



Estimación de factores de capacidad de algunos proyectos fotovoltaicos ubicados en diferentes regiones geográficas de Honduras

Estimation of capacity factors of some photovoltaic projects in different regions geography of Honduras.

N. DERAS¹, M. SEVILLA², H. ÁLVAREZ³

Recibido: 12 de marzo de 2024/ Aceptado: 25 de agosto de 2024

¹Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
nathalye.deras@unah.hn

²Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
manuelsevilla@unah.hn

³Departamento de Física de la Tierra.
herson.tabora@unah.edu.hn

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta una investigación sobre la estimación de los factores de capacidad de diversas plantas fotovoltaicas ubicadas en diferentes regiones geográficas del país (sur, centro y noroccidente); dicho factor depende de variables meteorológicas, así como la cantidad de irradiancia que se puede percibir en la zona donde este ubicada la instalación fotovoltaica. A través de una recopilación de datos de dominio público de los boletines energéticos de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) comprendida entre los años 2015 al 2021 con respecto a producción y capacidad instalada, se pudo realizar una estimación de los factores de capacidad para los diferentes años de interés, de igual manera mediante la colaboración de empresas privadas se hizo una recopilación de datos de instalaciones fotovoltaicas que hacen uso de este recurso energético para autoconsumo.

Así de esta forma abarcando diversos proyectos en las tres regiones de interés podemos tener una idea de la fluctuación que se puede presentar en el factor de capacidad dependiendo de las ubicaciones geográficas estudiadas.

ABSTRACT

In the research shown below, an estimation for the capacity factor is offered for photovoltaic projects located in diverse regions in Honduras (northwest, center and south). Said capacity factor depends on different meteorological variables, but it also relies on the irradiance the area in which the photovoltaic project is located. By means of data gathered of public domain in the Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) in between the years 2015 through 2021 regarding energy generated and available power of each photovoltaic project, we were able to estimate the capacity factor for each of the years in the study. Additionally, we were able to gather data of private companies that also take advantage of the photovoltaic resource available in the country for self use.

This way, taking the diverse projects in the 3 different regions of interest, we can have an idea of the fluctuation that can be presented in the capacity factor depending on the geographic zone studied.

* Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial 4.0 Internacional (cc) (i) (nc)

* This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. (cc) (i) (nc)

PALABRAS CLAVES

Energía solar fotovoltaica, factor de capacidad, irradiación global horizontal (GHI), radiación solar, fotovoltaico (FV)

KEYWORDS

Photovoltaic solar energy, capacity factor, global horizontal irradiance (GHI), solar radiation, photovoltaic (PV)

I | INTRODUCCIÓN

Los proyectos fotovoltaicos tienden a ser una alternativa para la generación de energía limpia, una gran cantidad de países opta por implementar este tipo de proyectos para suministrar energía eléctrica a diferentes urbanizaciones o para el caso industrial generar energía de autoconsumo para amortizar el gasto energético de las mismas. Uno de los parámetros a tomar en cuenta en cualquier tipo de instalación energética es el factor de capacidad (FC), el cual se relaciona con la capacidad instalada que posea la planta energética y la producción que esta pueda generar en un periodo de tiempo establecido, ya sea de forma mensual o anual.

El factor de capacidad de los proyectos fotovoltaicos varía dependiendo de algunas variables, como ser las condiciones meteorológicas, la cantidad de irradiancia, mantenimiento de los paneles FV e interrupciones forzadas en la producción energética. El enfoque en el que se basa el presente trabajo es en las condiciones meteorológicas y cantidad de irradiancia; para esto se recopilaron datos de producción, capacidad instalada, variables climatológicas históricas en el territorio hondureño e información sobre las fluctuaciones de irradiancia en un periodo de 3 años (2019-2021). Todo esto para dar un análisis sobre la región que presenta un mayor factor de capacidad, la región que posee mejores condiciones para aprovechar el recurso solar y a que se debe la variabilidad de este según la ubicación geográfica (sur, centro y noroccidente).

II | RESEÑA HISTÓRICA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN HONDURAS

Es evidente el crecimiento de las energías renovables en Honduras, la atención sobre las energías renovables se debe parcialmente a las políticas que el gobierno de la república de Honduras ha implementado, con el objetivo que la matriz energética del país dependa predominantemente de las energías renovables. La introducción de las energías renovables en Honduras según (Cerna, 2019) son las siguientes:

- Protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas, Kioto en 1997.
- Estrategia Energética Sustentable Centroamérica 2020 – CEPAL.
- La variabilidad de los precios del crudo en el mercado internacional.
- Ley de incentivos a la generación de energía eléctrica con recursos renovables en Honduras decreto 70-2007.
- Plan de nación y visión de país.
Objetivo 3, meta 3: elevar al 80% la tasa de participación de energía renovable en la matriz de

generación eléctrica del país, para el año 2038.

