

“OBTENCIÓN DE ENERGÍA POR MEDIO DE CELDAS SOLARES”

CLAVE DE REGISTRO: CIN2015A10091

INSTITUTO CULTURAL COPÁN (6823)

AUTORES: Vivian Cañavera García

Natalia Ortiz Juárez

Ximena Segura Galván

Jorge Rodrigo Velázquez Espinosa

ASESOR: Q. María de Lourdes Almeyda Artigas

ÁREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud.

DISCIPLINA: Química

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Documental

Naucalpan, Edo. de México, Febrero de 2015

RESUMEN

El aumento de la contaminación ambiental debido a la quema de combustibles fósiles y el aumento del precio del petróleo en los últimos años ha llevado a los países consumidores a buscar alternativas viables para obtener energía eléctrica a un menor costo, esto es con energías renovables. El uso de la energía lumínica proveniente del sol para este propósito parece ser una buena opción para obtener electricidad. Para convertir la energía lumínica en energía eléctrica es necesario utilizar paneles solares con sistemas fotovoltaicos. Por la posición geográfica de México, la irradiación promedio en todo el país es suficiente para proveer de energía eléctrica a los hogares promedio mexicanos. Los resultados obtenidos tras la investigación documental realizada nos llevan a la conclusión de que la República Mexicana es un lugar viable para utilizar paneles solares para generar energía eléctrica.

Palabras clave: energías renovables/energía eléctrica/energía lumínica/paneles solares/sistemas fotovoltaicos/irradiación/contaminación atmosférica.

ABSTRACT

The increase of air pollution due to the burning of fossil fuels and the increase in the price of oil in recent years has led to the consumer countries to search for viable alternatives for electrical power at a lower cost, this is with renewable energies. The use of energy from the Sun for this purpose seems to be a good choice to get electricity. To convert light energy into electrical energy, it is necessary to use solar panels with photovoltaic systems. Due to the geographical position of Mexico, nationwide average irradiation is enough to provide electricity to the Mexican average households. The results obtained after the documentary research lead us to the conclusion that the Mexico is a viable place to use solar panels to generate electricity and the use of solar panels would help to control air pollution.

Key words: renewable energy/ electricity/light energy/solar photovoltaic panels/ irradiation/air pollution.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los beneficios económicos y climáticos, al obtener energía eléctrica por medio de celdas solares?

HIPÓTESIS

El obtener energía eléctrica por medio de celdas solares producirá un beneficio económico y contribuirá a disminuir la contaminación atmosférica debido a la quema de combustibles fósiles.

JUSTIFICACIÓN Y SÍNTESIS DEL SUSTENTO TEÓRICO

Mendoza Rodríguez menciona en su tesis (2011) que actualmente, aproximadamente el 80% de la energía eléctrica en México proviene de combustibles fósiles, lo cual contribuye a que aumente la cantidad de CO₂ en la atmósfera. El CO₂ es un gas de efecto invernadero, que desde el inicio de la revolución industrial a la fecha ha aumentado su concentración en la atmósfera aproximadamente un 40% por lo que es recomendable disminuir su producción. En los últimos años debido al aumento en el precio del petróleo, los países consumidores han buscado alternativas viables para obtener energía eléctrica a un menor costo, como las energías renovables. Éstas se basan en los flujos y ciclos contenidos en la naturaleza. Éstas se regeneran y además se distribuyen en amplias zonas y su adecuada utilización tiene un impacto ambiental favorable provocando la disminución de los gases de efecto invernadero a nivel mundial. Una de las opciones viables es el uso de la energía solar para obtener energía eléctrica. En México, debido a su posición geográfica es posible utilizar la energía solar.

OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL: Analizar si al utilizar paneles solares para obtener energía eléctrica se obtiene un beneficio económico y se disminuye la contaminación atmosférica. Determinar si es factible utilizar paneles solares en México.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

“El Consejo Ejecutivo de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, en su 190^a reunión, proclama el año 2015 Año Internacional de la Luz.” (Naciones Unidas, Asamblea General del 20 de diciembre de 2013)

“Las Naciones Unidas reconocen la importancia de la luz y las tecnologías basadas en la luz para la vida de los ciudadanos del mundo y para el desarrollo del futuro de la sociedad mundial en muchos niveles. Que es necesario aumentar la conciencia mundial y fortalecer la enseñanza de la ciencia y las tecnologías de la luz para poder abordar retos como el desarrollo sostenible, la energía y la salud de las comunidades así como para mejorar la calidad de vida en los países desarrollados y en vías de desarrollo. Que las aplicaciones de la ciencia y la tecnología de la luz son esenciales para los avances ya alcanzados y futuros en las esferas de la medicina, la energía, la información y las comunicaciones, la fibra óptica, la agricultura, la minería, la astronomía, la arquitectura, el ocio, el arte y la cultura, entre otras y en sectores como el industrial y el de servicios contribuyendo a proporcionar acceso a la información y aumentar la salud y el bienestar de la sociedad. La tecnología y el diseño pueden desempeñar un papel importante en el logro de una mayor eficiencia energética, al limitar el despilfarro de energía, y la reducción de la contaminación lumínica, fundamental para conservar cielos oscuros. (Naciones Unidas, Asamblea General del 20 de diciembre de 2013)

Como se puede ver en el artículo anterior la luz es importante en el desarrollo de las comunidades y nos permite mejorar la calidad de vida así como ahorrar energía y disminuir la contaminación ambiental.

