.1	1	2.0	3	8.4
2	6.2	2	0.2	2	0.8	2	7.2	2	1.5	2	5.6	2	9.4	2	9.0	2	6.9	2	2.4	4	0.1
3	1.9	3	1.3	3	0.0	3	5.8	3	0.0	3	3.9	3	9.5	3	6.1	3	6.9	3	4.8	5	2.8
4	2.1	4	3.4	4	0.5	4	2.0	4	1.6	4	1.6	4	5.9	4	2.3	4	3.4	4	4.8	6	4.5
5	1.2	5	5.9	5	0.4	5	6.3	5	1.5	5	1.7	5	5.7	5	0.4	5	2.1	5	6.4	7	3.5
6	0.5	6	9.6	6	1.9	6	2.3	6	5.8	6	6.8	6	7.5	6	6.1	6	0.2	6	7.5	8	4.8
7	2.3	7	7.5	7	1.2	7	6.0	7	0.7	7	1.4	7	2.7	7	9.4	7	7.9	7	7.3	9	1.4
8	0.7	8	0.0	8	6.7	8	7.3	8	6.7	8	2.0	8	3.1	8	8.2	8	4.8	8	3.6	10	2.1
9	4.5	9	2.6	9	2.6	9	0.0	9	3.1	9	2.8	9	2.0	9	5.0	9	5.5	9	1.2	11	1.8
10	6.4	10	0.3	10	3.1	10	2.0	10	5.3	10	3.0	10	9.4	10	7.2	10	0.0	10	3.9	12	7.7
11	6.7	11	2.7	11	3.8	11	6.9	11	2.8	11	1.1	11	5.0	11	0.2	11	1.4	11	5.0	13	8.2
12	6.5	12	2.8	12	3.0	12	6.9	12	3.0	12	3.6	12	4.2	12	0.0	12	1.2	12	3.3	14	4.3
13	6.4	13	4.9	13	4.6	13	2.0	13	1.3	13	6.0	13	5.2	13	6.8	13	4.9	13	5.5	15	5.5
14	5.9	14	4.3	14	0.4	14	5.3	14	0.8	14	2.8	14	6.4	14	9.1	14	0.0	14	7.2	16	2.2
15	7.9	15	6.7	15	4.3	15	1.0	15	1.2	15	2.4	15	3.0	15	3.1	15	0.0	15	5.0	17	7.6
16	6.0	16	3.2	16	2.4	16	6.0	16	8.5	16	2.6	16	2.7	16	1.7	16	4.1	16	7.0	18	2.8
17	3.1	17	3.2	17	2.4	17	2.1	17	1.4	17	5.7	17	1.7	17	3.9	17	7.7	17	3.3	19	2.6
18	3.0	18	8.3	18	6.1	18	4.7	18	2.9	18	4.4	18	8.6	18	0.3	18	8.6	18	2.3	20	0.4
19	4.1	19	9.2	19	0.1	19	3.7	19	4.7	19	3.2	19	8.4	19	6.5	19	4.6	19	2.5	21	0.5
20	4.0	20	4.3	20	5.4	20	0.0	20	3.4	20	2.0	20	0.6	20	0.4	20	0.2	20	2.6	22	1.4
21	0.1	21	8.0	21	7.7	21	4.1	21	1.8	21	1.6	21	2.6	21	8.6	21	7.7	21	1.7	23	0.0
22	1.2	22	8.1	22	5.4	22	3.5	22	5.5	22	3.9	22	8.7	22	9.6	22	8.3	22	1.1	24	6.5
23	3.4	23	0.2	23	2.4	23	3.2	23	4.9	23	2.7	23	7.2	23	9.7	23	6.7	23	2.5	25	7.2
24	3.0	24	2.2	24	2.2	24	1.6	24	5.9	24	5.1	24	8.7	24	7.0	24	5.1			26	5.1
25	1.8	25	0.0	25	4.0	25	6.3	25	0.4	25	6.9	25	0.8	25	2.0	25	0.3			27	3.2
26	6.8	26	0.0	26	4.8	26	2.7	26	7.5	26	4.6	26	2.5	26	4.4	26	1.4			28	6.8
27	2.3	27	0.5	27	2.2	27	2.4	27	8.6	27	7.1	27	5.2	27	3.1	27	2.7			29	6.4
28	0.1	28	0.1	28	4.5	28	3.8	28	8.3	28	2.4	28	10.4	28	3.5	28	3.3			30	0.9
29	9.9			29	0.0	29	1.6	29	7.6	29	0.1	29	4.5	29	3.4	29	6.6			31	4.6
30	9.3			30	1.9	30	3.7	30	1.8	30	0.3	30	7.1	30	2.1	30	0.0				
31	6.1			31	2.5			31	0.3			31	10.2	31	0.0						

ANEXO III

Países Anexo – I

Son aquellos países industrializados que pertenecían a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) en 1992 y los países con Economías de Transición, a quienes se les solicitó tomar acciones para reducir sus emisiones de GEI.

