

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN  
INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Líder en Ciencia y Tecnología**

**TESIS**

**Tema:**

**Contribución De La Energía Renovable a La Matriz Energética En Nicaragua**

**Elaborado por:**

**Br. Gonzalo Leonel Martínez Meza**

**Tutor:**

**Ing. Ramiro Arcia**

**Jueves 02 de Julio del 2015**

## Índice

Dedicatoria	1
Introduccion	2
Antecedentes	4
Justificacion	6
Objetivos	7
Marco Teorico	8
Diseño Metodológico	13
Capitulo 1: Aspectos Generales del Pais	15
1.1 Contexto Geografico	16
1.2 Organización del Estado	17
1.3 Division Politico-Administrativa	18
1.4 Aspectos Demograficos	19
1.5 Aspectos Socioeconomicos	21
1.6 Aspectos de Educacion	22
1.7 Aspectos de Salud	22
1.8 Recursos Hidricos	23
1.9 Aspectos Ambientales	24
1.10 Vulnerabilidad Ante los Desastres	25
Capitulo 2: Importancia de las Fuentes Renovables Para la Diversificacion de la Matriz Energetica	26
2.1 Estructura del Sector Electrico en Nicaragua	28
2.2 Intensidad Energetica en Nicaragua	28
2.3 Consumo de Energia Per Capita	29
2.4 Consumo Percapita de Energia Electrica en Nicaragua	30
2.5 Consumo de Energia del Sector Electrico en Nicaragua	31

2.6 Capacidad Instalada de Generacion Electrica	33
2.7 Limite del Patron Energetico Actual Y Perspectivas de las Energias Renovables	35
Capitulo 3: Inversion del Sector Publico Y Privado en Energias Renovables en los Ultimos Años	37
3.1 Breve Reseña Histórica del Subsector Eléctrico Y de Hidrocarburos	38
3.2 Evolución de las Energías Renovables en Nicaragua	42
3.3 Inversión en Energía Renovable en Nicaragua en los Últimos Años	45
3.3.1 Inversión en Plantas Térmicas	45
3.3.1.1 Sector Publico	45
3.3.1.2 Sector Privado	45
3.3.2 Inversión en Energías Renovables	46
3.3.2.1 Sector Publico	46
3.3.2.2 Sector Privado	48
Capitulo 4: Proyección del Comportamiento de la Matriz Energética en Función del Desarrollo de la Energía Renovable en Nicaragua	52
4.1 Proyectos Considerados Fijos	54
4.2 Cartera de Proyectos	55
4.3 Situacion Actual del Sistema de Generacion	56
4.4 Retiro de Plantas de Generacion	58
4.5 Plan de Expansion de Generacion	59
Conclusiones	61
Bibliografia	62
Anexos	63



## DEDICATORIA

Primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. A mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor y a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este documento.

A mi Tutor **Ramiro Arcia Lacayo** y a un buen amigo y compañero **Rafael Antonio Pérez Aguilar** por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales, por su apoyo ofrecido en este trabajo, por haberme transmitidos los conocimientos obtenidos y haberme llevado pasó a paso en el aprendizaje.

## INTRODUCCION

En nuestro país los principales recursos utilizados para la generación de energía eléctrica en los últimos años han sido los combustibles derivados del petróleo (Full Oil y Diésel). Estos combustibles tienen un precio que cambian bruscamente, pero en los últimos años los precios se han mantenido en alza, esto ha conllevado a un alto costo de la factura petrolera del país y una tarifa energética más alta del resto de los países centroamericanos, esto ha hecho necesario la búsqueda de fuentes alternativas para la producción de energía eléctrica, estas fuentes son los recursos renovables

Los recursos renovables son las fuentes más necesarias en nuestro país las cuales se tienen en abundancia por medio de ríos, mares, volcanes y otros, pero por problemas económicos no se han realizado inversiones significativas en recursos renovables para producción de energía eléctrica, ya que quienes han gobernado el país se han enfocado en el desarrollo de otros sectores económicos.