La línea de tiempo del marco regulatorio con incentivos para proyectos de energías renovables en Honduras es como sigue:

■ **Ley marco del subsector eléctrico nro. 158-94**

Las consideraciones principales que se toman para la fundamentación de esta ley relacionado con la generación y distribución de energía eléctrica, es lograr la meta de la regulación de actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica por parte de las empresas pertenecientes al gobierno, así como empresas públicas, privadas o mixtas que estén afiliadas a la generación de energía eléctrica dentro del territorio nacional. La Gaceta (1994)

■ **Reglamento de la ley marco del subsector eléctrico, acuerdo ejecutivo nro. 934-97**

Para que una empresa pública, privada o mixta, pueda vender su producción de energía a la ENEE, deberá de cumplir con las necesidades de haber terminado el proyecto de generación que este regulado en el contrato de conformidad establecido en el artículo 12 del decreto No. 158-94. La Gaceta (1999)

■ **Ley de energía renovable, decreto nro. 85-98**

Esta ley declara de utilidad pública el desarrollo y generación de energía por fuentes renovables, que provengan de fuentes hidráulicas, geotérmicas, solares, biomasa, alcohol, y otros residuos que sea de origen natural y sostenible, indica el interés del aprovechamiento del territorio del país utilizando las fuentes de sus recursos naturales, asimismo, prioriza la promoción de proyectos energéticos que utilicen productos o servicios de recursos renovables. La Gaceta (1998)

■ **Ley de Promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables, decreto nro. 70-2007.**

Los objetivos consisten en disminuir la dependencia de combustibles importados pues existió un alza en los costos de energía comprada por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, además de crear fuentes de trabajo en el sector rural durante la instalación de dichos proyectos, así como aumentar la eficiencia del sistema de interconectado nacional. La Gaceta (2007)

■ **Reforma al decreto nro. 70-2007, decreto nro. 138-2013, ley general de la industria eléctrica (LGIE), decreto nro. 404-2013.**

La reforma mantiene como un punto clave que las empresas privadas o mixtas generadoras de energía renovable en forma sostenible, vendan la energía y servicios eléctricos mediante varias opciones. La Gaceta (2013)

III | DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS

Para efectos del estudio, se tomaron en consideración 15 proyectos (5 proyectos por región, esto debido a que la región sur, centro y noroccidental son las zonas donde mayormente se concentran los proyectos FV), de un total de 28 proyectos estudiados para estimar el factor de capacidad en cada una de las regiones de interés.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los parámetros estudiados en cada uno de los proyectos.

Región Sur		
Proyecto	Capacidad Instalada (MW)	Generación anual promedio (MWh)
COHESSA	50.00	10,278.56
SOPOSA	50.00	10,281.69
Marcovia	35.00	6,781.00
MECER	25.00	4,924.07
Helios	25.00	5,118.13
Región Noroccidente		
Proyecto	Capacidad Instalada (MW)	Generación anual promedio (MWh)
Los Pollitos	20.00	2,534.6
Molino Harinero Sula	2.114	183.0
Supermercado en SPS	0.619	51.4
USAP	0.602	38.17
Centro de entretenimiento en SPS	0.037	4.52
Región Centro		
Proyecto	Capacidad Instalada (MW)	Generación anual promedio (MWh)
Proyecto en Comayagua	10.00	625.05
UPNFM	1.40	155.3
Zamorano	0.926	121.7
Supermercado en Comayagüela	0.694	69.9
Supermercado en Tegucigalpa	0.602	65.6

Tabla 1: Comparación de capacidad instalada y producción anual promedio para las diferentes instalaciones fotovoltaicas. La tabla está dividida en tres grupos de cinco instalaciones por región geográfica, primero tenemos a la región sur, seguido por la región noroccidente y por último, tenemos a la región centro. Fuentes: tabla de elaboración propia con información compartida por empresas privadas y boletines informativos de la ENEE (2022).

Cabe aclarar que los proyectos estudiados que están ubicados en la región sur del país (departamento de Choluteca y departamento de Nacaome) se dedican exclusivamente a la generación y venta de energía eléctrica, en la región centro y noroccidente los proyectos son mayormente de autoconsumo (la energía eléctrica producida por los paneles FV es consumida por la empresa) exceptuando el proyecto la de Los Pollitos, esta al igual que los proyectos ubicados en la región sur, se dedica a la producción y venta de energía eléctrica.

IV | VARIABLES METEOROLÓGICAS Y RADIACIÓN SOLAR

1 | Condiciones meteorológicas

Como todos los países que se encuentran ubicados cerca del ecuador, Honduras cuenta con características de clima tropical, sin embargo, dado el tipo de orografía que posee y los diferentes fenómenos tropicales que se pueden presentar en el territorio nacional, como ser ondas y ciclones, se terminan generando climas regionales, estos pueden variar desde climas tropicales secos hasta climas tropicales húmedos.

Las condiciones destacables para cada locación están detalladas y resumidas en las siguientes gráficas:

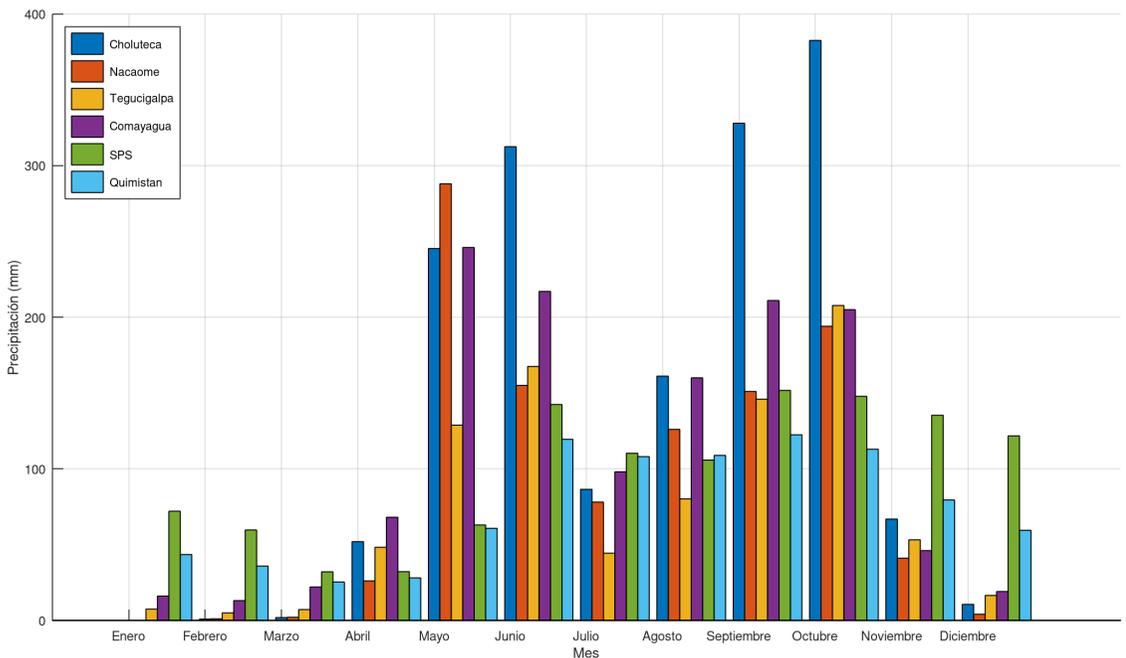


Figura 1: Precipitaciones mensuales promedio del 2015 al 2021 de cada locación estudiada. Este gráfico plasma el promedio de precipitaciones que se presentan en las diferentes regiones, más específicamente las áreas departamentales donde se ubican los diferentes proyectos FV estudiados. Fuentes: gráfico de elaboración propia con datos recopilados de WeatherAtlas (s.f.) y COPECO (s.f.).

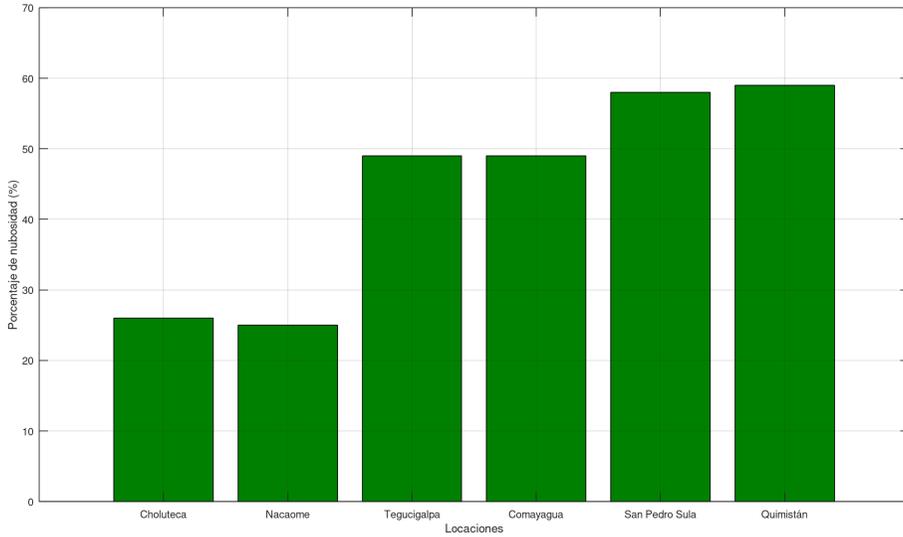


Figura 2: Nubosidad media histórica para cada locación estudiada. Este gráfico plasma el porcentaje de nubosidad media que se presentan en las diferentes regiones, más específicamente las áreas departamentales donde se ubican los diferentes proyectos FV estudiados. Fuente: gráfico de elaboración propia con datos recopilados de WeatherAtlas (s.f.).

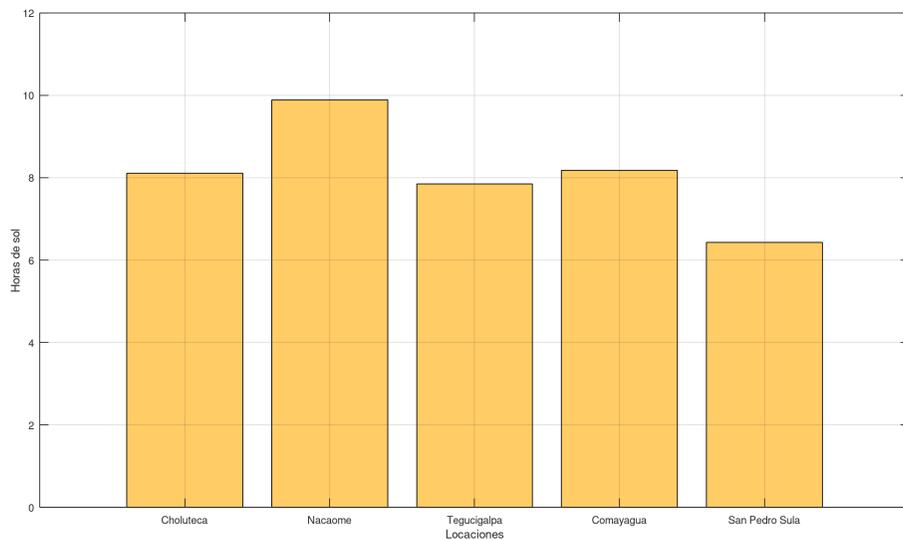


Figura 3: Horas de sol promedio históricas para cada locación estudiada. Este gráfico plasma las horas de sol media con las que cuentan en las diferentes regiones departamentales donde se ubican los diferentes proyectos FV estudiados. Fuente: gráfico de elaboración propia con datos recopilados de WeatherAtlas (s.f.).

Hay que destacar que en el territorio hondureño se presentan dos de los fenómenos meteorológicos más

conocidos dentro de esta zona geográfica, los cuales son el fenómeno de La Niña y el fenómeno El Niño.