Australia	Polonia
Austria	Portugal
Belarus	Rumania
Belgica	Federación Rusa
Bulgaria	Eslovaquia
Canada	Eslovenia
Croacia	España
República Checa	Suecia
Dinamarca	Suiza
Union Europea	Turquía
Estonia	Ucrania
Finlandia	Reino Unido de Gran
Francia	Bretaña
Alemania	El Norte de Irlanda
Grecia	Estados Unidos de
Hungria	America
Islandia	
Irlanda	
Italia	
Japon	
Latvia	
Liechtenstein	
Lituana	
Luxemburgo	
Monaco	
Holanda	
Nueva Zelanda	
Noruega	

Países Anexo - II

Son los países miembros de la OECD incluidos en el Anexo I, excepto los países con Economías de transición y la Unión Europea. Estos países deben suministrar recursos financieros a países en desarrollo para que estos últimos puedan participar en las actividades de reducción de emisiones, y así desarrollar y transferir tecnologías favorables para el medio ambiente:

Albania	Grecia	Noruega
Australia	Hungría	Polonia
Austria	Islandia	Portugal
Bélgica	Irlanda	Rumania
Bosnia y Herzegovina	Italia	Serbia y Montenegro
Bulgaria	Japón	Eslovaquia
Canadá	Corea	Eslovenia
Croacia	Latvia	España
República Checa	Lituana	Suecia
Chipre	Luxemburgo	Suiza
Dinamarca	Macedonia	Turquía
Estonia	Maita	Reino Unido
Finlandia	México	Estados Unidos
Francia	Holanda	
Alemania	Nueva Zelanda	

Países no - Anexo I

Los países no Anexo I son en su mayoría países en vías de desarrollo. Algunos países menos desarrollados se encuentran especialmente sujetos a los efectos del cambio climático y la CMNUCC tiene especial consideración con ellos. Los miembros de este grupo son:

Afganistán	Bangladés	Camboya
Albania	Barbados	Camerún
Argelia	Belice	Cabo Verde
Antigua y Barboda	Benin	República Centroafricana
Argentina	Bhutan	Chad
America	Bolivia	Chile
Azerbaijan	Brasil	China
Bahamas	Burundi	Colombia

Comoras	Kenia	Paraguay
Congo	Kiribati	Perú
Islas Cook	Kuwait	Filipinas
Costa Rica	Kirguistán	República de Corea
Costa de Marfil	República Democrática de Lao	República de Moldava
Cuba	Libano	Ruanda
Chipre	Lesoto	Santa Lucia
República Democrática de Corea	Liberia	San Vicente y Las Granadinas
República Democrática del Congo	Libia	Samoa
República Dominicana	Madagascar	San Marino
Ecuador	Macedonia	Sao Tome y Príncipe
Egipto	Malawi	Arabia Saudita
El salvador	Malasia	Senegal
Ecuatorial Guinea	Maldivas	Serbia Y Montenegro
Etiopia	Mali	Sierra Leona
Fiji	Malta	Singapur
Gabón	Islas Marshall	Islas Salomón
Gambia	Mauntaria	Sri Lanka
Georgia	México	Sudáfrica
Ghana	Micronesia	Sudan
Granada	Mongolia	Surinam
Guatemala	Marruecos	República Árabe Siria
Guinea	Mozambique	Tailandia
Guinea Bissau	Myanmar	Togo
Guyana	Namibia	Tongo
Haití	Nauru	Trinidad y Tobago
Honduras	Nepal	Túnez
India	Nicaragua	Tuvalu
Indonesia	Nigeria	Tanzania
Irán	Isla Nue	Uruguay
Israel	Omán	Venezuela
Jamaica	Pakistán	Vietnam
Jordania	Palau	Zambia
Kazajstán	Panamá	Zimbabue
	Papúa Nueva Guinea	

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Mario Ortega, Energías Renovables, Paraninfo 2003.
- [2] J.D. Aguilar, P.J. Pérez, J de la Casa, Calculo de la energía generada por un sistema fotovoltaico conectado a la red, Escuela Politécnica Superior Universidad de Jaén.
- [3] CONELEC, Plan Nacional de Electrificación, www.conelec.gov.ec
- [4] Mentor Poveda, Eficiencia Energética: Recurso no aprovechado, OLADE, 2006.
- [5] Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía. "Boletín IDAE", Nº 7. Madrid 2005
- [6] OLADE, "Estudio de Prospectiva Energética de América Latina y el Caribe al 2018". 2006.
- [7] David Neira, Ministerio del Ambiente, El MDL en Ecuador: avances a nivel nacional, "III Feria Comercial Ecuador, Canadá 2007", Quito, 30 de marzo 2007
- [8] Ing. Santiago Sánchez M., "Proyecto Fotovoltaico Araujo", www.conam.gov.ec Enero, 2005.
- [9] IBERSOLAR, "Tarifas Diciembre 2006", www.ibersolar.com
- [10] Manilio F. Coviello, "Energías renovables en America Latina y el Caribe: Barreras y Avances", CEPAL
- [11] José Ramón Jurado, Eva Chinarco, "Alternativas de bajo coste a la captura fotovoltaica", Instituto de Cerámica y Vidrio, ICV-CSIC, Marzo, 2007.
- [12] Asociación de la Industria Fotovoltaica. ASIF, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid, "Energía Solar Fotovoltaica en la Comunidad de Madrid", 4ta Edición, Imprenta Modelo.
- [13] SITIOSOLAR, "Los paneles solares fotovoltaicos", www.sitiosolar.com/paneles
- [14] Andar Amador, La Energía, <http://www.enalmex.com/paginas/como.htm> 2004
- [15] Salvador Escoda, Manual Técnico de Energía Solar Termica.pdf, año 2008 www.4shared.com/network/search.jsp?sortType=1&sortOrder=1&sortmode=2&searchName=Energia+solar&searchmode=2&searchName=Energia+solar&searchDescription=&searchExtention=&sizeCriteria=atleast&sizevalue=10&start=10