El primer capítulo se enfoca en los aspectos generales de Nicaragua cómo aspectos geográfico, organización del estado, recursos hídricos, aspectos ambientales y vulnerabilidades frente a desastres y emergencia está constituido Nicaragua, especificando la utilización necesaria de los fuentes térmicas como lo es el petróleo, el crecimiento económico y poblacional, la importancia de las cuencas hidrográficas, los recursos naturales, el sistema climatológico que posee y los diferentes tipos de gobiernos que han dirigido el país.

El segundo capítulo trata sobre la importancia del uso de las fuentes de energías renovables en la matriz energética del país y se establecen aspectos relevantes como la intensidad energética, consumo energético, capacidad instalada entre otros.

En el tercer capítulo se expresa los cambios que ha experimentado el subsector eléctrico, además de la evolución de la matriz energética desde la década de los 90 hasta el año 2013 y la inversión que se ha realizado en plantas que utilizan recursos renovables para la producción de energía eléctrica.

El cuarto capítulo muestra proyecciones realizadas por el ministerio de energía y minas en cuanto a proyectos de generación a base de recursos renovables y la salida de operación paulatina de plantas térmicas.

Finalmente se muestran las conclusiones de la tesis.

## ANTECEDENTES

Históricamente en nuestro país, la demanda de energía eléctrica sobrepasaba la capacidad instalada. Esta demanda ha sido satisfecha principalmente con la plantas de generación eléctrica que consumen combustibles derivados del petróleo. Esto ha contribuido al aumento en el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero y al calentamiento global de nuestro planeta.

En la tabla 1 se detalla la capacidad de generación y la demanda de energía eléctrica antes de que iniciaran a funcionar las plantas térmicas Hugo Chávez y Che Guevara.

Tabla 1. Datos de generación y demanda de energía eléctrica de Nicaragua en el periodo 1999-2007.

Año	Capacidad De Generación (MW)	Capacidad Efectiva (MW)	Demanda (MW)
1999	621	477.23	400
2000	621	477.23	408
2001	621	477.23	417
2002	638	490.29	422
2003	657	519.03	427
2004	657	519.03	435
2005	663	523.77	462
2006	672	530.88	507.8
2007	837	669	617

Fuente: Ministerio De Energía Y Minas

Nicaragua cuenta con dos sistemas de generación eléctrica: el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y los Sistemas Aislados. Según el Anuario Estadístico del Sector Eléctrico 2013 el SIN esta constituido con una capacidad nominal de 1,197 MW y 966.89 MW de capacidad efectiva.

De las plantas que conforman el sistema interconectado nacional (SIN), siete son plantas convencionales que consumen derivados de petróleo, dos son hidroeléctricas, dos geotérmicas, tres eólicas y dos de biomasa basada en la quema de bagazo de caña. El 42% de la capacidad total instalada corresponde a la generación térmica en base de combustibles fósiles derivados del petróleo. El total de generación térmica que incluye las plantas geotérmicas y de cogeneración representan un 52% de la capacidad total instalada. Esto significa que Nicaragua es altamente dependiente de plantas térmicas y del consumo de derivados de petróleo para la generación eléctrica.

El Potencial de Energías Renovables se detalla en la tabla 2 a continuación:

Tabla 2. Potencial De Las Energías Renovables En Nicaragua.

TIPO DE GENERACIÓN	POTENCIAL (MW)	CAPACIDAD INSTALADA EFECTIVA (MW)	PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO (%)
HIDROELÉCTRICA	2,000	98	5%
GEOTÉRMICA	1,500	63	4%
EÓLICA	800	63	8 <sup>1</sup> %
BIOMASA	200	120	60%
<b>Total</b>	<b>4,500</b>	<b>344</b>	<b>8%</b>

Fuente: Ministerio De Energía Y Minas

Actualmente la matriz energética de Nicaragua se encuentra distribuida de la siguiente manera: 50.87% energías renovables y 49.13% energía térmica, este dato nos indica el avance del uso de las energías renovables en el país, siendo necesario una mayor inversión por parte del gobierno adicional a la inversión extranjera existente, para de esta manera cumplir con los objetivos del sector los cuales son disminuir la dependencia de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica y producir energía limpia que no cause tantas afectaciones al medio ambiente.

