

**CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO  
CEUTEC**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CENTRALES PRODUCTORAS DE  
ENERGÍA RENOVABLE PARA SATISFACER LA DEMANDA  
ENERGÉTICA DEL PAÍS**

**SUSTENTADO POR  
BRAYAN JOSUE LOPEZ PINEDA, 31911401**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN NOMBRE  
DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**

**TEGUCIGALPA, HONDURAS, C.A.**

**2 DE JULIO, 2023**

**CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO  
CEUTEC**

**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**DECANA DE CEUTEC**

**DINA ELIZABETH VENTURA DÍAZ**

**SUBDIRECTORA ACADÉMICA CEUTEC**

**IRIS GABRIELA GONZALES ORTEGA**

**TEGUCIGALPA, HONDURAS, C.A.**

**2 DE JULIO DE 2023**

**ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CENTRALES PRODUCTORAS DE  
ENERGÍA RENOVABLE PARA SATISFACER LA DEMANDA  
ENERGÉTICA DEL PAÍS**

**TRABAJO PRESENTADO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS  
EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**

**ASESOR:**

**ROGER DANIEL PONCE RODRIGUEZ**

**TERNA EXAMINADORA:**

**ELMER HERNAN CRUZ AVILA**

**KEVIN ALEXANDER RICO**

**TEGUCIGALPA, HONDURAS, C.A.**

**JULIO, 2023**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de graduación es un fruto de mi esfuerzo y perseverancia. Lo dedico principalmente a Dios y a mis padres que me apoyaron a lo largo de mi carrera, ellos son mi fuente de apoyo constante e incondicional en mi vida. También se lo dedico a Daysi Pineda (QDDG) por ser una abuela para mí y sentirse tan orgullosa de lo que estaba logrando en mi vida académica.

**Brayan Josué López Pineda**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi querida Darling Castellanos, por todo el amor, apoyo y motivación a lo largo de toda mi carrera universitaria, por apoyarme en los momentos difíciles y siempre estar conmigo desde el principio, ha sido la que ha celebrado cada pequeño triunfo que he tenido, siempre animándome y apoyándome en cada momento.

**Brayan Josué López Pineda**

## RESUMEN

La presente investigación está orientada a realizar un análisis de las fuentes de energía renovable en Honduras, centrándonos únicamente en la energía hidroeléctrica, solar y eólica.

Las energías renovables han adquirido una creciente importancia en el contexto mundial debido a su potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y asegurar un suministro energético sostenible. En este trabajo, se realiza un análisis de la capacidad de las empresas hondureñas de energía renovable para satisfacer la demanda energética del país y se evalúan posibles soluciones para aumentar su eficiencia.

Se destaca el crecimiento económico y poblacional de Honduras como factores que han impulsado la demanda de energía en el país. En respuesta a esta situación, es fundamental examinar la capacidad de las empresas hondureñas dedicadas a la generación de energía renovable, identificando sus fortalezas y limitaciones.

Se propone una evaluación exhaustiva de la capacidad actual de las empresas de energía renovable en Honduras para satisfacer la creciente demanda energética del país. Además, se sugiere la adopción de tecnologías más avanzadas, la implementación de políticas y regulaciones favorables, y la promoción de inversiones en el sector como posibles soluciones para mejorar la eficiencia de estas empresas.

El objetivo final es promover el desarrollo sostenible de Honduras, garantizando un suministro energético confiable y limpio. Este estudio busca brindar recomendaciones concretas para impulsar el uso de energías renovables en el país, contribuyendo así a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y al cuidado del medio ambiente.

En Honduras, existen varios desafíos y limitaciones que obstaculizan la implementación de energías renovables en el país. Por ejemplo, la ausencia de marcos regulatorios claros y estables puede dificultar el progreso y la inversión en proyectos de energía limpia. Además, la carencia de políticas sólidas y coherentes puede generar incertidumbre y desalentar a los posibles inversionistas. Asimismo, la falta de infraestructura adecuada, incluyendo redes de transmisión y distribución, puede dificultar la integración y conexión de las fuentes de energía renovable a la red eléctrica actual.

## ABSTRACT

The present investigation is oriented to carry out an analysis of renewable energy sources in Honduras, focusing only on hydroelectric, solar and wind energy.

Renewable energies have acquired increasing importance in the global context due to their potential to reduce greenhouse gas emissions and ensure a sustainable energy supply. In this paper, an analysis of the capacity of Honduran renewable energy companies to meet the country's energy demand is carried out and possible solutions to increase their efficiency are evaluated.

The economic and population growth of Honduras stands out as factors that have driven the demand for energy in the country. In response to this situation, it is essential to examine the capacity of Honduran companies dedicated to the generation of renewable energy, identifying their strengths and limitations.

A comprehensive assessment of the current capacity of renewable energy companies in Honduras to meet the country's growing energy demand is proposed. In addition, the adoption of more advanced technologies, the implementation of favorable policies and regulations, and the promotion of investments in the sector are suggested as possible solutions to improve the efficiency of these companies.

The final objective is to promote the sustainable development of Honduras, guaranteeing a reliable and clean energy supply. This study seeks to provide concrete recommendations to promote the use of renewable energy in the country, thus contributing to the reduction of greenhouse gas emissions and care for the environment.

In Honduras, there are several challenges and limitations that hinder the implementation of renewable energy in the country. For example, the absence of clear and stable regulatory frameworks can hinder progress and investment in clean energy projects. Furthermore, the lack of strong and coherent policies can create uncertainty and discourage potential investors. Likewise, the lack of adequate infrastructure, including transmission and distribution networks,

can make it difficult to integrate and connect renewable energy sources to the current electricity grid.

## INDICE

DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTOS .....	VI
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT.....	VIII
INDICE .....	X
Índice de figuras .....	XII
Índice de tablas.....	XII
GLOSARIO .....	XIII
I.    CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
II.   CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
2.1.  Antecedentes .....	2
2.2.  Enunciado del Problema.....	3
2.3.  Preguntas de Investigación.....	3
2.4.  Hipótesis y Variables de Investigación .....	4
2.5.  Justificación.....	7
III.  CAPITULO III: OBJETIVOS .....	8
3.1.  Objetivo General .....	8
3.2.  Objetivos Específicos .....	8
IV.   CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO .....	9
4.1  Energía Renovable .....	9
4.2  Tipos de energía renovable .....	9
4.2.1  Energía solar.....	9

4.2.2 Energía eólica.....	13
4.2.3 Energía hidroeléctrica.....	15
4.3 Demanda energética en Honduras.....	19
V. CAPITULO V: METODOLOGÍA.....	21
5.1. Enfoque y Métodos .....	21
5.2. Población y Muestra.....	21
5.3. Unidad de Análisis y Respuesta.....	22
5.4. Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	22
5.5. Fuentes de Información.....	22
5.6. Cronología de Trabajo.....	23
VI. CAPITULO VI: RESULTADOS Y ANALISIS .....	24
Análisis de energía hidroeléctrica producida .....	25
Análisis de energía eólica.....	29
Análisis de energía solar .....	30
Comparativa entre los 3 tipos de energía renovable .....	31
Mapa de producción de energía .....	34
Consideración de aspectos climáticos.....	35
VII. CAPITULO VII: CONCLUSIONES.....	42
VIII. CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES .....	43
IX. Bibliografía .....	44

## Índice de figuras

Figura IV.1 Producción de energía hidroeléctrica en 2022.....	19
Figura IV.2 Consumo en MWh desde 2016-2020 .....	20
Figura IV.3 Demanda energética en tiempo real Julio 2023.....	20
Figura V.1 Cronología de trabajo.....	24
Figura VI.1 Distribución de la energía producida en diciembre 2022 .....	25
Figura VI.2 Producción por hidroeléctricas de embalse .....	27
Figura VI.3 Producción por hidroeléctricas empuntables .....	28
Figura VI.4 Producción por hidroeléctricas de pasada .....	28
Figura VI.5 Comparativa entre las diferentes hidroeléctricas.....	29
Figura VI.6 Producción de energía eólica.....	30
Figura VI.7 Producción de energía solar.....	31
Figura VI.8 Distribución de producción de energías renovables .....	34
Figura VI.9 Producción de energía total diciembre 2022 .....	34
Figura VI.10 Mapa de producción de energía.....	35
Figura VI.11 Mapa de Irradiación en Honduras .....	37
Figura VI.12 Mapa de precipitación del viento.....	38
Figura VI.13 Mapa Hidrográfico de Honduras .....	38
Figura VI.14 Mapa del sistema interconectado nacional (SIN).....	39

## Índice de tablas

Tabla II.1 Operacionalización de las variables .....	5
Tabla VI.1 Producción Hidroeléctrica .....	25
Tabla VI.2 Producción eólica.....	29
Tabla VI.3 Producción solar .....	30

## GLOSARIO

- **ENEE:** Empresa Nacional de Energía Eléctrica.
- **Energía eólica:** Tipo de energía generado con el aire con ayuda de turbinas.
- **Energía Solar:** Energía producida por la radiación solar.
- **Energía Hidroeléctrica:** Es aquella que se genera al transformar la fuerza del agua en energía eléctrica.
- **CNA:** Centro Nacional de Despacho.
- **Matriz energética:** Es una representación cuantitativa de la totalidad de energía que utiliza un país, e indica la incidencia relativa de las fuentes de las que procede cada tipo de energía. (Comunicación, 2023)
- **Demanda energética:** Se entiende por demanda eléctrica la cantidad de electricidad que una serie de consumidores necesitan para abastecer sus necesidades. (Twenergy, 2019)
- **KWH:** Kilowatts hora.

## **I. CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la demanda de energía en Honduras ha ido en constante aumento debido al crecimiento económico y poblacional del país. Ante este escenario, es fundamental analizar la capacidad de las empresas hondureñas de energía renovable para satisfacer esta demanda energética y evaluar posibles soluciones que permitan aumentar su eficiencia.

La transición hacia fuentes de energía renovable se ha convertido en una prioridad global, no solo por la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también por la importancia de diversificar la matriz energética y garantizar la seguridad y sustentabilidad del suministro eléctrico.

En este contexto, es crucial examinar el panorama de las empresas hondureñas dedicadas a la generación de energía renovable, identificar sus fortalezas y limitaciones, así como evaluar su capacidad actual para satisfacer la creciente demanda energética del país. Además, es necesario proponer soluciones que permitan mejorar la eficiencia de estas empresas, promoviendo la adopción de tecnologías más avanzadas, la implementación de políticas y regulaciones favorables, así como la promoción de inversiones en el sector.

Este análisis y evaluación de las empresas hondureñas de energía renovable busca no solo identificar los desafíos actuales, sino también ofrecer recomendaciones concretas que contribuyan a impulsar el desarrollo sostenible del país y garantizar un suministro energético confiable y limpio para el bienestar de la sociedad hondureña y el cuidado del medio ambiente.

## II. CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. Antecedentes

Es prácticamente imposible establecer una línea de tiempo exacta en donde se comenzó a observar que se podía aprovechar los recursos naturales e inagotables para un medio de locomoción, como una forma de calefacción para un hogar, o simplemente transformar la energía encontrada en el ambiente en un bien útil para el bienestar común. Las aplicaciones más lejanas, como un antecedente histórico, se sitúan principalmente en el empleo de fuentes energéticas inagotables en el transporte, teniendo como principal ejemplo, la navegación a vela, que empleaba la energía eólica de una manera práctica y sencilla para impulsar los navíos. (CEMEX, 2014)

En Honduras, las primeras inversiones fotovoltaicas comenzaron en 2015, se instalaron 388 MW y 45 MV más en 2016 en la zona sur del país, según los informes de la estatal Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Según dicha empresa, el mercado hondureño de energía solar comercial e industrial es bastante diferente de lo que era en 2012 comenzando por los cambios en las tarifas de electricidad (entre 11 y 18 centavos el kW por hora), costos de instalación de los paneles, regulaciones legales, y la disponibilidad de instaladores en la región. (SICA, 2018)

En febrero de 2011 se inició a la construcción de la primera planta Eólica de Honduras, la que comenzó a generar el 22 de septiembre de este mismo año los primeros 70 de los 102 megavatios de energía limpia y en febrero de 2012 generó comenzó a generar 102 MW capaces de energizar a unas 100 mil viviendas del territorio nacional.

