



Crecimiento del uso de energía solar fotovoltaica en Tegucigalpa, Honduras. Análisis de 2012 al 2019

J. SANDOVAL¹, E. GÓMEZ², J. MARTÍNEZ³, H. ÁLVAREZ⁴

Recibido: 2 de mayo de 2020 / **Aceptado:** 15 de diciembre de 2020

¹Escuela de Física, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
email: josie.sandoval@unah.hn

²Escuela de Física, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
email: edwing.gomez@unah.hn

³Escuela de Física, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
email: mendozaeduardo@unah.hn

⁴Escuela de Física, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
email: herson.tabora@unah.edu.hn

A continuación, se muestra crecimiento del uso de energía solar fotovoltaica en Tegucigalpa, Honduras con respecto a la generación de energía eléctrica en la ciudad de Tegucigalpa comprendida entre el año 2012 a mayo de 2019. A través de la recolección de información obtenida con las empresas instaladoras de proyectos fotovoltaicos y comercios que tienen instalados dichos proyectos, haciendo uso de espacios muertos en los techos y azoteas de sus edificios para la incorporación de paneles fotovoltaicos. Finalmente analizando una serie de gráficos que comprenden potencia instalada, número de proyectos, evolución del precio de kW instalado, como claro ejemplo del funcionamiento de estas plantas en la generación de energía eléctrica.

The following article, shows a growth in the use of photovoltaic solar energy in Tegucigalpa, Honduras with respect to the generation of electricity in the city of Tegucigalpa between 2012 and May 2019. Through the collection of information obtained from the installer companies of photovoltaic projects and commercial facilities that have said projects installed, making use of dead spaces on the roofs of their buildings for the incorporation of photovoltaic panels. Finally, analyzing a series of graphs that include installed power, number of projects, evolution of the installed kW price, as a clear example of the operation of these plants in the generation of electric power.

PALABRAS CLAVES

Fotovoltaica, Energía Eléctrica, Generación

KEYWORDS

Photovoltaic, Electric Energy, Generator

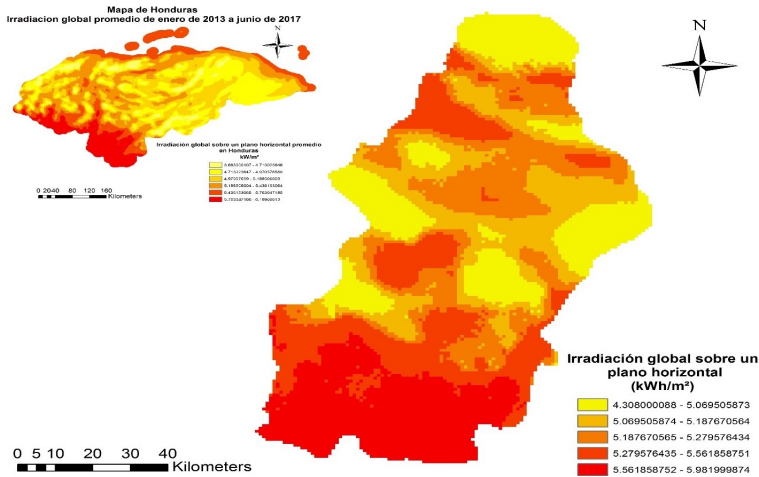


Figura 1: Mapa de irradiación global sobre un plano horizontal para Francisco Morazán (Ortega, 2019).

I | INTRODUCCIÓN

EL aprovechamiento del recurso solar en Tegucigalpa ha tenido un desarrollo muy favorable en los últimos años, implementando proyectos de generación de energía eléctrica por medio de lo que se denomina granjas solares fotovoltaicas, abasteciendo a comercios y residencias de energía eléctrica e inyectando los excedentes a la red energética del país. Mostrando el crecimiento del aprovechamiento del recurso solar en la propiedad privada y la evolución de esta tecnología desde el año 2012 hasta mayo de 2019.

II | ENERGÍA SOLAR EN HONDURAS

1 | Historia general

En el año 1994 Honduras vivió una de sus peores crisis de energía eléctrica de la historia, donde miles de ciudadanos tenían que soportar estar sin servicio hasta 14 horas en un día, por lo que el país se vio con la necesidad de emprender nuevos proyectos de generación eléctrica, creando contratos de energía térmica para fortalecer el sector energético. (elpulso.hn, 2019).

