



Enero 2019 - ISSN: 1696-8360



“LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA”

Willam Bladimir Cevallos Cevallos¹

Rojas Llangarí Dennys Franklin²

Dominguez Ruiz Luis Eduardo³

Cruz Manya Brandon Alexis⁴

Yerovi Juiña Mishell Esthefanny⁵

Riobamba-Ecuador.

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Willam Bladimir Cevallos Cevallos, Rojas Llangarí Dennys Franklin, Dominguez Ruiz Luis Eduardo, Cruz Manya Brandon Alexis y Yerovi Juiña Mishell Esthefanny (2019): “La energía fotovoltaica”, Revista contribuciones a la Economía (enero-marzo 2019).

En línea: <https://eumed.net/ce/2019/1/energia-fotovoltaica.html>

Resumen.

El uso permanente de energías renovables, ayudaran a la mitigación de la contaminación ambiental, que con el transcurso de tiempo aumenta de manera exponencial, en consecuencia, la contaminación tiene grandes impactos de carácter económico, ambiental y en ciertos casos también afecta a el área política, por el desequilibrio que puede generar en el ámbito ecológico. El sol, es una de las fuentes de energía “ilimitada”, pues la energía luminosa que incide de manera directa a la superficie de la tierra, la cual si es almacenada por medio de dispositivos fotovoltaicos (células fotovoltaicas) puede ser implementadas para satisfacer necesidades que involucran la distribución de energía, la cual es usada para las necesidades cotidianas, en la actualidad los mercados de los países desarrollados, optan por la aplicación de sistemas fotovoltaicos, como suministro de energía. Realizando una investigación exploratoria llegamos a determinar los fundamentos científicos que rodean a la energía fotovoltaica, que permiten establecer, el funcionamiento óptimo de los sistemas de recolección fotovoltaicos (células fotovoltaicas). Para determinar la eficiencia de la energía fotovoltaica se realizó una comparación entre múltiples sistemas fotovoltaicos implementados observando la tendencia de los mercados alrededor del mundo, considerando el uso prologando con el pasar del tiempo y datos estadísticos de investigaciones preexistentes, para posteriormente establecer conclusiones partiendo de los datos adquiridos y además se determinó en cuáles son sus respectivas aplicaciones.

¹ Docente Tutor de la Facultad de Informática y Electrónica (FIE), Investigador del Grupo de Investigación de Energías Alternativas y Ambiente FIE. Master en Ciencias de la Educación Aprendizaje de la física. Correo electrónico: wcevallos@epoch.edu.ec

² Estudiante de la Facultad de Informática y Electrónica (FIE), Estudiante de ingeniería en Software. Correo electrónico: dennys.rojas@epoch.edu.ec

³ Estudiante de la Facultad de Informática y Electrónica (FIE), Estudiante de ingeniería en Software. Correo electrónico: luis.dominguez@epoch.edu.ec

⁴ Estudiante de la Facultad de Informática y Electrónica (FIE), Estudiante de ingeniería en Software. Correo electrónico: brandon.cruz@epoch.edu.ec

⁵ Estudiante de la Facultad de Informática y Electrónica (FIE), Estudiante de ingeniería en Software. Correo electrónico: mishell.yerovi@epoch.edu.ec

Abstract.

The permanent use of renewable energies will help mitigate environmental pollution, which over time increases exponentially, consequently, pollution has major economic, environmental and in some cases also affects the political area, by the imbalance that can generate in the ecological field. The sun is one of the sources of "unlimited" energy, since the light energy that directly affects the surface of the earth, which if stored by means of photovoltaic devices (photovoltaic cells) can be implemented to satisfy needs that involve the distribution of energy, which is used for daily needs, currently the markets of developed countries, opt for the application of photovoltaic systems, such as energy supply. By carrying out an exploratory investigation we come to determine the scientific fundamentals that surround photovoltaic energy, which allow us to establish the optimal functioning of photovoltaic collection systems (photovoltaic cells). To determine the efficiency of photovoltaic energy, a comparison was made between multiple photovoltaic systems implemented observing the trend of markets around the world, considering the use of prologuing with the passage of time and statistical data from pre-existing investigations, to later draw conclusions based on the acquired data and also determined in what are their respective applications..

Palabras claves (key words): Energía fotovoltaica- Photovoltaic energy, Sistemas fotovoltaicos- Photovoltaic systems, Células fotovoltaicas- Photovoltaic cells, Energía solar- Solar energy.

1. INTRODUCCIÓN.

La energía solar que recibe la tierra de manera directa por el sol, es términos cualitativos muy grande, en tal virtud si es aprovechada correctamente puede generar un equivalente a 20 veces la energía, que contienen todas las reservas de combustibles fósiles. El sol es una fuente de materia orgánica y vital para el planeta, al tratarse de una fuente difusa de energía, se puede deducir que es muy complicado aprovechar al máximo la radiación solar (Santamarta José, 2004). Dicha energía guía ciclos que permiten que la instancia de la vida en la tierra pueda perdurar, el sol, ayuda a que en la naturaleza se realicen ciertos fenómenos naturales, que son muy importantes entre los que denotamos: movimiento del agua y del viento, por consiguiente se considera a la energía solar como el factor de donde se origina otras fuentes de energía renovables: eólica, hidroeléctrica, biomasa y la propia energía solar (Marín, 2004).

La radiación solar puede ser convertida en energía eléctrica. A dicho cambio tiene el nombre de efecto fotovoltaico, sus inicios se presentan a mediados del siglo XIX, en 1839 el físico francés Becquerel descubrió el efecto fotovoltaico (FV). A partir de este suceso varios físicos, entre los que se nombran a Willoughby Smith (1873) y Lenard (1900) verifican la existencia del fenómeno en diversas condiciones. Einstein (1905) proporciona el fundamento científico, ganando consigo el premio nobel de física (Gasquet, 2004).

En 1870 el profesor de William Grylls Adams profesor de filosofía natural en compañía de uno de sus estudiantes, decidieron experimentar el efecto de la luz sobre un semimetal, el selenio, comprobando que se generaba un flujo de electricidad que denominaron "fotoeléctrica". Para 1885 Charles Fritts construyó de manera formal el primer módulo fotoeléctrico, el cual se constituía de una capa de selenio sobre un soporte metálico recubierta por una película fina de oro. Después de la construcción de la primera célula fotovoltaica Fritts decide enviar su experimento a Werner con Siemens, quien las presentó ante la Real Academia de Prusia donde se declaró: "por primera vez se tiene una evidencia directa de la conversión de la energía solar a energía eléctrica" (Puig & Jofra, s.f.).