ACTUALIZACION AÑO 2013.

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL MERCADO FOTOVOLTAICO.

La energía solar es aprovechada en la actualidad a través del uso de varias tecnologías que se encuentran ampliamente desarrolladas y en continuo proceso de mejoramiento a través de la investigación e inversión de importantes recursos e inclusive como política de estado en algunos países como Alemania, Japón, China, entre otros. De las cuales se destacan tres tipos bien definidos que son la energía solar fotovoltaica, la energía solar térmica o termo solar y la iluminación solar diurna.

En un inicio del desarrollo de las tecnologías fotovoltaicas, cuando estas aparecieron como módulos o paneles solares comerciales, se los clasificaba principalmente por su forma o por el material del que estaban compuestos el cual es silicio en sus diferentes configuraciones ya sea este mono cristalino, poli cristalino o amorfo. Comercialmente se hablaba de que un panel fotovoltaico de silicio puro mono cristalino tenía una eficiencia de 16%, los paneles poli cristalinos una eficiencia de un 14 % y los de silicio amorfo una eficiencia de un 8%, se consideraba también la existencia de diferentes sistemas de seguimiento solar que ayudan a mejorar la eficiencia en la producción de energía y se habla también de un costo alto en relación a otras formas de producción de energía eléctrica. [1]

En la actualidad, las tecnologías fotovoltaicas para la producción de energía han evolucionado al punto de que hoy podemos mencionar que usualmente se las clasifica en tres generaciones:

Primera Generación: Tecnologías con celdas de silicio cristalino.

Esta tecnología usa obleas de silicio cristalino y es la tecnología mas desarrollada en la actualidad. A las celdas se las conoce como c-Si y son clasificadas dentro de tres tipos de acuerdo a como fueron elaboradas, tendiendo celdas Mono cristalinas (c-Si) conocidas también como de silicio simple (sc-Si), las poli cristalinas (poli c-Si) o referidas como multi cristalinas (mc-Si) y las celdas de hojas de silicio (EFG c-Si).

Los módulos ensamblados con celdas de silicio cristalino puede alcanzar eficiencias de entre 14% a 19%.

Segunda Generación: Tecnología con celdas de películas delgada.

Se basa en el uso de celdas de películas delgadas colocadas en capas sucesivas, cada una de entre 1 a 4 micrómetros de espesor, las mismas que se ubican sobre sustratos económicos tales como el vidrio, polímeros o metal. Se desarrollan comercialmente principalmente tres tipos: Celdas de Silicio Amorfo (a-Si) y Celdas de Silicio Micro amorfo (μ -Si), las que poseen una eficiencia de entre el 4% a 8 %; Celdas de Cadmio-Teluro (CdTe), que poseen una eficiencia de 6% a 7% son de manufactura económica y muy estables, Celdas de Cobre Iridio Selenio (CIS), y celdas de Cobre - Indio Galio-Diselenio (CIGS), las que ofrecen una eficiencia de 7% a 16%. Sus características particulares hacen que se puedan ensamblar en estructuras flexibles y livianas lo que permite su fácil integración en las estructuras de edificios en conjunto con un menor costo de manufactura.

Tercera Generación: Tecnologías de concentración fotovoltaica y celdas orgánicas fotovoltaicas.

Están en una etapa de demostración y aun no se comercializan ampliamente. Se conocen cuatro tipos de tecnología de tercera generación: Concentradores Fotovoltaicos (CPV), Celdas solares con colorantes sensibilizados (DSSC), Celdas Solares orgánicas y Celdas solares basadas en nuevos conceptos emergentes.