ANTECEDENTES

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO

A fines del siglo XIX, en México se generaban aproximadamente 31,000 kW en industria privada (textiles y mineras). La primera planta generadora que se instaló en el país (1879) estuvo en León, Guanajuato y era utilizada por la fábrica textil “La Americana”. Casi de inmediato se extendió a la industria minera y al alumbrado público y residencial. A inicios del siglo XX México contaba con una capacidad de 31 MW, propiedad de empresas privadas. Para 1910 eran 50 MW, de los cuales 80% los

generaba The Mexican Light and Power Company, de origen canadiense, con el primer gran proyecto hidroeléctrico: la planta Necaxa, en Puebla. También existían el consorcio The American and Foreign Power Company, con tres sistemas interconectados en el norte de México, y la Compañía Eléctrica de Chapala, en el occidente. Las tres compañías eléctricas tenían las concesiones e instalaciones de la mayor parte de las pequeñas plantas que sólo funcionaban en sus regiones. Para el año 1925 el consumo de electricidad había aumentado a 390 MW. En enero de 1934 se creó la Comisión Federal de Electricidad, aunque existían muchas empresas privadas eléctricas, entre ellas la mexicana Luz y Fuerza Motriz. En febrero de 1939 aparece la primera Ley de la industria eléctrica, en la que se establece la electricidad como servicio público que puede ser prestado por el Estado o concesionado a particulares. Para 1951 ya se generaban 1400 MW. En 1960 México adquiere los derechos de las diversas industrias eléctricas y el congreso declara que solo la nación puede generar, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica para servicio público. En 1965 empieza a funcionar Infiernillo, proyecto hidroeléctrico magno, situado en Michoacán. Sin considerar las consecuencias, en México se le dio prioridad a las plantas termoeléctricas que en 1960 representaban el 48% de la energía eléctrica suministrada y para 1987 representaba el 81% alcanzándose una capacidad de 23.15 GW y el consumo por habitante era de 1505 kWh (kilowatt hora). Hasta octubre de 2009 México contaba con dos empresas propiedad de la nación que generaban electricidad: CFE (Comisión Federal de Electricidad) y Luz y Fuerza del Centro que operaba en el centro del país. A partir de esa fecha CFE construye, genera, transmite y distribuye la energía eléctrica a nivel nacional en México. Actualmente se cuenta con 197 centrales generadoras que suministran electricidad a aproximadamente 190 mil localidades que representan el 97.60% de la población nacional. Las centrales eléctricas se encuentran distribuidas de acuerdo a la Tabla no. 1.

Hoy en día el uso de la energía eléctrica es una necesidad indispensable, las comunicaciones, el transporte, el abastecimiento de alimentos, los servicios en el hogar dependen de un buen suministro de energía eléctrica. A medida que los países se industrializan, el consumo de energía aumenta.

PLANTAS TERMOELÉCTRICAS

En una planta termoeléctrica se obtiene energía eléctrica a partir de la combustión de algún combustible fósil, ya sea petróleo, carbón, gas natural o combustibles líquidos. La energía liberada en la combustión es utilizada para mover un alternador y producir energía eléctrica. Los procesos de transferencia de calor son irreversibles provocando la ineficiencia de las plantas termoeléctricas. Las máquinas térmicas son capaces de utilizar solo una porción de la energía generada por la combustión de los combustibles fósiles; el calor restante de la combustión no se utiliza. La eficiencia de este tipo de procesos es del 50%, algunas plantas con ciclos combinados mejoran la eficiencia al 60%.

Estas plantas son las centrales más económicas para construir pero contaminan mucho la atmósfera, ya que generan gases de efecto invernadero, óxidos de nitrógeno y azufre que son los precursores de la lluvia ácida y partículas de hollín dependiendo del tipo de combustible utilizado. (Figura no. 1)

IMPACTO AMBIENTAL DE LAS PLANTAS TERMOELÉCTRICAS

En la quema de combustibles fósiles se lanzan a la atmósfera grandes cantidades de CO₂ y vapor de agua, impactando en el medio ambiente. El CO₂ es un gas de efecto invernadero, que es el fenómeno mediante el cual determinados gases presentes en la atmósfera retienen parte de la energía que el suelo emite tras ser calentado por el sol. Este fenómeno evita que la energía solar que recibe la tierra vuelva inmediatamente al espacio, permitiendo la vida en la tierra. (Figura no. 2) La cantidad de CO₂ lanzado a la atmósfera depende del tipo de combustible utilizado, siendo el Carbón el más contaminante. (Tabla No. 2) Debido a esto se están buscando alternativas viables para la obtención de energía eléctrica como en el caso de las energías renovables.

