

Energía solar fotovoltaica como fuente de energía renovable global



Contenido

Energía solar rentable – Una parte importante de la combinación de las energías alternas	3
Energía solar fotovoltaica – La conversión de la luz solar en electricidad	3
Sistemas fotovoltaicos no conectados a la red (<i>Off-grid systems</i>) – Electricidad rentable e independiente de la red eléctrica .5	
Energía solar fotovoltaica vs diesel.....	7
Sistemas híbridos – Energía fotovoltaica combinada con otras fuentes de energía	8
Sistemas fotovoltaicos conectados a la red (<i>On-grid systems</i>) – Suministrando energía a la red eléctrica	9
Suministro total en la red (<i>Full Feed-in</i>).....	10

Energía solar rentable – Una parte importante de la combinación de las energías alternas

La energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica y la biomasa, son consideradas las fuentes de energía del futuro, ya que, a diferencia del petróleo, el carbón, el gas o el uranio, son prácticamente inagotables y amigables con el medio ambiente.

La cantidad disponible a nivel mundial de energías renovables es suficiente para cubrir las necesidades energéticas de la Tierra. En tan sólo una hora, el Sol transmite más energía a la Tierra que la que es consumida en un año. Esta es la razón por la que la energía solar será uno de los principales pilares para la producción de energía en el futuro. Junto al uso de la energía solar para producir calor (energía solar térmica), el Sol será también utilizado para generar energía eléctrica, a lo que también es conocido como energía solar fotovoltaica (FV).

La energía solar fotovoltaica será indispensable en la configuración futura de la energía debido a:

- Su enorme potencial, la energía solar es prácticamente infinita.
- Sus aplicaciones son escalables, desde sistemas pequeños hasta plantas solares de producción eléctrica.
- Su producción descentralizada disponible en el lugar de generación, sin cargos extras por su distribución o pérdidas asociadas a su transmisión.
- La factibilidad de suministrar energía en áreas remotas a la red eléctrica.
- El gran potencial para la reducción de costos conforme los mercados y procesos de manufactura son desarrollados.
- El beneficio para economías locales, mitigando flujos financieros.
- Ningún daño ambiental, reducción de gases invernadero, libre de ruido y emisiones.
- Períodos de recuperación energética cortos, alrededor de 3 años.
- Tecnología probada, confiable y durable.
- Bajos costos de mantenimiento



Fig. 1: Los módulos solares convierten la energía solar en electricidad

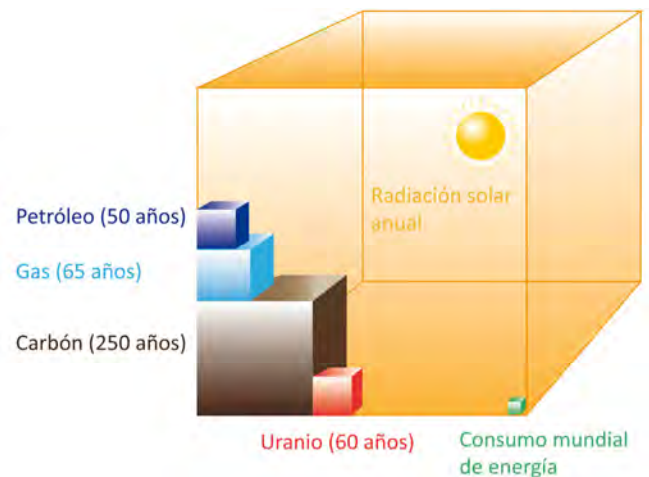


Fig. 2: Potencial energético de combustibles fósiles comparados con la radiación solar anual (© RENAC)

Energía solar fotovoltaica – La conversión de la luz solar en electricidad

Con la tecnología fotovoltaica, la luz de Sol es convertida directamente en electricidad. La luz que llega a las celdas solares libera su energía a los electrones que éstas contienen. Dichos electrones, una vez conectados a una carga, generan una corriente eléctrica. Dicho proceso no requiere necesariamente radiación solar directa, aún en condiciones de luz difusa, como cielos nublados, es posible obtener hasta un 50 % de la producción de un día normal.

Cada celda solar es conectada eléctricamente y encapsulada en un módulo fotovoltaico. Esto las protege contra el ambiente y les permite una vida funcional de más de 30 años. Las garantías típicas de manufactura en pruebas de durabilidad son de 25 años.