Los sistemas de concentración fotovoltaica conocidos como CPV usan dispositivos ópticos para concentrar la radiación solar en combinación con celdas solares muy pequeñas y altamente eficientes. Pueden ser sistemas de baja a media concentración (valores de 2 kW/m² a 100 kW/m²) que se usan en combinación con celdas de silicio obteniendo eficiencias de entre el 20 y 25%, y sistemas de alta concentración (valores de 1000 kW/m²), que trabajan en conjunto con celdas de multi juntura construidas con materiales con el Germanio Ge(0.67eV), Galio-Arsenio GaAs, Indio-Galio-Arsenio InGaAs (1.4eV), Indio-Galio- Fosforo InGaP (1.85eV) y que ofrecen una eficiencia de 35% en los módulos comerciales. [2]

Las celdas DSSC usan celdas solares foto-electroquímicas que se basan en estructuras semiconductoras formadas entre un ánodo foto sensibilizado y un

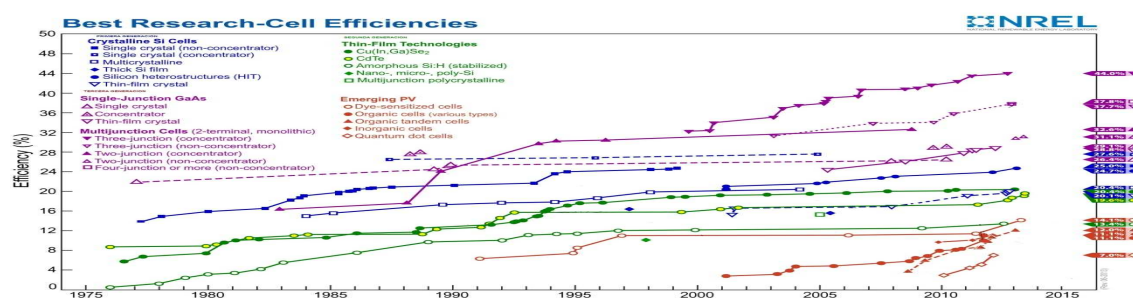
electrolito; en la celda el material semiconductor mono cristalino es el que recoge los fotones de la luz solar y la molécula de colorante separa la carga de los fotones formando la foto corriente. La eficiencia de los módulos comerciales con este tipo de celdas esta entre el 4 y 5%.

Las celdas solares orgánicas están compuestas de materiales poliméricos que son de bajo costo pero poco eficientes. Los módulos comerciales desarrollados con esta tecnología presentan eficiencias de entre el 4 a 5%. Este tipo de celdas pueden ser aplicadas a capas de plástico delgadas tal como si se tratase de una impresión, lo que las hace muy livianas y flexibles. Son ideales para aplicaciones móviles y para colocarlas sobre cualquier superficie.

Las celdas solares basadas en los nuevos conceptos emergentes de desarrollo se encuentran en etapa de investigación y usan tecnologías de puntos o cables cuánticos, pozos cuánticos y tecnologías de súper entramado. Se espera tengan amplio uso en conjunto con tecnologías fotovoltaicas de concentración o CPV.

Es claro que la tecnología fotovoltaica ha evolucionado y sigue creciendo gracias a la fuerte innovación tecnológica que proponen las instituciones energéticas en los países líderes en energías renovables. El desarrollo de la tecnología se evidencia como se manifiesta en los párrafos anteriores en los niveles de eficiencia obtenidos a través del tiempo. Para corroborar lo señalado me permito hacer uso de la información proporcionada por el NCPV (Centro Nacional para la Energía Fotovoltaica por sus siglas en ingles) que pertenece al Laboratorio Nacional de Energía Renovable NREL de los Estados Unidos y que nos presenta la gráfica siguiente:

Fig 1. Valores de Eficiencia de Celdas fotovoltaicas a través del tiempo.



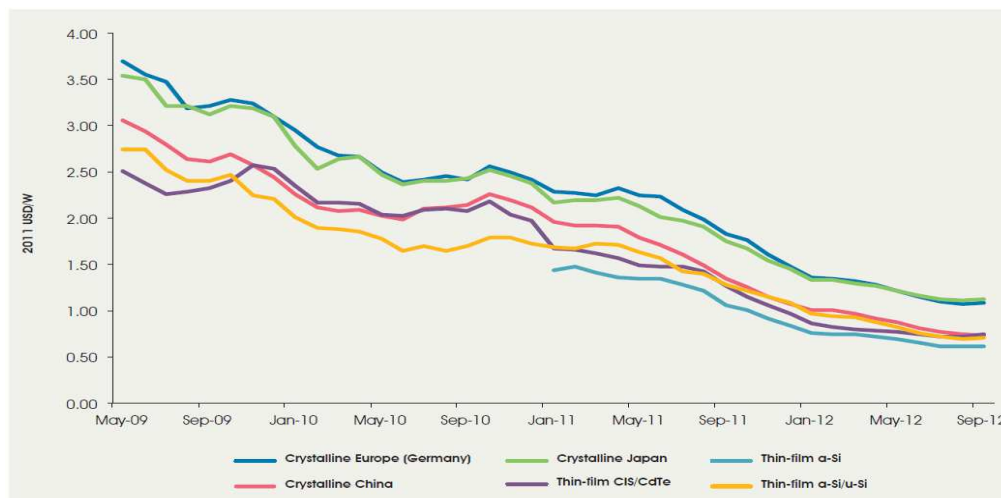
Fuente: IRENA, Cost Analysis of Solar Photovoltaic