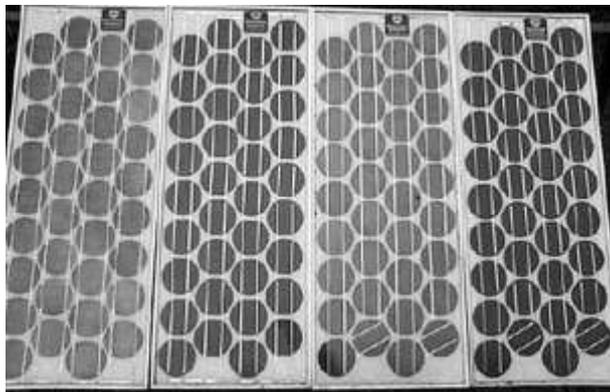


Fig. 1: Primera célula fotovoltaica creada por Charles Fritts

Una de las primeras aplicaciones de las células fotovoltaicas, fue en el campo espacial, a finales de los años 60 y principios de los 70, cuando Hans Ziegler, jefe de investigación sobre suministros de energía del ejército estadounidense, decide implementar células fotovoltaicas en la operación "Lunch Box" cuyo propósito era la construcción y el lanzamiento de un satélite artificial. En 1973 investigadores de Exxon con ayuda de Solar Power Corporation empezaron a comercializar módulos fotovoltaicos que estarían a nivel de competencia con otras fuentes de energías, que eran usadas en aplicaciones terrestres. Los primeros mercados masivos fotovoltaicos se enfocaron en torno a aplicaciones aisladas a la red eléctrica: señalización marítima, señalización ferroviaria, antenas de comunicación etc (Puig & Jofra, s.f.).

2. MARCO TEÓRICO.

En este capítulo se exponen las bases teóricas conceptuales más sobresalientes para la comprensión de la energía fotovoltaica y la presentación de los dos tipos de sistemas implementados comúnmente descrita en el presente artículo.

2.1 Efecto Fotovoltaico

La tecnología se ha basado en el efecto fotoeléctrico con el fin de generar y aprovechar la electricidad que emana la radiación solar. El mismo que consiste en utilizar elementos que cuenten con la propiedad de aumentar su número de electrones ante la exposición a la radiación, y puede ser la luz ultravioleta o la visible (Ortiz, 2013).

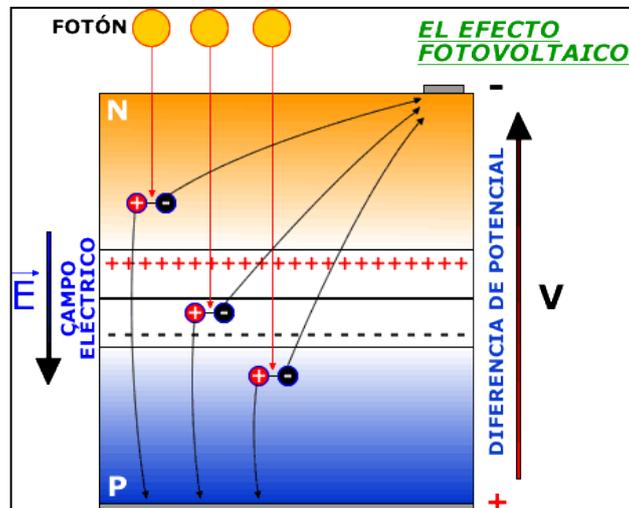


Fig. 2: Efecto fotovoltaico

Los fotones de luz transportan la energía lumínica, y ésta, gracias al efecto fotovoltaico puede producir electricidad la cual cuenta con la capacidad de acelerar los electrones que han sido expulsados por el material semiconductor por medio de un circuito externo. La luz solar está compuesta por fotones, éstas son partículas energéticas que poseen diferente energía y se caracterizan por contar con diferentes longitudes de onda de espectro luminoso (Fernández Barrera, 2010)

El efecto fotoeléctrico o fotovoltaico permite convertir la energía solar de manera difusa o directa, se la considera como una alternativa para generar energía eléctrica en lugares urbanos donde tiene gran acogida este tipo de sistemas, pero por otro lado, en las regiones rurales resulta un poco más difícil acceder al servicio eléctrico (Mesa, Mejía, & Isaza, 2009).

2.2 Celdas Fotovoltaicas

“Las celdas fotovoltaicas son la base de los módulos o paneles solares, siendo los de mayor comercialización fabricados de silicio y se diferencian por la disposición de sus átomos” (San & Orellana, 2017, p. 8).

Al ser expuesta una celda ante la radiación solar, se produce un proceso que tiene como resultado una diferencia de potencial, lo cual es una ventaja ya que se genera corriente que puede ser de gran utilidad. Desde los años cincuenta las celdas fotovoltaicas (fabricadas de silicio) han tenido gran acogida en el mercado ya que gracias a ellas se comenzó a abastecer de energía a satélites de aquella época (Travis, Dunlap, Leo, & Grant, 2013).

Una de entre varias ventajas de utilizar celdas fotovoltaicas es que al momento de realizar el proceso de convertir la radiación solar en energía eléctrica no tiene como resultado desechos que puedan llegar a contaminar el medio ambiente a corto o largo plazo (Laboratorio Tecnológico del Uruguay & Bresciano, 2014).

Por lo general las celdas fotovoltaicas están compuestas por elementos semiconductores como el silicio y para obtener un campo eléctrico se debe hacer uso de una rejilla especialmente para dicho problema con un lado negativo y el otro lado positivo. Al momento de llegar la luz solar a cada una de las celdas (Fig.3) va a existir un choque de electrones por lo tanto se va a generar

electricidad, todo esto gracias a los conductores eléctricos que se encuentran en ambos lados, además cada celda no emite demasiada energía(Illuminet, 2016) (Fig.3).

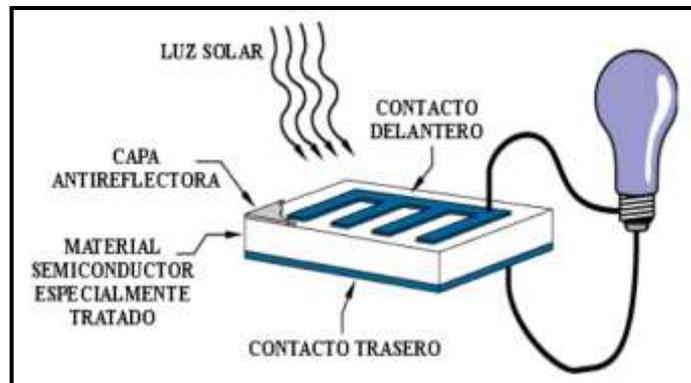


Fig.3: Funcionamiento de una o más celdas fotovoltaicas

2.3 Sistema fotovoltaico

El sistema fotovoltaico está compuesto de células fotovoltaicas, ordenadas en paneles que posteriormente convierten la radiación solar en energía eléctrica(Capel Molina, 2015).

Al utilizar este tipo de sistema podemos observar las ventajas que esto conlleva ya uno de los efectos positivos que genera es la disminución de elementos que contaminan la atmósfera y uno de ellos son las emisiones de CO₂ generados por automóviles, industrias o centrales nucleares que generan residuos perjudiciales para la salud(Roberto & Mora, 2008).

Al momento que se requiera instalar un sistema fotovoltaico hay que tomar en cuenta ciertos elementos para un correcto funcionamiento: Generador fotovoltaico, regulador de carga, baterías, elementos para proteger el circuito(Mesa Et Al., 2009).