El campo de la tecnología fotovoltaica se está desarrollando aceleradamente. Hoy en día no sólo existen en el mercado una variedad de tecnologías de celdas solares como lo son las mono y multi cristalinas, las amorfas, las CIS y las CdTe, sino que también ya han sido probadas en diversas aplicaciones prácticas. Los materiales de las celdas solares las diferencian principalmente en su eficiencia, su propósito y sus costos de inversión. Aunque actualmente las celdas solares cristalinas de silicio predominan en el mercado, la proporción de las diferentes tecnologías de películas delgadas (*thin-film*) está creciendo, principalmente por sus bajos costos de producción.

La creciente demanda de proyectos de energía renovable ha generado grandes inversiones en nuevos centros de producción que junto con la investigación y desarrollo, han generado una tecnología fotovoltaica mucho más eficiente. Este rápido crecimiento del mercado a largo plazo contribuye a la disminución de los costos de producción lo cual es reflejado en los precios en el mercado.

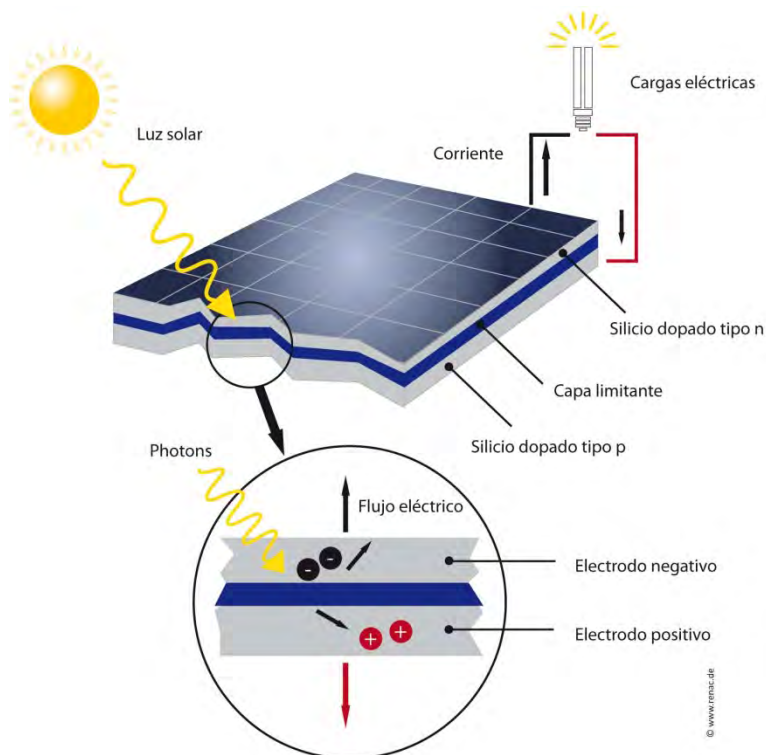


Fig. 3:Funcionamiento de una celda solar

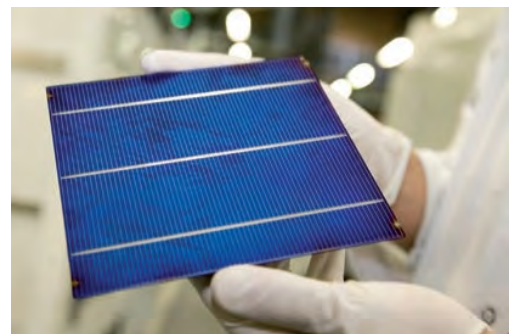


Fig. 4:Celda policristalina con recubrimiento anti-reflectivo

Tecnologías *Thin-Film* (Película delgada)

a-Si:H	Silicio amorfo
a-Si:H / μ c-Si:H	Celdas en tándem de silicio amorfo y microcristalino
	Silicio microcristalino
CIS	Cobre-Indio-Diselenio
CdTe	Telururo de Cadmio

Sistemas fotovoltaicos no conectados a la red (*Off-grid systems*) – Electricidad rentable e independiente de la red eléctrica

Los sistemas fotovoltaicos que no son conectados a la red eléctrica son conocidos como “sistemas *off-grid*”. Los módulos fotovoltaicos generan electricidad en forma de corriente directa (CD) que puede ser utilizada directamente sin necesidad alguna de un almacenamiento temporal (por ejemplo en bombas de agua alimentadas con energía solar), sin embargo la mayoría de los sistemas *off-grid* cuentan con baterías que almacenan la energía generada por los módulos FV para su posterior uso. Los sistemas *off-grid* utilizan comúnmente equipos de CD (lámparas, radios, televisiones, refrigeradores), aunque usando inversores de CA un mayor número de dispositivos pueden ser utilizados (laptops, equipo médico). Una de las principales aplicaciones de estos sistemas es el alumbrado público.