En la Fig.1 se observa que las celdas de primera generación han tenido un desarrollo sostenido partiendo en 1975 con celdas de silicio cristalino que registran valores de eficiencia de 13%, hasta llegar a valores de 24.7% y 27.6% en el año 2013. Para tecnologías de películas delgadas (2da Generación), se registran en un inicio valores de eficiencia de entre 2% a 8%, alcanzando valores de 13,4%, 19,6% y 20,4% en la actualidad. Ambas Generaciones se han visto ampliamente desarrolladas mostrando un crecimiento lineal en el tiempo a través de este periodo. Las celdas de tercera generación evidencian un menor tiempo de desarrollo, sin embargo presentan un rápido crecimiento en sus valores de eficiencia en comparación con los desarrollos anteriores; y que se considera es el resultado del aprendizaje de las dos generaciones precedentes.

En cuanto a costos en el año 2008 se realizó un cálculo estimado del costo de instalación de un sistema eléctrico con energía fotovoltaica y se concluyó que para implementar un sistema de 550 W de potencia instalada se requería una inversión de entre 7,92 a 15,27 dólares por cada Vatio instalado. Dicho cálculo estimado se lo realizó con paneles fotovoltaicos de silicio. Existe también un registro de la IRENA, (Agencia Internacional de Energías Renovables por sus siglas en inglés) que menciona que en el año 2010, los sistemas fotovoltaicos de silicio mono cristalino tuvieron un costo de instalación de 3,8 a 5,8 USD/W o dólares por cada vatio instalado, y estos mismos sistemas con almacenamiento mediante baterías tienen un costo de instalación de 5 a 6 USD/W. Entre el 2010 y 2012 los costos de los módulos fotovoltaicos se redujeron en un 60%. Pese a esto se espera también que para el año 2015 los costos sean reducidos a valores entre 2.9 y 4.1 USD/W. [3]

Los costos promedio de los módulos fotovoltaicos son sin embargo difíciles de proyectar ya que existen un amplio rango de precios en el mercado que dependen principalmente de la eficiencia del módulo y de la localización del proveedor.

Fig. 2. Promedio Mensual de los Costos de los Módulos Fotovoltaico en Europa de 2009 a 2012



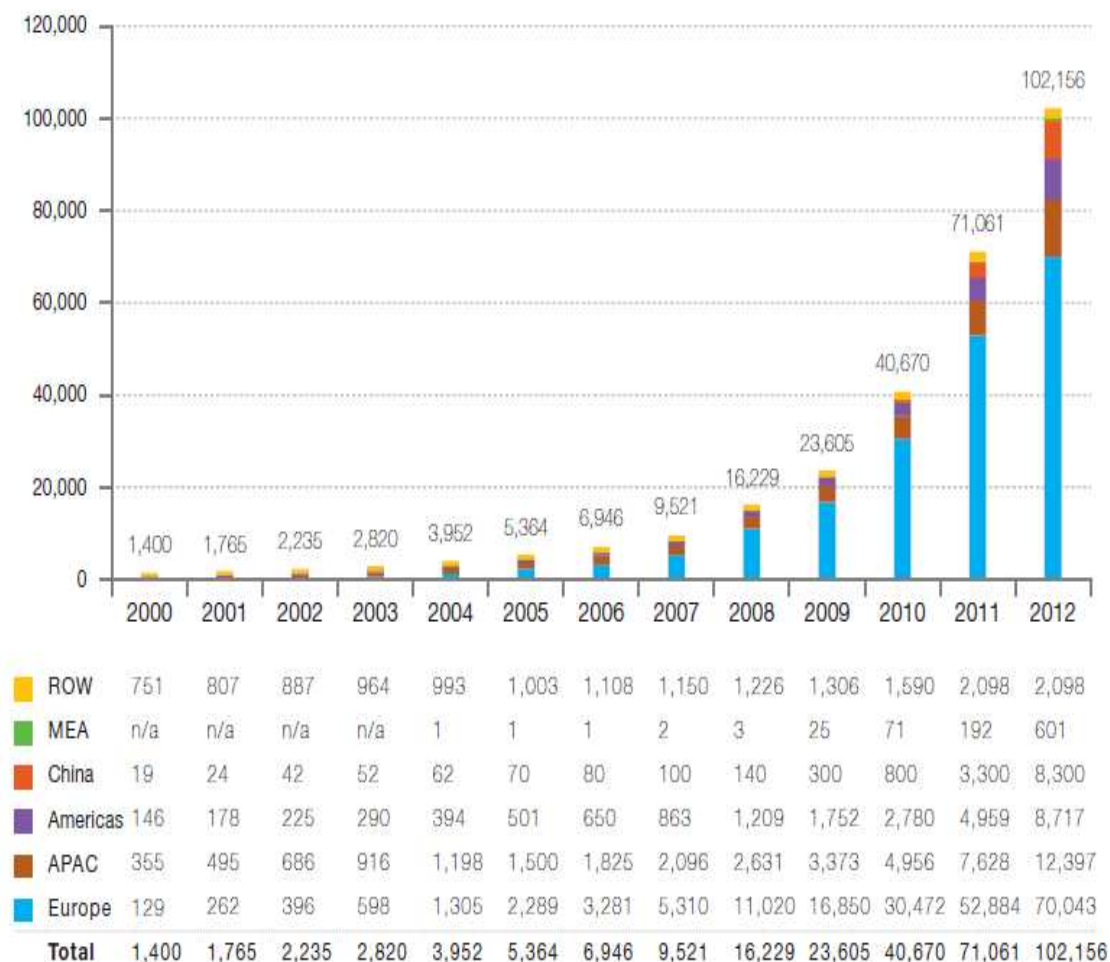
Fuente: IRENA, Renewable Power Generation Cost in 2012