## JUSTIFICACION

La degradación que está sufriendo nuestro planeta por la utilización en grandes cantidades de combustibles fósiles como la gasolina, el carbón, etc. para la generación de energía eléctrica es uno de los problemas más grave que tiene Nicaragua en lo que respecta al cuidado y protección del medio ambiente, y es que estas fuentes lo único que hacen es contaminar el aire con las emisiones de humo de las chimeneas de las fábricas, contaminar los ríos con la bota y quema de basura y desechos tóxicos, los cuales deterioran el hábitat de las fauna y flora silvestre. Y si estos recursos naturales se extinguen, no tendremos fuentes necesarias para el desarrollo de Nicaragua y el medio ambiente.

El problema que podría ser el más grave es el deterioro de la capa de ozono que nos protege de los rayos ultravioleta dañinos para los animales y para las personas. Además esta mantiene el clima en condiciones estables y normales. Durante las últimas décadas hemos arrojado a la atmósfera toda clase de agentes contaminantes, gran parte de estos agentes contaminantes y destructores de la capa de ozono provienen de la quema de los combustibles de origen fósil, esta degradación de la atmósfera en un futuro no muy lejano causará daños irreversibles, esto quiere decir que el calentamiento global es un hecho.

Nosotros hemos decidido realizar esta investigación sobre los beneficios del uso de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica y los efectos que tienen estos recursos en el medio ambiente y en los ecosistemas, además del aporte hacia la disminución del costo de la factura de energía eléctrica a largo plazo en el país, ya que la inversión inicial en este tipo de tecnología es muy costosa.

## **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la contribución y desarrollo de los recursos renovables en la composición de la matriz energética de Nicaragua.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Explicar la importancia del uso de fuentes renovables para la diversificación de la matriz energética de Nicaragua.

Cuantificar la inversión del sector público y privado en energía renovable en Nicaragua en los últimos años.

Determinar el comportamiento de la matriz energética en función del desarrollo de la energía renovable en Nicaragua.

## MARCO TEÓRICO

En la literatura existen variadas definiciones de energía renovable, sin embargo una de las más precisas corresponde a la desarrollada por la Asociación de Industrias de Energía Renovable de Texas (TREIA). Esta definición expresa lo siguiente:

“Energía renovable corresponde a cualquier energía que es regenerada en un corto periodo de tiempo y obtenida directamente del Sol (como Termal, Fotoquímica o Fotoeléctrica), indirectamente del Sol (como el viento, hidroeléctrica, energía fotosintética obtenida de la biomasa) o por algún otro movimiento natural y mecanismos del ambiente (Como geotérmica o de mareas). Las energías renovables no incluyen las derivadas de combustibles fósiles, de desechos de combustibles fósiles o de desechos de origen inorgánico.”

A continuación, se describen las características básicas de los siguientes tipos de energía renovables: eólica, mini hidráulica, biomasa, geotérmica, solar y mareomotriz.

### **Energía eólica**

La energía eólica corresponde a la energía que es obtenida del viento, mediante el Aprovechamiento de su energía cinética. El viento se produce por el desplazamiento del aire entre zonas de alta presión y zonas de baja presión atmosférica. Estas diferencias de presión a su vez son producidas por el aumento o disminución de la temperatura en distintas zonas terrestres, por lo que es correcto decir que la energía eólica, junto con otras energías renovables, proviene inicialmente del sol.

Una de las características principales de la energía eólica, debido a su recurso energético primario, el viento, es su gran variabilidad a lo largo del día y en las diferentes zonas geográficas. Por esta razón es de gran importancia contar con estudios certeros respecto de la velocidad del viento en los posibles lugares de instalación.