Al pasar los años podemos observar como la energía eléctrica se ha convertido en algo indispensable en la vida de los seres humanos y gracias al sistema fotovoltaico, ciertos sectores realmente con necesidad han podido acceder al servicio eléctrico. Aunque en la actualidad el uso de este sistema se a convertido en una alternativa cara para aquellos sectores que no tienen suficiente luz solar, ya que para obtener mejores resultados es necesario contar con una superficie grande la cual capte y genere la mayor cantidad de energía posible.

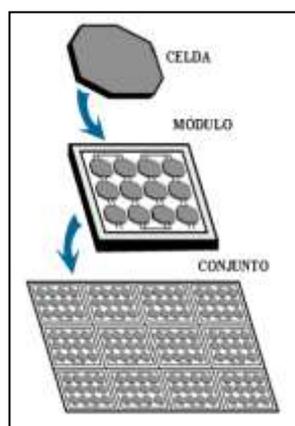


Fig.4: Conjunto de celdas solares conectadas eléctricamente entre sí

2.4 Materiales semiconductores

Se considera semiconductor a un elemento que se puede comportar de dos formas ya sea como aislante o como conductor esto depende varios factores. Las células fotovoltaicas se conforman de pequeños elementos elaborados a partir de este material. Específicamente de semiconductores tipo N y de tipo P.

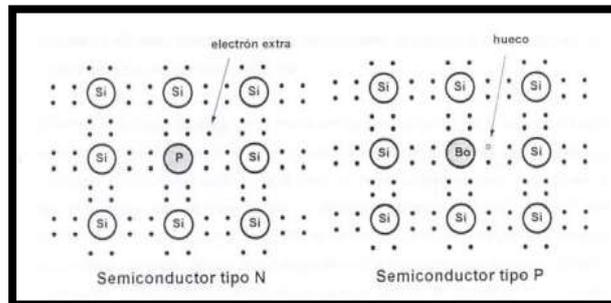


Fig.5: Semiconductores de tipo P y de tipo N

Según Cayetano, “una célula fotovoltaica está formada por dos laminas muy delgadas de materiales semiconductores que se superponen: la primera de ellas es un cristal de silicio con impurezas de fósforo, y la segunda, un cristal de silicio con impurezas de boro.” (Marín, 2004)

La energía que une a los electrones de valencia con su núcleo es parecida a la energía de los fotones. Cuando la radiación solar actúa sobre el material semiconductor provoca que se rompan los enlaces entre núcleo y electrones de valencia, los mismos que quedan libres para transitar por el material semiconductor. Es decir, provoca corriente eléctrica en el interior de la célula. Generando una fuerza electromotriz entre dos electrodos adosados, respectivamente a cada capa de la célula.

2.5 Barrera de potencial

Una celda PV contiene una barrera que se configura por opuesto cargas eléctricas enfrentadas a ambos lados de una línea divisoria. Esta barrera potencial separa selectivamente electrones y agujeros generados por la luz, enviando más electrones a un lado de la celda y más agujeros al otro. Así separados, los electrones y los agujeros es menos probable que vuelvan a unirse entre sí y pierdan su energía eléctrica. Esta separación de carga establece un voltaje diferencia entre cualquiera de los extremos de la celda, que se puede usar para conducir una corriente eléctrica en un circuito externo. Cuando un átomo de impurezas como el fósforo con cinco electrones de valencia se sustituye en un cristal de silicio, tiene un electrón extra unido. Una de las maneras de formar una barrera potencial en una célula solar es modificar ligeramente el cristal para que la estructura a cada lado de la línea divisoria sea diferente. (Basic Photovoltaic Principles and Methods, 1982).

Cuando las dos capas del material semiconductor se unen, existen distintos agrupamientos de electrones y huecos en las zonas N y P, los electrones se esparcen por la zona P y los huecos en la zona N, los electrones que quedan libres de la zona N se esparcen hasta la zona P pasando la zona de unión y apoderándose de los huecos libres esto crea una unión de P-N.

Esto nos crea un efecto de campo eléctrico que es generado por consecuencia del paso de las cargas mencionadas anteriormente esto establece una barrera potencial esta impide que el curso de paso de los electrones continúe indefinidamente.



Fig. 6: Funcionamiento de la barrera de potencial

“En el silicio, la barrera de potencial se sitúa entre 0,5 V y 0,7 V y la distancia entre la Banda de Valencia y la Banda de Conducción corresponde con una energía $E = 1,1 \text{ eV}$.” (Ujaen, s.f.).

Una vez que se crea la barrera potencial y cae un rayo de luz y los fotones transmiten energía a los electrones del material semiconductor, generando pares electrón-hueco. Pueden existir varios de estos electrones que tendrán energía suficiente para atravesar la barrera de potencial, estos son echados del material semiconductor por medio de un circuito exterior, produciendo una corriente eléctrica. Estos electrones tras pasar por todo el circuito externo regresan al material semiconductor por la cara opuesta.

2.6 Uniones

Partiendo del potencial de barrera, al ocurrir el traspaso de electrones de un tipo de membrana celular a otra, se forman regiones con un campo eléctrico interno. Estas regiones son especialmente importantes para las células solares y se conocen como uniones P-N. La presencia del campo eléctrico interno en la célula solar facilita la separación de los pares fotogenerados de electrón-agujero. Cuando los portadores de carga no están separados el uno del otro en un tiempo relativamente corto, serán aniquilados en un proceso que se llama recombinación y, por lo tanto, no contribuirá a la conversión de energía. La forma más fácil de separar los portadores de carga es colocarlos en un campo eléctrico. En el campo eléctrico, los portadores que tienen carga opuesta se derivan el uno del otro en direcciones opuestas y pueden alcanzar los electrodos de la célula solar. Los electrodos son los contactos metálicos que están unidos a las membranas. Cuando se unen un semiconductor de tipo P y uno de tipo N, una gran diferencia en la concentración de electrones entre semiconductores de tipo N y P causa una corriente de difusión de electrones desde el material de tipo N a través de la unión metalúrgica hacia el P- tipo de material. De forma similar, la diferencia en la concentración del orificio provoca una corriente de difusión de los orificios desde el material de tipo p hasta el tipo N. Debido a este proceso de difusión, la región cercana a la unión metalúrgica se agota casi por completo de los portadores de carga móvil. El agotamiento gradual de los portadores de carga da lugar a una carga espacial creada por la carga de los átomos donadores y aceptores ionizados que ya no se compensa con las cargas móviles. Esta región de la carga espacial se denomina región de carga espacial o región agotada y se ilustra esquemáticamente en la Figura 4.3. Las regiones fuera de la región de agotamiento, donde se conserva la neutralidad de carga, se denominan regiones cuasi-neutrales. (Zeman, S.f., págs. 4-5)

Considerando que las células fotovoltaicas están conformadas por múltiples uniones de P-N.

La capa superior de la celda se confecciona de silicio dopado de tipo N, existen un gran número de electrones libres. Este material permanece eléctricamente neutro. La capa inferior

de la celda se confecciona de silicio dopado de tipo P. tiene por lo tanto una cantidad media de electrones libres, pero es eléctricamente neutra, pero presenta huecos, positivos.