Cuando la conexión a la red eléctrica es técnicamente muy compleja o cuando resulta muy costosa, los sistemas *off-grid* proveen la perfecta solución para satisfacer las necesidades energéticas. A diferencia de los generadores diesel, los sistemas fotovoltaicos son autosuficientes, muy confiables, no utilizan combustible, tienen bajos costos de mantenimiento y pueden ser construidos en cualquier tamaño.

La energía solar fotovoltaica, mediante sistemas *off-grid*, es comúnmente utilizada para el suministro de agua potable. Mediante energía solar es posible utilizar bombas y pequeñas plantas de tratamiento de agua, proporcionando no solamente agua potable, sino también agua para usos agrícolas. Lo que mejora sustancialmente la calidad de vida de muchas zonas rurales.

Los sistemas FV *Off-grid* han sido utilizados por más de 20 años en muchas partes del mundo, en especial para el desarrollo de comunidades rurales.



Fig. 5: La energía solar fotovoltaica proporciona una fuente confiable de energía a casas que no están conectadas a la red eléctrica

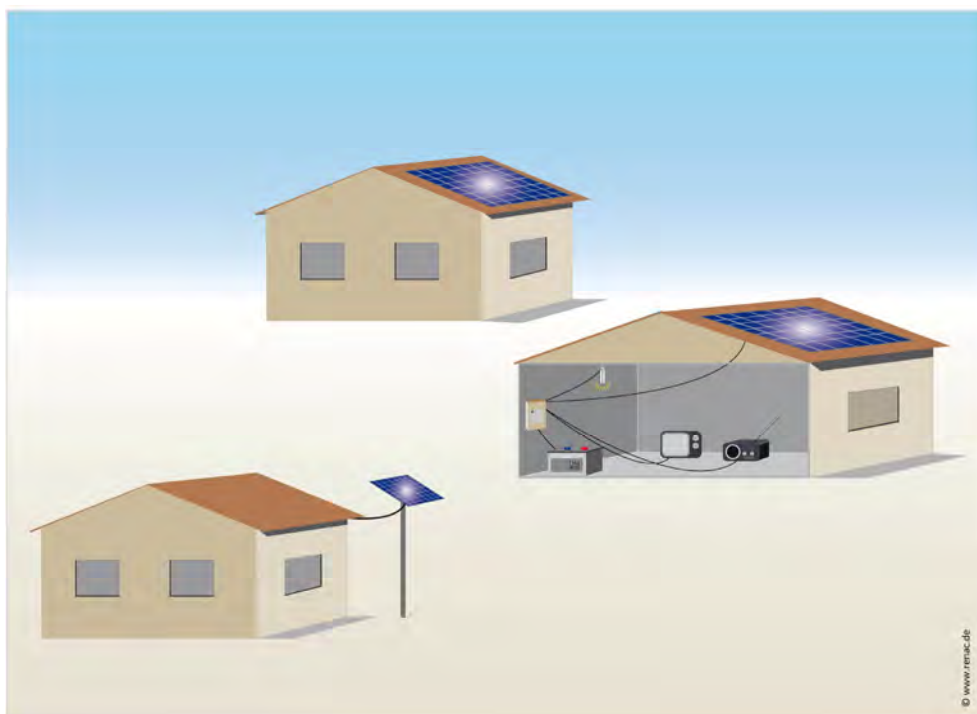


Fig.6: La energía puede ser utilizada para iluminación, comunicación y refrigeración de hogares.

Energía solar fotovoltaica Vs diesel

Comparada con los generadores diesel, el uso de la energía fotovoltaica para producir electricidad tiene las siguientes ventajas:

- No emisión de ruido o contaminantes – Los sistemas solares funcionan silenciosamente.
- Inodora – La energía solar no emite olores.
- Independencia de combustibles – La energía solar es gratuita.
- No contamina el medio ambiente – Los sistemas solares no emiten contaminantes.
- Independencia económica – No depende de incrementos en los combustibles.
- Bajo mantenimiento requerido¹.
- La energía fotovoltaica es más confiable, con bajo o ningún tiempo de inactividad.
- Sin contaminación proveniente de alguna falla en el generador o el tanque de almacenamiento.
- Rentabilidad a largo plazo de alrededor 20 años (dependiendo de varias condiciones), si componentes de alta calidad son utilizados.



Fig. 7: Un sistema de rastreo FV sigue el desplazamiento del Sol y

Los componentes más caros, los módulos solares, tienen una garantía libre de reparación de más de 30 años. ¿Existe algún generador que proporcione dicha garantía de vida?

En contraste con los altos costos de inversión de un sistema fotovoltaico, comparado con un generador diesel, los costos de operación son mucho más bajos. Cuando se analiza el total, tomando en cuenta la vida útil de los sistemas FV, los costos finales son muchos más bajos que los reportados por uno o más sistemas a base de diesel.