Para el año 2007 se promulgó una ley para promover la generación de energía renovable, con 20 años de recortes de impuestos y una exención de aranceles a la importación de componentes renovables, lo que permitió a la estatal ENEE sellar acuerdos de 20 años con las empresas de energía renovable (Gaceta, 2019a).

Las primeras inversiones fotovoltaicas en Honduras comenzaron en 2015, cuando se instalaron 388 MW y 45 MW más en 2016 en la zona sur del país (enee.hn, 2019b). Según los boletines de la ENEE, hasta mayo de 2019, hay una potencia instalada de 510.8 MW. (enee.hn, 2019a).

En el año 2014 se publica en La Gaceta la Ley General de la Industria Eléctrica. El 14 de noviembre

No.	Nombre del proyecto	Potencia instalada (kW)	Número de paneles	Ubicación	Fecha de construcción	Inversión (\$)
1	UPNFM	1,430	4,850	Colonia Las Colinas, Blvd. CA. TGU	Diciembre 2018	3,422,264.96
2	Escuela Agrícola Panamericana Zamorano	1,000	2,940	San Antonio de Oriente, Francisco Morazán	Junio 2016	1,374,565.66
3	BCIE	315	1,000	Blvd. Suyapa, edificio Sede. TGU	Marzo 2017	522,269.96
4	Centro Comercial Las Hadas	264.06	978	Residencial altos de las Hadas. TGU	Agosto 2016	Más de 435,000.00
5	Supermercado YIP	120	480	Col. El Prado, Calle Golán. TGU	Diciembre 2015	277,184.23
6	Supermercado La Colonia, No. 5	120	436	Colonia Kennedy. TGU	2016	268,199.99
7	Oficinas Administrativas BAC	101	404	Edificio El Molinon. TGU	2015	233,410.99
8	Supermercado La Colonia No. 32	90	286	Blvd. FFAA, El Country, Comayagua	2018	192,869.99
9	Centro Comercial Plaza la Granja	80	320	Blvd. Comunidad Europea. Calle Golán. Comayagua	2018	182,799.40
10	Grupo Pharmaceutica	77.5	260	Anillo Periférico, Aldea las Casitas	2015	159,789.44

Tabla 1: Información de los 10 proyectos con mayor potencia instalada.

del 2017, se crea la resolución CREE (Comisión Reguladora de Energía Eléctrica) y en el artículo 49 se introducen los medidores bidireccionales (para la parte residencial y comercial)(Gaceta, 2019b).

III | PROYECTOS FOTOVOLTAICOS

1 | Parte Comercial e Institucional

Se contabilizaron 52 proyectos en la parte comercial e institucional, de los cuales se visitaron 41 proyectos, obteniendo información detallada de cada uno (78% del 100% de proyectos contabilizados). Un dato importante de esta información obtenida es la potencia instalada que tienen los 41 proyectos visitados que es de 4,341.15 kWp. En la tabla 1 se presenta información de 10 proyectos de mayor potencia donde se describe el número de paneles y la inversión del proyecto.

2 | Proyectos Residenciales

En la parte residencial se contabilizaron 31 proyectos fotovoltaicos, por la privacidad de los datos y la dificultad de obtenerlos solo se tiene información de dos proyectos. A continuación se muestra la información de uno de los proyectos residenciales.

I Residencia de la familia Peña

La residencia de la familia Peña tiene 6 dormitorios, 7 baños, 2 cocinas, 3 salas. El proyecto lo construyó la empresa PROTEGER S.A. en mayo de 2014, el cual tiene una potencia instalada de 2.5 kW, cuenta con 10 paneles *Gintech* de 250 W cada uno, un inversor *Grid-Tie inverter* de 3 kW. El costo del proyecto fue de \$ 4,800 (Lps. 101,446.56). La energía generada con los paneles solares se distribuye en toda la vivienda, el proyecto está conectado a la red eléctrica, produciendo un ahorro en la factura de energía eléctrica de 20 a 25 %.

El área óptima para instalación de paneles no se puede estimar, ya que la cantidad de paneles a instalar no está determinada por el área disponible, sino por las necesidades energéticas y patrón de consumo del usuario, estos datos para la Residencia Peña son privados. A continuación, se muestra el tiempo de recuperación de la inversión del proyecto de la Residencia Peña.