ENERGÍAS RENOVABLES

Como menciona Mendoza Rodríguez en su tesis (2011) actualmente, aproximadamente el 80% de la energía eléctrica en México proviene de combustibles fósiles, lo cual contribuye a que aumente la cantidad de CO₂ en la atmósfera. En los últimos años

debido al aumento en el precio del petróleo, los países consumidores han buscado alternativas viables para obtener energía eléctrica a un menor costo, como las energías renovables. Éstas se basan en los flujos y ciclos contenidos en la naturaleza. Éstas se regeneran y además se distribuyen en amplias zonas y su adecuada utilización tiene un impacto ambiental favorable provocando la disminución de los gases de efecto invernadero a nivel mundial. Una de las opciones viables es el uso de la energía solar para obtener energía eléctrica. En México, debido a su posición geográfica es posible utilizar la energía solar.

ENERGÍA SOLAR

Como una opción para disminuir la dependencia del petróleo como el principal combustible es el uso de la energía solar para producir electricidad. La energía proveniente del sol tiene muchas ventajas como que el sol emite energía las 24 horas del día, los 365 días del año a nuestro planeta, es abundante y gratuita, no contamina. La potencia solar que genera el sol es de 1.73×10^{14} kW equivalente a una energía de 1.5×10^{18} kWh por año. La energía solar recorre 150 millones de km y además al cruzar la atmósfera el 53% de la energía solar es reflejada y absorbida por los gases atmosféricos por lo que la Tierra recibe energía de 3×10^{17} kWh por año, que equivale a 4000 veces el consumo mundial anual que es de 7×10^{13} kWh al año. Esto le da un gran potencial al uso de la energía solar.

PANELES SOLARES

Un panel solar es un aparato que aprovecha la energía del sol. Existen dos tipos de paneles solares: los colectores solares que se utilizan para calentar agua y los paneles fotovoltaicos que se utilizan para generar electricidad. El efecto fotovoltaico se produce cuando la energía lumínica produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos, generando un campo eléctrico capaz de generar una corriente. (Figura no. 3) El efecto fotovoltaico fue descubierto por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel, en 1839. Encuentra que algunos materiales producían pequeñas cantidades de corriente eléctrica al ser expuestos a la luz. Años después, Albert Einstein describe

la naturaleza de la luz y el efecto fotoeléctrico, en el cual se basa la energía fotovoltaica; con éste trabajo gana el Premio Noble de Física en 1921.

La primera celda fotovoltaica fue construida en 1954 por los Laboratorios Bell, era una batería solar con un costo muy alto. En la década de los 60's la industria espacial comenzó a utilizar ésta tecnología para proporcionar electricidad a las naves espaciales, de ésta manera empezaron a mejorarse las celdas y a bajar costos.

Los paneles están contruidos con varias celdas solares conectadas eléctricamente unas con otras montadas en una estructura de apoyo, llamado módulo fotovoltaico. (Figura no. 4) Los módulos están diseñados para generar un determinado voltaje. (por ejemplo las baterías solares de las calculadoras). La corriente producida depende de la cantidad de luz que reciba el módulo.

Las celdas se fabrican con semiconductores, que actúan como aislantes a bajas temperaturas, pero también pueden ser conductores cuando son expuestos al calor o a la energía lumínica. El primer semiconductor utilizado fue el silicio amorfo, elemento más abundante en la corteza terrestre. Actualmente las celdas están contruidas con arseniuro de Galio y de seleniuro de indio con cobre, además del silicio y su eficiencia ha aumentado en los últimos años hasta el 40%. Actualmente se fabrican semiconductores con nanotecnología; estos avances permiten bajar costos de fabricación.

A partir de finales de la década de los 90's, se comenzó a dar otro tipo de aplicación a la energía fotovoltaica: el uso de sistemas fotovoltaicos conectados a red. En estos sistemas se conectan en paralelo a la red y su característica principal es que el usuario genera la energía que consume. (Figura no. 5)

Países como Japón, Alemania, España y EUA tienen programas de incentivos y promoción del uso de sistemas fotovoltaicos. Existen subsidios para la compra e instalación de sistemas fotovoltaicos, tarifas preferenciales para la electricidad que se aporta a la red (la electricidad que el usuario vierte a la red es descontada de la energía que el usuario utiliza). De esta manera se ha fomentado la creación de empleos, cuidado del medio ambiente y desarrollo tecnológico.

En México el Centro de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional construyó en los 80's una planta piloto para fabricar celdas de Silicio con capacidad de

producción de 15 kW por año. Actualmente en México existen varias maquiladoras de celdas fotovoltaicas, la gran mayoría para exportación. En nuestro país se utilizan sistemas autónomos en comunidades rurales apartadas, en estaciones de telecomunicaciones, telesecundarias y clínicas rurales, en sistemas agropecuarios y en plataformas petroleras deshabitadas.