¹ Limpieza de los módulos, revisión de contactos, relleno de baterías con agua destilada. Sólo las baterías tendrían que ser reemplazadas. Un programa de reciclaje de baterías ayuda a que el sistema siga siendo amigable con el medio ambiente. Ocasionalmente un inversor tendría que ser cambiado, sin embargo, los electrones dentro de un módulo solar no se “desgastan”; los módulos (la parte más cara de un sistema FV) pueden proveer fácilmente energía por 30 años.

Sistemas híbridos – Energía fotovoltaica combinada con otras fuentes de energía

Dependiendo de las condiciones locales, puede ser benéfico construir una mini red eléctrica incorporando otras fuentes de energía renovable. Si los recursos como energía hidráulica, eólica o la biomasa están disponibles en la región, un pequeño generador fotovoltaico puede ser utilizado reduciendo significativamente los costos de inversión. Al igual que los sistemas fotovoltaicos, los sistemas híbridos son escalables conforme a las condiciones locales. Dichos sistemas tienen la gran ventaja de abastecer y tener energía disponible para el uso de pequeños electrodomésticos como hasta la utilización de maquinaria de media tensión necesarios en una comunidad.

Si, por ejemplo, se cuenta con corrientes de aire regulares en el sitio de planeación, el sistema fotovoltaico podría complementarse por un generador eólico. La producción de energía en una mini red eléctrica mediante dichos generadores es fácil de implementar y muy comúnmente usada. Similarmente, una pequeña planta hidráulica podría ser integrada cuando la localización del sistema se encuentre cercana a un río con agua durante todo el año.

Otra posibilidad es la integración de un generador accionado con aceite vegetal. Esta combinación es conveniente si las plantas de aceites pueden ser cultivadas y refinadas localmente, y a su vez que no compitan contra el cultivo de productos básicos. Debido al alto precio de los productos del petróleo y su continuo incremento, el cultivo de plantas autóctonas como combustible se ha vuelto factible. La cantidad de CO₂ que es absorbida durante el crecimiento de la planta será la misma que cuando su aceite sea usado como combustible, permitiendo un proceso neutro de emisiones de carbono.

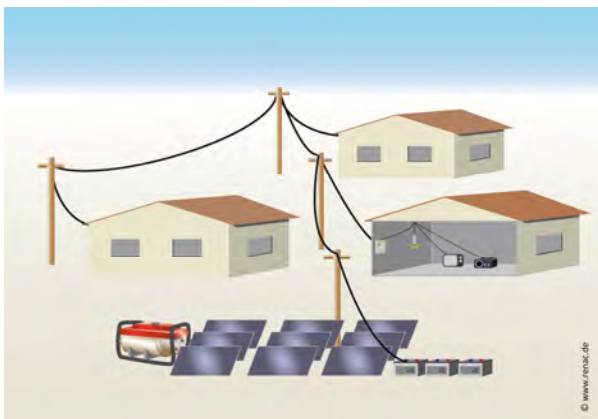


Fig.8: Suministro de energía en una comunidad mediante una planta fotovoltaica y un generador de aceite vegetal.

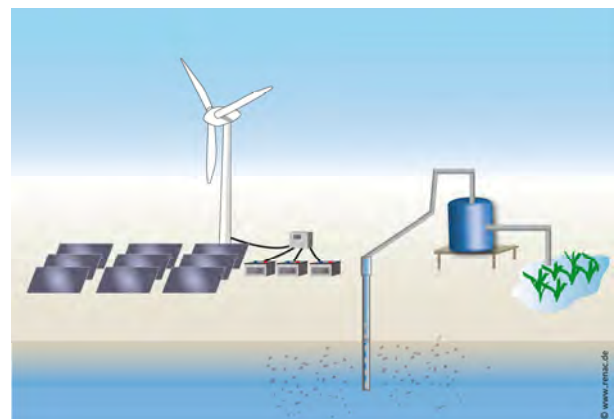


Fig.9: Energía fotovoltaica y eólica se complementan muy bien suministrando electricidad para una bomba de agua y un sistema de irrigación.