En el instante en que se crea la unión de P-N los electrones libres de la capa N acceden instantáneamente en la capa P y se recombinan con los huecos en la región P.

En esta unión se puede hallar un campo eléctrico este da lugar a un polo positivo en la región N y otra negativa en la región P, esto pasara de esta manera a lo largo de la vida de la unión.

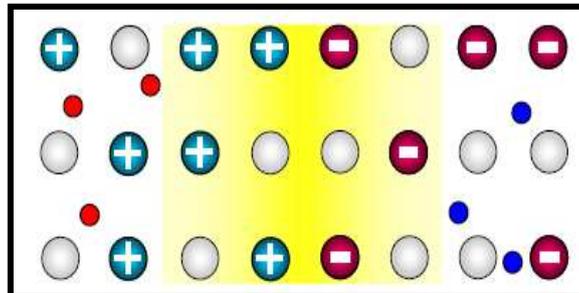


Fig. 7: Funcionamiento de las uniones

El funcionamiento de una célula fotovoltaica bajo rayos solares viene descrito por el modelo de dos diodos según la siguiente ecuación.

$$I = I_{01} \left(e^{\frac{q(V-IR_s)}{m_1KT}} - 1 \right) + I_{02} \left(e^{\frac{q(V-IR_s)}{m_2KT}} - 1 \right) - I_L + \frac{V - IR_s}{R_p} \quad (1)$$

“Donde I_L representa la corriente fotogenerada que se considera igual a la corriente de cortocircuito (I_{sc}) cuando $V=0$, I_{01} , atribuida a recombinaciones en la zona de depleción, y I_{02} atribuida a recombinaciones en la superficie, representan las corrientes de saturación de los diodos, V es el voltaje aplicado en la unión, q es la carga de electrón, k es la constante de Boltzman, T es la temperatura absoluta, m el factor de idealidad del diodo, R_s la resistencia en serie de dispositivo, que se debe principalmente a la resistencia del material y a las interconexiones entre los contactos metálicos y el semiconductor, y R_p es la resistencia en paralelo, que se debe a la no idealidad de la unión P-N.” (Fernández, 2012).

La ecuación anterior representa la relación entre la intensidad y la tensión para una célula de una unión.

$$FF = \frac{I_{mpp} V_{mpp}}{I_{sc} V_{oc}} \quad (2)$$

Esta ecuación nos sirve para medir la calidad de la unión.

2.7 Cálculo de la eficiencia de la conversión de energía.

La eficiencia de la energía producida por una celda solar de la denota con la letra griega η “eta” el cual sirve para denotar el porcentaje de la luz solar absorbida y transformada en energía eléctrica. Este término es calculado realizando una relación de punto de potencia máxima P_m , dividido por la irradiación de luz de entrada E en $\left(\frac{W}{m^2}\right)$ bajo condiciones de prueba estándar y el área de superficie de la célula A en m^2 .

$$\eta = \frac{P_m}{E * A} \quad (3)$$

La eficiencia actualmente de las celdas fotovoltaicas se sabe que aún es muy baja, existen problemas en encontrar áreas adecuadas para el aislamiento, además de existir una desproporcionalidad entre la energía recolectada (solar) contra la energía producida (eléctrica), puesto a que siempre que exista una refracción de un rayo por ende también existirá una reflexión del mismo, con esta problemática ya presente se han desarrollado dos métodos con propósito de poder aumentar la eficiencia de estos sistemas, Una es la reducción

del reflejo de la luz incidente con un recubrimiento antirreflectante, y el otro son confinamientos ópticos de luz incidente con textura superficies. (W. Glunz, 2012)

2.8 Potencia máxima de salida de energía.

Para el alto consumo de energía, la implementación del sistema fotovoltaico requiere el uso de los paneles con una potencia de salida superior de 30 o más vatios, si se implementa potencia de salidas mucho más bajas no ofrecen soluciones eficientes en estos casos el costo de la implementación de los sistemas fotovoltaicos excede el costo por la cantidad de paneles requeridos para alcanzar la potencia estándar.

A continuación, en la figura 8 se muestra cual es la potencia máxima de energía que puede brindar un sistema de energía fotovoltaica, teniendo como referencia la intensidad de corriente, la potencia, la

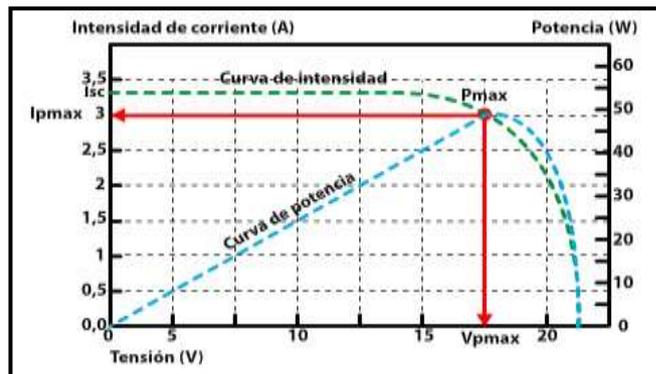


Fig. 8: Evolución de la energía solar por países}

2.9 Sistemas de energía fotovoltaicos

Actualmente existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos, que dependiendo de la necesidad y de la ubicación geográfica se pueden construir y utilizar

2.9.1 Sistemas de energía fotovoltaica aislados

En el caso de los dos sistemas de energía fotovoltaica se basan en la implementación de paneles solares que permiten transformar la energía solar en energía eléctrica esta a su vez es almacenada en un banco de baterías, se considera a un sistema aislado cuando al momento de transformar la energía es totalmente independiente y gracias a su almacenamiento de energía, puedes utilizarla tanto en las noches como en días muy nublados, la aplicación de este tipo de sistemas de energía se la realiza en las zonas rurales donde el abastecimiento de energía se complica un poco (CEMAER, 2014).

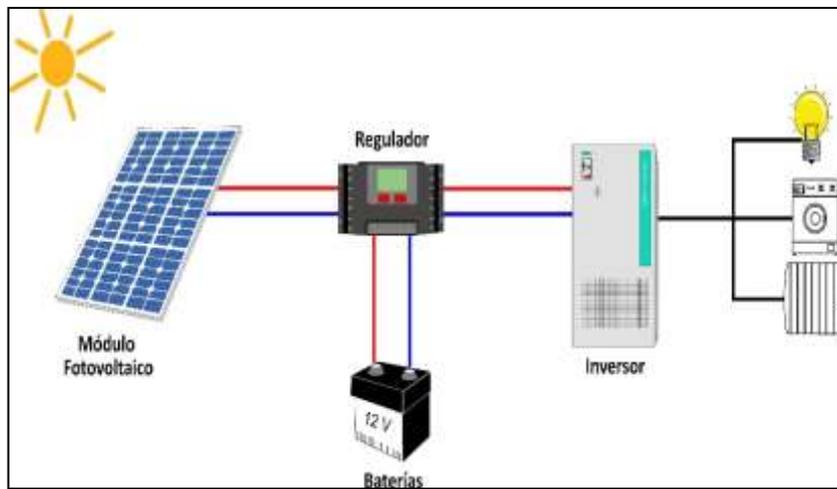


Fig. 9: Sistemas de energía fotovoltaica aisladas
 Fuente: http://www.cenitsolar.com/fotovoltaica_esquema.php

2.9.1 Sistemas de energía fotovoltaica interconectados

Los sistemas interconectados se pueden considerar económicos, su característica principal es que no utilizan un banco de energía, para la implementación de este tipo de sistema se necesita por lo general realizar un acuerdo con una determinada compañía de electricidad local, para que se lleve a cabo la implementación por medio de regulación (CEMAER, 2014).