En la Fig.2 se muestra los costos de las celdas de silicio cristalino y de películas delgadas y su variación en el tiempo de acuerdo al sitio de procedencia; lo que sugiere la dependencia de los costos de acuerdo a los fabricantes y las características del mercado. Se puede observar también que los precios en los mercados de China son menores en relación a los precios del resto de Oriente. Además se debe considerar que los precios tienen una tendencia a reducirse de manera moderada, debido al amplio rango de aprendizaje de la tecnología fotovoltaica (alrededor del 22%), y a la sobre producción de los fabricantes de los módulos a nivel mundial. [4]

La energía fotovoltaica se ha visto desarrollada ampliamente en la última década, este desarrollo se evidencia en países como España que creció en un 58% en cuanto a fuentes de energía renovable con una alta penetración de la tecnología fotovoltaica debido a los grandes incentivos por parte del gobierno que permitieron que se desarrollen ampliamente para lograr cumplir con los objetivos energéticos planteados por la Unión Europea. En el gobierno español se hicieron varias reformas en los años 2004, 2005 y 2007 que favorecieron a través de fuertes incentivos al amplio desarrollo de la tecnología fotovoltaica lo que se tradujo en una gran penetración en el mercado y el desarrollo de 2200 MW de potencia instalada para el año 2008, superando las expectativas de los planes europeos de desarrollo energético 2005 - 2010. Esto se logró gracias a la implementación de una tarifa de

0,440381 €/kWh, un 575% de la tarifa media de referencia para el año en mención.
[5]

Fig. 3. Evolución de la capacidad Fotovoltaica Global instalada en los años 2000 a 2012.

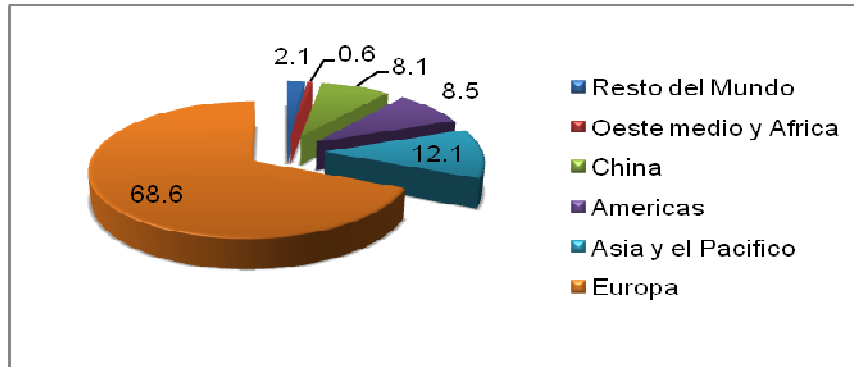


ROW: Rest of the World. MEA: Middle East and Africa. APAC: Asia Pacific.

Fuente: IRENA, Cost Analysis of Solar Photovoltaic

Como se muestra en la Fig.3 a finales del año 2009 se conto con una capacidad instalada a nivel global de 24 GW, un año después se contaba con 40.7 GW; en el 2011 se experimento un crecimiento record en la tecnología fotovoltaica con una capacidad total instalada de 71.1 GW y al culminar el 2012 se cuenta con mas de 100GW instalados a nivel global. De lo citado se observa que en 2012 le corresponde al mercado Europeo alrededor del 70% de la capacidad global instalada. El porcentaje restante de cada región es como se muestra en la Fig.4. [6]

Fig. 4. Porcentajes de Capacidad Fotovoltaica Global instalada en 2012.



Fuente: Ramón Jaramillo, Gonzalo.

Sin embargo pese al amplio desarrollo y penetración de la tecnología fotovoltaica a nivel de Europa, en España se produjo un déficit tarifario de 40 000 millones de euros a finales de 2012 generados por los fuertes incentivos, lo que vislumbra un camino difícil para el desarrollo de las energías renovables en este país y que se refleja en la actual posición del gobierno español frente al desarrollo de energía fotovoltaica y que se inició en Febrero de 2013 con la publicación del RD1 2/2013 documento en el que se contempla la aplicación de tributos a la generación y la actualización de las tarifas de energía.