Además, en 1960 se inició la construcción del complejo hidroeléctrico Cañaveral-Rio Lindo, siendo el primero en construirse en el país y entrando en operación con las primeras 2 unidades de 14.5 MW cada una en el año 1964. (*Primera Hidroeléctrica*, 2015)

## **2.2. Enunciado del Problema**

Honduras enfrenta múltiples problemas en su sector energético que afectan tanto a la generación como a la distribución y el consumo de energía. Estos problemas tienen un impacto significativo en la economía y en la calidad de vida de la población hondureña.

Uno de los principales problemas es que una gran parte de la energía en Honduras se genera a través de plantas térmicas que utilizan combustibles fósiles como el petróleo y el gas natural. El sector energético en Honduras ha sufrido una falta de inversión en infraestructura durante muchos años. Esto ha llevado a una infraestructura obsoleta y una falta de capacidad para satisfacer la creciente demanda de energía.

Otro de sus problemas son las altas pérdidas de energía. En 2020 se perdió alrededor del 35% de la energía que entró al sistema de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Esto representó más de USD 525 millones, lo que supera los presupuestos de la UNAH, el Hospital Escuela y la Secretaría de Seguridad.

Y los altos niveles de mora. Para julio de 2021, la ENEE presentaba los niveles de mora más altos de los últimos años. Más de 13 mil millones de lempiras sin recaudar. (asjhonduras, 2021)

## **2.3. Preguntas de Investigación**

¿Podrían las empresas hondureñas de energía renovable satisfacer la demanda energética del país?

¿Cuál es la proporción de energía renovable en el mix energético nacional y cómo ha variado en los últimos años?

¿Cuál es la contribución específica de la energía eólica, hidráulica y solar en la matriz energética de Honduras?

¿Cuál es la tendencia de crecimiento de la producción de energía renovable en comparación con la demanda energética del país?

## **2.4.Hipótesis y Variables de Investigación**

H<sub>1</sub> La capacidad actual de las centrales de energía renovable en Honduras no es suficiente para satisfacer plenamente la demanda energética del país, y se sigue dependiendo en gran medida de fuentes de energía no renovable.

H<sub>2</sub> Las fuentes de energía renovable, como la eólica, hidráulica y solar, tienen un alto potencial para satisfacer una parte significativa de la demanda energética de Honduras, pero su adopción podría estar limitada por diversos factores.

H<sub>3</sub> Los principales desafíos que enfrenta la producción de energía renovable en Honduras incluyen barreras financieras, limitaciones tecnológicas y problemas de infraestructura, los cuales dificultan su desarrollo y expansión a gran escala en el país.

## OPERACIONALIZACION Y MEDICION DE LAS VARIABLES

Tabla II.1 Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Indicadores	Definición operacional
<b>Costo energético</b>	Es un indicador clave del mercado eléctrico y una señal de su ajuste entre oferta y demanda en el corto plazo. Refleja el costo de suministrar un kilowatt hora (kWh) adicional al sistema eléctrico que resulta de la regla de despacho que sigue cada sistema. (Hallack, 2022)	Precio en lempiras de la energía en el país	Precio de generación de energía en el país.
<b>Demanda energética</b>	Se entiende por demanda eléctrica la cantidad de electricidad que una serie de consumidores necesitan para abastecer sus necesidades. Por tanto, la demanda eléctrica nacional es	Cantidad de energía que requiere el país	Identificar la demanda energética del país tomando las horas pico como referencia.

	<p>el resultado de la suma de toda la electricidad necesaria para dar suministro a todos los consumidores del territorio nacional: industrias, empresas, oficinas, comercios, hogares, centros públicos, alumbrado, etc. (Twenergy, 2019)</p>		
<p><b>Energía renovable</b></p>	<p>Son aquellas fuentes de energía basadas en la utilización de recursos naturales: el sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente (Factorenergia, 2023)</p>	<p>Energía solar</p> <p>Energía eólica</p> <p>Energía hidroeléctrica</p>	<p>Comparación de cuanta energía se produce con los 3 tipos de energía renovable mencionados</p>

Esta tabla muestra la descripción de las variables y su definición operacional

## 2.5. Justificación

Hay varias razones por las cuales la utilización total de energía renovable en un país es mejor que depender de fuentes de energía no renovables, como los combustibles fósiles.

- **Sostenibilidad:** Las fuentes de energía renovable son infinitas y no se agotan, a diferencia de los combustibles fósiles que se agotarán en algún momento. Además, la explotación de combustibles fósiles es altamente contaminante y tiene un impacto negativo en el medio ambiente. La energía renovable no produce emisiones dañinas, lo que significa que es más sostenible a largo plazo.
- **Menos emisiones de gases de efecto invernadero:** La quema de combustibles fósiles emite grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera, lo que contribuye al cambio climático y sus efectos negativos. La energía renovable, por otro lado, no produce emisiones dañinas, lo que significa que ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a mitigar el cambio climático.
- **Independencia energética:** Dependiendo de la energía renovable, un país puede reducir su dependencia de las importaciones de combustibles fósiles de otros países. Esto significa que el país es más independiente energéticamente, lo que a su vez puede mejorar su seguridad y estabilidad energética.
- **Innovación tecnológica:** La transición a una economía de energía renovable requiere innovación y desarrollo tecnológico en áreas como el almacenamiento de energía y la gestión de redes eléctricas. Esto a su vez puede impulsar la innovación y la creación de empleo en sectores relacionados con la energía renovable. Teniendo en cuenta que la innovación tecnológica también aplica para plantas de energía no renovable.

### **III. CAPITULO III: OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Realizar un análisis sobre la producción de energía renovable para satisfacer la demanda energética del país.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar la capacidad actual de las centrales productoras de energía renovable para satisfacer la demanda energética del país, mediante la revisión de las estadísticas y datos disponibles sobre la producción y consumo de energía en Honduras.
- Investigar y analizar las fuentes de energía renovable disponibles en el país, incluyendo la energía eólica, hidráulica y solar, para determinar su capacidad y potencial para satisfacer la demanda energética nacional.
- Identificar los principales desafíos y obstáculos que enfrenta la producción de energía renovable en el país, como limitaciones tecnológicas, barreras financieras o problemas de infraestructura

## **IV. CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Energía Renovable**

Las energías renovables son fuentes de energía que se basan en la utilización de recursos naturales, como el sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. A diferencia de los combustibles fósiles, estas fuentes utilizan recursos naturales que pueden renovarse de forma ilimitada. Una de sus principales ventajas radica en su impacto ambiental mínimo, ya que no solo no agotan recursos finitos, sino que tampoco generan contaminantes al momento de producir energía, se producen contaminantes solo al momento de su construcción. Las energías renovables también son conocidas como energías alternativas o energías verdes. (Factorenergia, 2023)

Algunas características de la energía renovable es que ayudan a potenciar el autoconsumo, esto ayuda a que las casas sean autosuficientes en el consumo eléctrico. También son energías beneficiosas para el medio ambiente y presentan la ventaja que pueden llegar a lugares aislados ya que al generar energía a través de fuentes naturales se pueden encontrar en cualquier sitio del mundo.

### **4.2 Tipos de energía renovable**

Existen diferentes tipos de energía renovable, ya que se puede tomar energía de muchas maneras, solo hay que transformarla. Para esta investigación nos centraremos solo en 3 tipos de energía renovable, la energía solar, eólica e hidroeléctrica. En el país existen otras formas de generar energía, pero estas 3 mencionadas son las que más producen y por eso son el motivo de nuestra investigación.

#### **4.2.1 Energía solar**

La energía solar es uno de los principales tipos de energía renovable y tiene un papel clave en la transición energética. Ayuda a impulsar economías más limpias que protejan el medio ambiente, mejoren el bienestar de las personas y garanticen la sostenibilidad de las empresas.

Los avances tecnológicos han transformado la energía solar en una de las más eficientes y económicas del sector de las renovables. Así pues, esta fuente inagotable de energía además de

contribuir a la sostenibilidad del planeta atrae la inversión, genera empleo y aumenta la competitividad de las empresas.

En un momento en el que la responsabilidad hacia nuestro planeta y el medioambiente es un objetivo prioritario, conviene saber los diferentes tipos de energía solar, su funcionamiento y cómo extender su uso como fuente de generación eléctrica. (REPSOL, 2023)

Esta fuente de energía ha sido objeto de numerosos estudios e investigaciones, y se ha convertido en una parte importante de la conversación sobre la transición hacia una matriz energética más sostenible.

Existen varios tipos de energía solar, los más conocidos son la energía solar térmica y la fotovoltaica que es en la que nos enfocaremos.

La energía solar fotovoltaica es una tecnología que convierte la radiación solar directamente en electricidad utilizando paneles solares fotovoltaicos. Los paneles solares fotovoltaicos, también conocidos como módulos fotovoltaicos, están compuestos por células fotovoltaicas que contienen materiales semiconductores, como el silicio, que tienen la capacidad de generar electricidad cuando se exponen a la luz solar.

Cuando la luz solar incide sobre las células fotovoltaicas, los fotones de luz liberan electrones en los materiales semiconductores, creando una corriente eléctrica. Esta corriente continua generada por las células fotovoltaicas se puede utilizar directamente para alimentar dispositivos y sistemas eléctricos, o se puede almacenar en baterías para su uso posterior.

La energía solar fotovoltaica es una forma de producción de energía eléctrica que aprovecha la luz del sol y la convierte directamente en electricidad utilizando células fotovoltaicas. Estas células están hechas de materiales semiconductores, comúnmente silicio, que exhiben el efecto fotovoltaico. Cuando los fotones de luz solar inciden sobre la superficie de las células, los electrones en el material semiconductor son excitados y liberados, creando una corriente eléctrica.

### Principales componentes de un sistema fotovoltaico:

1. **Células fotovoltaicas:** Son el elemento fundamental del sistema. Estas células están formadas por capas de materiales semiconductores dopados positiva y negativamente. Los materiales más comunes son el silicio monocristalino, policristalino o amorfo. Cuando se conectan en serie y en paralelo, se forman los módulos fotovoltaicos.
2. **Módulos fotovoltaicos:** Son paneles solares compuestos por un conjunto de células fotovoltaicas conectadas entre sí en una estructura rígida. Los módulos son la unidad básica que se instala en techos o estructuras para generar electricidad.
3. **Estructura de montaje:** Los módulos fotovoltaicos se instalan en estructuras especiales diseñadas para soportar y mantener los paneles en una posición óptima para captar la luz solar. Pueden ser montados en techos, en el suelo o en estructuras de seguimiento solar que siguen la trayectoria del sol durante el día.
4. **Inversores:** La corriente eléctrica generada por los paneles solares es en forma de corriente continua (CC), pero la mayoría de los equipos electrónicos y electrodomésticos utilizan corriente alterna (CA). Los inversores convierten la CC en CA para que la electricidad sea compatible con los sistemas eléctricos de las viviendas, negocios o la red eléctrica.
5. **Sistema de almacenamiento (opcional):** Algunos sistemas fotovoltaicos pueden estar equipados con baterías para almacenar el exceso de energía producido durante el día y utilizarlo durante la noche o en días nublados. Esto permite un suministro más estable y autónomo de electricidad.

### Ventajas de la energía solar fotovoltaica:

1. **Energía renovable y sostenible:** El sol es una fuente inagotable de energía, lo que hace que la energía solar fotovoltaica sea una fuente renovable y sostenible.
2. **Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero:** Al utilizar la energía solar en lugar de combustibles fósiles, se reduce significativamente la emisión de gases contaminantes, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.

3. Bajos costos operativos: Una vez instalado, un sistema fotovoltaico requiere poco mantenimiento y tiene costos operativos relativamente bajos en comparación con otras fuentes de energía.
4. Generación distribuida: Los sistemas fotovoltaicos pueden ser instalados en techos y terrenos cercanos a los puntos de consumo, lo que reduce las pérdidas de transmisión y distribución de energía.
5. Accesibilidad: La energía solar fotovoltaica puede ser desplegada en áreas remotas o rurales, proporcionando electricidad a comunidades que no tienen acceso a la red eléctrica convencional.