Sistemas fotovoltaicos conectados a la red (*On-grid systems*) – Suministrando energía a la red eléctrica

A diferencia de los sistemas *off-grid*, los sistemas *on-grid* son conectados directamente a la red pública de electricidad. La corriente directa (CD) producida por el sistema fotovoltaico es convertida por un inversor a corriente alterna (CA) y luego alimentada, a través de varios dispositivos de seguridad, a la red sin ningún almacenamiento en baterías de por medio. En cierto sentido, la red eléctrica puede ser vista como un sistema de almacenamiento para la energía solar. La conexión a la red eléctrica puede ser realizada de diversas maneras:

1. Medición Neta de electricidad (*Net-Metering*)

Net-Metering es un término utilizado para varios conceptos diferentes. Lo que tienen en común es que la electricidad generada por el Sol será cobrada de acuerdo a la energía de salida final. Los pagos pueden, como en ciertos estados de los E.U.A., seguir el precio general de la electricidad. De esta forma se minimiza el costo de la electricidad al consumidor. Sin embargo, tiende a ser más un mecanismo de incentivo para el proveedor de electricidad; la energía solar es una energía de demanda en pico – en el momento de producción (desde el mediodía hasta la tarde) hay un pico de demanda y los proveedores de electricidad tienen que pagar altos precios *spot* en el mercado cuando compran energía adicional.

La electricidad generada puede ser también consumida directamente por los productores, alimentando únicamente su exceso de producción a la red eléctrica. Si la energía requerida, en cierto momento, es mayor que la producida por el sistema fotovoltaico, la energía adicional es tomada de la misma red eléctrica.



Fig.10: Los sistemas fotovoltaicos de gran escala alimentan comúnmente su salida a un transformador que convierte la energía a un nivel de media tensión

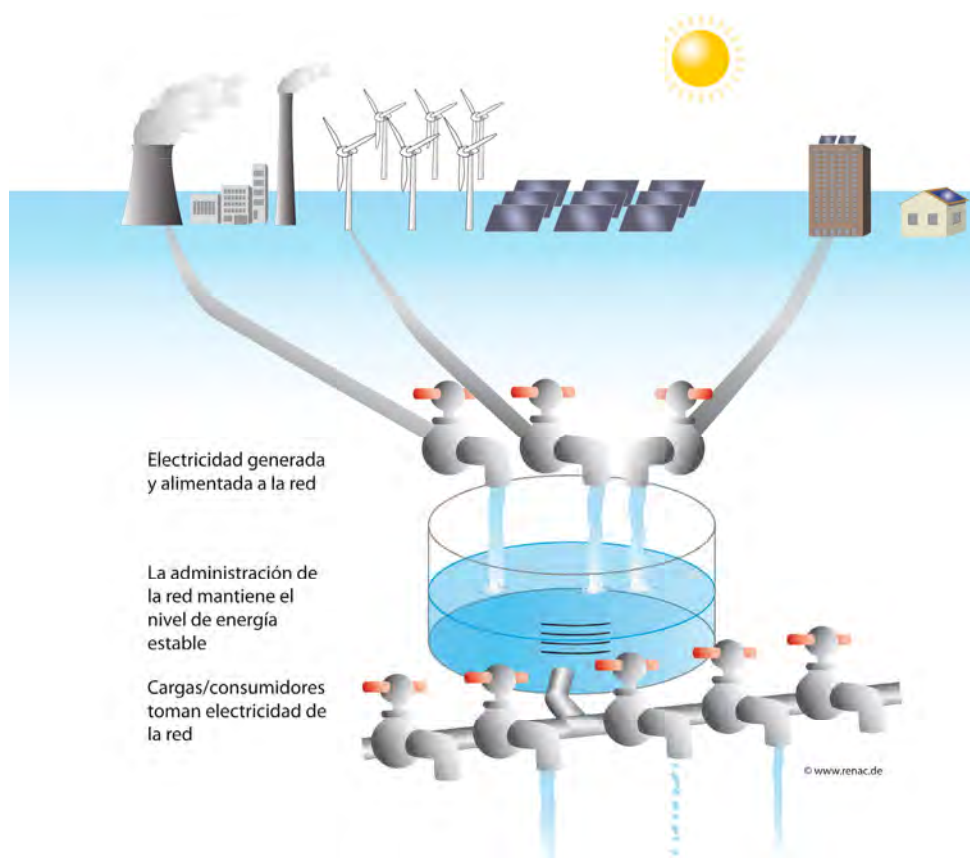


Fig.11:El modelo del "Lago de electricidad" proporciona, a través de la elevación y caída del nivel de agua en un depósito, una imagen visual del "abastecimiento" y "uso" de la energía en la red eléctrica.