### **Energía de Pequeñas Centrales Hidráulicas**

Esta energía proviene de la energía mecánica (potencial y/o cinética) del agua. Por esta razón, este tipo de centrales se emplazarían mayoritariamente en la zona norte y caribe norte de nuestro país, ya que en esos lugares es dónde se puede encontrar el mayor diferencial de energía potencial en los cauces de ríos.

Las pequeñas centrales hidroeléctricas según la definición de la UNIDO, (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) se pueden clasificar de la siguiente forma:

**Micro centrales hidroeléctricas:** Corresponden a las centrales que tienen una potencia de generación inferior a 100 kW.

*Mini centrales hidroeléctricas:* Corresponden a las centrales que tienen una potencia de generación inferior a 1.000 kW.

*Pequeñas centrales hidroeléctricas:* Corresponden a las centrales que tienen una potencia de generación inferior a 10.000 kW.

La energía proveniente de pequeñas centrales hidroeléctricas, es la que presenta el mayor desarrollo tecnológico a nivel de las energías renovables. Esto se debe principalmente a que este tipo de energía se ha aprovechado desde hace muchos años.

Por esta razón y dadas las cualidades de su insumo principal, es que presenta costos menores tanto en su instalación, como en su costo de mantenimiento.

La capacidad de generación de una central depende significativamente del caudal o cantidad de agua y de caída o desnivel. La siguiente ecuación representa una buena aproximación de la potencia de generación de una central hidráulica:

Ecuación de potencia de una central hidroeléctrica

$$P=7.8xQxh [kW]$$

Siendo Q el caudal expresado en Metros<sup>3</sup>/segundos, h el desnivel, expresado en Metros y P la potencia generada, medida en kW.

### **Energía Proveniente de la Biomasa**

La biomasa corresponde a los recursos biológicos, tanto animales como vegetales Disponibles para generación como la madera, residuos agrícolas y estiércol. La ventaja que tiene este tipo de combustible con respecto a los demás, es que es el Único combustible que contiene carbono biogénico, es decir su combustión no Produce emisiones de dióxido de carbono, siendo de esta manera beneficioso para el medio ambiente.

Existe un gran número de tipos de biomasa, con distintas capacidades calóricas cada uno. En la tabla 3 se puede apreciar una comparación entre la energía entregada por la biomasa y la energía que se obtiene de los combustibles fósiles.

Cómo se puede ver las energías provenientes de la Biomasa, son menos eficientes que las energías provenientes de los combustibles fósiles, pero tienen la gran ventaja de no generar gases que incrementan el efecto invernadero.

Tabla 3: Capacidad Calórica de la Biomasa

Combustible	Densidad de energía por unidad de masa [GJ/tonelada]	Densidad de energía por unidad de masa [GJ/tonelada]	Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	Densidad de energía por unidad de volumen [MJ/m <sup>3</sup> ]	Densidad de energía por unidad de volumen [kWh/m <sup>3</sup> ]
Astillas	7 - 15	2 - 4	175 - 350	2.000 - 3.600	600 - 1.000
Madera secada al viento	15	4,2	300 - 550	4.500 - 8.300	1.300 - 2.300
Madera secada en horno	18 - 21	5 - 5,8	450 - 800	8.100 - 16.800	2.300 - 4.600
E-grass o "Pasto Elefante"	17	4,7	120 - 160	2.000 - 2.700	560 - 750
Carbón	20 - 30	5,6 - 8,3	800 - 1.100	16.000 - 33.000	4.500 - 9.100
Petroleo	42	11,7	870	36.500	10.200
Gas Natural	54	15	0,7	39	10,8

### Energía Geotérmica

La energía geotérmica es aquella energía que se extrae del calor interno de la tierra. Esta puede ser extraída en forma de vapores calientes, agua, gases o líquidos inyectados para este fin.

Nicaragua tiene el privilegio de estar ubicado sobre el "Cinturón de Fuego del Pacífico", zona que se caracteriza por una alta actividad volcánica. Debido a esto Nicaragua cuenta con un alto potencial para la instalación de centrales generadoras con energía geotérmica.