1.1 | El Niño Oscilación del sur (ENOS)

Este fenómeno se encarga de generar temporadas de sequías, logrando disminuir las cantidades de lluvia que se presentan en condiciones normales dentro de la región de Centroamérica. Este fenómeno se presenta de forma periódica entre 4 y 7 años, y muestra una duración entre 12 y 18 meses.

1.2 | La Niña

La Niña está asociada a condiciones del tiempo de manera extrema opuestas a las presentadas durante el fenómeno del Niño. Una característica de este fenómeno es que cuando se da su ocurrencia, aumenta el número de huracanes en la cuenca del Atlántico. Esta característica termina favoreciendo a que en esta región se presenten condiciones húmedas y frías.

La ocurrencia de estos dos fenómenos afecta las variables meteorológicas presentadas en el país, y un claro ejemplo de esto ocurrió en el año 2020. Según los datos recopilados por CIIFEN (2015-2021), en el periodo de noviembre a diciembre se desarrolló el fenómeno de La Niña, por consecuencia el desarrollo de dos huracanes (Eta e Iota) que afectaron al territorio nacional, el suceso de estos se ve reflejado en el GHI percibido para esta etapa final del año y se puede apreciar de mejor manera en la Figura 9 que muestra un gráfico del GHI de 2019 a 2021.

2 | Radiación solar

La radiación solar juega un rol importante en la producción de energía eléctrica para las plantas fotovoltaicas, siendo más específico la irradiancia (o irradiación) es la que nos indica que tan aprovechable es el recurso solar en una zona en específico.

Según Duffie (2013) puede haber diferentes definiciones para dicha radiación como ser:

- **Haz de Radiación:** esta es la radiación solar recibida directamente por el sol sin llegar a ser dispersada por la atmósfera.
- **Radiación Difusa:** esta es la radiación solar recibida por el sol luego de que esta haya sido dispersada por la atmósfera.
- **Radiación Solar Total:** esta es la suma del haz de radiación y la radiación difusa que se da en una superficie, a esta también se le llega a conocer como radiación global.

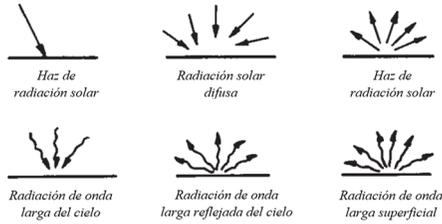
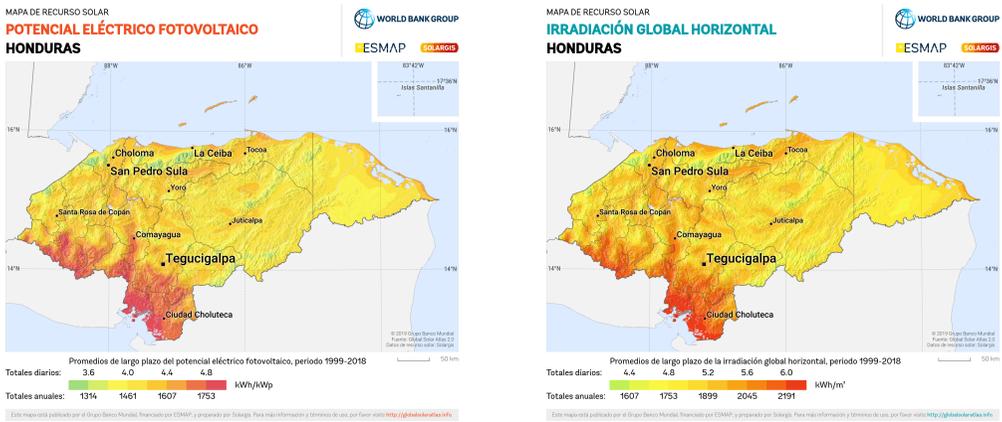


Figura 4: Flujos de energía radiante de importancia en los procesos termosolares. La radiación de onda corta se representa por la línea recta. La radiación de onda larga se representa por la línea ondulada. Ilustración extraída de Duffie (2013)

Para el territorio de Honduras se muestra el potencial eléctrico fotovoltaico que posee el país y la cantidad de irradiación global horizontal promedio que se percibe.



(a) Potencial eléctrico fotovoltaico del territorio hondureño. (b) Irradiación global horizontal (GHI) percibida en el territorio hondureño.

Figura 5: Potencial eléctrico fotovoltaico e irradiación global horizontal presente en el territorio nacional. Fuente: mapa extraído de Solargis (2022)

Como se observa en la Figura 5a, el mayor potencial eléctrico fotovoltaico se encuentra presente en la región sur del país, siendo más específico en los departamentos de Choluteca y Valle, así como en la parte sur del departamento de Francisco Morazán y ciertas zonas de La Paz, Intibucá y Lempira. Aun así, el recurso solar se puede aprovechar en gran parte del país, y lo podemos ver en ciudades como Tegucigalpa y San Pedro Sula.

A continuación, se presentan los valores del GHI anual promedio durante los años 2019, 2020 y 2021, de las diferentes locaciones estudiadas ubicadas en las regiones del sur, centro y noroccidental del país.