Aunque la energía solar fotovoltaica presenta numerosas ventajas, también tiene algunas limitaciones, como la variabilidad y la intermitencia de la luz solar, que pueden resolverse en parte con el uso de sistemas de almacenamiento y la integración con otras fuentes de energía renovable en una red inteligente (smart grid). Sin embargo, en los últimos años, la tecnología fotovoltaica ha experimentado avances significativos, lo que ha llevado a una reducción en los costos y a un aumento en la eficiencia de las células solares, lo que la convierte en una de las principales opciones para la generación de energía limpia y sustentable.

En Honduras existen varios proyectos de energía solar, se mencionan a continuación:

- ENERBASA (PAVANA SOLAR)
- CENTROAMERICANA MARCOVIA
- COHESSA
- SOPOSA
- MECER
- LLANOS DEL SUR
- EL POLLITO
- FOTERSA (SOLAR DEL PACIFICO 1)
- CINCO ESTRELLAS (ECSA)
- CHOLUTECA I
- CHOLUTECA II
- FOTOVOLTAICA NACAOME II (PRODERSSA)

- FOTVOLTAICA NACAOME I (PACIFIC SOLAR)
- HELIOS
- LAS LAJAS
- FRAY LAZARO
- PRADOS SUR

Todas teniendo ventas a la ENEE. (Despacho, 2023)

#### **4.2.2 Energía eólica**

La energía eólica es la energía extraída de la fuerza del viento. Representa una forma de energía en movimiento generada por el impacto de las corrientes atmosféricas. Mediante el uso de un generador eléctrico, es posible transformar esta energía en electricidad.

Es una forma de energía sostenible, libre de contaminación y contribuye a sustituir el uso de combustibles fósiles para la producción de energía.

La energía eólica se adquiere al transformar la acción de las aspas de un aerogenerador en energía eléctrica. Un aerogenerador es un dispositivo eléctrico que emplea una turbina impulsada por el viento, y sus antecesores son los tradicionales molinos de viento. (Factorenergia, 2018)

Un aerogenerador lo conforman la torre; un sistema de orientación ubicado al final de la torre, en su extremo superior; un armario de acoplamiento a la red eléctrica pegado a la base de la torre; una góndola que es el armazón que cobija los componentes mecánicos del molino y que sirve de base a las palas; un eje y mando del rotor por delante de las palas; y dentro de la góndola, un freno, un multiplicador, el generador y el sistema de regulación eléctrica. Las palas están conectadas al rotor, a su vez conectado al eje (colocado en el polo), que envía la energía de rotación al generador eléctrico. Este generador utiliza imanes para producir voltaje eléctrico y, por tanto, energía eléctrica.

La energía eólica es otra forma de energía renovable que se produce a partir del viento. Se basa en la conversión de la energía cinética del viento en energía mecánica y, posteriormente, en energía eléctrica utilizable. El proceso de funcionamiento de la energía eólica se realiza a través de aerogeneradores o turbinas eólicas. A continuación, se explica cómo funciona:

1. Captación del viento: Los aerogeneradores se colocan en áreas abiertas y elevadas, donde hay un flujo constante de viento. La altura es importante porque a mayor altura, la velocidad del viento suele ser más constante y más rápida, lo que aumenta la eficiencia de la generación de energía.

2. Las aspas del aerogenerador: Los aerogeneradores tienen aspas largas y delgadas que están conectadas a un rotor en la parte superior de la torre. Cuando el viento sopla, las aspas capturan la energía cinética del viento, y al hacerlo, comienzan a girar.

3. Generación de energía mecánica: El movimiento de las aspas hace girar el rotor en la parte superior de la torre. Este rotor está conectado a un generador que contiene un eje, y a medida que el rotor gira, también lo hace el eje del generador.

4. Generación de energía eléctrica: El giro del eje dentro del generador crea un campo electromagnético, lo que induce la generación de corriente eléctrica en el bobinado del generador. Esta corriente es inicialmente en forma de corriente alterna (CA).

5. Convertidor y transformador: La corriente alterna generada por el aerogenerador generalmente tiene una frecuencia variable y requiere ser ajustada y sincronizada con la frecuencia de la red eléctrica para poder ser inyectada en ella. Por lo tanto, el sistema incluye un convertidor que convierte la corriente alterna en corriente continua (CC) y luego nuevamente en corriente alterna con la frecuencia adecuada. Luego, se utiliza un transformador para ajustar la tensión de la energía generada para adecuarla al nivel de tensión de la red eléctrica.

6. Integración a la red eléctrica: Una vez que la energía se ha convertido y ajustado correctamente, se conecta a la red eléctrica existente, lo que permite distribuir y suministrar la electricidad generada por el aerogenerador a los hogares, empresas y otros usuarios.

Es importante destacar que la energía eólica es una fuente de energía limpia y sostenible, ya que no produce emisiones de gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos. Además, es una energía renovable, ya que el viento es una fuente natural e inagotable. La energía eólica contribuye significativamente a la diversificación de la matriz energética y a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, ayudando así a combatir el cambio climático y a avanzar hacia una economía más verde y sostenible.

Las empresas de energía eólica son pocas comparadas con otros proyectos, ya que solo se cuentan con 3 plantas en el país que son:

- CERRO DE HULA
- PLANTA SAN MARCOS
- CHINCHAYOTE

#### **4.2.3 Energía hidroeléctrica**

Una central hidroeléctrica utiliza el flujo de agua en movimiento en los ríos para generar energía eléctrica renovable. Este proceso implica el uso de turbinas que están conectadas a los alternadores. De esta manera, se aprovecha la energía cinética del agua para producir electricidad de manera sostenible.

Según la potencia instalada, las centrales hidroeléctricas pueden ser:

- Centrales hidroeléctricas de gran potencia: más de 10MW de potencia eléctrica.
- Minicentrales hidroeléctricas: entre 1MW y 10MW.
- Micro centrales hidroeléctricas: menos de 1MW de potencia. (Endesa, s. f.)

Las centrales hidroeléctricas son instalaciones diseñadas para aprovechar la energía potencial del agua almacenada en embalses o el flujo de los ríos y convertirla en energía eléctrica. El funcionamiento de una central hidroeléctrica implica varios procesos que se describen a continuación:

1. Captación del agua: La primera etapa consiste en captar el agua desde una fuente natural, como un río, arroyo o lago, o mediante un embalse creado por la construcción de una presa. El embalse permite almacenar grandes volúmenes de agua, lo que proporciona un mayor control sobre la generación de energía y permite regular el flujo para satisfacer la demanda eléctrica.

2. Conducción del agua: Una vez captada, el agua es conducida hacia la central hidroeléctrica mediante canales o tuberías denominadas "conducciones forzadas". Estas conducciones están diseñadas para llevar el agua desde niveles más altos a niveles más bajos, aprovechando así su energía potencial.

3. Turbinas hidráulicas: En la central hidroeléctrica, el agua en movimiento hace girar turbinas hidráulicas. Las turbinas son dispositivos mecánicos con cuchillas o paletas que se encuentran conectadas a un eje. Cuando el agua impacta las turbinas, su energía cinética se convierte en energía mecánica al hacerlas girar.

4. Generadores eléctricos: El eje de las turbinas está conectado a un generador eléctrico. Al girar, el eje del generador induce la generación de corriente eléctrica en bobinados dentro del generador. Esto crea una corriente alterna (CA) que es la forma común de electricidad utilizada en redes eléctricas.

5. Transformadores: La corriente generada en el generador suele tener una tensión relativamente baja. Por lo tanto, pasa a través de transformadores que aumentan su tensión a niveles adecuados para la transmisión y distribución a través de la red eléctrica.

6. Integración a la red eléctrica: Una vez que la electricidad se ha generado y ajustado a los niveles de tensión requeridos, se integra a la red eléctrica para su distribución y suministro a los usuarios.

Es importante destacar que las centrales hidroeléctricas son una fuente de energía renovable y sostenible, ya que el agua es una fuente natural que se renueva mediante el ciclo hidrológico. Además, son una forma limpia de generación de electricidad, ya que no producen emisiones de gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos durante la operación. Sin embargo, su construcción puede tener un impacto ambiental significativo debido a la alteración del flujo natural de los ríos y la creación de embalses, lo que puede afectar los ecosistemas y hábitats locales. Por lo tanto, es esencial realizar estudios de impacto ambiental y buscar soluciones que minimicen los efectos negativos en la biodiversidad y las comunidades locales.

En Honduras existen varios complejos hidroeléctricos que se dividen en 3 tipos:

#### Hidroeléctricas de embalse

- CAÑAVERAL
- CAJON
- PATUCA III
- ARENAL

#### Hidroeléctricas empuntables

- Rio lindo
- Shol
- La vegona

#### Hidroeléctricas de pasada

- Nacaome
- Zacapa hidro
- Rio blanco
- Las nieves
- La esperanza
- Babilonia
- Hidro Yojoa

- Cececapa
- Cuyamapa
- Cuyamel
- Cortecito
- Las glorias
- Coronado
- Mangungo
- San Juan Pueblo
- El cisne
- Los laureles
- Chamelecon
- Morjas
- San Martin
- Peña blanca
- Matarras
- Rio guineo
- Mezapa
- Sazagua
- Zinguizapa
- Rio Betulia
- Canjel
- Rio Quilio
- El coyolar
- Agua verde
- Chachaguala
- El níspero
- El níspero II
- Churune
- Corral de piedras
- Pencaligue

- San alejo
- Cuyagual
- Rio Frio

De todas estas plantas hidroeléctricas solo Cañaveral, El cajón, Patuca III, Rio Lindo, Santa María del Real y el Níspero pertenecen a la ENEE. (Despacho, 2023)

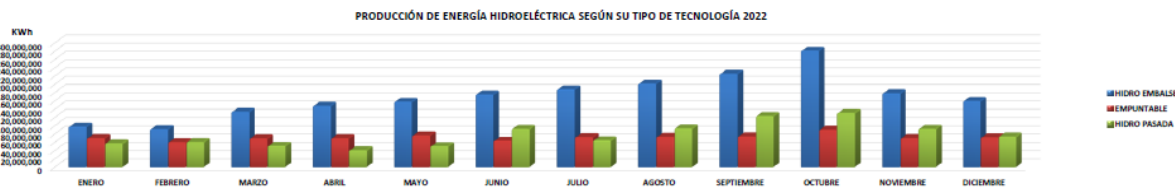


Figura IV.1 Producción de energía hidroeléctrica en 2022

### 4.3 Demanda energética en Honduras

El Instituto Nacional de Estadísticas con esfuerzo conjunto de la empresa nacional de energía eléctrica (ENEE), ha presentado informes estadísticos relacionados a la distribución y comercialización del servicio de energía eléctrica en el país.

Se presentarán datos de la demanda energética de honduras en el periodo de 2016-2020 para que se pueda realizar un análisis de las principales tendencias en este rubro.

En el año 2017, hubo un aumento en el uso de electricidad en comparación con el año anterior. En 2018, se mantuvo una tendencia estable, y en 2019 también se registraron valores más altos de consumo de energía. Sin embargo, en 2020 se observó una disminución en el consumo total de aproximadamente un 8.99%. Esto se debió principalmente a la reducción en el consumo individual en todos los sectores, excepto en el residencial, como resultado de las directrices y medidas de seguridad implementadas durante la crisis de la pandemia.

Sector	2016	2017	2018	2019	2020
Total	5.923.671	6.200.864	6.198.730	6.355.520	5.783.571
Residencial	2.352.994	2.472.223	2.470.127	2.586.736	2.644.350
Comercial	1.556.339	1.686.026	1.661.300	1.851.488	1.481.668
Industrial	702.019	768.783	784.062	1.492.667	1.310.054
Altos Consumos	842.390	615.808	646.696		
Alumbrado Público	133.828	227.972	257.373		
Gobierno	137.074	175.172	147.373	170.585	151.870
Entes Autónomos	123.883	151.347	144.787	162.083	124.873
Municipal	59.029	79.016	78.574	86.097	70.756
Internacionales	16.115	24.516	8.439	5.864	

Figura IV.2 Consumo en MWh desde 2016-2020

El 26 de julio de 2023 la demanda energética del país fue de 1501.1 MW, monitoreando esta demanda en el área de tiempo real del Centro Nacional de Despacho.