I Tiempo de Recuperación de la Inversión

Datos:

- Precio del kWh en el año 2014 (ENEE, 2014): 2.8 Lps/kWh.
- Precio total del proyecto FV usando promedio de venta de dólar a lempira en el año 2014 (bch, 2019): L101,446.56.
- Generación de energía anual: 4,025 kWh/año.

Ecuación para calcular el tiempo de recuperación de inversión en años (**T**):

$$T = \frac{\text{Precio total del Proyecto FV}}{\text{Generación de energía anual} * \text{Precio del kWh en 2014}} = \frac{101,446.56 \text{ Lps}}{(4,025 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}) \left(2.8 \frac{\text{Lps}}{\text{kWh}}\right)} = 9 \text{ años}$$

IV | TECNOLOGÍA MÁS UTILIZADA EN TEGUCIGALPA

La tecnología que más se utiliza en Tegucigalpa son los paneles policristalinos. Entre las marcas de paneles policristalinos que más se utilizan son: *Jinko Solar* de 250, 255 y 315 W, *Gintech* de 250 y 300 W, además se utiliza el *Yingli* y *Trina Solar*, todos son de origen asiático. En el caso de los inversores, los más utilizados son los *ABB* de 3 a 27.6 kW y también *SMA* de 2 a 34 kW.

V | AHORRO DE CO₂ ACUMULADO

El ahorro de CO₂ acumulado desde que los proyectos empezaron a generar es de 3,691,571.84 toneladas. El dato anterior es un acumulado de 28 de 41 proyectos visitados sin tomar en cuenta los proyectos

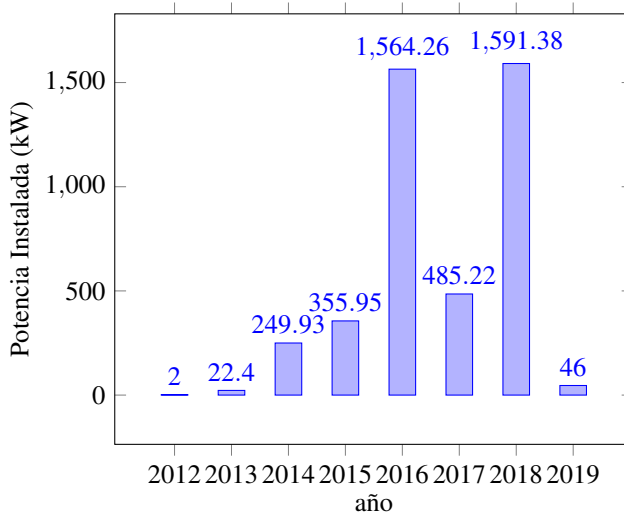


Figura 2: Potencia anual instalada en Tegucigalpa y alrededores.

en el área residencial. Lo que quiere decir que esta cantidad es solo el 53.85 % del total de proyectos investigados en Tegucigalpa y alrededores en área comercial e institucional.

VI | GRÁFICOS DE POTENCIA Y PROYECTOS INSTALADOS POR AÑO

Los gráficos que se muestran a continuación se hicieron con información de 41 proyectos en el área comercial e instituciones, sin incluir datos obtenidos de la parte residencial y de proyectos que están en construcción o en estudio. En la Figura 2 se muestra la evolución de la potencia instalada por año hasta mayo de 2019. En el gráfico de la figura 2 se observa que se tiene mayor potencia instalada en los años 2016 y 2018, esto se debe a dos proyectos de alta potencia instalados en esos dos años que son el proyecto de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (1,000 kWp) y el de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán (1,430 kWp) respectivamente. El gráfico que se muestra en la Figura 3 se observa la cantidad de proyectos instalados por año hasta mayo de 2019, resaltando que cada uno de ellos tiene una potencia instalada diferente. Se muestra que el año con mayor cantidad de proyectos instalados fue el año 2014 con 12 proyectos.

VII | COSTO DE INSTALACIÓN DEL KW EN TEGUCIGALPA

La moneda utilizada por las empresas que instalan proyectos fotovoltaicos en Tegucigalpa es el dólar (\$), en la tabla 2 se muestra el costo de instalar un kW, tanto en dólares (\$) y también en lempiras (Lps) haciendo uso de la tasa de cambio de dólar a Lempira para mayo de 2019 (bch, 2019).