APROVECHAMIENTO DE SOL

El sol es una estrella más cercana a la Tierra, aunque se encuentra a 149 450 000 Km de distancia y pesa 333 veces más. En su núcleo la temperatura es de 15 000 000 °C y en la superficie es de 5770 °C. En su interior se llevan a cabo reacciones de fusión nuclear, donde átomos pequeños se unen para formar átomos más pesados liberando grandes cantidades de energía; la energía que emite el sol es nuclear. El sol está compuesto de 73.46% de hidrógeno, 24.85% de helio y el resto de elementos más pesados. Un rayo del sol tarda aproximadamente 8 minutos en llegar a la tierra. El 90% de la radiación solar es de rayos infrarrojos y luz visible. (Figura no. 6)

La cantidad de energía que llega del sol a la tierra se mide en watt-hora y la potencia de dicha radiación en watts. Para saber que tanta energía es aprovechable se mide la cantidad de energía por unidad de tiempo y por unidad de área que llega perpendicularmente a la superficie terrestre y se llama irradiancia, intensidad de la radiación, soleamiento o insolación y se mide en watts/m^2 . Debido a los movimientos de traslación y rotación de la tierra, la cantidad de energía solar no es constante. En el solsticio de invierno, el 21 de diciembre, los rayos solares llegan al hemisferio Norte en menos tiempo, mientras que en el hemisferio sur es al contrario. En el equinoccio de primavera, 21 de marzo, y en el equinoccio de otoño, 23 de septiembre, la cantidad de rayos solares llega por igual al hemisferio norte que al sur. En el solsticio de verano, 22 de junio, los rayos solares llegan en mayor cantidad al hemisferio norte que al sur, como en México. Esto es importante para planear la instalación de dispositivos fotovoltaicos ya que la cantidad de radiación no es igual en todo el planeta, cambia con las estaciones del año, las condiciones atmosféricas y la altitud de cada lugar. Se tienen mediciones de la cantidad de energía promedio que reciben los 32 estados de la República Mexicana. (Figura no. 7) Debido a que no se dispone de la luz solar las 24

horas del día, se han desarrollado dispositivos de almacenamiento de energía para poderla utilizar cuando se necesite.

México es un país con alta incidencia solar en la mayoría de su territorio. El 50% del país presenta una insolación promedio de 5.3 kWh/m², suficiente para satisfacer las necesidades de un hogar mexicano promedio. En la zona norte del territorio nacional la radiación solar es mayor que en sur o en zonas es húmedas por lo que necesario escoger adecuadamente el lugar donde se podrían instalar plantas con tecnología fotovoltaica para abastecer el país.

El estado de Sonora recibe una insolación mayor a los 6 kWh/m²/día en promedio, por lo que se convierte en uno de los estados con mayor potencial para generar electricidad con paneles solares. También rebasa valores de insolación de países que utilizan los sistemas fotovoltaicos como Sevilla, España o Leipzig, Alemania (una de las plantas más importantes en el mundo) que sólo reciben 4.7 kWh/ m² y 2.7 kWh/ m² respectivamente al día. (Figura no. 8 Potencial de la radiación solar en el mundo). Además la cantidad de horas de insolación en Alemania es de 4 horas diarias mientras que en Sonora es de 7 u 8 horas. Con aproximadamente el 0.5 % de la superficie del territorio de Sonora se podría generar todo consumo eléctrico del país.

EQUIPOS FOTOVOLTAICOS

Desde el 2007 la CFE permite estar conectado a la red eléctrica y utilizar la electricidad que ofrece solo cuando los sistemas solares no estén produciendo electricidad. Además CFE permite que el superávit se transmita a la red nacional. Esto aplica para usuarios domésticos, comerciales e industriales y se lleva a cabo por un contrato de interconexión. (Figura no. 9)

Existen diferentes empresas que se dedican a la fabricación de sistemas fotovoltaicos, una de ellas es Gecko Logic MEX, de Tijuana, B.C.

Existen diferentes paquetes para interconexión de diferentes capacidades de producción bimestral que van desde de 230 kWh hasta 690 kWh cuyos costos oscilan entre \$ 2100 USD y \$ 5650 USD, sin instalación.

Con estos precios la empresa ofrece un tiempo de recuperación de aproximadamente 5 años dependiendo de la cantidad de energía producida en sistemas domésticos.

(Figura no. 10). Un sistema fotovoltaico dura aproximadamente 25 años. El beneficio ambiental es que se dejan de lanzar gases de efecto invernadero, cada módulo deja de producir 3 kg de CO₂ al día.

INCENTIVOS ECONÓMICOS

Existen incentivos fiscales para todo comprador de paneles solares, “según la Ley del ISR Artículo 32 fracción XXVI, es posible deducir el 100% de tu inversión inicial en un solo ejercicio fiscal beneficiando al contribuyente con hasta un 30% de ahorro en su compra de un sistema solar”.

El Fideicomiso para Riesgo Compartido de SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) ofrece apoyos de hasta el 49% de la inversión total a negocios interesados en la adquisición de equipos de energía renovable. El FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica) “incrementó, durante el año pasado, el apoyo técnico y financiero a los sectores productivos estratégicos del país y al residencial, a través de la implementación de proyectos de ahorro de energía eléctrica y de generación distribuida con fuentes renovables”. En 2014 el FIDE apoyó 294 proyectos, 161 fotovoltaicos a empresas y 132 residenciales. “El artículo transitorio segundo de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética establece una meta de participación máxima de 65% de combustibles fósiles para generar energía eléctrica para 2024, del 60% en 2035 y de 50% en el 2050”.

Estos proyectos propician el beneficio económico de los usuarios al incrementar su competitividad y también contribuye a la disminución de emisiones contaminantes. Tan solo durante el 2014, los proyectos de eficiencia energética y de generación distribuida reportaron un ahorro en consumo de 33.09 GWh/año, lo que implicó 16 mil 094 toneladas de CO₂ evitadas a la atmósfera.