Fig. 10: sistema de energía fotovoltaica interconectados
 Fuente: http://www.cenitsolar.com/fotovoltaica_esquema.php

La diferencia que existen entre los dos tipos de sistemas de energía fotovoltaica radica en que, en la producción de costo, resultara mucho más económico implementar un sistema fotovoltaico interconectado pues al no poseer un banco de baterías que permitan almacenar la energía transformada, pues los costos de mantenimiento se reducen considerablemente, por otro lado pasa lo contrario con los sistemas de energías aislado, el mantenimiento total del sistema es mas costoso por el ,mantenimiento de los equipos que permiten que la energía se almacene.

3. METODOLOGÍA.

El presente trabajo se realiza bajo una perspectiva exploratoria puesto que se realiza en función de conocer nuestro objeto de estudio, en este caso las celdas fotovoltaicas. Se intentará encontrar toda la temática relacionada al objeto de estudio para poder contextualizar de manera amplia el objeto y sus afines. Tomando como referencia a Minayo, y aunque su texto esté enfocado a la salud, se puede destacar que el presente texto es una investigación basada en literatura que define el problema basándose en la información extraída de las fuentes bibliográficas (Minayo,1997).

4. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS Y RESULTADOS.

A continuación, se muestra en la figura 11. Se muestra la radiación de la energía que incide en todo el mundo, y se muestra las zonas donde la energía solar incide con mayor fuerza con respecto a cada uno de los países.

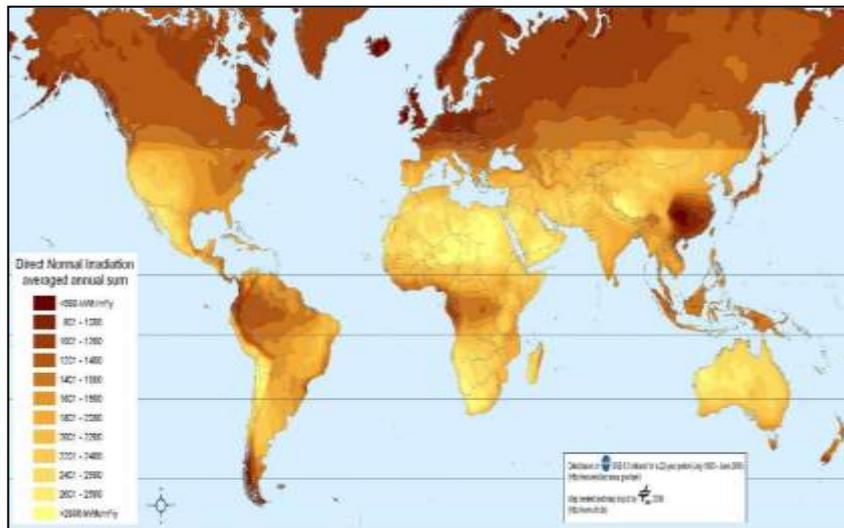


Fig. 11: Rango de incidencia de la radiación solar en la tierra

SISTEMAS	CARACTERISTICAS PRINCIPALES	APLICACIONES
Colectores planos	<ul style="list-style-type: none"> Bajas temperaturas obtenidas. Tecnología simple. Bajo costo. Industria en desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> Calentamiento del agua para uso domestico Calefacción Uso industrial y agrícola Destiladores
Colectores concentradores	<ul style="list-style-type: none"> Altas temperaturas obtenidas. Alto costo. Alta tecnología. Investigación en desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> Hornos solares Refrigeración Plantas de fuerza
Celdas fotovoltaicas	<ul style="list-style-type: none"> Alta tecnología. Alto costo. 	<ul style="list-style-type: none"> Satélites Instalaciones rurales Instalaciones experimentales Aplicaciones interactivas
Helio-arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> Aplicaciones para calefacción y refrigeración 	<ul style="list-style-type: none"> Arquitectura vernácula Arquitectura solar Instalaciones experimentales

Tabla 1: Aplicaciones de la energía solar

La transformación de energía a electricidad, se consigue por medio de las energía fotovoltaica, construidas a base de silicio, con un desempeño oscilante entre el 15% como máximo, el costo del Watt para el año de 1970 tenía un precio aproximado de \$100, para el año de 1975 se valoraba en \$30 y para 1977 tendría un alcance de \$20, puesto que su implementación tiene un costo elevado, la industria que más enfocada está en la utilización de las celdas fotovoltaicas, es la de la construcción de satélites, para que exista la posibilidad de que su aplicación se extienda el valor del Watt debería tender a \$1 (Meinel & Meinel, 1982).

Al existir múltiples sistemas de implementación para la transformación de la energía, cada estado es libre de utilizar cualquier tipo de sistema de acuerdo a su interés, políticas, factores económicos, sociales, etc.

Si tomamos en cuenta la tabla de *Potencia Fotovoltaica instalada en la Unión Europea 2002* del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía se puede ver que, al momento de la publicación de la tabla, Alemania controlaba el mercado total con un 70.74% del total.

PAÍS	MWp	% Total
ALEMANIA	278.0	70.74
PAÍSES BAJOS	28.3	7.20
ITALIA	22.8	5.80
ESPAÑA	20.5	5.22
FRANCIA	16.7	4.25
AUSTRIA	10.0	2.54
GRAN BRETAÑA	4.3	1.09
SUECIA	3.3	0.84
FINLANDIA	3.0	0.76
GRECIA	2.4	0.61
DINAMARCA	1.7	0.43
PORTUGAL	1.5	0.38
BÉLGICA	0.5	0.13
IRLANDA	0.0	0.00
LUXEMBURGO	0.0	0.00
	393.0	100

Tabla 2: Porcentaje de mercados de energía fotovoltaica
Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