### Energía Solar

La energía solar, se define como la energía que proviene directamente de la radiación solar. Esta energía se obtiene mediante colectores térmicos o paneles solares. Nicaragua tiene una geografía privilegiada para la instalación de este tipo de generación.

Existen variadas tecnologías para aprovechar la energía solar. A continuación se nombran algunas:

*Energía solar fotovoltaica:* Esta tecnología utiliza placas de semiconductores que se excitan con la radiación solar, produciendo energía eléctrica.

*Energía solar termoeléctrica:* Mediante esta metodología, se produce energía eléctrica con un ciclo termodinámico convencional, a partir de un fluido calentado por el sol. Es decir se reemplaza la ignición de un combustible fósil, por el calor extraído de los rayos solares.

*Energía eólico solar:* Esta tecnología utiliza el aire calentado por el sol. Este aire caliente se hace subir por una gran chimenea donde se encuentran los generadores eólicos que producen la energía eléctrica.

### **Energía Mareomotriz**

La energía mareomotriz corresponde a la energía que resulta de aprovechar la Variación de las mareas. La diferencia de mareas se produce debido al cambio de posición de la luna alrededor de la tierra, produciendo variaciones en las atracciones gravitacionales entre la tierra, el sol y la luna. De esta manera, con mecanismos adecuados se puede aprovechar esta energía presente en los mares.

Debido a la larga costa con que cuenta nuestro país, este tipo de tecnología podría ser ampliamente instalada. Esta tecnología actualmente está en un período de desarrollo, por lo que aún no es viable económicamente. La instalación de este tipo de tecnología actualmente, sólo es viable en los lugares donde la marea presenta grandes variaciones. El problema que ha presentado, es que la tecnología produce graves cambios en el ecosistema después de su instalación, principalmente debido al cambio de salinidad del lugar donde se ha instalado, como ocurrió en Francia en el río Rance.

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

Esta tesis se presenta por la necesidad de incorporar una solución al problema del alto costo de la energía eléctrica en nuestro país, debido al predominio del uso de los combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica, en detrimento de las energías renovables ya que estas últimas a corto plazo resultan más caras debido a los altos costos de inversión inicial.

### **Tipo de Investigación**

La investigación es del tipo descriptivo ya que con la información obtenida se pretende demostrar las ventajas del uso de los recursos renovables con respecto a los recursos fósiles en la generación de energía eléctrica.

### **Metodología de la Investigación**

La metodología es del tipo bibliográfico por que se realizara por medio de lectura y consulta de libros, tesis, folletos, revistas, boletines y cualquier otro tipo de información escrita que se considere importante y necesaria para la realizar la investigación.

### **Método de la Investigación**

Se utilizara el método lógico inductivo ya que se razonará partiendo de casos particulares para establecer conocimiento general. Y será por medio de inducción completa ya que la conclusión se obtuviera del estudio de todos los elementos que forman el objeto de la investigación.

## **Desarrollo de la Investigación.**

Para efectos del análisis del caso estudio, se trabaja con tres categorías enmarcadas en tipos de combustible de generación de energía, costos de la energía por tipo de fuente ya sea fósil o renovable y costos contra beneficios por fuente energética.

En el desarrollo de la metodología de trabajo para la realización de la investigación se establecerán las siguientes fases:

### **Recopilación de la Información**

En esta fase se recopilarán datos de fuentes primarias (apuntes investigaciones, diarios, revistas y documentos oficiales) como de fuentes secundarias (libros y artículos de internet).

### **Clasificación de los Datos**

En la clasificación de los datos se tabulará y presentará en forma conjunta la información obtenida. Este procesamiento se realizara en forma electrónica.

### **Análisis de Datos**

En esta etapa de la investigación; se harán interpretaciones de los resultados, generando nuevas preguntas y llegando a conclusiones.