Los financiamientos que otorga el FIDE obedecen a las necesidades de cada empresa, a tasas blandas y con periodos de recuperación muy eficientes, de manera que la inversión se paga con los ahorros obtenidos.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se realizó una investigación bibliográfica sobre las ventajas de los paneles solares utilizados para la generación de energía eléctrica. Se habló de la contaminación atmosférica provocada por las plantas termoeléctricas y se mencionaron los beneficios obtenidos al utilizar paneles solares. Se habló de las ventajas de las energías renovables.

RESULTADOS OBTENIDOS

CONCLUSIÓN, TEORIZACIONES, NUEVAS PROPUESTAS, PLANTEAMIENTOS Y/O APORTACIONES

Por medio de la investigación documental realizada se encontró que México es un lugar factible para utilizar energía solar para obtener electricidad por medio de paneles fotovoltaicos, ya que la irradiación recibida es alta. Existen plantas solares eficientes en sitios donde la irradiación es menor a la de México.

Ya existen maquiladoras en México que producen paneles solares, aunque los costos han bajado considerablemente, todavía no están al alcance de todos los mexicanos.

El gobierno ya tiene algunos incentivos económicos para la instalación de paneles solares tanto a nivel residencial, agropecuario e industrial. Actualmente se utilizan en zonas rurales que no tienen acceso a la electricidad, en telesecundarias, en zonas agropecuarias, entre otros.

Creemos que lo que falta es una mayor difusión a nivel nacional, ya que se podrían aprovechar techos, tanto en las casas, edificios e industrias y tener interconexión con CFE. Los estados de Sonora y Baja California Sur son los que presentan una mayor irradiación de todo el país, son el lugar idóneo para instalar plantas solares.

Existen estados como Aguascalientes, donde el gobierno ha dado difusión a los sistemas solares y su uso ha aumentado considerablemente. Por ejemplos como éste consideramos que el gobierno debería promover más el uso de energía solar para obtener electricidad tanto a nivel residencial como industrial. Así nos beneficiaríamos todos ya que la contaminación atmosférica se vería disminuida.

FUENTES BIBLIOHEMEROGRÁFICAS

- Agredano, J. (2008). Tecnología fotovoltaica. *Tendencias Tecnológicas*, 58-64.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (A/RES/68/221-2013) Año Internacional de la Luz y las Tecnologías Basadas en la Luz, 2015; 12 de febrero de 2014. 3 p.
- CIIFEN Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño <http://www.ciifen.org/> recuperado el 9 de febrero de 2015.
- El Banco Mundial. <http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC> recuperado el 10 de febrero de 2015.
- Gecko Logic MEX. <http://www.geckologic-mex.com/productos/> recuperado el 2 de febrero de 2015.
- Mendoza Rodríguez, C.A. (2011) *Viabilidad técnica-económica de una central solar termoeléctrica de colectores cilíndricos parabólicos para su implementación en México*. (tesis de licenciatura). UNAM, México, D.F.
- Fernández, H., Martínez, A., Guzmán, V.M. y Giménez, M.I. (2008). Modelo genérico de celdas fotovoltaicas. *UNIVERSIDAD, CIENCIA y TECNOLOGÍA*, 12(48), 157-162.
- Ramos G., L y Montenegro F., M. La Generación de energía eléctrica en México. XXII Congreso Nacional de Hidráulica; Acapulco, Guerrero, México, Noviembre de 2010. 9 p.

ANEXO 1

Tabla no. 1 Capacidad instalada por tipo de Tecnología (CFE, 2011)

| CAPACIDAD EFECTIVA INSTALADA CENTRALES Y UNIDADES GENERADORAS | | | |
|--|---------------|------------|-----------------|
| Tipo | No. Centrales | Unidades | Capacidad (MW) |
| Vapor convencional | 26 | 87 | 12336.10 |
| Dual | 1 | 7 | 1778.36 |
| Carboeléctrica | 2 | 8 | 2600.00 |
| Ciclo combinado | 13 | 59 | 6122.38 |
| Geotermoeléctrica | 7 | 37 | 886.60 |
| Turbogás | 39 | 68 | 1558.01 |
| Combustión interna | 9 | 56 | 211.01 |
| Turbogás móvil | | 11 | 115.40 |
| Combustión interna móvil | | 19 | 3.11 |
| Hidroeléctrica | 64 | 178 | 11210.89 |
| Eoloeléctrica | 3 | 106 | 1364.88 |
| Nucleoeléctrica | 1 | 2 | 1364.88 |
| Productores independientes | 22 | 74 | 11906.90 |
| Subtotal | 178 | 712 | 51180.34 |
| Zona Centro (a partir de octubre de 2009) | | | |
| Geotermoeléctrica | 1 | 4 | 224.00 |
| Turbogas | 2 | 25 | 822.00 |
| Hidroeléctrica | 16 | 38 | 288.33 |
| Subtotal | 19 | 67 | 1334.33 |
| GRAN TOTAL | 197 | 779 | 52514.67 |

Tabla no. 2 Cantidad de CO₂ liberado en plantas Termoeléctricas

| COMBUSTIBLE | EMISIÓN DE CO ₂ kg/kWh |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Gas natural (ciclo combinado) | 0.54 |
| Gas natural | 0.68 |
| Combustóleo | 0.70 |
| Biomasa (leña, madera) | 0.82 |
| Carbón | 1.00 |