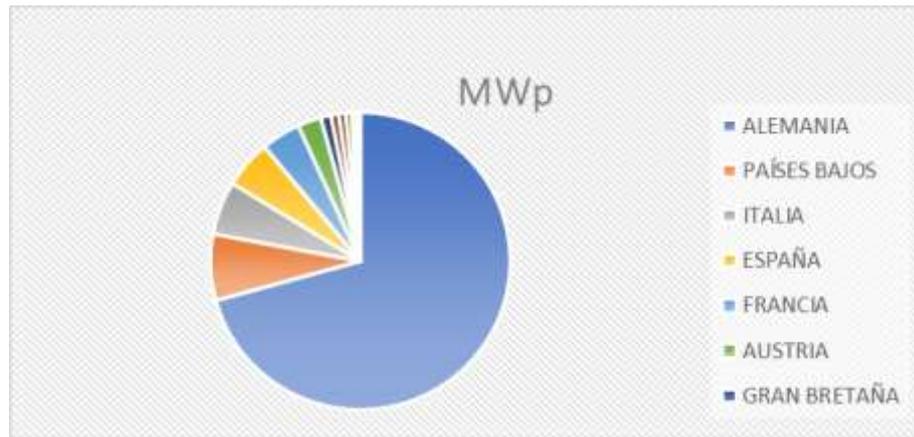


Fig. 12: Mercados de energía fotovoltaica MWp

Ésta es la fuente más confiable que se tiene acerca de una región global en concreto sobre la potencia fotovoltaica, y es el punto de partida que tiene el presente artículo para compararlo con los datos actuales. *El Mundo España*, en su versión web del 29 de septiembre de 2016 presenta una tabla denominada “Evolución de la energía solar por países” extraída desde el portal Solar Power Europe, mostrada a continuación:

AÑO	ESPAÑA	GRECIA	RUMANIA	BÉLGICA	ITALIA	FRANCIA	BULGARIA
2001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	7,00	0,00	0,00	0,00	8,40	0,00	0,00
2008	12,00	0,00	0,00	0,00	9,40	0,00	0,00
2009	19,00	0,00	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00
2010	38,00	0,00	0,00	2,00	28,00	8,00	0,00
2011	58,00	34,00	0,00	3,50	50,00	10,10	0,00
2012	70,00	45,00	0,00	5,00	68,00	11,30	0,00
2013	79,00	57,50	75,00	5,25	75,00	16,20	7,00
2014	80,00	58,75	77,50	6,00	77,00	18,40	8,20
2015	82,00	59,00	79,50	6,00	79,20	19,10	8,30

Tabla 3: Aproximación de la evolución de la energía solar por países

AÑO	HOLANDA	AUSTRIA	ALEMANIA	R. UNIDO	REP.CHECA	DINAMARCA	RESTO DE EUROPA
2001	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2002	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	4,10
2005	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	5,40
2006	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00	5,10
2007	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	7,30
2008	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	12,30
2009	0,00	0,00	18,00	0,00	1,00	0,00	19,50
2010	0,00	0,00	25,00	0,00	3,00	0,00	40,10
2011	54,00	0,00	33,00	0,00	5,00	0,00	58,10
2012	69,00	0,00	43,00	0,00	5,10	5,20	77,00
2013	76,00	0,00	56,00	76,10	10,10	10,20	83,00
2014	78,20	0,00	57,00	80,00	10,10	0,00	95,10
2015	79,80	0,00	58,00	96,00	10,15	10,30	97,10

Tabla 4: Aproximación de la evolución de la energía solar por países

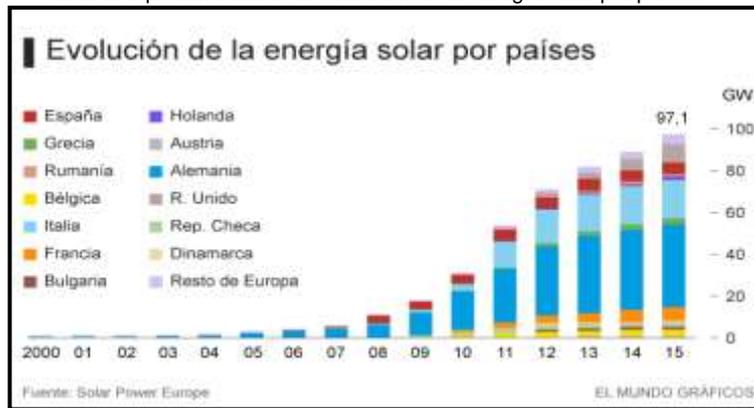
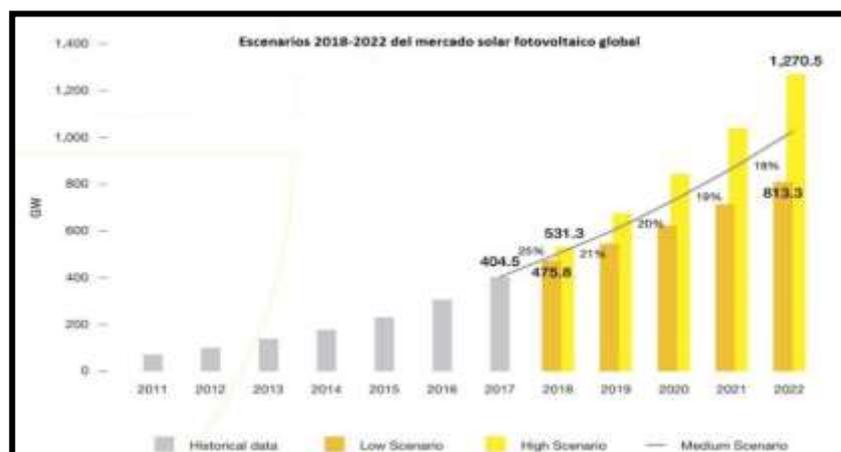


Fig. 13: Evolución de la energía solar por países

Finalmente se muestra, desde el portal periodístico de energías renovables “Energías



Renovables” un escenario del mercado solar fotovoltaico global entre 2018-2022:



Fig. 14: Escenarios del mercado fotovoltaico global
Fuente: Energías Renovables.

En la figura 15 se luego de la posterior aplicación de los sistemas de energía fotovoltaica, se mide cual es la eficiencia de su aplicación con respecto a la transformación de energía que reciben y a la que emiten, la aplicación fue realizada en Europa como se pudo observar la mayor concentración de energía solar se concentra allá y puesto que la mayoría de estos países poseen industria capaces de generar el recurso económico correspondiente para su implementación debida, ellos han implementado desde el siglo pasado, sistemas con el fin de abastecer energía

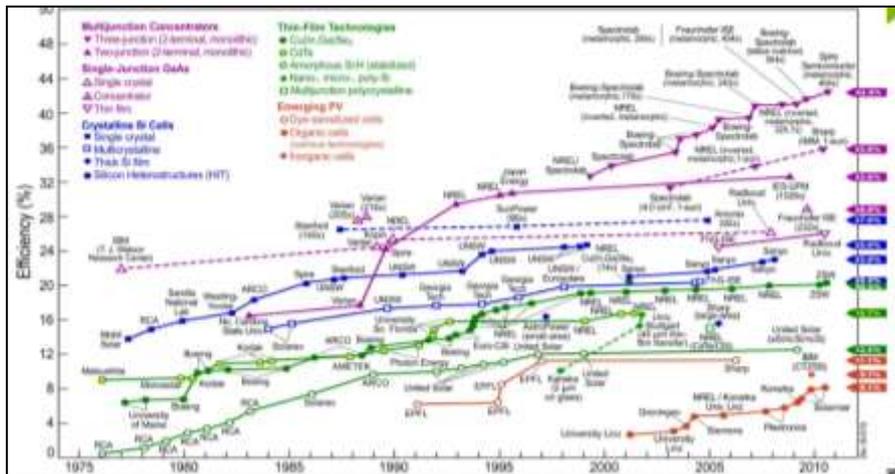


Fig. 15 Eficiencia de los sistemas fotovoltaicos
Fuente: Energías Solar en España

Aplicación de la energía fotovoltaica en múltiples campos

Una de las aplicaciones fundamentales de la energía fotovoltaica, con el propósito de regular los estados de demandas que día a día, crecen constantemente, por la necesidad de los individuos, entre las principales utilidades se destacan:

Actualmente gracias a la tecnología se puede realizar fuentes de iluminado de bajo costo. Cuando existe una combinación entre la energía fotovoltaica y un determinado almacenamiento de energía (batería), ésta, puede abastecer energía en ciertas señales de tránsito, cabaña y trenes(Sarmiento M., 2007).