Figura IV.3 Demanda energética en tiempo real Julio 2023

## **V. CAPITULO V: METODOLOGÍA**

### **5.1. Enfoque y Métodos**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, no experimental descriptivo.

Es cuantitativo ya que utiliza la recopilación y análisis de datos numéricos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis. Este enfoque se basa en la recopilación de datos objetivos y medibles, como encuestas, cuestionarios, mediciones y análisis estadísticos.

Este enfoque es especialmente útil en situaciones en las que se busca establecer relaciones causales y obtener conclusiones basadas en evidencia empírica sólida.

La definimos no experimental ya que no vamos a manipular o alterar variables y vamos a trabajar solamente con datos ya recopilados. Y descriptivo porque es una estrategia utilizada para describir y analizar características, comportamientos o fenómenos de interés en un estudio. Su objetivo principal es obtener una representación precisa y detallada de los aspectos estudiados, sin intentar establecer relaciones causales o explicar fenómenos subyacentes.

Ya que este método se basa en la recopilación de datos objetivos y verificables a través de diversas técnicas, como observaciones, encuestas, entrevistas o análisis de documentos es el que más se acopla para nuestra investigación.

### **5.2. Población y Muestra**

Para obtener muestras hacemos uso de datos del Centro nacional de despacho ya que presentan un informe mensual de operación del mercado y sistema eléctrico nacional, del cual nos auxiliamos para obtener los datos de producción de energía hidroeléctrica, solar y eólica.

Además de datos estadísticos del INE, donde nos muestra el consumo energético de los diferentes sectores de la población hondureña.

### **5.3. Unidad de Análisis y Respuesta**

Nuestra unidad de análisis son las diferentes formas de generación de energía renovable en Honduras específicamente la energía solar fotovoltaica, la energía eólica y la energía hidroeléctrica.

Potencia generada por las formas de producir energía mencionadas.

Análisis de la demanda energética de país.

Total de la demanda cubierta por la energía solar, eólica e hidroeléctrica.

### **5.4. Técnicas e Instrumentos Aplicados**

- Recopilación bibliográfica
- Análisis numérico
- Análisis estadístico
- Análisis de datos

Hacemos uso de la recopilación bibliográfica para obtener la información necesaria del tema y comprender como se genera energía con fuentes renovables.

El análisis estadístico es la técnica con la que empezamos a trabajar en nuestra unidad de análisis, de esta forma vamos observando los datos para generar nuestros resultados.

### **5.5. Fuentes de Información**

Durante la investigación, se emplearon diferentes fuentes de información, tanto primarias como secundarias, con el fin de enriquecer el proyecto de investigación. Se optó por buscar información científica relacionada con el tema, lo cual ayudó a precisar y determinar de manera clara la existencia de cualquier problema en el proyecto. Se llevaron a cabo principalmente consultas en libros o artículos, siendo las fuentes primarias las más utilizadas debido a que se centran en temas específicos y generales relacionados con la investigación. Sin embargo, esto no implica que las fuentes secundarias sean menos importantes.

A continuación, se enlistan las fuentes de información:

- Centro nacional de despacho
- Empresa Nacional de Energía de Honduras
- Secretaria de energía
- Fundación Endesa
- Factor energía
- ASJ Honduras
- SICA

## 5.6. Cronología de Trabajo

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Definicion del proyecto	7 días	jue 6/4/23	vie 14/4/23	
Objetivos y preguntas	5 días	lun 8/5/23	vie 12/5/23	1
Marco teorico	4 días	lun 15/5/23	jue 18/5/23	2
Metodologia	2 días	lun 5/6/23	mar 6/6/23	3
Primeras correcciones	3 días	vie 19/5/23	mar 23/5/23	3
Correcciones del marco teorico y metodologia	9 días	lun 5/6/23	jue 15/6/23	
Revision de datos	6 días	vie 16/6/23	vie 23/6/23	6
Redaccion de resultados y conclusiones	5 días	lun 26/6/23	vie 30/6/23	7
Redaccion de introduccion y glosario	2 días	sáb 1/7/23	dom 2/7/23	8

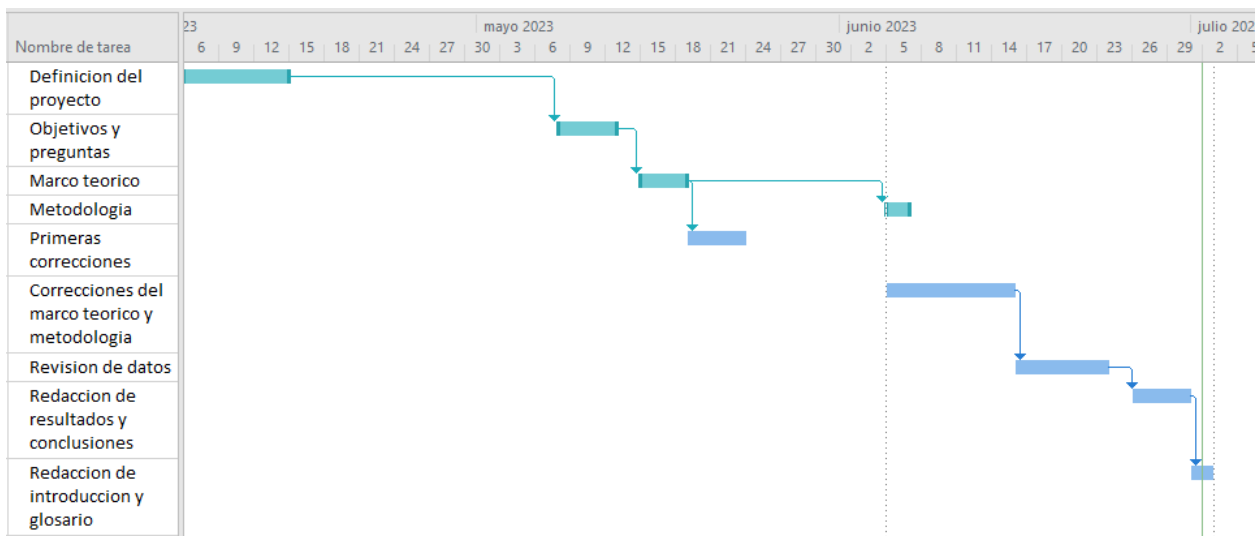


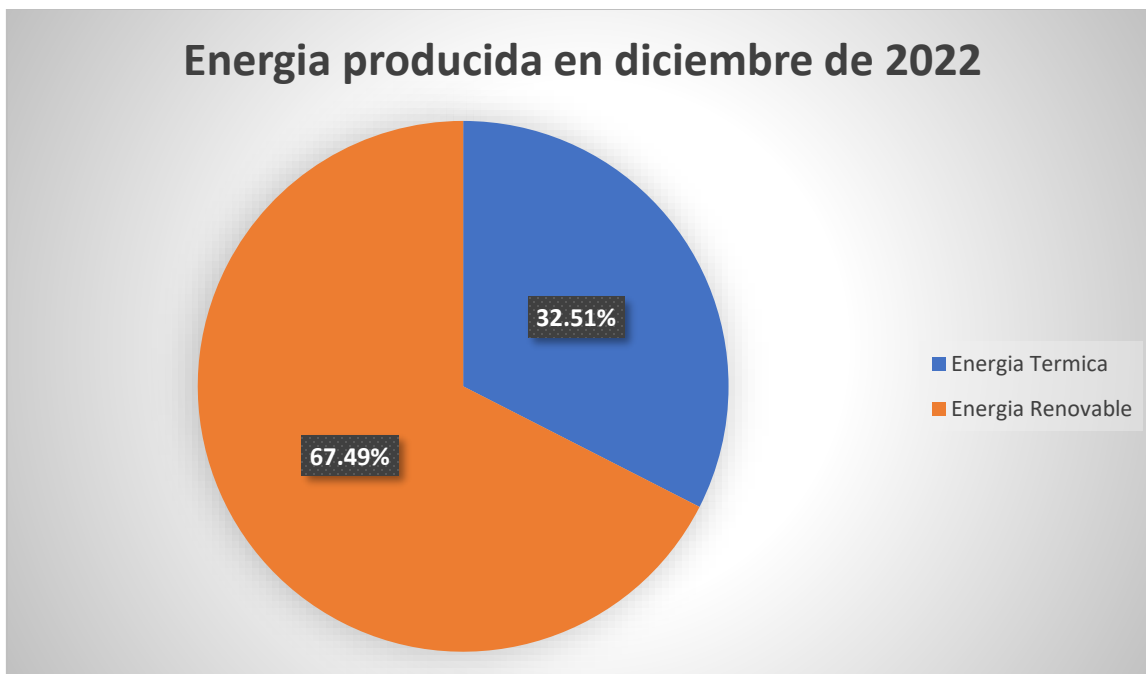
Figura V.1 Cronologia de trabajo

## VI. CAPITULO VI: RESULTADOS Y ANALISIS

Para empezar nuestro análisis primero necesitamos el dato de cuanta energía renovable se produce en el país.

Consultando el Centro nacional de despacho obtenemos el dato que en el mes de diciembre de 2022 la energía total generada en el país fue de 766.67GWh del cual el 32.51% fue producido por energía térmica y el 67.49% restante fue producido por las diferentes energías renovables en el país.

La producción de energía para el mes de diciembre 2022 es de 766.67 GWh como resultado de 194.01 GWh (25.31%) generación hidroeléctrico nacional, 0.00 GWh (0.00%) de generación térmica nacional, 225.17 Gwh (29.37%) proveniente de las plantas térmicas privadas, 111.33 GWh (14.52%) plantas hidro privado, 41.14 GWh (5.37%) provenientes de plantas Biomasa, 91.40 GWh (11.92%) contribución del parque eólico, 79.51 GWh (10.37%) contribución parque fotovoltaico y 24.11 GWh (3.14%) planta geotérmica.



*Figura VI.1 Distribución de la energía producida en diciembre 2022*

Ahora haremos un desglose del total de energía renovable sin incluir la energía geotérmica y la biomasa que según datos del Centro nacional de despacho produjeron el 3.14 y 5.37% respectivamente, quedando el 67.49% por las energías renovables bajo el presente estudio.

### **Análisis de energía hidroeléctrica producida**

Para realizar el siguiente análisis se hará una comparación de generación eléctrica producida de septiembre a diciembre en el año 2022.

En este caso se separarán los 3 tipos de hidroeléctricas que están instalados en el país, siendo las hidroeléctricas de embalse, las empuntables y las de pasada; ya que difieren en como utilizan el agua para producir energía.