ANEXO 2

Figura no. 1 Planta termoeléctrica



Figura no. 2 Efecto Invernadero

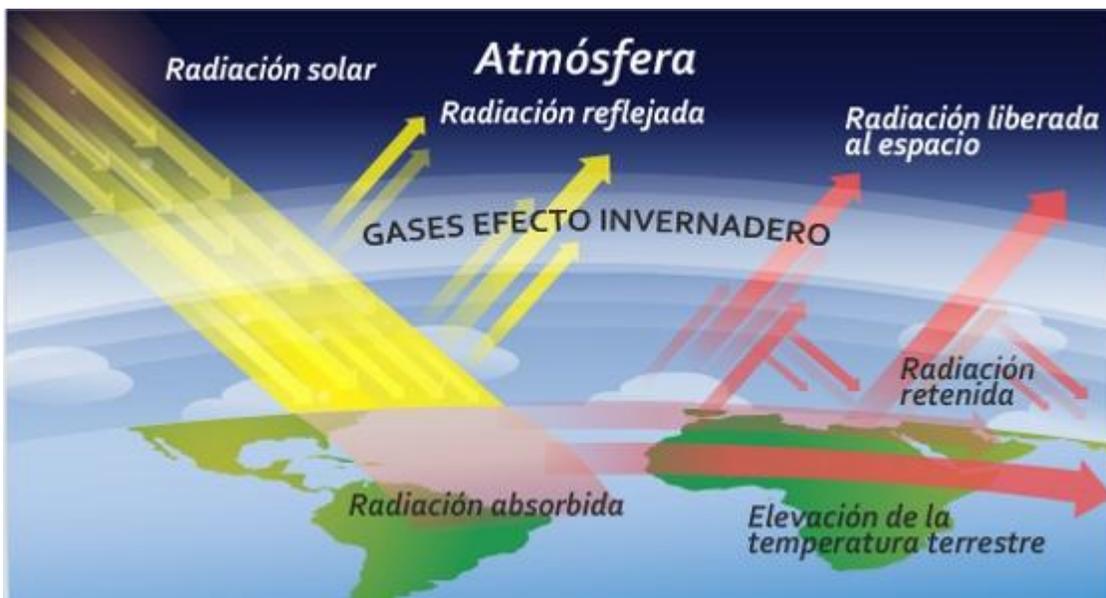


Figura no. 3 Efecto fotovoltaico

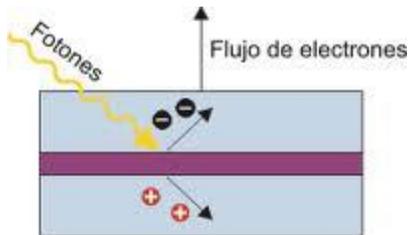


Figura no. 4 Módulo fotovoltaico