Suministro total en la red (*Full Feed-in*)

En este caso, toda la electricidad producida es suministrada en la red eléctrica. El operador de la red paga una cantidad específica al productor por cada kilowatt hora (kWh) proveído. (En México el operador de la red les descuenta de su cuenta de consumo.) Con la remuneración por kWh sobre el precio de referencia, se crea un incentivo financiero para instalaciones FV. Los pagos de la compañía eléctrica serán hechos mensual o trimestralmente; la liquidación final sucede al final de año. Esta variante de apoyo del estado (EEG²) fue introducida por primera vez en Alemania y ha sido utilizada exitosamente por varios años. La EEG ha sido subsecuentemente adoptada por varios países, desde entonces ha sido claro que el uso de dichos subsidios (*feed-in*) tienen un efecto positivo para el incremento de la difusión de los sistemas fotovoltaicos.

En comparación con países situados más al sur, los cuales tienen comúnmente una mayor radiación solar, el Sol brilla con mucho menos frecuencia en Alemania. Como ejemplo: la radiación solar anual en Maiduguri, Nigeria es de 2,050 kWh/(m²a), aproximadamente el doble que en Alemania. Al mismo tiempo, los países en vías de desarrollo consumen más electricidad tanto a nivel industrial como doméstico. En Alemania, el consumo energético anual por persona es de 5,800 kWh, en cambio en Nigeria es de tan sólo 100 kWh.

A pesar de estas cifras contrastantes, Alemania, con la ayuda de varios incentivos, posee actualmente el mayor crecimiento anual de instalaciones fotovoltaicas a nivel mundial. Los cambios en la reformada EEG del 2009 estipulan además una progresiva reducción de la remuneración por *feed-in*, un bono para el consumo propio del productor. Esto permite un consumo económico y descentralizado de operadores individuales de plantas fotovoltaicas.

² Ley de energía renovable de Alemania (*Eneuerbare Energie Gesetz*)