*Tabla VI.1 Producción Hidroeléctrica*

PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA (KWH)	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
<b>HIDROELECTRICAS DE EMBALSE</b>					
CAÑAVERAL *	13,150,710.56	15,970,366.13	11,941,440.09	13,729,993.06	54,792,509.84
CAJÓN *	156,034,336.64	174,390,971.00	114,467,654.59	105,113,474.65	550,006,436.88
PATUCA III *	48,598,529.49	51,523,608.39	30,875,806.60	26,118,326.51	157,116,270.99
ARENAL	7,623,184.50	39,299,144.25	20,807,989.00	14,752,014.00	82,482,331.75
<b>TOTAL</b>	<b>225,406,761.19</b>	<b>281,184,089.77</b>	<b>178,092,890.28</b>	<b>159,713,808.22</b>	<b>844,397,549.46</b>
<b>HIDROELECTRICAS EMPUNTABLES</b>					
RIO LINDO*	39,082,045.08	51,175,541.03	44,786,221.17	48,167,956.52	183,211,763.80
SHOL	11,589,521.85	14,176,454.20	8,832,649.90	8,877,459.31	43,476,085.26
LA VEGONA	23,275,100.00	24,988,720.00	16,147,630.00	14,750,619.50	79,162,069.50
<b>TOTAL</b>	<b>73,946,666.93</b>	<b>90,340,715.23</b>	<b>69,766,501.08</b>	<b>71,796,035.33</b>	<b>305,849,918.57</b>
<b>HIDROELECTRICAS DE PASADA</b>					
NACAOME	13,974,812.88	9,374,858.56	2,308,674.00	601,955.25	26,260,300.69
ZACAPA HIDRO	380,661.50	403,232.50	356,180.50	243,133.50	1,383,208.00
RIO BLANCO	3,694,875.22	3,826,823.02	3,655,915.71	3,864,220.48	15,041,834.43
LA ESPERANZA	9,240,567.25	7,462,017.25	2,704,983.50	1,422,979.75	20,830,547.75
BABILONIA	2,723,513.47	3,181,792.13	2,963,966.94	2,937,556.83	11,806,829.37
HODRO YOJOA	403,294.25	429,917.90	286,140.07	209,371.43	1,328,723.65
CECECAPA	1,887,151.19	2,179,017.48	1,447,988.59	1,142,260.58	6,656,417.84
CUYAMAPA	8,693,847.95	8,726,478.54	4,740,750.86	2,636,159.55	24,797,236.90
CUYAMEL	3,462,545.19	5,105,028.07	4,442,802.11	3,928,933.70	16,939,309.07
CORTECITO	1,519,070.99	2,406,576.93	2,242,791.00	2,195,612.92	8,364,051.84
LAS GLORIAS	1,169,185.77	3,122,930.49	3,858,941.05	3,445,115.28	11,596,172.59
CORONADO	4,114,210.78	4,547,409.33	3,492,199.07	3,675,558.95	15,829,378.13
MANGUNGO	854,271.67	1,005,291.41	958,832.52	888,032.34	3,706,427.94
SAN JUAN PUEBLO	3,866,152.93	4,030,830.32	3,833,267.71	3,545,163.80	15,275,414.76
EL CISNE	0	22,373.63	21,652.51	15,931.14	59,957.28
LOS LAURELES	95,138.17	307,298.20	516,196.33	643,434.50	1,562,067.20
CHAMELECON	5,876,912.63	6,666,284.34	7,628,361.51	5,671,130.92	25,842,689.40
MORJAS	5,332,298.35	5,782,425.38	3,804,863.35	3,599,210.49	18,518,797.57
SAN MARTIN	1,736,575.62	1,903,072.90	1,588,054.16	1,639,325.20	6,867,027.88
LA AURORA	5,244,641.66	2,356,792.29	2,227,874.51	1,306,307.54	11,135,616.00
PEÑA BLANCA	1,168,331.66	1,392,193.51	1,376,314.80	1,472,610.27	5,409,450.24
GENERA LOS LAURELES	3,074,540.80	3,036,476.97	3,070,782.99	2,721,470.95	11,903,271.71
MATARRAS	994,340.66	1,070,892.54	959,473.94	923,270.06	3,947,977.20
RIO GUINEO	0.00	0.00	369,317.81	527,149.46	896,467.27
MEZAPA	4,021,682.76	5,408,665.82	4,627,372.72	4,251,117.06	18,308,838.36
SAZAGUA	6,039,151.63	5,837,869.06	3,439,121.60	2,062,236.25	17,378,378.54
ZINGUIZAPA	1,766,418.35	1,993,912.02	1,797,111.67	432,805.59	5,990,247.63
RIO BETULIA	550,237.00	1,760,873.52	2,298,127.43	2,550,440.26	7,159,678.21
CANJEL	1,151,735.66	1,086,840.54	733,896.24	490,457.07	3,462,929.51
RIO QUILIO	600,747.06	652,072.85	648,250.98	484,223.12	2,385,294.01
AGUA VERDE	415,023.42	624,480.56	624,734.04	673,230.80	2,337,468.82
CHACHAGUALA	653,346.27	1,556,096.80	1,149,936.11	1,049,529.24	4,408,908.42
EL NISPERO*	14,179,628.56	14,700,018.03	4,327,013.60	881,030.07	34,087,690.26

EL NISPERO II	0	0	1,293,392.58	2,909,519.84	4,202,912.42
CHURUNE	3,351,889.32	3,484,896.34	2,699,640.76	1,620,107.39	11,156,533.81
CORRAL DE PIEDRAS	1,002,519.82	347,656.95	209,921.68	92,719.45	1,652,817.90
PENCALIGUE	4,950,506.60	7,844,762.54	4,966,542.51	3,163,579.57	20,925,391.22
SAN ALEJO	1,269,039.97	848,313.16	431,188.53	272,994.88	2,821,536.54
CUYAGUAL	1,997,509.56	3,968,862.75	3,003,631.26	2,572,304.04	11,542,307.61
RIO FRIO	1,779,199.68	1,873,465.91	1,184,674.63	1,068,740.13	5,906,080.35
<b>TOTAL</b>	<b>123,235,576.25</b>	<b>130,328,800.54</b>	<b>92,290,881.88</b>	<b>73,830,929.65</b>	<b>419,686,188.32</b>
<b>TOTAL HIDRO</b>	<b>422,589,004.37</b>	<b>501,853,605.54</b>	<b>340,150,273.24</b>	<b>305,340,773.20</b>	<b>1,569,933,656.35</b>

A manera de interpretar estos datos se presentarán en graficas los totales de cada tipo de hidroeléctrica.

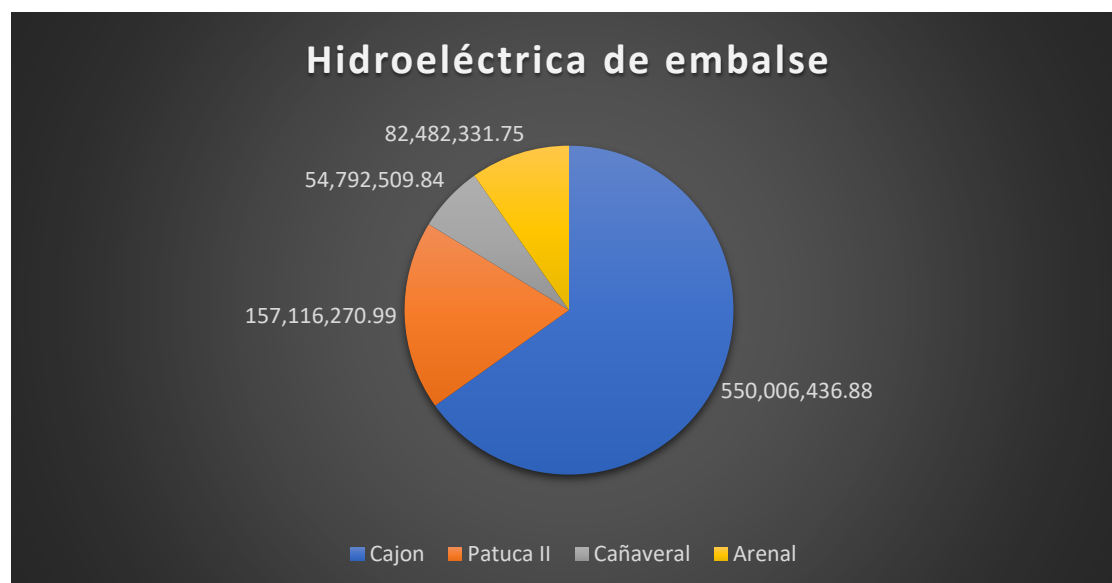


Figura VI.2 Produccion por hidroeléctricas de embalse

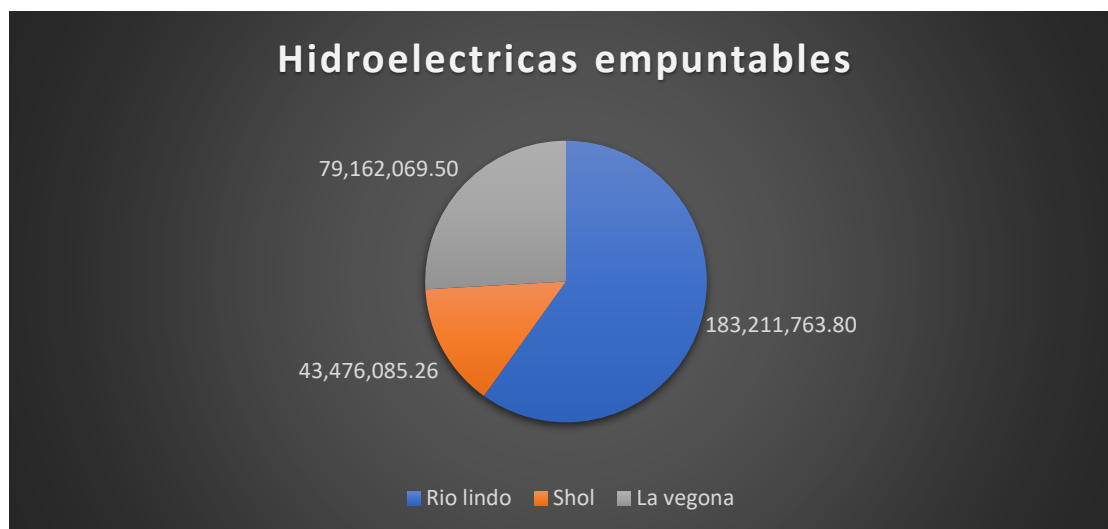


Figura VI.3 producción por hidroeléctricas empuntables

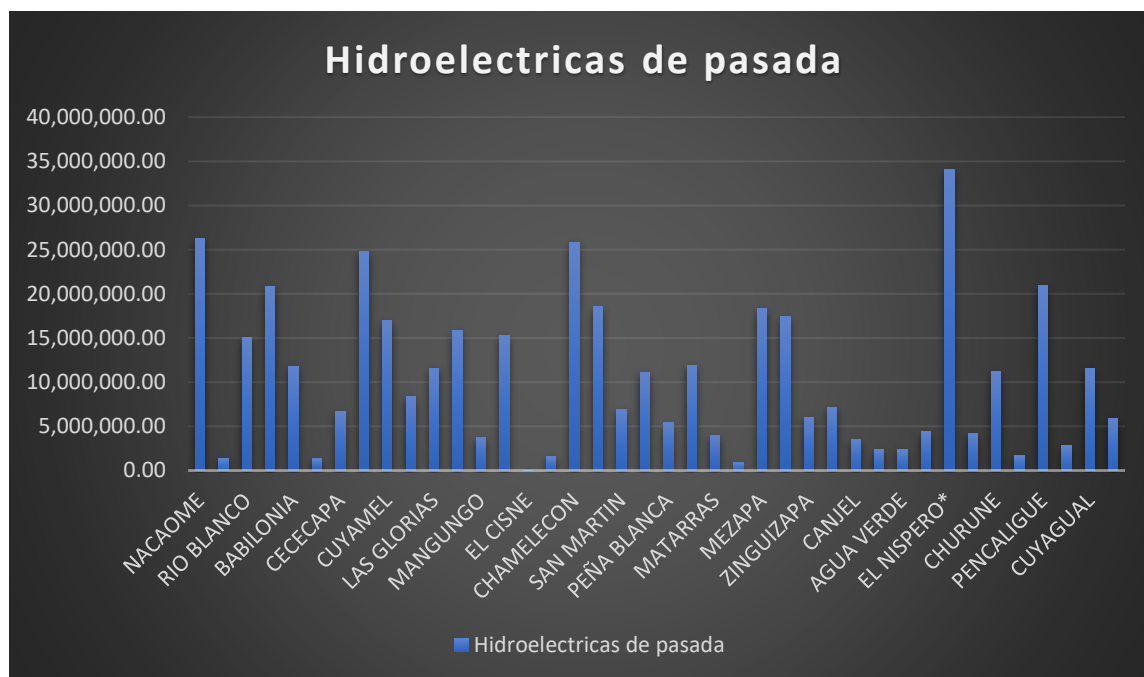


Figura VI.4 Producción por hidroeléctricas de pasada

Con los datos obtenidos observamos una gran diferencia de producción entre los 3 tipos de Hidroeléctricas

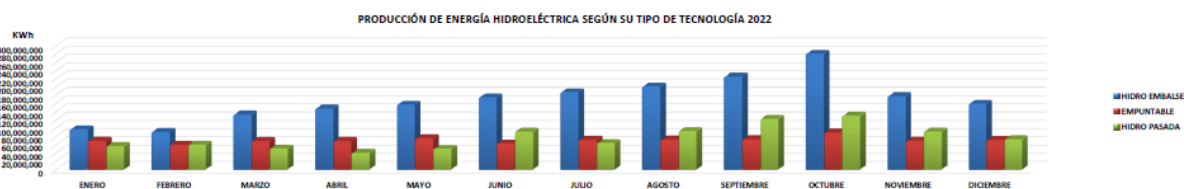


Figura VI.5 Comparativa entre las diferentes hidroeléctricas

Notamos que solo en energía hidroeléctrica se produce el 25.31%, un porcentaje considerable en producción de energía.