### **Informe Final/Tesis de Grado**

El informe final deberá integrar las conclusiones obtenidas en las fases anteriores.

## CAPITULO 1:

### ASPECTOS GENERALES DEL PAÍS

#### 1.1 Contexto Geográfico

La República de Nicaragua es un país situado en el istmo centroamericano, localizado entre 11° a 15° de latitud norte y entre 83° y 88 de longitud oeste.

Su superficie abarca 130,682 Km<sup>2</sup> de los cuales 10,333 km<sup>2</sup> (un 8 %) son aguas continentales (lagos, lagunas o ríos), siendo los lagos de Managua (Xolotlán) (1,016 km<sup>2</sup>) y Nicaragua (Cocibolca) (8,000 km<sup>2</sup>) los de mayor superficie. (Ver Figura 1.1).

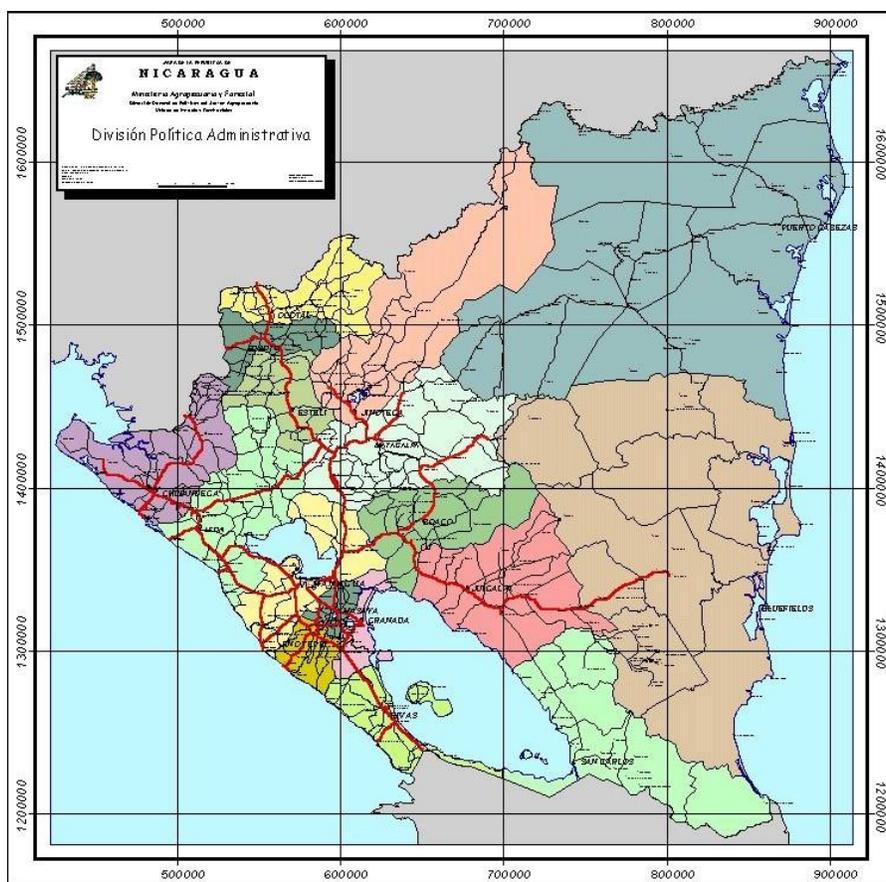


Figura 1.1 División Político Administrativa de Nicaragua

De acuerdo a las características orográficas y de clima, el país está diferenciado en cuatro zonas que comprenden:

- La franja lateral a la costa y la zona de volcanes y lagos del océano Pacífico.
- La zona montañosa central.
- Las amplias zonas de llanura y de la costa atlántica.
- El sector suroriental del país, desde Bluefields hasta Río San Juan.

Se pueden identificar cuatro tipos de clima: Tropical de Pluvioselva, Monzónico de Selva, Tropical de Sabana y Sub tropical de Montaña.