El siguiente paso en la evolución de la energía fotovoltaica es el desarrollo de métodos eficientes para su integración a las redes eléctricas existentes. De allí se derivan varias tecnologías que se encuentran en desarrollo y que mencionamos de manera breve a continuación.

Sistemas de Generación Distribuidos.

Existen varios consensos acerca de lo que significa la Generación distribuida, así la DPCA Coalición de Potencia Distribuida de América por sus siglas en inglés, la define como cualquier tecnología de generación a pequeña escala que provee de electricidad a los puntos más cercanos al consumidor; la Agencia Internacional de la Energía IEA la define como la producción de energía en las instalaciones de los consumidores o en las instalaciones de las empresas distribuidoras y que se conectan directamente a la red de distribución. Sus características generales son:

[7]

- ✓ Pequeñas potencias.
- ✓ Ubicación cercana al consumidor de la energía.
- ✓ La generación es consumida por las propias instalaciones y el excedente se conecta directamente a la red de distribución.
- ✓ Los costos son reducidos y la disponibilidad en el tiempo es muy alta.
- ✓ No contaminan.

Este tipo de sistemas tienen un bajo nivel de penetración por el costo de las redes de respaldo y por la falta de tecnología desarrollada para el control de flujos de reversa en las redes de distribución, sin embargo presentan grandes beneficios, entre ellos la eficiencia al generar la potencia cerca a las cargas, reduciendo las pérdidas de transmisión, las ventajas para la transmisión de potencia a través de la reducción de la demanda y de la congestión en las horas pico en la red de distribución. [8]

Redes inteligentes - Smart Grid.

Estas redes servirán en un futuro para habilitar la participación informada de los clientes y usar los sistemas de red distribuida en conjunto con los sistemas de almacenamiento, creando nuevos productos y servicios en el mercado energético, a la vez que se entrega al usuario un nivel de potencia de calidad, muy fiable con un control autónomo de la prevención, contención y restauración del servicio.

El desarrollo de redes inteligentes requiere de una amplia innovación tecnológica en lo que se refiere al desarrollo de sensores de red, infraestructura de comunicación introduciendo las tecnologías de la información a amplias escalas para censar y manejar la red, equipos de control, sistemas de manejo inteligente, seguridad cibernética y sistemas de control que introduzcan aplicaciones de protección y monitoreo. Para su integración con las energías renovables se requiere también de investigación y desarrollo enfocado a nivel de usuario para transferencia de carga desde y hacia la red y que permita la integración de diferentes voltajes y potencias: resaltando la principal característica de una red inteligente que es el ver al usuario final como proveedor y consumidor al mismo tiempo, dando origen a nuevas formas de tarificación y beneficios para ambas partes que en conjunto con el almacenamiento darían paso a lo que se conoce como

precio marginal localizado que se define como el costo asociado al incremento en MW de la demanda en una localización particular de la red de potencia. [9]

Almacenamiento de Energía en la Red.

Las aplicaciones del almacenamiento de energía en la red permitirán el amplio uso de energías renovables conectadas a la red. El almacenamiento de energía se usa principalmente para funciones de regulación de voltajes y supresión de armónicos. También se lo usa para mejorar la congestión de las líneas de transmisión mediante el uso de energía renovable, serviría para despachar potencia en tiempos cortos, serviría también para proveer funciones dinámicas de un generador síncrono que servirían para reducir los efectos de la frecuencia en la red.

Dentro del almacenamiento y para las aplicaciones de potencia, se usa los volantes (flywheel), Baterías de Litio y ultra capacitores. Mientras que para aplicaciones de energía se usan baterías de Flujo (Vanadio y zinc) y baterías de cabeza acida, que se encuentran en el orden de los MW y MWh. Para el almacenamiento en larga escala se usa en cambio almacenamiento de Aire Comprimido (CAES) y centrales Hidroeléctricas de almacenamiento por bombeo las que permiten almacenamiento en el orden de lo cientos de MW.

Dadas las características de la tecnología de almacenamiento se da origen también a un nuevo concepto conocido como arbitraje de financiamiento de energía que se traduce en la compra y almacenamiento de energía cuando los precios son bajos (carga) y la posterior venta cuando los precios son altos (descarga). [10]

Los conceptos y definiciones mencionados dan origen a una breve introducción a las tecnologías necesarias que deben ser estudiadas en profundidad para lograr un desarrollo energético sostenible y que vaya a la par de las tendencias globales.