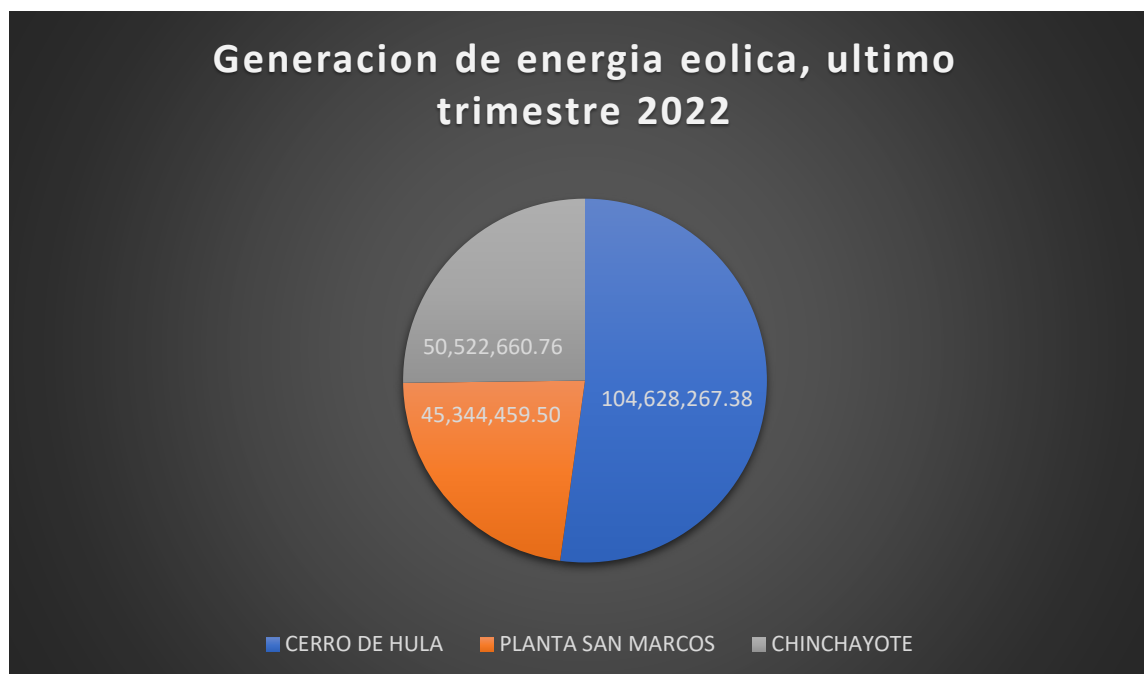
## Análisis de energía eólica

En el país solo se cuentan con 3 parques eólicos, a pesar de ello brindo al país el 11.92% de la demanda total del país en diciembre de 2022.

A continuación, se muestran los datos estadísticos de producción en KWh de enero hasta mayo del 2023.

Tabla VI.2 Producción eólica

PRODUCCIÓN EOLICA (KWH)	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
CERRO DE HULA	8,713,310.88	16,342,285.25	33,159,331.62	46,413,339.63	<b>104,628,267.38</b>
PLANTA SAN MARCOS	4,963,948.50	6,513,270.75	12,171,972.25	21,695,268.00	<b>45,344,459.50</b>
CHINCHAYOTE	5,271,475.38	7,940,675.13	14,023,039.50	23,287,470.75	<b>50,522,660.76</b>
<b>TOTAL EOLICO</b>	<b>18,948,734.76</b>	<b>30,796,231.13</b>	<b>59,354,343.37</b>	<b>91,396,078.38</b>	<b>200,495,387.64</b>



*Figura VI.6 Producción de energía eólica*

Notamos como Cerro de hula es el parque eólico donde más se produce energía en el mes de diciembre, y el mes de septiembre todas tuvieron una menor producción que los demás meses comparados.

### **Análisis de energía solar**

Para este análisis también tomamos los meses de septiembre a diciembre de 2022 para hacer una comparación uniforme con las demás energías.

En la siguiente tabla se presentan todas las plantas solares y su producción mensual en KWH.

*Tabla VI.3 Producción solar*

PRODUCCIÓN SOLAR (KWH)	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
ENERBASA (PAVANA SOLAR)	2,582,469.00	2,696,897.00	2,839,928.00	3,225,767.00	<b>11,345,061.00</b>
CENTROAMERICANA MARCOVIA	5,134,919.00	4,901,440.25	5,343,596.75	5,792,972.50	<b>21,172,928.50</b>
COHESSA	6,694,712.16	6,678,862.91	8,201,120.75	8,855,230.58	<b>30,429,926.40</b>
SOPOSA	7,223,409.41	7,082,604.21	8,170,381.00	9,132,294.29	<b>31,608,688.91</b>
MECER	3,436,997.88	3,389,171.88	3,704,190.50	4,019,180.38	<b>14,549,540.64</b>
LLANOS DEL SUR	1,813,485.50	1,998,563.37	1,975,500.07	2,235,270.75	<b>8,022,819.69</b>
EL POLLITO	2,135,389.88	2,085,456.84	2,021,578.38	2,217,043.13	<b>8,459,468.23</b>

FOTERSA (SOLAR DEL PACIFICO I)	2,849,801.88	2,857,242.50	3,086,699.75	3,290,718.00	<b>12,084,462.13</b>
CINCO ESTRELLAS (ECSA)	6,084,559.49	5,234,767.81	5,838,806.70	7,380,787.91	<b>24,538,921.91</b>
CHOLUTECA I (SERSA)	2,779,457.99	2,775,937.66	3,066,626.28	3,340,596.33	<b>11,962,618.26</b>
CHOLUTECA II (SERSA)	3,707,902.52	3,655,035.53	4,294,729.27	4,605,897.03	<b>16,263,564.35</b>
FOTOVOLTAICA NACAOME II (PRODERSSA)	6,052,203.84	5,817,960.81	6,760,232.03	6,947,007.82	<b>25,577,404.50</b>
FOTOVOLTAICA NACAOME I (PACIFIC SOLAR)	6,156,431.00	6,473,559.50	7,711,436.50	7,790,716.00	<b>28,132,143.00</b>
HELIOS	3,710,244.69	3,515,131.44	4,277,150.88	4,569,015.75	<b>16,071,542.76</b>
LAS LAJAS	1,331,595.41	1,365,685.87	133,603.31	1,400,634.88	<b>4,231,519.47</b>
FRAY LAZARO	0	0.00	0.00	0.00	<b>0.00</b>
PRADOS-SUR	3,874,742.01	3,773,116.50	4,393,641.24	4,711,442.99	<b>16,752,942.74</b>
<b>TOTAL SOLAR</b>	<b>65,568,321.66</b>	<b>64,301,434.08</b>	<b>71,819,221.41</b>	<b>79,514,575.34</b>	<b>281,203,552.49</b>

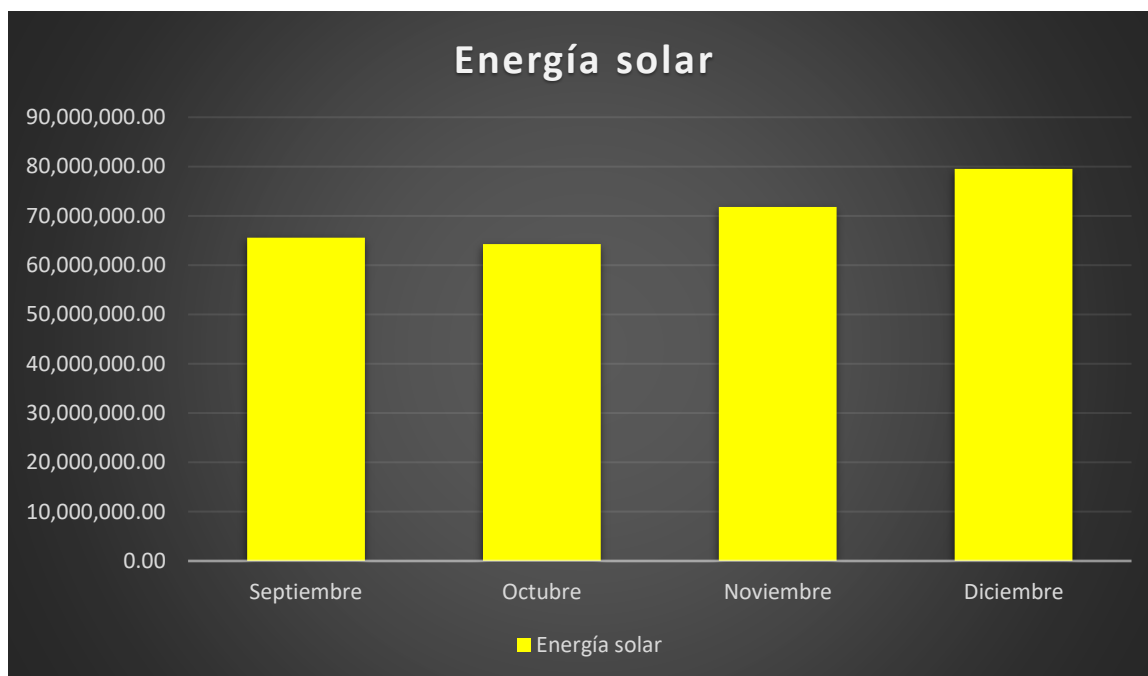


Figura VI.7 Producción de energía solar

En la gráfica observamos que este tipo de energía se ha mantenido relativamente constante en los meses de septiembre a noviembre y un incremento de 10MWh

### Comparativa entre los 3 tipos de energía renovable

La energía hidroeléctrica, solar y eólica son tres fuentes importantes de energía renovable que se utilizan en todo el mundo para generar electricidad de manera sostenible. A continuación, se presenta una comparación de estas tres formas de energía renovable en varios aspectos:

### 1. Recursos naturales y disponibilidad:

- Energía hidroeléctrica: Requiere la disponibilidad de ríos o embalses para generar electricidad a través de la energía cinética del agua en movimiento.
- Energía solar: Utiliza la radiación solar como recurso principal y está disponible en todas las regiones del mundo.
- Energía eólica: Requiere vientos consistentes y suficientemente fuertes para hacer girar las turbinas y generar electricidad.

### 2. Capacidad de generación:

- Energía hidroeléctrica: Tiene una alta capacidad de generación y puede producir grandes cantidades de electricidad, especialmente en grandes represas.
- Energía solar: Su capacidad de generación depende de la intensidad y duración de la radiación solar, lo que puede variar según la ubicación geográfica y las condiciones climáticas.
- Energía eólica: Su capacidad de generación depende de la velocidad del viento. Se requieren áreas con vientos constantes y fuertes para una generación óptima de electricidad.

### 3. Impacto ambiental:

- Energía hidroeléctrica: Puede tener impactos ambientales significativos, como la alteración del ecosistema fluvial y la reubicación de comunidades cercanas a las represas.
- Energía solar: Tiene un impacto ambiental mínimo durante la operación, pero la producción y el desecho de paneles solares pueden generar algunos residuos y emisiones.

- Energía eólica: Tiene un impacto ambiental relativamente bajo, pero las turbinas eólicas pueden afectar a las aves y murciélagos, así como requerir espacio en tierra para su instalación.