El clima Tropical de Pluvioselva, se presenta en el sector suroriental del país, y se caracteriza por ser muy uniforme durante el año, con precipitaciones por encima de los 4,000 mm anuales y temperaturas que oscilan entre los 25 y 29 °C.

El Clima Monzónico de Selva, se presenta en la llanura del Caribe; se caracteriza por tener una precipitación entre 2,000 y 4,000 mm anuales por un periodo de 9 o 10 meses y la temperatura media anual es de 27°C.

El Clima Tropical de Sabana, domina en toda la región del Pacífico y las estribaciones occidentales de la cordillera central, desde la altura de 0 hasta los 1,000 m.s.n.m. aproximadamente. Se caracteriza por una marcada estación seca (4 a 6 meses de duración) principalmente entre noviembre y abril; la precipitación varía desde un mínimo de 500 mm en los llanos áridos hasta un máximo de 2,000 mm en las alturas de la cordillera central. La temperatura tiene un promedio de 29 °C en las cálidas costas del Pacífico y de 21 °C en los lugares elevados de las montañas centrales.

El Clima Sub Tropical Seco, se presenta en el macizo central, también con una estación seca de 4 a 6 meses de duración; la temperatura media oscila entre 10 y 20 °C y la precipitación siempre es mayor a 1,000 mm aunque menor a los 2,000 mm anuales.

## **1.2 Organización Del Estado**

La República de Nicaragua es un país de régimen democrático. Históricamente la República fue proclamada en 1821 como culminación del proceso de independencia de España. La actual Constitución, que está vigente a partir de 1986 dispone que la nación nicaragüense es un Estado Social de Derecho. El Gobierno de la República lo ejercen cuatro poderes distintos e independientes entre sí: Ejecutivo, Legislativo, Judicial y Electoral.

La Constitución establece que el Poder Ejecutivo lo ejerce el Presidente de la República, quien es Jefe de Estado, Jefe de Gobierno y Jefe Supremo del Ejército de Nicaragua. El Vicepresidente de la República desempeña las funciones que le señala la Constitución y las que le delegue el Presidente de la República.

La elección del Presidente y Vicepresidente se realiza mediante el sufragio universal, igual, directo, libre y secreto; ambos ejercen sus funciones por un periodo de cinco años.

Los ministros y viceministros de Estado, presidentes y directores de entes autónomos y gubernamentales, son nombrados por el Presidente de la República.

En la actualidad el Poder Ejecutivo está integrado por 12 ministerios, 33 entes autónomos y gubernamentales y 6 secretarías.

El Poder Legislativo lo ejerce la Asamblea Nacional por delegación y mandato del pueblo. La Asamblea Nacional está integrada por noventa diputados con sus respectivos suplentes electos por voto universal, igual, directo, libre y secreto, mediante el sistema de representación proporcional.

También forman parte de la Asamblea Nacional como diputados, propietario y suplente respectivamente, el Ex Presidente de la República y Ex Vicepresidente electos por el voto popular en el período inmediato anterior, y como diputados, propietario y suplente los candidatos a Presidente y Vicepresidente de la República que participaron en la elección correspondiente, y hubiesen obtenido el segundo lugar.

El Poder Judicial está integrado por tribunales de justicia que forman un sistema unitario, cuyo órgano superior es la Corte Suprema de Justicia. Hay tribunales de apelación, jueces de distrito y jueces locales. La Corte Suprema de Justicia está integrada por dieciséis magistrados electos por la Asamblea Nacional, por un período de cinco años.

Al Poder Electoral corresponde en forma exclusiva la organización, dirección y vigilancia de las elecciones, plebiscitos y referendos.

### **1.3 División Política Y Administrativa**

La capital de la República de Nicaragua es la ciudad de Managua. Política y administrativamente el territorio nacional está dividido en quince departamentos y dos regiones autónomas de la Costa Atlántica, los que a su vez se subdividen en ciento cincuenta y un municipios.