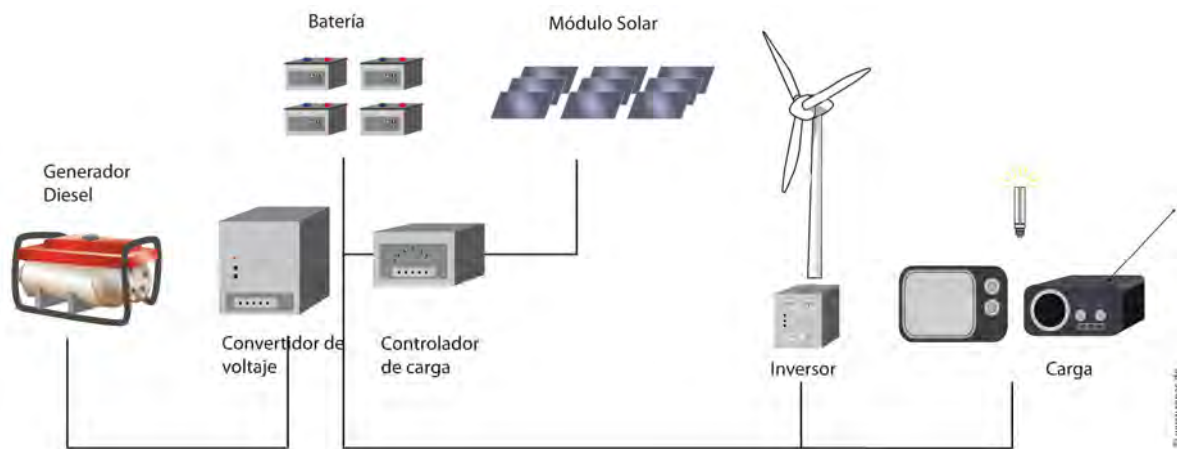


Fig.12: Componentes de un sistema acoplado a la red

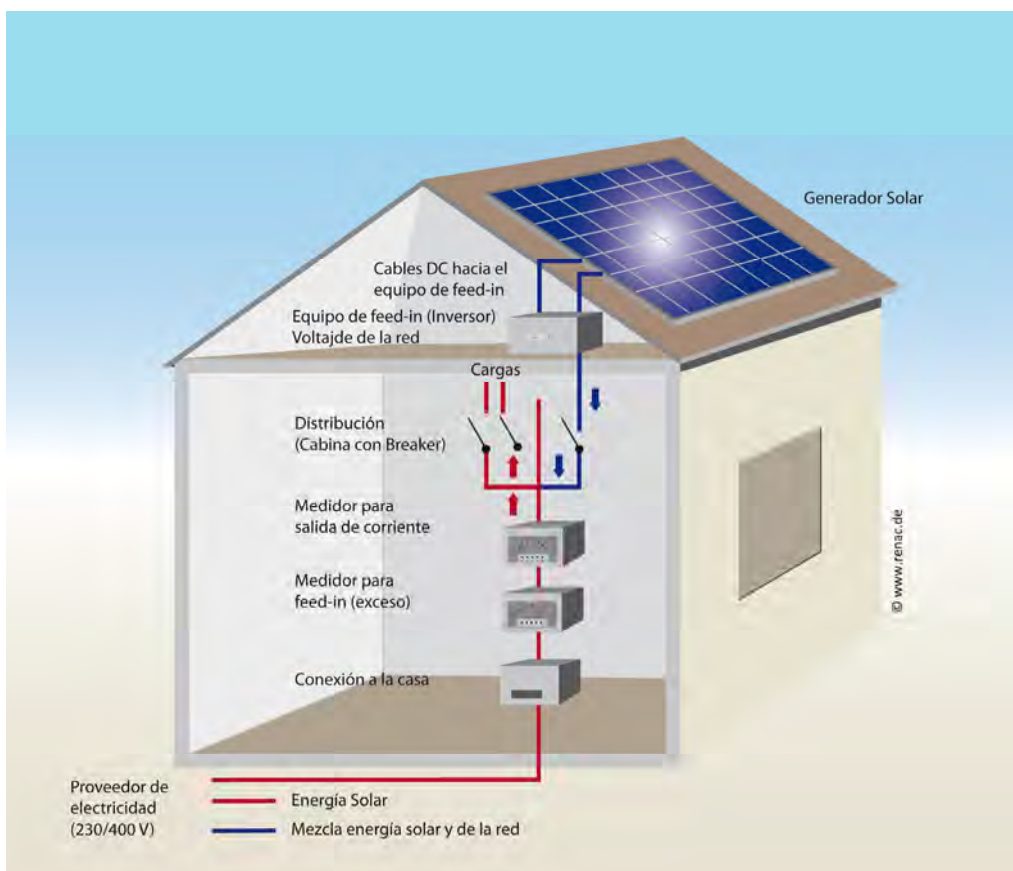


Fig.13: Diagrama que muestra la conexión paralela de un sistema fotovoltaico

Esquemas de incentivos para la aplicación de energías renovables

En primer lugar una fase de eliminación de subsidios a combustibles fósiles tiene que ser llevada a cabo. El capital que es utilizado para mantener estos recursos accesibles a la población generalmente sale de las arcas del país y por lo tanto es considerado una pérdida. Adicionalmente dicha cantidad se incrementa proporcionalmente con el continuo incremento de los combustibles fósiles. Sin embargo, dicho capital podría ser mejor utilizado dentro del país para implementar el cambio a fuentes de energía renovable. El punto de inicio para dicho cambio es la formación, la cual debería comenzar en la escuela y ser extendida para incluir capacitación para ingenieros y técnicos en las universidades. Un personal debidamente capacitado es la base para la implementación de esta relativamente joven y dinámica tecnología. Además estos especialistas capacitados mejorarán la economía local, ya que sistemas fotovoltaicos individuales tendrán que ser diseñados, instalados y operados. Así mismo, la integración de la producción de energías renovables en la red eléctrica tiene que ser planeada. Esto creará empleos en esta tecnología del futuro, la cual tiene aún un considerable potencial de desarrollo.

Otros instrumentos pueden incluir beneficios fiscales para inversiones en energía renovable. Esto puede ser realizado de diversas maneras, tanto para consumidores (pequeños sistemas) como para inversionistas (plantas, grandes instalaciones e industria).

En los Estados Unidos de América, dentro del marco de las inversiones con crédito fiscal a ocho años para energía solar ITC (*eight-year solar ITC*), el comprador de un sistema puede, por ejemplo, recibir una reducción de impuestos de hasta el 30 % del capital total de inversión.

Un sistema de cuotas de energías renovables para proveedores de energía es una forma adicional de acelerar el crecimiento de los sistemas fotovoltaicos. En este caso, la autoridad responsable define una cuota. Los proveedores de energía en la región tienen que generar demostrablemente dicha proporción de su electricidad por medio de energías renovables; por lo tanto son forzados a realizar grandes inversiones en plantas de producción de energía amigables con el medio ambiente.



Fig.14:Diagrama que muestra la conexión paralela de un sistema fotovoltaico



Fig.15:El mercado mundial fotovoltaico se está desarrollando a un ritmo acelerado.