#### 4. Costo y viabilidad:

- Energía hidroeléctrica: Requiere inversiones iniciales significativas, pero tiene costos operativos bajos y una vida útil larga.
- Energía solar: Ha experimentado una disminución significativa en los costos de instalación en los últimos años, lo que la hace cada vez más competitiva. Sin embargo, los costos de almacenamiento de energía aún pueden ser altos.
- Energía eólica: Los costos de instalación y operación han disminuido en los últimos años, y la tecnología ha avanzado mucho. Es una de las fuentes de energía renovable más competitivas en términos de costo.

Cada forma de energía renovable tiene sus propias ventajas y consideraciones específicas en términos de recursos naturales, capacidad de generación, impacto ambiental y viabilidad económica. La elección entre la energía hidroeléctrica, solar y eólica depende de las características y necesidades específicas de cada región o proyecto en particular. Además, la combinación de estas fuentes puede ser beneficiosa para diversificar la matriz energética y maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles.

En tanto a producción en el mes de diciembre obtenemos la distribución del 67.49% de energía renovable en la siguiente grafica.

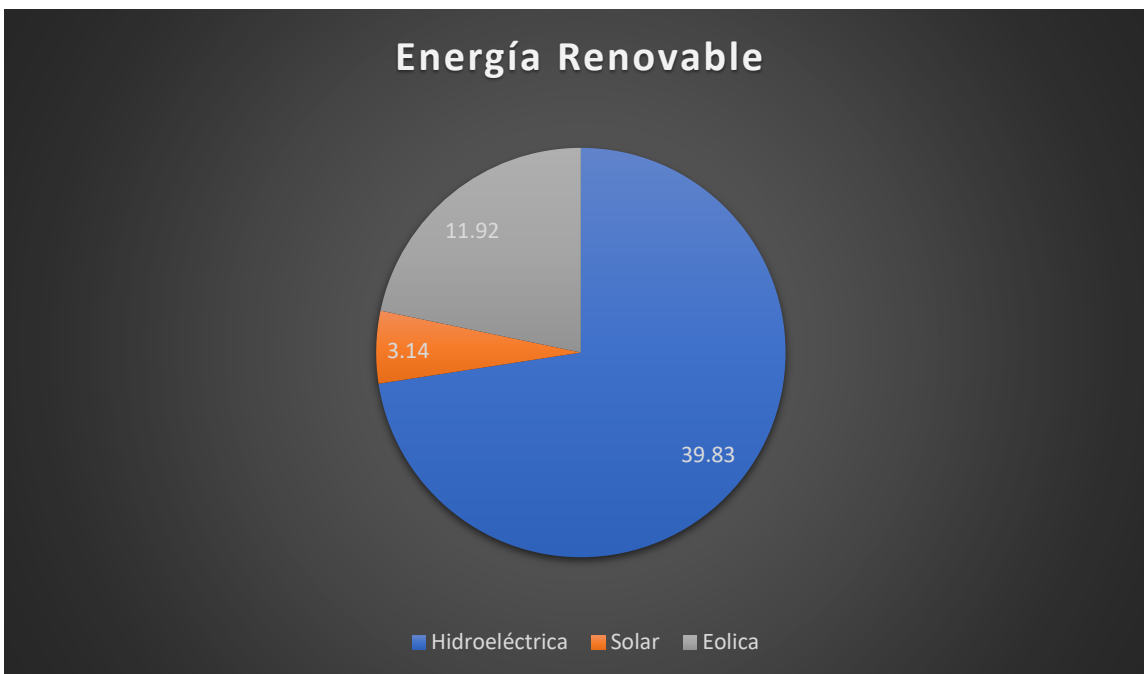


Figura VI.8 Distribución de producción de energías renovables

Se muestra la distribución total de la energía del mes de diciembre separado por su tipo de tecnología.

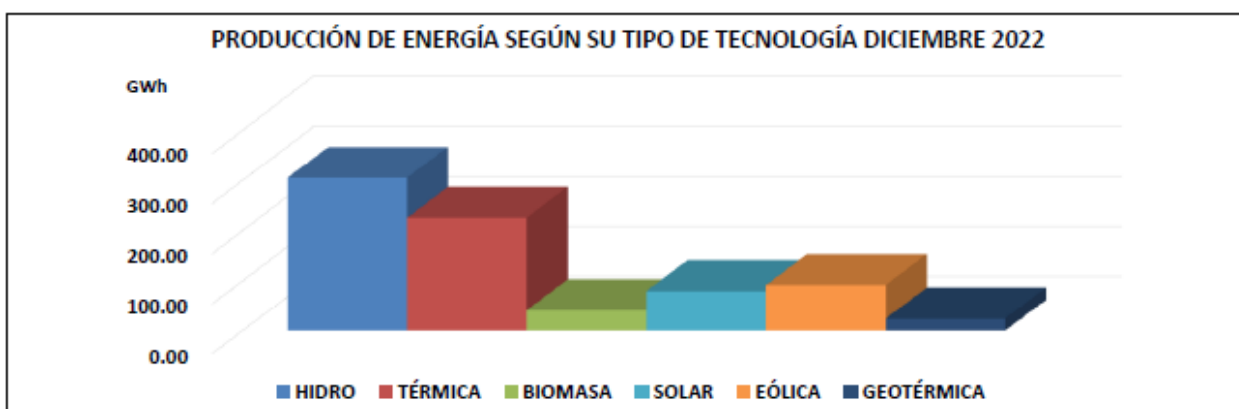


Figura VI.9 Producción de energía total diciembre 2022

## Mapa de producción de energía

El siguiente mapa muestra la producción de energía de toda la matriz energética del país, en el mismo se observa la generación y demanda energética por áreas, dando los valores en Mega

Varios, este es un mapa que se está actualizando todo el día y es una forma interactiva de ver el sistema interconectado nacional.

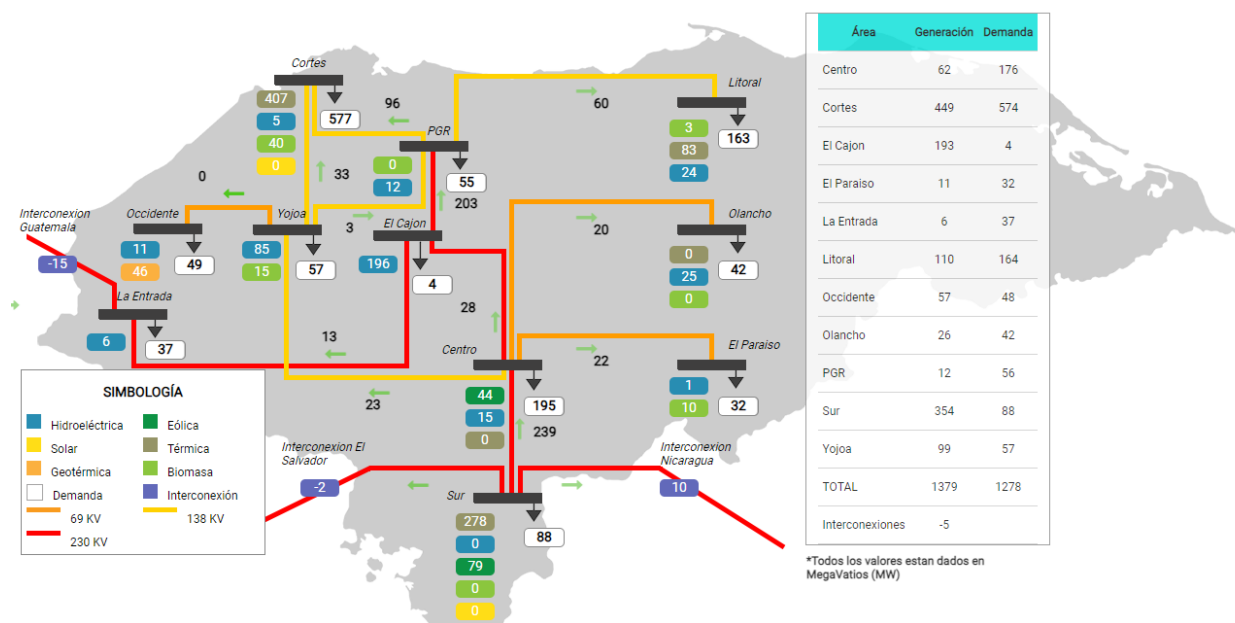


Figura VI.10 Mapa de producción de energía

Estos datos fueron tomados a las 10 de la noche el 1 de Julio de 2023 (día lluvioso). Observamos que todas las plantas solares están en cero, en cambio las eólicas están trabajando de buena forma y las hidroeléctricas también.

Este es un dato importante ya que a pesar de que la energía solar por las noches no produce energía se ha logrado mantener estable durante 5 meses consecutivos y donde hemos visto que la energía eólica y la hidroeléctrica han tenido variaciones grandes entre estos meses.

## Consideración de aspectos climáticos

La elección entre la energía solar y la energía eólica como la mejor opción depende de varios factores, como la ubicación geográfica, el recurso natural disponible y las necesidades energéticas específicas de cada proyecto. Sin embargo, a continuación, se presentan algunas justificaciones comunes que respaldan por qué la energía solar puede considerarse mejor que la energía eólica en ciertos casos:

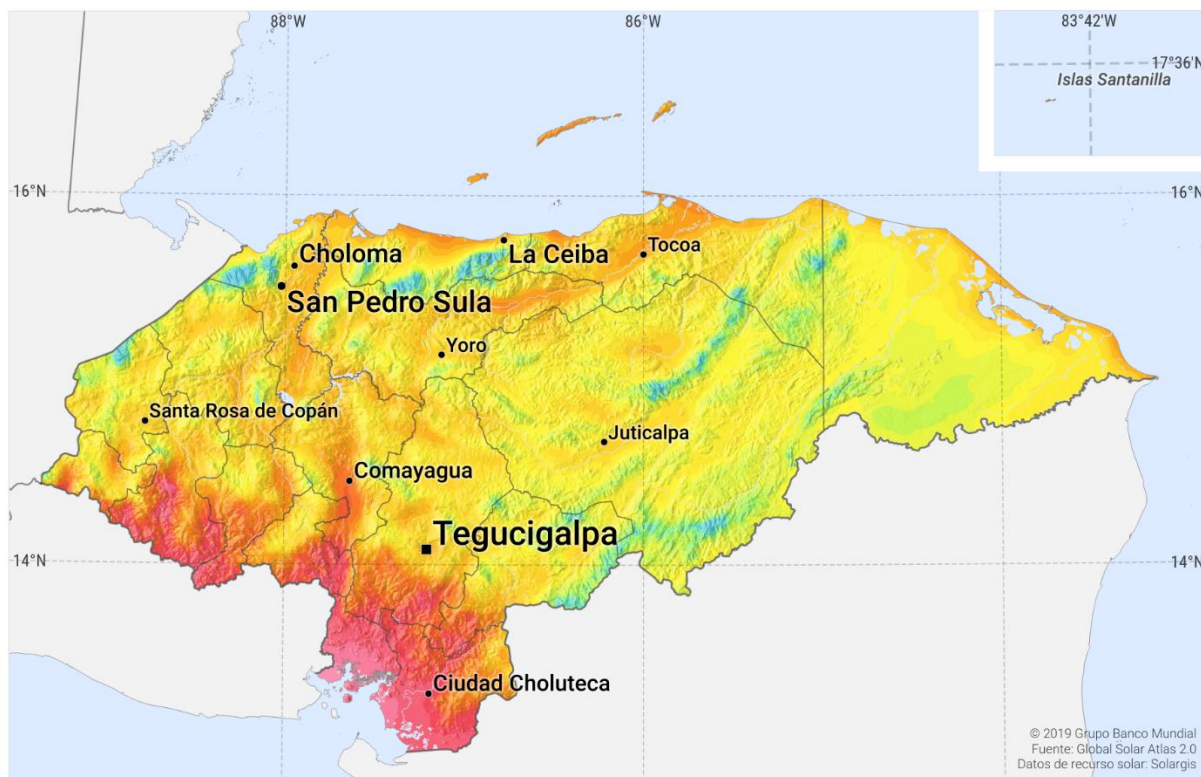
1. Disponibilidad y previsibilidad: La radiación solar está presente en todas las regiones del mundo, aunque en diferentes intensidades. Esto hace que la energía solar sea más accesible y disponible en comparación con los vientos consistentes y fuertes necesarios para la energía eólica. Además, la energía solar es más predecible y estable en términos de disponibilidad diaria, mientras que la velocidad del viento puede variar considerablemente.
2. Escalabilidad y flexibilidad: Los sistemas solares fotovoltaicos se pueden adaptar fácilmente a diferentes tamaños y escalas, desde pequeñas instalaciones residenciales hasta grandes parques solares a escala utility. Esto brinda flexibilidad en términos de diseño, capacidad de generación y requisitos de espacio. Por otro lado, los parques eólicos requieren vientos constantes y un espacio considerable para las turbinas, lo que limita su ubicación y escalabilidad en ciertas áreas.
3. Impacto ambiental y visual: La energía solar tiene un impacto ambiental mínimo durante su operación, ya que no emite gases de efecto invernadero ni produce ruido significativo. Además, los paneles solares pueden instalarse en techos de edificios existentes, lo que reduce la necesidad de ocupar tierras adicionales. En contraste, las turbinas eólicas pueden tener un impacto visual más prominente en el paisaje y pueden generar ciertos niveles de ruido durante su operación.
4. Costos de mantenimiento: La energía solar generalmente tiene costos de mantenimiento más bajos en comparación con la energía eólica. Los paneles solares tienen menos partes móviles y requieren menos intervención y mantenimiento regular. Por otro lado, las turbinas eólicas necesitan un mantenimiento más frecuente debido a las partes mecánicas y la exposición a los elementos.