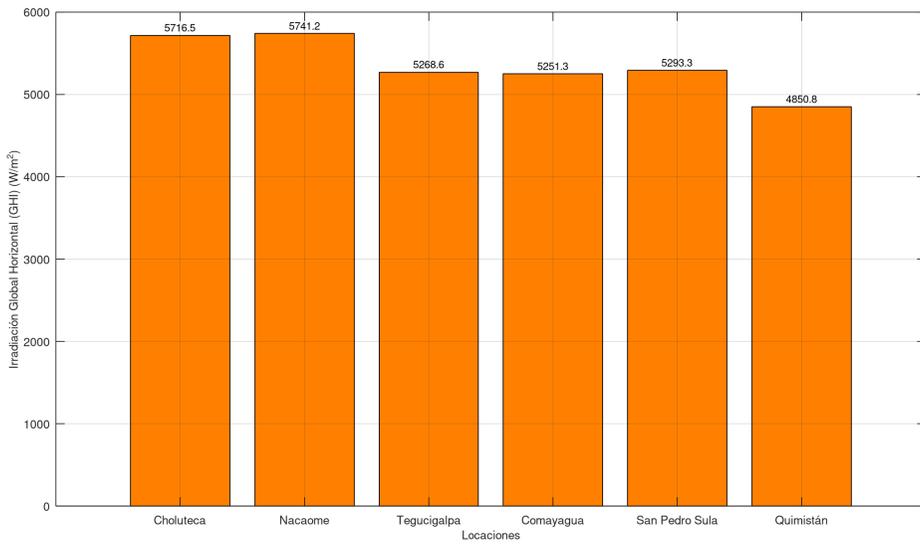


Figura 6: Comparación del GHI anual promedio para las diferentes ciudades en la zona sur, centro y noroccidente del país durante el año 2019. **Fuente:** gráfico de elaboración propia con datos otorgados por Solcast (2022).

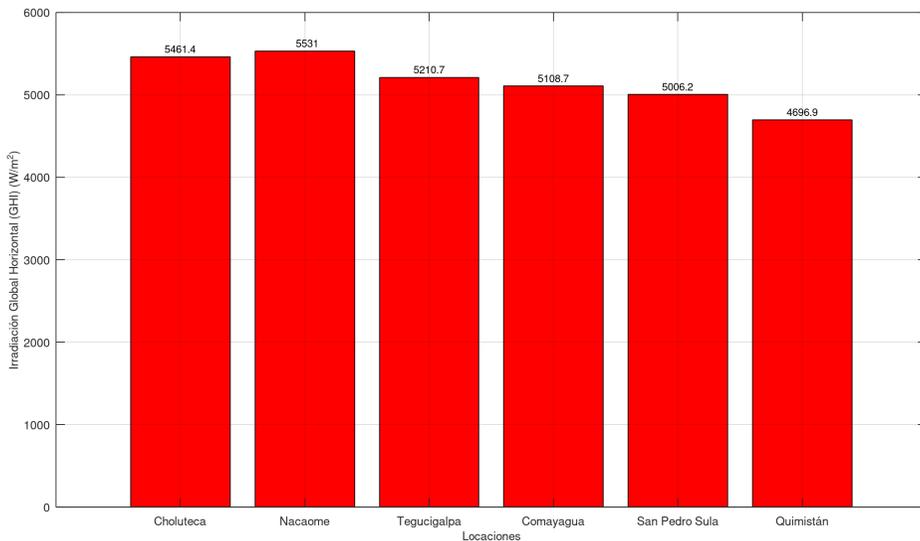


Figura 7: Comparación del GHI anual promedio para las diferentes ciudades en la zona sur, centro y noroccidente del país durante el año 2020. **Fuente:** gráfico de elaboración propia con datos otorgados por Solcast (2022).

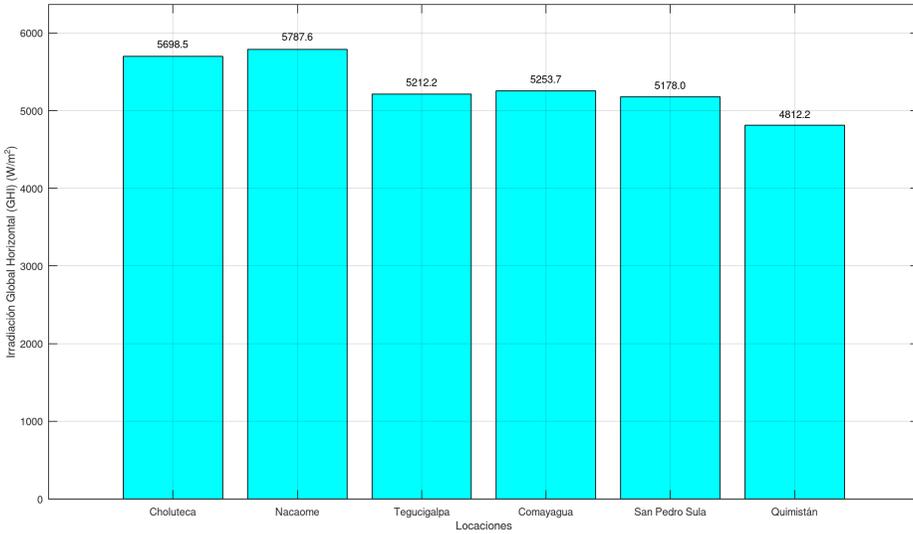


Figura 8: Comparación del GHI anual promedio para las diferentes ciudades en la zona sur, centro y noroccidente del país durante el año 2021. Fuente: gráfico de elaboración propia con datos otorgados por Solcast (2022).

V | FACTORES DE CAPACIDAD POR REGIÓN

Recordar que el factor de capacidad se relaciona con la capacidad instalada de la planta de generación energética y la producción que esta pueda tener en un periodo de tiempo específico. Dicho factor de capacidad es calculado mediante la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{P_g}{P_{gmax}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Donde:

- P_g es la producción generada por la planta en un periodo de tiempo específico.
- P_{gmax} es la producción generada por la planta a máxima potencia en un periodo de tiempo específico (esto sería equivalente a decir que la planta trabaja 24/7 en un periodo de tiempo establecido).