Fig. 16: Aplicación en la iluminación

Un ejemplo de la aplicación de energía fotovoltaica es una granja ya que por lo general se encuentran a las afueras del sector urbano y por lo tanto cabe la posibilidad de que no cuente con el servicio eléctrico debido a esto ciertas granjas han empezado con el uso de paneles solares los cuales les ayudan a generar electricidad para posteriormente utilizar en la iluminación de la maquinaria como esquiladoras y además se usa en el suministro de agua en abrevaderos de equinos(Energiasolartermica, 2015).



Fig. 17: Aplicación en una granja

Mediante el uso correcto de la luz solar se puede tener un horno para la cocción de nuestros alimentos. Pero de mejor manera se lo relaciona como una cocina solar, la cual en su interior almacena energía aportando a la sociedad con múltiples beneficios en cuanto al buen sabor del alimento y la calidad de éste. En la parte interior (fondo y lateral) de dicho horno existe un tipo de cubierta de aislante, el cual sirve al momento de cocer los alimentos(Gobierno de Canarias, 2007).

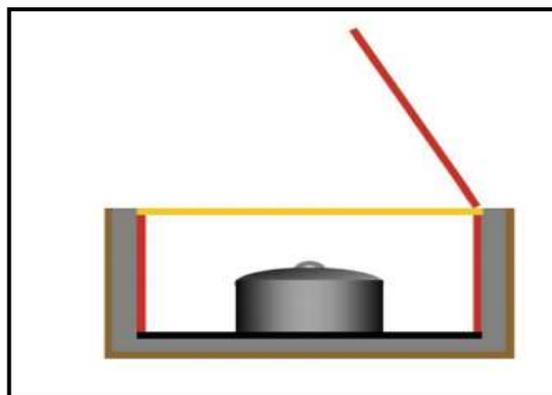


Fig. 18: Aplicación en un horno solar

Gracias a la energía solar poder abastecer de energía eléctrica en zonas rurales, ya que, por sus diferentes situaciones geográficas, les resulta difícil contar con este servicio, para la iluminación de los hogares y artefactos como televisión, radio. Las potencias que se relacionan con una vivienda o comunas y ciertos centros de salud están entre los 100W o 200W. Un ejemplo de ello son las centrales híbridas las cuales, gracias a un generador fotoeléctrico,

turbina eléctrica y un acumulador puede ser un gran sistema para cumplir este objetivo (Lamigueiro, s.f.).



Fig. 19: Aplicación en zonas rurales

La principal característica al momento de utilizar la energía fotovoltaica en el uso espacial es la confianza del diseño al construir paneles fotovoltaicos, basándose en la estructura y el objetivo que tiene el satélite que se va a utilizar. Por lo tanto, depende del diseño y el nivel de dificultad que esto requiera para establecer los precios que pueden estar entre los \$300 hasta los \$1000 por watt pico, todo esto según los cambios de altitud que se dan entre la superficie de la tierra al momento de su aplicación (Energ, Sabato, & Dur, 2003).



Fig.20: Aplicación en un satélite

Una forma de protección de medicamentos es el proceso de refrigeración de las vacunas ya que algunos medicamentos son sensibles al exponerse a diferentes cambios de temperatura. Por ellos se usa la energía solar como medida de conservación de medicamentos (Telecomunicación, 2013).

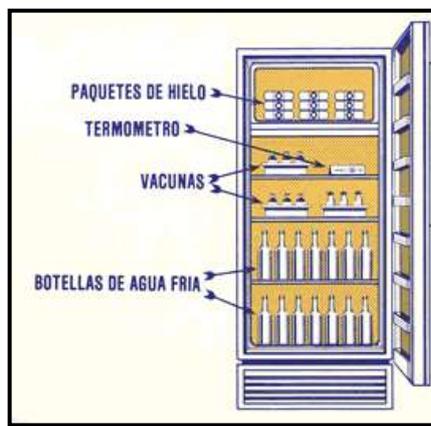


Fig.21: Aplicación en medicamentos

Al utilizar la energía solar existe una reducción de precios en el servicio eléctrico ya que se vuelve una solución a estaciones de telecomunicación debido a que las mismas se encuentran apartadas de la red. Las estaciones se componen por lo general de un transmisor, receptor y una fuente de alimentación la cual sería en base a radiación solar y un ejemplo de ello es la telefonía móvil(Telecomunicación, 2013).



Fig.22: Aplicación en la estación de telecomunicaciones

En zonas protegidas de diversas especies es recomendable no hacer uso de tendidos eléctricos ya que el mismo puede ser factor de riesgo para la fauna o flora de la zona por esta razón por lo general la forma de evitar cualquier tragedia es el uso de sistemas fotoeléctricos ya que si bien es cierto algunos tendidos subterráneos utilizan combustibles fósiles(Eckert, 2012).



Fig.23: Aplicación en zonas protegidas

Otra aplicación de los sistemas de energía fotovoltaica es en el proceso de tratamiento de aguas haciendo enfoque en la desalinización del agua mediante la purificación del agua que a través de este proceso se obtiene un gran porcentaje

de retención de sales. Todo este proceso se realiza sin la necesidad de utilizar combustible y para llegar a lograr el objetivo por lo general se utiliza un método llamado osmosis inversa (Telecomunicación, 2013).



Fig.24: Aplicación en una tubería que desaliniza el agua

5. CONCLUSIONES.

El sol es una fuente “ilimitada” de energía, que desde el principio de la creación humano a tenido un papel fundamental, ayudando a que los procesos que rigen la mayoría de la naturaleza, con el pasar del tiempo, se ha estudiado las diferentes fuentes de energía que existen en el planeta, con el fin de buscar el máximo aprovechamiento de la misma, no solo en costos de implementación, sino también en conversión de energía para responder a las diferentes necesidades que se puedan presentar.

La conversión de la energía solar a energía eléctrica es una de las nuevas formas de conversión de energía, cuyo estudio se puede considerar como uno de los más recientes, la primera experimentación de transformación de energía se dio a mediados del siglo XIX, pero no fue hasta mediados del siglo que se empezaron a implementar los sistemas fotovoltaicos, empezando por el campo espacial, hasta llegar a áreas de aplicación terrestre.

Según las tendencias del mercado con respecto a los sistemas fotovoltaicos, se puede notar que con el paso de tiempo los países desarrollando han tendido a aplicar sistemas fotovoltaicos para el suministro de energía, cuyos datos de producción han resultado aumentar exponencialmente.