Dichas tendencias en los países líderes en crecimiento económico como Estados Unidos y China, apunta a un fortalecimiento en sus planes energéticos con miras al año 2035, y forma parte de la respuesta a los retos planteados en la iniciativa SE4ALL formulada por las Naciones Unidas, cuya principal característica es el acceso universal a la energía, el desarrollo de las energías renovables y la implementación de eficiencia energética

Cuando ponemos en consideración el acceso a la electricidad, se analiza el como seleccionar tecnologías que ofrezcan las mejores prestaciones en cuanto a la relación costo - beneficio, facilidad de implementación y sostenibilidad; y surge la necesidad de sugerir un cambio estructural en el sector energético, ya que su desarrollo actualmente se halla comprometido por la sostenibilidad económica. Se señala el factor económico como un impedimento para la utilización de energía solar, sin embargo dicho análisis es de carácter superficial ya que no se consideran los beneficios ambientales y la sostenibilidad del planeta en general, que al ser contrastados con el costo de usar este tipo de tecnologías, la constituiría en altamente competitivas y eficientes.

Otro factor importante es la existencia de políticas técnicas y económicas ampliamente desarrolladas que cuentan con subsidios cruzados y fondos de gobierno para la construcción de grandes redes de transmisión y distribución y que a su vez benefician a una alta densidad poblacional, en confrontación con las políticas poco desarrolladas para las energías renovables y su existencia de manera aislada. Así por experiencia en varios países se demuestra que las redes de transmisión y distribución pueden ser mejor implementadas y sostenidas económicamente.

Lo mencionado hace razonable el apoyo económico prioritario que tiene actualmente el desarrollo de las redes de transmisión y distribución procurando un alto rendimiento y suficiente fiabilidad, con miras a establecer a futuro la implementación de redes inteligentes y el uso de la generación distribuida, en conjunto con sistemas de almacenamiento de potencia.

Es necesario considerar también el mejoramiento de la eficiencia energética para lograr cambiar la forma de proveer energía y su uso a nivel de consumidor a través de una fuerte inversión en investigación y desarrollo, que permitan implementar redes eficientes e inteligentes.

De acuerdo a lo analizado y pese a la amplia penetración de la energía fotovoltaica en los mercados globales, aun cuando los niveles de eficiencia han crecido de manera lineal, y los costos disminuyen de manera rápida por el alto porcentaje de aprendizaje que presenta esta tecnología, e inclusive pese a los múltiples y

atractivos recursos de sol existentes, el uso de la energía renovable se ha visto relegada, señalando que se puede comprometer la estabilidad de los sistemas de red y que actualmente no se cuenta con las herramientas adecuadas para monitoreo y manejo de la red. [11].

Este hecho enfatiza la gran necesidad de crear políticas de estado con una alta inversión gubernamental para el desarrollo de estas tecnologías; que cuenten con un esquema tarifario que le permita ser sostenibles en el tiempo. Además se hace urgente la inversión de recursos en investigación, desarrollo y demostración en proyectos de energías renovables que garanticen también la sostenibilidad técnica de dichas iniciativas y su integración a los desarrollos actuales. Resaltando que es poco comprensible que la energía solar no sea sostenible cuando existe en abundancia en el planeta.

De este modo se ha analizado la evolución de las energías fotovoltaicas en el tiempo y las posibles causas de su detenimiento actual para dar paso a nuevos desarrollos y la integración posterior en una amplia matriz energética potencialmente fiable.

REFERENCIAS

- [1] Sitio Solar, “Los Paneles Solares Fotovoltaicos ,” , Todos los artículos. España :www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm, 2012, pp.1.
 - [2] IRENA, *Cost Analysis of Solar Photovoltaic* . Germany, 2012, Vol1 Power Sector, Issue 4/5, pp. 1–10.
 - [3] IRENA, *Renewable Power Generation Cost*. Germany, November 2012, IRENA costing papers, pp. 9.
 - [4] IRENA, *Renewable Power Generation Cost in 2012 an Overview*. Germany, January 2013, IRENA costing papers, pp. 50-52.
 - [5] M. Sevilla, “Las Energías Renovables en España,” *Departamento de Analisis Economico Aplicado*, pp. 9–10.
 - [6] G. Gaëtan, M Latour, M Rekinge, I Thomas and T. M. Paputsi, “Global Market Outlook for Photovoltaics 2013- 2017 ,” *EPIA* , vol. 1, pp. 1–14, January 2013.
 - [7] “Renewable Energy Grid Integration and Distributed Generation ,” *CIRSE. Research Center for Energy Resources.*, pp. 1–2.
 - [8] “Benefits of Distributed Generation ,” *Virginia Tech. Consortium on Energy Restructuring.*, pp. 1. , 2007.
 - [9] M. Madrigal, M Bathia,G Elizondo, A Sarkar, and M kojima, “Twin Peaks ,” *IEEE. Power & Energy Magazine.*, vol. 10, no. 3, pp. 20–29, May/June 2012.
 - [10] D. Manz, R Piwko, and N Miller, “Look Before you Leap,” *IEEE. Power & Energy Magazine.*, vol. 10, no. 4, pp. 75–84, July/August 2012.
- M. Kezunovik, V Vittal, S Meliopoulos, and T Mount, “The Big picture,” *IEEE. Power & Energy Magazine.*, vol. 10, no. 4, pp. 22–34, July/August 2012.