El valor de P_{gmax} puede ser calculado como.

$$P_{gmax} = CI \cdot HF \quad (2)$$

Donde:

- CI es la capacidad instalada de la planta de generación energética.
- HF son las horas de funcionamiento sin parar de la planta de generación energética.

A continuación, se muestra una tabla resumen en la cual se comparan los factores de capacidad promedio anuales para cada uno de los proyectos estudiados en cada región.

Región Sur		Región Noroccidente		Región Centro	
Proyecto	FC	Proyecto	FC	Proyecto	FC
COHESSA	27.63 %	Los Pollitos	17.50 %	Proyecto en Comayagua	8.36 %
SOPOSA	28.17 %	Molino Harinero Sula	15.43 %	UPNFM	15.21 %
Marcovia	26.55 %	Supermercado en SPS	14.96 %	Zamorano	18.63 %
MECER	26.98 %	USAP	15.95 %	Supermercado en Comayagua	13.94 %
Helios	28.04 %	Centro de Entretenimiento en SPS	16.60 %	Supermercado en Tegucigalpa	15.08 %

Tabla 2: Comparación de factores de capacidad promedio anuales para las diferentes instalaciones fotovoltaicas. La tabla está dividida en tres grupos de cinco instalaciones por región geográfica, primero tenemos a la región sur, seguido por la región noroccidente y por último, tenemos a la región centro. Se evidencia que el factor de capacidad en Honduras es mucho mayor para la región sur del país si se compara con la región centro y noroccidente. **Fuentes:** tabla y cálculos de elaboración propia con información compartida por empresas privadas y boletines informativos de ENEE (2022)

Región	Factor de capacidad promedio
Zona noroccidente	16.09 %
Zona centro	14.24 %
Zona sur	27.47 %
Estimacion promedio general en Honduras	19.27 %

Tabla 3: Tabla comparativa del factor de capacidad promedio en las regiones noroccidente, centro y sur, de los proyectos estudiados en el presente trabajo junto con la respectiva estimación promedio general de Honduras. **Fuentes:** tabla y cálculos de elaboración propia con información compartida por empresas privadas y boletines estadísticos de la ENEE.

VI | ANÁLISIS DE RESULTADOS

- El máximo factor de capacidad encontrado fue en la zona sur del país, más específicamente en el proyecto Helios, ubicado en el departamento de Choluteca. Durante el año 2019, alcanzó un factor de capacidad del 30 %, y en promedio opera en un factor de capacidad anual del 28.04 % (esto se puede observar en la Tabla 3). Helios empezó a funcionar a partir de mayo del 2017, con una capacidad instalada de 25 MW.
- El recurso solar termina siendo de mayor aprovechamiento en la zona sur del país, en general los departamentos como Choluteca y Valle son lo que mayor cantidad de W/m^2 perciben durante el año, es decir, los valores del GHI en estos departamentos tienden a ser mayores que en la zona centro y norte. También se debe de tomar en cuenta que las variables meteorológicas afectan la cantidad de GHI que se lleguen a medir (Figura 1, Figura 2, Figura 3). A continuación, en el gráfico se presenta una comparación respecto al GHI de manera anual que se registró durante el periodo de 2019 a 2021, para las diferentes ciudades ubicadas en la zona sur, centro y noroccidente del país.

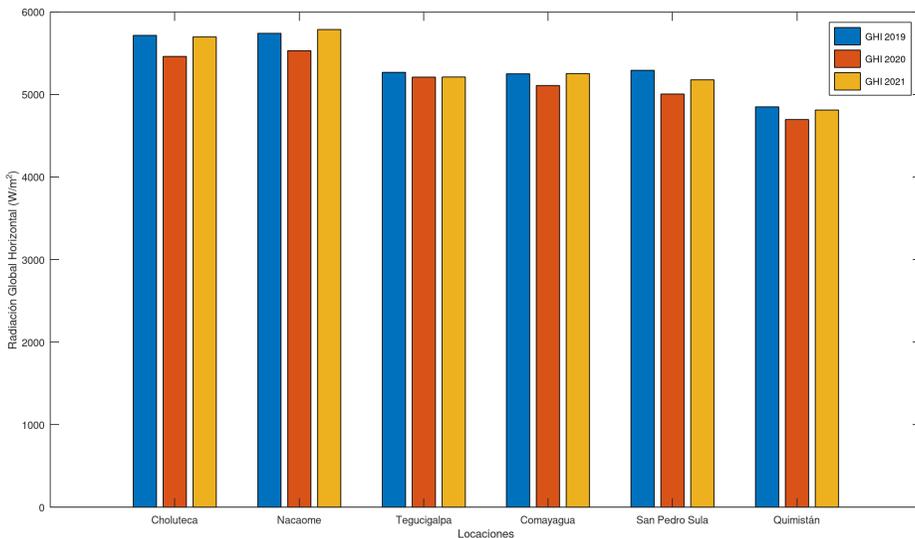


Figura 9: Irradiación global horizontal (GHI) anual promedio registrada durante 2019 hasta 2021. **Fuente:** gráfico de elaboración propia con datos otorgados por Solcast (2022).