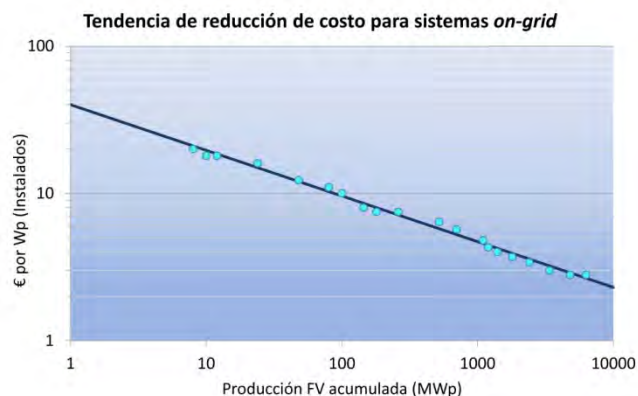


Fig.16:Reducción de costos para sistemas on-grid, tomando a Alemania como ejemplo. A través de la expansión de la producción de módulos solares, el costo específico por unidad ha disminuido

La producción de silicio, *wafers* y celdas solares no sólo es un enorme reto técnico sino que requiere de una considerable inversión, una rápida producción de módulos solares con alta calidad y durabilidad. De esta forma, la construcción de la primera planta de producción de módulos podría marcar la entrada a la producción independiente de sistemas de energía solar.

Algunos países, como es planeado actualmente en Japón, permiten una subvención directa para cubrir con los costos de inversión.

Sin embargo la introducción de una remuneración por alimentar energía a la red, cubriendo los costos por la electricidad solar generada, ha demostrado ser un mecanismo de incentivo que logra grandes inversiones en el mercado fotovoltaico. Una asegurada tarifa de compra por *kilowatt* hora en un periodo de 20 o aún 25 años, tanto en Alemania como en España, ofrece un retorno de inversión sobre un periodo a largo plazo. Préstamos con bajos intereses pueden ser también utilizados para facilitar los relativos altos costos de inversión requeridos.

Otras medidas de apoyo son proyectos provenientes del *Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)*. El criterio de los proyectos del MDL fue acordado en 1997 en el marco de la Conferencia de Cambio Climático en Kioto y permite a países industrializados y en vías de desarrollo llevar a cabo proyectos conjuntos de protección climática en países en vías de desarrollo, los cuales a menudo no podrían ser financiados por éstos. La idea consiste en utilizar tan poco dinero como sea posible, para disminuir significativamente la cantidad de emisiones nocivas. Los originadores de emisiones en países industrializados tienen que financiar proyectos de desarrollo que reduzcan emisiones. Para esto se les otorgan certificados los cuales pueden ser vendidos o mantenidos si necesitan seguir operando plantas industriales con altas emisiones.

Sin embargo un requerimiento necesario para cada esquema de incentivos es proporcionar seguridad a largo plazo a los inversionistas.



Fig.17:La construcción de una fábrica de módulos puede ser el primer paso para la independencia de combustibles fósiles.

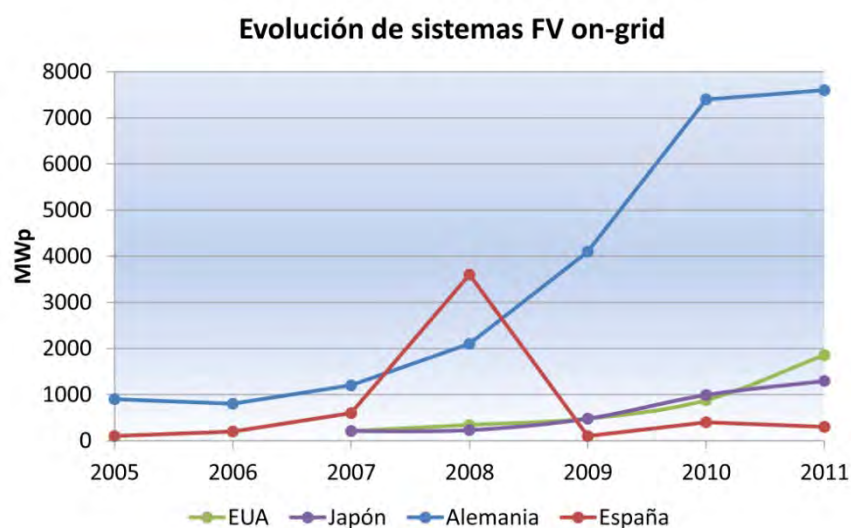


Fig.18: La construcción de una fábrica de módulos puede ser el primer paso para la independencia de combustibles fósiles.

Los cursos de RENAC son impartidos en Puebla, México D.F. o en cualquier otra instalación adecuada de acuerdo a las necesidades del cliente.

Nuestro centro de capacitación se encuentra disponible para entrenamiento práctico.

Renewables Academy AG
RENAC México

Avenida Lateral Recta a Cholula Sur No. 2a, int. 201.
Colonia Bello Horizonte, Cautlancingo. 72170. Puebla.

Tel: 01 (222) 284 65 49
E-Mail: info@renacmexico.com

Web.www.renacmexico.com