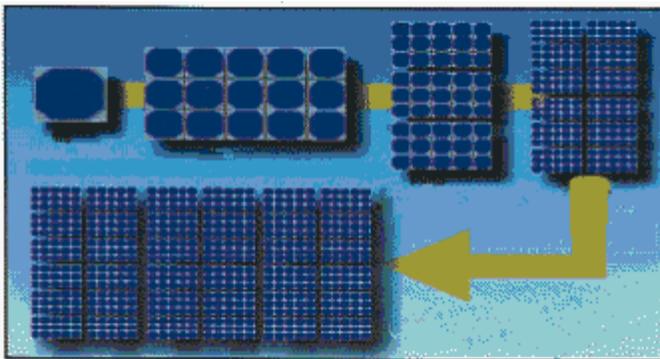


Figura no. 5 Funcionamiento de un panel fotovoltaico

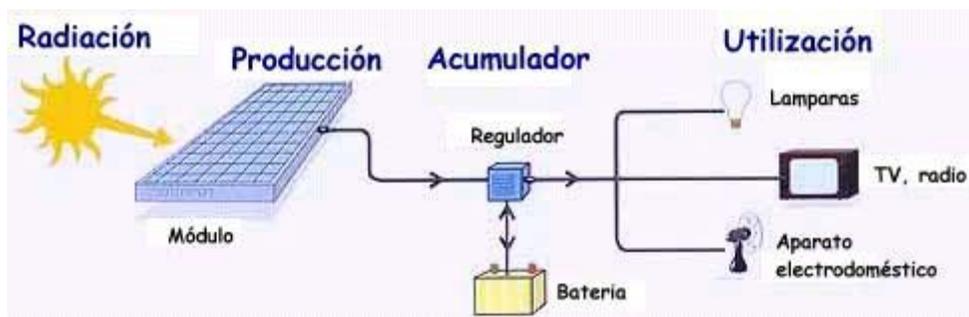


Figura no. 6 Espectro del sol

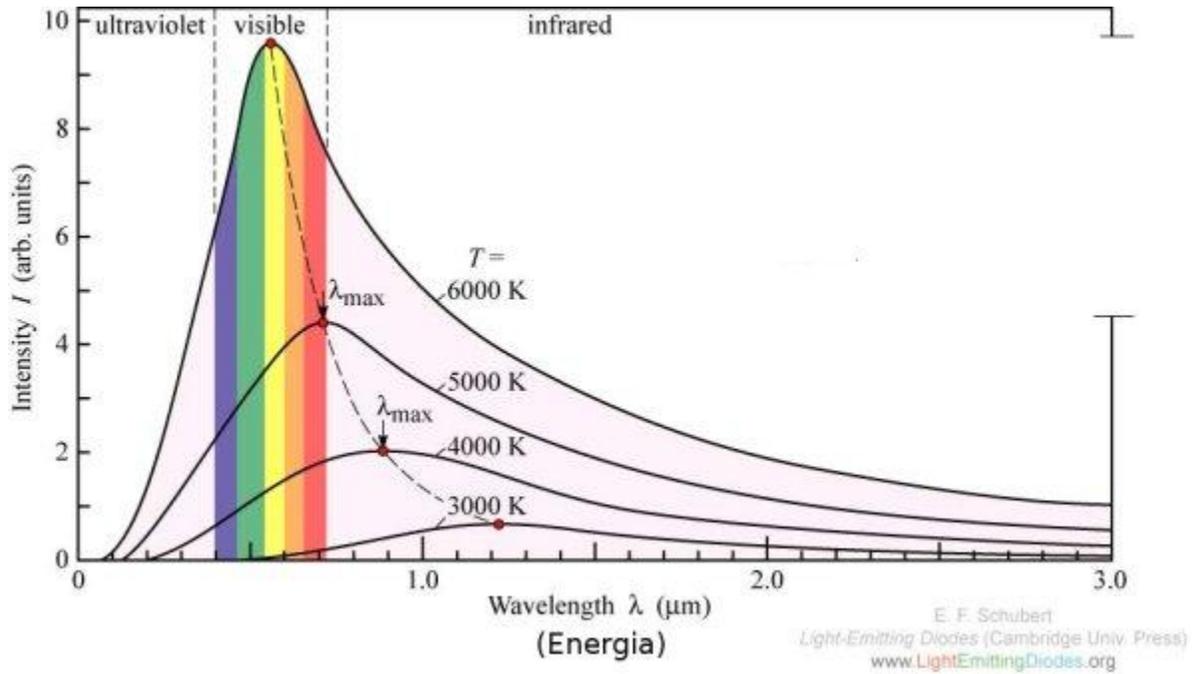


Figura no. 7 Mapa de radiación solar en la República Mexicana