VIII | EVOLUCIÓN DEL KW INSTALADO POR AÑO EN TEGUCIGALPA

La Figura 4 muestra un gráfico de la evolución que ha tenido el costo del kW instalado en proyectos fotovoltaicos en Tegucigalpa.

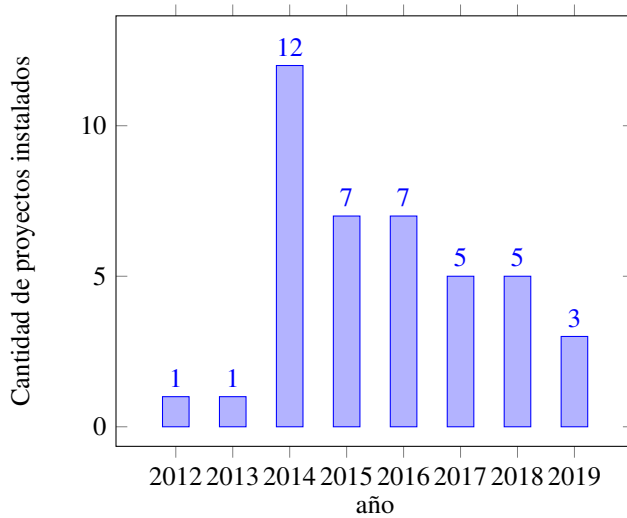


Figura 3: Crecimiento anual de proyectos FV de baja, media y alta potencia.

Empresa	Costo (2019)	
	US\$/kW	Lps/kW
Equinsa Energy	2,100	51,597
Flores & Flores	1,600	39,312
Proteger S.A	1,684	41,389
Solaris	2,100	51,597
Promedio	1,871	45,839.50

Tabla 2: Costos al que se instala el kWp en Tegucigalpa.

El gráfico de la Figura 4 muestra que el costo de instalación en el año 2013 fue de 2,092.33 dólares (51,422.50 lempiras) y para mayo de 2019 de 1,794.66 dólares (44,108.76 lempiras), teniendo una disminución aproximada de 14% y una tendencia anual de disminución de 2%.

IX | PROYECTOS FUTUROS

La tabla 3 muestra los nombres de varias empresas y residencias que están construyendo o haciendo el estudio a futuro para instalar un proyecto fotovoltaico en sus instalaciones.

X | CONCLUSIONES

- La energía solar se ha convertido en estos seis últimos años en una de las opciones factibles en la generación de energía eléctrica en Honduras, dado que es necesario plantearse un cambio en el sistema energético actual para eliminar la gran dependencia que éste tiene de los combustibles fósiles y los problemas ambientales que trae consigo.

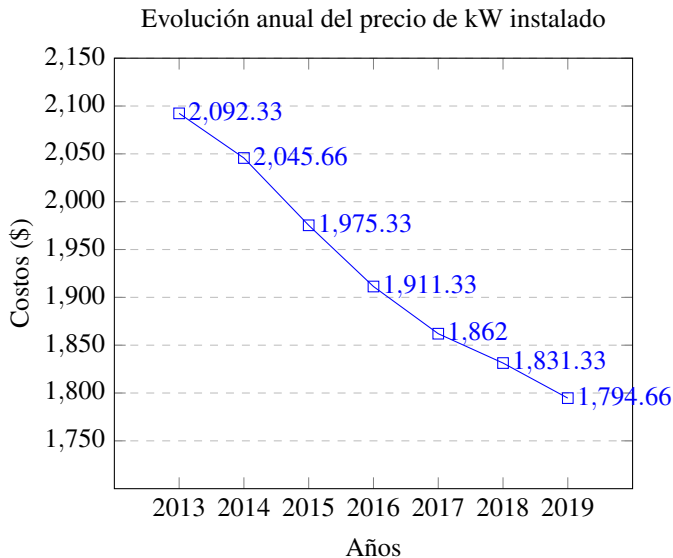


Figura 4: Evolución del precio de kW instalado por año.