La energía fotovoltaica tiene un campo amplio por abarcar con respecto a la generación de energía pues son muy pocos los países que han tomado la iniciativa de cambiar los modelos tradicionales de obtención de energía, esperamos que con el transcurso del tiempo sean mas las naciones que se sumen a la aplicación de proyectos que involucren las tecnologías fotovoltaica como suministro de energía, para responder a las necesidades que se presenten con respecto a la distribución de energía en el marco de la sociedad.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrero, Antonio. (2018). La fotovoltaica crecerá en Europa un 45% en 2018 y un 58% en 2019. 2018, diciembre, de Energías Renovables Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/la-fotovoltaica-crecera-en-europa-un-45-20180621>
- Barrera, M. F. (2010). Energía Solar: Electricidad Fotovoltaica. Madrid: Editorial Liber factory.
- Capel Molina, J. J. (2015). *NIMBUS nº 13-14*. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=14UdCwAAQBAJ&pg=PA44&dq=NIMBUS+nº+13-14&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjB54C128DfAhXqp1kKHQcbATsQ6AEIKzAA#v=onepage&q=NIMBUS+nº+13-14&f=false>
- CEMAER. (2014). Tipos de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica. Recuperado en Enero 12, 2019, Disponible en <http://www.cemaer.org/tipos-de-sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica/>
- Eckert. (2012). *4ª Edición*. Recuperado de: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/energia-solar-fotovoltaica-en-la-comunidad-de-madrid-fenercom.pdf>
- Energ, N. D. E., Sabato, J. A., & Dur, J. C. (2003). Celdas Solares para Uso Espacial: Optimización de Procesos y Caracterización (*) por Lic. Mariana J.L. Tamasi. Disponible en <http://www.tandar.cnea.gov.ar/doctorado/Tesis/Tamasi.pdf>
- Energiasolartermica. (2015). Aplicaciones de la energía solar térmica. Recuperado en Enero 11, 2019, Disponible en <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/aplicaciones>
- Fernández Barrera Manuel. (2010). Energía solar: electricidad fotovoltaica - Manuel Fernández Barrera - Google Libros. Recuperado en Diciembre 25, 2018, Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EVHJb1i-eMC&oi=fnd&pg=PA13&dq=efecto+fotovoltaico&ots=fC1qBwFVZ8&sig=-VfOZSc47J3lLaskSfPds7m_2k0#v=onepage&q=efecto+fotovoltaico&f=false
- Fernández, E. (2012). *Modelización Y Caracterización De Las Células Solares Iii-V Multiunión Y De Módulos De Cocentración*. Santiago de Compostela .
- Fresneda, Carlos. (2016, septiembre). La energía solar en Europa, tan potente como 100 nucleares. El Mundo. 2018, diciembre, de El Mundo Disponible en: <https://www.elmundo.es/ciencia/2016/09/29/57ec06ff46163fe6798b4658.html>
- Gasquet, I. H. L. (2004). Conversión de la luz solar en Energía Eléctrica: Manual Teórico y Práctico sobre los sistemas Fotovoltaicos. *Conversión de La Luz Solar En Energía Eléctrica: Manual Teórico y Práctico.*, 52(90), 196. Disponible en: <http://www.solartronic.com/download/SistemasFV.pdf>
- Gobierno de Canarias. (2007). *Guía didáctica de Energía Solar: Hornos Solares*. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/stem.5530010601>

- Telecomunicación, C. oficial ingenieros de. (2013). *Energía solar fotovoltaica - Grupo de nuevas actividades profesionales. Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- luminet. (2016). ¿Cómo Funcionan las Celdas Fotovoltaicas? Recuperado en Enero 9, 2019, Disponible en: http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2002/solarcells_spanisha.html
- Instituto Para La Diversificación Y Ahorro De La Energía. (2004): "Eficiencia energética y energías renovables". Boletín IDEA, n° 6, 151pp.
- Laboratorio Tecnológico del Uruguay, M. P., & Bresciano, M. F. C. (2014). *INNOTEC: Revista annual del Laboratorio Tecnológico del Uruguay. INNOTEC*. Recuperado de <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/253>
- Lamigueiro, O. P. (n.d.). *Energía Solar Fotovoltaica Energía Solar Fotovoltaica Aplicaciones y Contexto Mundial*. Disponible en: <http://oscarperpinan.github.io>
- Marín, C. E. (2004). LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA. *Ninbus*, 5–31. Disponible en <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/1443/espejominarin.pdf?sequence=1>
- Meinel, A. B., & Meinel, M. P. (1982). Aplicaciones de la energía solar. Reveré.
- Mesa, J. D., Mejia, A. E., & Isaza, R. A. H. (2009). Analysis and description of the photovoltaic effect in the zone. *Scientia et Technica, ISSN 0122-1701, Vol. 2, Nº. 42, 2009, Págs. 327-332, 2(42), 327–332.* Dirección web: <dehttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4703438>
- Ortiz, J. D. (2013). Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico de pequeña escala. *Dialnet*, 103–117.
- Puig, P., & Jofra, M. (s.f.). *Energía Solar Fotovoltaica*. Disponible en: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos-solar-fotovoltaica.pdf>
- Roberto, C., & Mora, P. (2008). Universidad de Costa Rica Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Eléctrica Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada Roberto Prado Mora Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39552299/pb0831t.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1545849677&Signature=Rp3iTxA0znhp6ly6wezlfcdVp%2Fg%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DProyecto_Electrico_Disenio_de_un_sistem
- San, J. P., & Orellana, M. (2017). Universidad De Chile Facultad De Ciencias Físicas Y Matemáticas Departamento De Ingeniería Industrial Diseño De Plan De Negocio Para Empresa De Servicios Energéticos De Sistemas Fotovoltaicos Residenciales Memoria Para Optar Al Título De Ingeniero Civil I. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/144678/Diseño-de-plan-de-negocio-para-empresa-de-servicios-energéticos-de-sistemas-fotovoltaicos-residenciales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santamarta José. (2004). *Las energías renovables son el futuro*. Disponible en: <http://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/Renovables.pdf>
- Sarmiento M., P. (2007). *Energía Solar en Arquitectura y Construcción*. RIL.
- Travis, J. P., Dunlap, M. D., Leo, D. J., & Grant, J. W. (2013). Dynamic Characterization of Biomimetic Artificial Hair Cells. In *Volume 2: Mechanics and Behavior of Active Materials; Structural Health Monitoring; Bioinspired Smart Materials and Systems; Energy Harvesting* (Vol. 2, p. V002T06A011). Dirección web: <https://doi.org/10.1115/SMASIS2013-3130>
- Ujaen. (s.f.). Energía Fotovoltaica Disponible en: <http://www4.ujaen.es/~jamoleon/energiayma/prac3fotovoltaicaA.pdf>

W. Glunz, R. P. (2012). Crystalline Silicon Solar Cells - State-of-the-Art and Future Developments. Comprehensive Renewable Energy, 1-62.

Zeman, M. (S.f.). Solar Cells. Delft, Países Bajos: Delft University of Technology.