- El factor de capacidad en la zona centro del país es comparativamente menor al factor de capacidad que se presenta en la zona noroccidental y sur (Tabla 3). Esto se debe a que en esta región del país se presenta un alto porcentaje de precipitaciones (Figura 1) y un considerable porcentaje de nubosidad (Figura 2) que termina afectando la producción de energía FV en los proyectos estudiados.
- El factor de capacidad varía considerablemente, pero se correlaciona directamente con el GHI. En la medida que este crece o disminuye, también lo hará el factor de capacidad, y como el GHI varía de acuerdo con la ubicación, hemos dividido las regiones de interés a ser estudiadas, presentadas en las siguientes comparaciones para el año 2021.

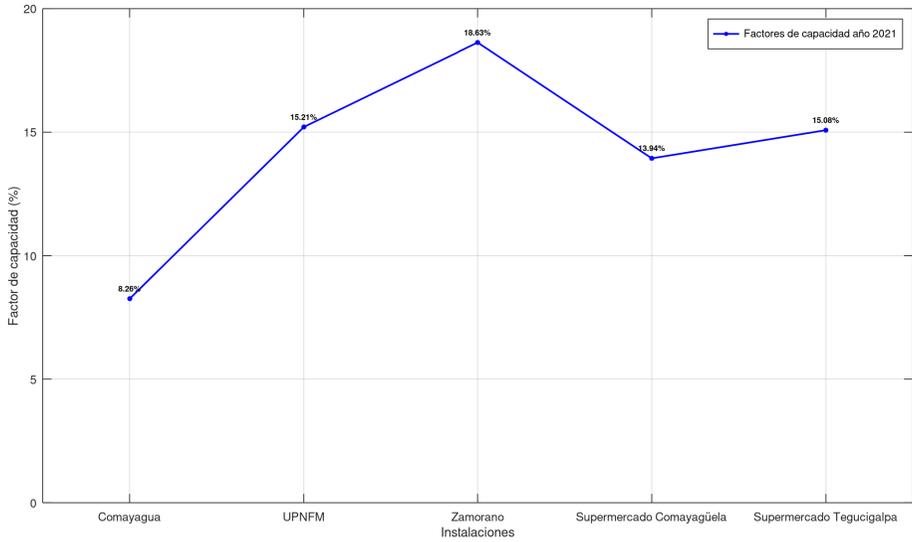


Figura 10: Comparación de factores de capacidad en diferentes proyectos ubicados en la zona centro durante el año 2021. Fuente: gráfico de elaboración propia con información compartida por empresas privadas.

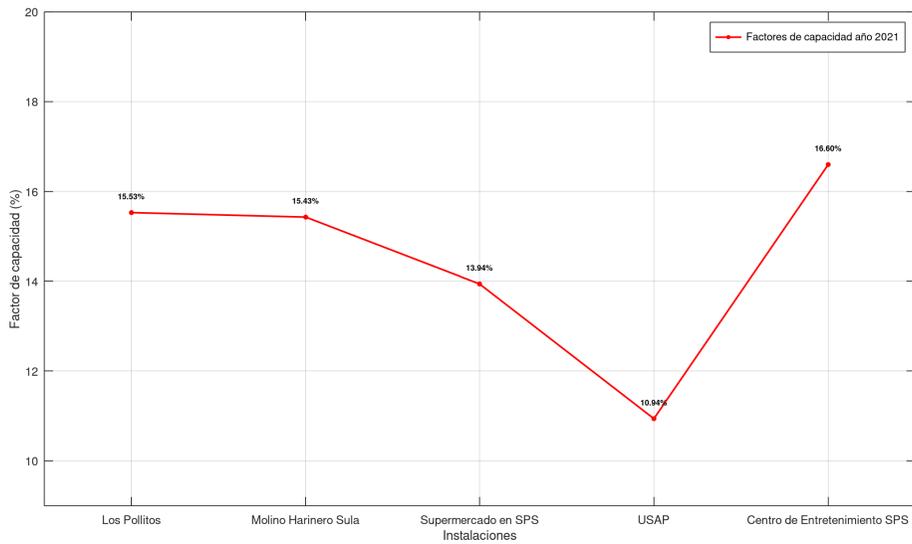


Figura 11: Comparación de factores de capacidad en diferentes proyectos de la zona noroccidente en el año 2021. Fuente: gráfico de elaboración propia con información compartida por empresas privadas y boletines informativos de ENEE (2022).

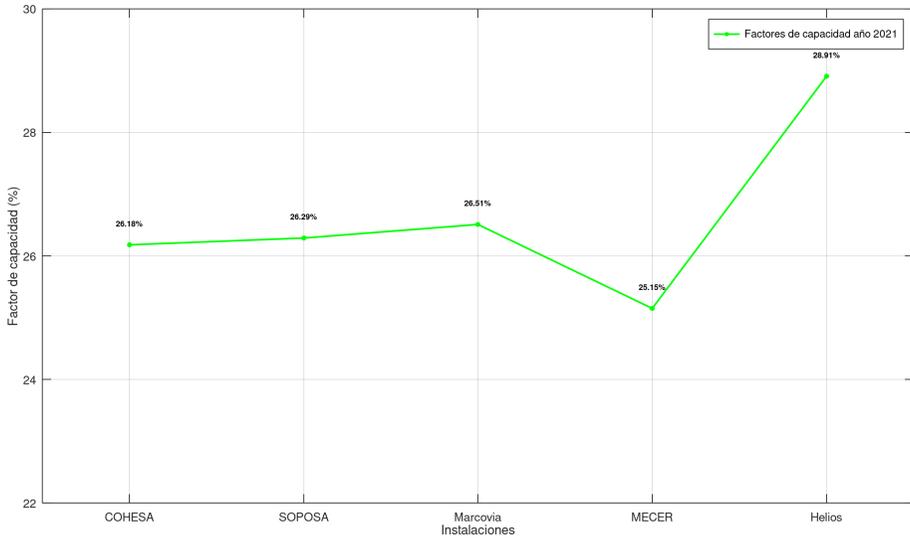


Figura 12: Comparación de factores de capacidad en diferentes proyectos ubicados en la zona sur durante el año 2019. Fuente: gráfico de elaboración propia con información de los boletines informativos de la ENEE (2022).