Honduras es un país donde se encuentran muchos ríos, además es un país donde predomina el clima soleado, a continuación, se presentarán mapas de Radiación solar, de las zonas con más precipitaciones de viento y el mapa hidrográfico de Honduras

MAPA DE RECURSO SOLAR

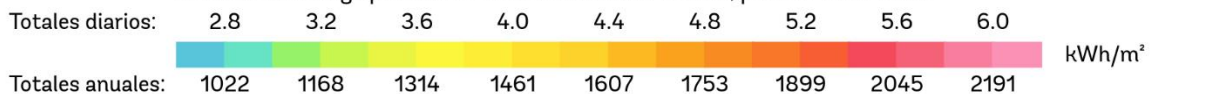
# IRRADIACIÓN DIRECTA NORMAL

## HONDURAS



© 2019 Grupo Banco Mundial  
Fuente: Global Solar Atlas 2.0  
Datos de recurso solar: Solargis

Promedios de largo plazo de la irradiación directa normal, periodo 1999-2018



Este mapa está publicado por el Grupo Banco Mundial, financiado por ESMAP, y preparado por Solargis. Para más información y términos de uso, por favor visite <http://globalsolaratlas.info>.

Figura VI.11 Mapa de Irradiación en Honduras



## Mapa del sistema interconectado nacional (SIN)



Figura VI.14 Mapa del sistema interconectado nacional (SIN)

Observando estos mapas notamos que las zonas con alta precipitación de viento son muy limitadas y en estas zonas son donde están instalados los parques eólicos existentes en el país.

Honduras es un país que cuenta con múltiples ríos, por lo que se presta a la generación de energía hidroeléctrica, pero como hemos analizado en esta sección del proyecto, existen un aproximado de 40 proyectos hidroeléctricos incluyendo los de pasada y los embalses. Esta tecnología ha sido útil durante muchos años, pero ha presentado serios problemas en tiempos de sequía, como lo que estamos viviendo con el fenómeno del niño en el mes de mayo y junio del 2023, al depender de más del 20% de la demanda total del país de este tipo de energía y que los niveles de las represas bajen o la potencia de las corrientes de los ríos disminuyan ocasiona problemas en la matriz energética del país ya que no logra cubrir toda la demanda energética.

Por otro lado, tenemos a la energía solar fotovoltaica que como observamos en las gráficas es una fuente de energía confiable y observando el mapa de radiación queda evidenciado que en todo el país se pueden instalar paneles solares descentralizados y en la zona suroeste del país es muy viable la construcción de grandes complejos que se pueden conectar al Sistema Interconectado Nacional (SIN) ya que hay subestaciones cercanas a estas zonas.

En Honduras, optar por la energía solar presenta varias ventajas y razones para considerarla como una opción favorable. Aquí se exponen algunos argumentos para respaldar esta elección:

1. Abundancia de recurso solar: Honduras tiene una ubicación geográfica privilegiada, cercana al ecuador, lo que le otorga una alta radiación solar durante gran parte del año. Esta abundancia de luz solar convierte a la energía solar en una fuente de energía potencialmente rica y confiable en el país.
2. Reducción de dependencia de combustibles fósiles: Actualmente, Honduras depende en gran medida de los combustibles fósiles para su generación de energía. La adopción de la energía solar permitiría reducir esta dependencia y disminuir las importaciones de combustibles, lo que a su vez puede mejorar la seguridad energética y reducir la volatilidad de los precios energéticos.
3. Potencial para la electrificación rural: Honduras enfrenta el desafío de la falta de acceso a la electricidad en muchas zonas rurales. La energía solar, especialmente en forma de sistemas fotovoltaicos descentralizados, puede ser una solución rentable y eficiente para llevar electricidad a estas comunidades remotas, ayudando a cerrar la brecha de acceso energético y mejorar la calidad de vida de las personas que viven en esas áreas.
4. Beneficios ambientales y mitigación del cambio climático: La energía solar es una fuente de energía limpia y renovable que no emite gases de efecto invernadero durante su operación. Al optar por la energía solar, Honduras puede reducir significativamente sus emisiones de carbono y contribuir a la mitigación del cambio climático. Además, al evitar la quema de combustibles fósiles, se reducirán los impactos negativos asociados, como la contaminación del aire y los efectos en la salud.

5. Reducción de costos a largo plazo: Si bien la instalación inicial de sistemas solares puede requerir una inversión inicial, a largo plazo, la energía solar puede resultar más económica. Los costos de los paneles solares han disminuido significativamente en los últimos años, y se espera que esta tendencia continúe. Además, los sistemas solares requieren menos mantenimiento y tienen una vida útil prolongada, lo que puede generar ahorros en costos operativos y de mantenimiento en comparación con las fuentes de energía convencionales.

## VII. CAPITULO VII: CONCLUSIONES

En base a la revisión bibliográfica notamos que en el país la mayoría de proyectos generadores de energía son de empresas privadas y tienen contratos de ventas con la ENEE, entre empresa privada y pública para diciembre de 2022 el 67.49% de la energía del país fue producida por fuentes renovables. Al no haber una inversión constante al sector energético concluimos que Honduras no podría satisfacer toda la demanda energética del país solo con energía renovable en el corto o media plazo.

A pesar del potencial de las fuentes de energía renovable, el país enfrenta diversos desafíos y obstáculos que dificultan su desarrollo y expansión. Limitaciones tecnológicas, barreras financieras y problemas de infraestructura son algunos de los principales obstáculos que frenan la adopción más amplia de energía renovable en Honduras. Superar estos desafíos requerirá la implementación de políticas y estrategias adecuadas para fomentar la inversión y el desarrollo en este sector.

Considerando varios aspectos técnicos, económicos y climáticos se llegó a la conclusión que en honduras la energía solar fotovoltaica es la mejor opción para una migración en la matriz energética, ya que presenta múltiples ventajas sobre las otras energías renovables, actualmente los precios de los paneles solares han bajado en todo el mundo, por lo que optar por este tipo de energía cada vez es más viable.

## VIII. CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

Existe una necesidad urgente de promover políticas más sólidas y medidas concretas que impulsen la producción y adopción de energía renovable en Honduras. La reducción de la dependencia de fuentes de energía no renovable contribuirá a la mitigación del impacto ambiental y a la seguridad energética del país. Para lograr una transición exitosa hacia un sistema energético más sostenible, es fundamental implementar metas y objetivos a corto, mediano y largo plazo, así como incentivos para atraer inversiones y tecnologías en el sector de energías renovables.

**Acceso a financiamiento:** Facilitar el acceso a financiamiento adecuado y asequible para proyectos de energías renovables es esencial. Esto puede lograrse a través de la creación de fondos específicos para energías renovables, la promoción de asociaciones público-privadas y el apoyo a programas de garantía y préstamos.

**Desarrollo de infraestructura:** Es necesario invertir en el desarrollo de infraestructura de transmisión y distribución de energía renovable para facilitar la integración de los proyectos en la red eléctrica nacional. Esto incluye la planificación de redes inteligentes y la mejora de la capacidad de almacenamiento de energía.

**Fomento de la cooperación público-privada:** La colaboración entre el sector público, el sector privado y la sociedad civil es fundamental para impulsar el desarrollo de las energías renovables. La creación de alianzas estratégicas y la promoción de la participación de actores locales e internacionales pueden acelerar la adopción de tecnologías renovables.

**Sensibilización y concientización:** Es importante educar y concienciar a la población sobre los beneficios de las energías renovables. La sensibilización pública puede promover la adopción de prácticas energéticas sostenibles y fomentar el apoyo a políticas y proyectos renovables.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- asjhonduras*. (Noviembre de 2021). Obtenido de <https://asjhonduras.com/webhn/wp-content/uploads/2021/11/Problemas-y-Propuestas-RepensarHonduras-Energia.pdf>
- CEMEX*. (2014). Obtenido de <http://www.cemex.com/ES/DesarrolloSustentable/MedioAmbienteBiodiversidad.aspx>
- Despacho, C. N. (Abril de 2023). *Centro Nacional de Despacho*. Obtenido de <https://ods.org.hn/operacion-del-mercado/>
- Endesa*. (17 de Diciembre de 2021). Obtenido de <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/energias-renovables/energia-hidraulica>
- ENEE*. (s.f.). Recuperado el 13 de Mayo de 2023, de <http://enee.hn/index.php/electrificacion-nacional/generacion>
- Factorenergia*. (23 de Julio de 2018). Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>
- factorenergia*. (18 de Junio de 2021). Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumo-electrico/energia-solar/>
- Fundeen*. (s.f.). Obtenido de <https://www.fundeen.com/blog-energias-renovables/origen-de-las-energias-renovables>
- SICA*. (3 de Agosto de 2018). Obtenido de <https://www.sica.int/consulta/Noticia.aspx?Idn=114234&idm=1>
- Comunicación. (2023, enero 31). *Evolución de la matriz energética Argentina – ALPA*. <https://solucionesclimaticas.net/evolucion-de-la-matriz-energetica-argentina/>

Endesa. (s. f.). *Hidráulica*. Endesa. Recuperado 5 de junio de 2023, de

<https://www.fundacionendesa.orghttps://fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educacion/recursos/centrales-renovables/central-hidroelectrica>

Factorenergia, E. de E. E. de. (2018, julio 23). Energía eólica. Qué es, cómo funciona, ventajas y desventajas. *factorenergia*. <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>

Factorenergia, E. de E. E. de. (2023, mayo 16). Energías renovables: Características, tipos y nuevos retos. *factorenergia*. <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>

Hallack, M. (2022, julio 14). ¿Qué sucede con los costos marginales de la electricidad en la región? *Energía para el Futuro*. <https://blogs.iadb.org/energia/es/que-sucede-con-los-costos-marginales-de-la-electricidad-en-la-region/>

*Hidroeléctrica Cañaverall-Río Lindo fortalecerá su capacidad con apoyo del BID | IADB*. (2015, marzo 16). <https://www.iadb.org/es/noticias/hidroelectrica-canaverall-rio-lindo-fortalecera-su-capacidad-con-apoyo-del-bid>

REPSOL. (2023). *¿Qué es la energía solar? Tipos y principales ventajas*. REPSOL. <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/transicion-energetica/energia-solar/index.cshtml>

Twenergy. (2019, agosto 27). *La demanda eléctrica*. Twenergy. <https://twenergy.com/eficiencia-energetica/como-ahorrar-energia-casa/la-demanda-electrica-953/>