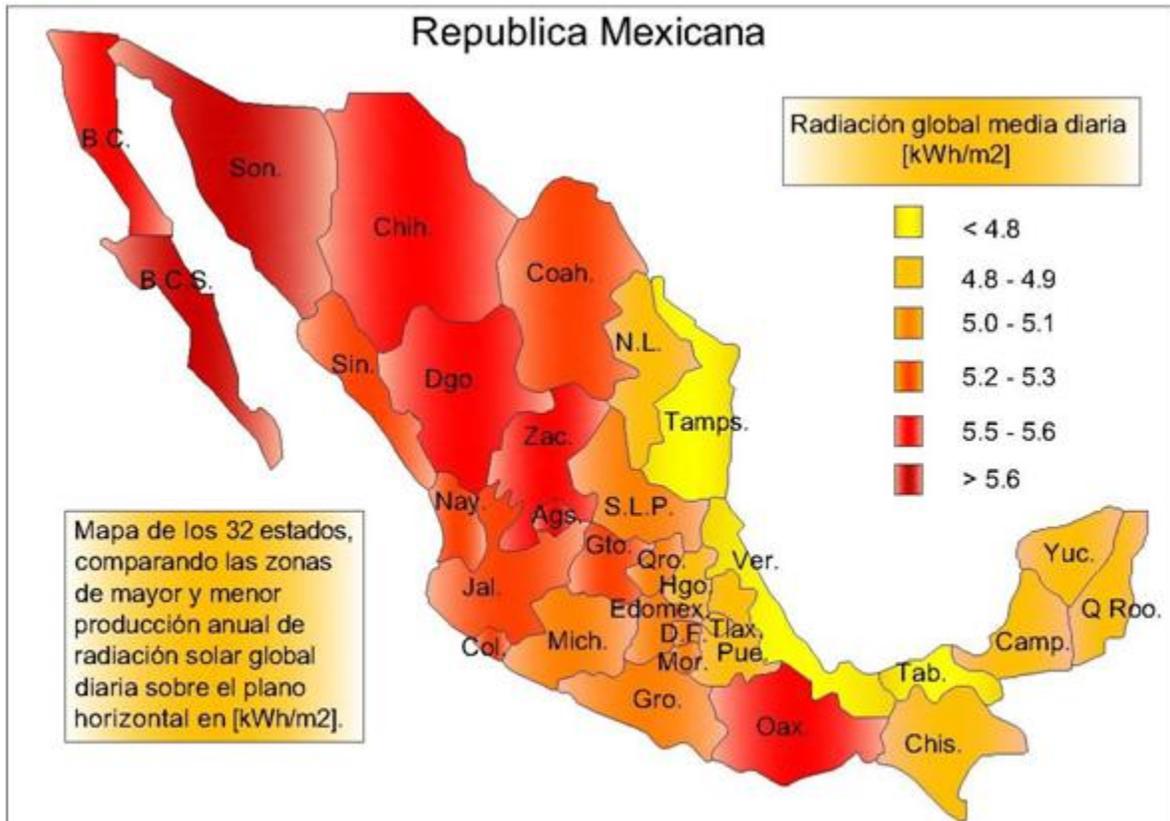


Figura no.8 Potencial de la radiación solar en el mundo

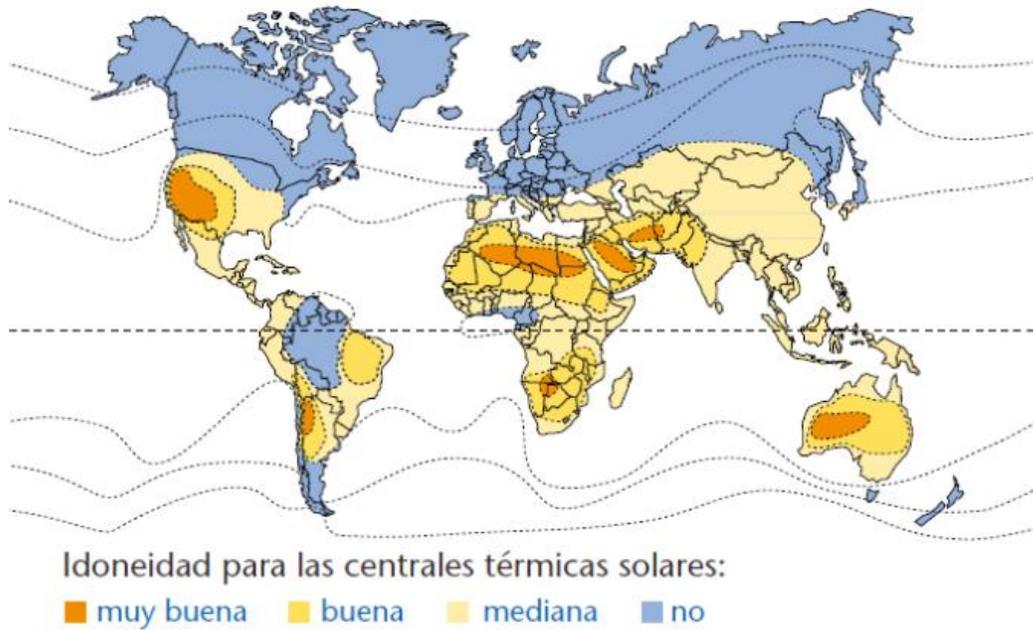


Figura no. 9 Gecko Logic Mex

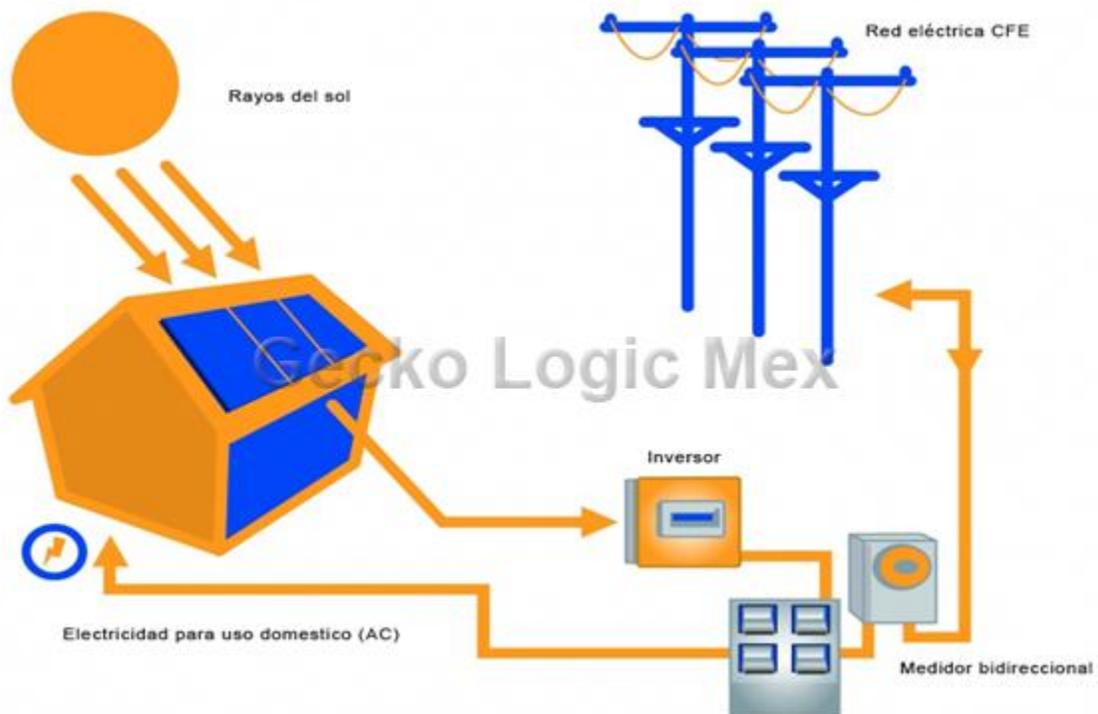


Figura no 10 Retorno de inversión