VII | CONCLUSIONES

1. Para estimar los factores de capacidad de todos los proyectos estudiados, se recopilieron datos de generación de energía, así como la capacidad instalada (o nominal) de dichos proyectos, encontrando un mayor factor de capacidad en la zona sur, lo cual es atribuible a las condiciones que en dicha zona se encuentran, especialmente la cantidad de radiación solar que se puede encontrar en la zona sur y la falta de humedad (agregar precipitación), en comparación con la zona centro, y la zona noroccidente. Comparativamente, en la zona sur encontramos el factor de capacidad más alto con un 22.50%, seguido por la zona noroccidente, que tiene un factor de capacidad del 16.09%, y finalmente tenemos en la zona centro, el factor de capacidad más bajo de las regiones estudiadas, con un 15.05%, lo cual se evidencia en la Tabla 3, donde se muestra un resumen de los factores de capacidad por región en Honduras. Es válido entonces, afirmar que la zona sur tiene el mejor factor de capacidad en el país.
2. Al analizar las condiciones meteorológicas que se presentaron en las diferentes regiones del país, se estimó que la zona sur es óptima en cuanto al aprovechamiento del recurso solar, debido a que cuenta con características meteorológicas que favorecen a los proyectos fotovoltaicos, como ser una mayor cantidad de horas de sol al día en comparación a la zona centro y norte del país (9 horas de sol para la zona sur, 8.1 horas de sol para la zona centro y aproximadamente 6.4 horas de sol para la zona norte); un menor porcentaje de nubosidad presente en la zona sur, siendo del 26%, un 11% menor que la zona centro y 33% menor que en la zona norte del país.
3. El GHI (Global Horizontal Irradiance) que se presenta para la zona sur del país es el más favorable para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos, ya que luego de realizar un análisis sobre las fluctuaciones de este durante el periodo de 2019 a 2021, se observó que la región sur posee un GHI promedio anual de 5656.5 W/m^2 (esto para la Ciudad de Choluteca y Nacaome) siendo un 7.75% mayor que el presentado para la zona centro (Tegucigalpa y Ciudad de Comayagua) y 12.08% mayor que el

presentado en la zona norte (San Pedro Sula y Quimistán). Esta es otra de las razones por las cuales se opta por la zona sur para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos de mayor escala.

4. El factor de capacidad es, finalmente, una cantidad adimensional que funciona como una medida de eficiencia de un determinado proyecto fotovoltaico, este depende directamente de la cantidad de energía generada y de cuanta energía dicho proyecto generaría si funcionase en máxima capacidad en todo momento, a pesar de esto, algo observado a lo largo del estudio, es que, un proyecto con cantidades muy altas de generación de energía, no necesariamente será el que tenga el mayor factor de capacidad, lo cual se demuestra en los proyectos del sur, puesto que los proyectos con las cantidades más altas de energía generada del 2015 al 2021, COHESA y SOPOSA, no tienen el mayor factor de capacidad durante los años 2018 al 2021, pues este pertenecía a HELIOS, el cual cuenta con un factor de capacidad promedio del 28.04 % (Tabla 3), por lo que es válido aseverar que el factor de capacidad tiene muchos otros factores de dependencia, como las condiciones meteorológicas (radiación solar, nubosidad y precipitación) en la ubicación geográfica de determinado proyecto, o el tipo de tecnología utilizada en los paneles.

I REFERENCIAS

- Cerna, A. S. (2019, Julio). *Energías renovables en honduras*.
- CIIFEN. (2015-2021). *El niño/la niña en américa latina* (Inf. Téc.). Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (Información recopilada mensualmente durante todo un año sobre las condiciones de ocurrencia del fenómeno de El Niño/La Niña.)
- COPECO, S. M. N. H. (s.f.). *Datos diarios de precipitación total y temperaturas en choluteca y tegucigalpa 2015-2021*.
- Duffie, W. A., John A.; Beckman. (2013). *Solar engineering of thermal processes* (Fourth ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley Sons, Inc.
- ENEE. (2022). Descargado de <http://www.enee.hn/index.php/planificacionicono/182-boletines-estadisticos>
- La Gaceta, D. O. d. l. R. d. H. (1994, 26). *Ley marco del subsector eléctrico, decreto no 158-94*. Diario.
- La Gaceta, D. O. d. l. R. d. H. (1998, 29). *Ley de energía renovable*. Diario.
- La Gaceta, D. O. d. l. R. d. H. (1999, 12). *Reglamento de la ley marco del subsector eléctrico, decreto no 934-97*. Diario.
- La Gaceta, D. O. d. l. R. d. H. (2007, 2). *Ley de promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables*. Diario.
- La Gaceta, D. O. d. l. R. d. H. (2013, 1). *Reforma al artículo 2 y sus numerales 1), 2), 3) y 5) del decreto 70-2007 contentivo de la ley de promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables*. Diario.
- Solargis. (2022). *Mapas de recursos solares de world*. Descargado de <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/world>
- Solcast. (2022). Descargado de <https://solcast.com/>
- WeatherAtlas. (s.f.). *Weather forecast for honduras*. Descargado de <https://www.weather-atlas.com/en/honduras>