- Los datos obtenidos en este informe muestran la instalación de 4.3 MW de potencia fotovoltaica instalada en la ciudad de Tegucigalpa, anticipa que la demanda se mantendrá alcista por el alto costo de la energía eléctrica y debido a esto, hay un fuerte crecimiento en la implementación de las denominadas granjas solares instaladas principalmente sobre techos.
- Con la creación e implementación de un reglamento de regulación se abrirá el esperado camino hacia el desarrollo masivo de la energía solar FV con la que los productores se beneficiarán de la energía solar, por medio de una remuneración por la energía inyectada a la red nacional. Esto es algo que ha ocurrido con mucho éxito en los países desarrollados.
- La combinación de crecimiento y desarrollo de los proyectos fotovoltaicos en el país no solo es un indicador del crecimiento en el consumo energético en el sector comercial y residencial, si no que también debido al alto costo de la energía eléctrica se le da gran importancia a estos proyectos fotovoltaicos, donde para tener un ahorro entre el 30 y 40% en la factura eléctrica en una casa de habitación para una familia de 4 personas se tendría que instalar un proyecto de aproximadamente 5 kWp de potencia lo cual representaría una inversión estimada entre 250 y 300 mil lempiras (10,000 y 12,000 dólares), lo cual es una inversión bastante elevada pero contrarrestada con el aprovechamiento del proyecto solar a lo largo de la vida útil del equipo que se instala en dichos proyectos, se obtiene un ahorro dependiendo de la potencia instalada en el proyecto.

I REFERENCIAS

- bch. (2019). *Precio promedio de venta del dólar en el sistema financiero, serie mensual 2000-2019*. Descargado de <https://www.bch.hn/esteco/ianalisis/proint.pdf>
- elpulso.hn. (2019). *¿por qué la crisis energética en honduras?* Descargado de <https://elpulso.hn/por-que-la-crisis-energetica-en-honduras>
- ENEE. (2014). *Ingreso medio por kwh de energia vendido en el sistema enee 2014 (lps/kwh)*. Descargado de http://enee.hn/Portal_transparencia/2014/mayo/Ventas_mayoTransparencia2104.pdf

No	Nombre del proyecto	Ubicación	Potencia (kWp)	En construcción o futuro
1	Banco Occidente	Boulevard Morazán	25	En construcción
2	Ampliación de proyecto Plaza La Granja	Plaza La Granja	20	Futuro
3	Residencia Miramontes	Residencial Miramontes	6.6	Futuro
4	Residencia El Trapiche	Residencial El Trapiche	6.6	Futuro
5	Residencia Lomas del Guijarro	Residencial Lomas del Guijarro	6.6	Futuro
6	Taller automotriz Roadis	Colonia palmira	5.5	Futuro
7	Seminario mayor nuestra señora de Suyapa	En los alrededores de la represa Los Laureles	No proporcionado	En construcción
8	Ferretería la mundial	Aeropuerto Toncotín	No proporcionado	En construcción
9	Maquila	residencial Honduras	No proporcionado	En construcción
10	COACEHL	Boulevard Suyapa	No proporcionado	Futuro
11	Ampliación de los proyectos supermercados la colonia	No proporcionado	No proporcionado	Futuro
12	Ampliación del proyecto veterinaria Happy Pets	Boulevard Morazán	No proporcionado	Futuro
13	Granja Avícola	Cedros	No proporcionado	Futuro

Tabla 3: Proyectos futuros o en construcción.

enee.hn. (2019a). *Boletín estadístico 2019*. Descargado de <http://www.enee.hn/planificacion/2019/Junio/Boletin%20Estadistico%20Abril%202019.pdf>

enee.hn. (2019b). *Generación de energía limpia desplaza a la térmica*. Descargado de <http://www.enee.hn/index.php/noticias/noticias/156-periodistas/1290-generacion-de-energia-limpia-desplaza-a-la-termica>

Gaceta, L. (2019a). *Ley de promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables*. Descargado de <http://www.poderjudicial.gob.hn/CEDIJ/Documents/Reformar%20art.2%20Ley%20de%20Promocion%20a%20Gen.Energia%20Electrica%20con%20Rec.%20Renovables.pdf>

Gaceta, L. (2019b). *Ley general de la industria eléctrica honduras decreto 404-2014*. Descargado de <http://www.enee.hn/noticias/Ley%20General%20de%20la%20Industria%20Electrica%20Honduras%20-%20Decreto%20404-2014.pdf>

Ortega, V. A. (2019). *Mapeo de la radiación solar total incidente sobre un plano horizontal en honduras utilizando datos registrados de 16 estaciones radiométricas del centro de estudios atmosféricos, oceanográficos y sísmicos (cenaos) (•)*.