El Municipio es la unidad base de la división política administrativa del país. Los municipios gozan de autonomía política, administrativa y financiera. Sin embargo, la autonomía no exime ni inhibe al Poder Ejecutivo ni a los demás poderes del Estado, de sus obligaciones y responsabilidades con los municipios, estando establecida la obligatoriedad de destinar un porcentaje suficiente del Presupuesto General de la República a los municipios del país. La administración y gobierno de los municipios corresponde a las autoridades municipales, constituidas por el Alcalde, el Vicealcalde y los Concejales, quienes son electos por el pueblo mediante el sufragio universal, igual, directo, libre y secreto.

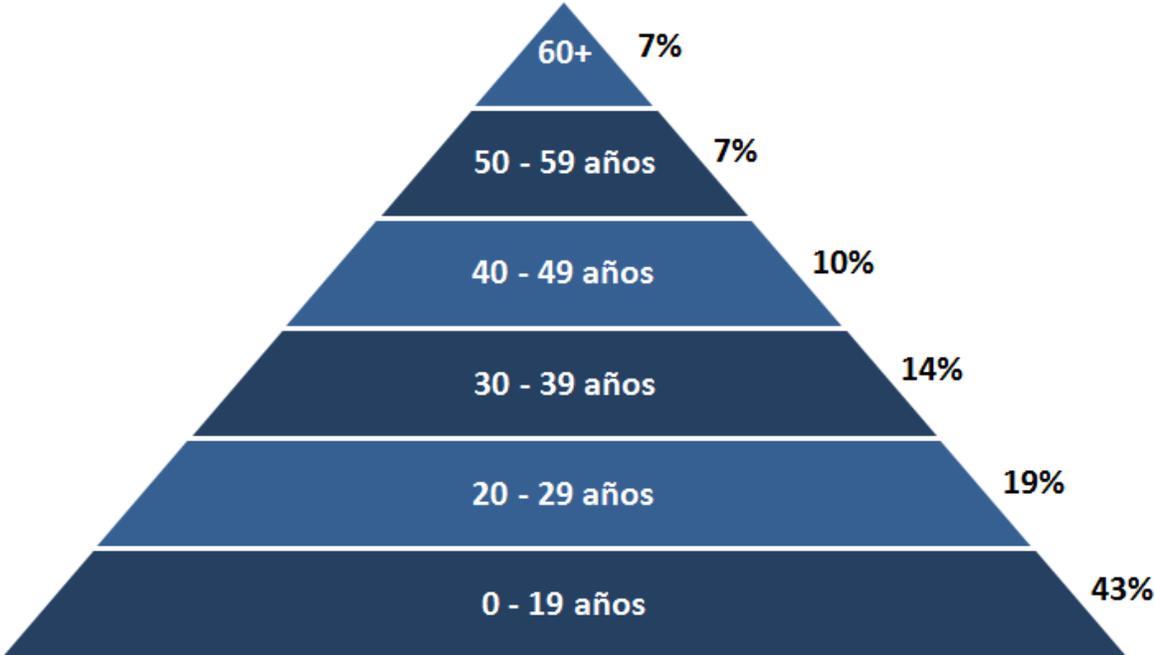
El periodo de las autoridades municipales es de cuatro años, contados a partir de la toma de posesión del cargo ante el Consejo Supremo Electoral.

Los gobiernos municipales tienen competencia en materia que incida en el desarrollo socio-económico de su circunscripción. En los contratos de explotación racional de los recursos naturales ubicados en el municipio respectivo, el Estado debe solicitar y tomar en cuenta la opinión de los gobiernos municipales antes de autorizarlos.

### 1.4 Aspectos Demográficos

De acuerdo al Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), la población estimada de Nicaragua para el 2014 es de 6.1 millones de personas, 51 por ciento de género femenino y 49 de género masculino.

El siguiente gráfico muestra la distribución poblacional por grupos de edades para el 2014:



**Figura 1.2 Distribución Poblacional por Grupos de Edades para el 2014**

A continuación se presenta el desglose poblacional por departamento para el  
2014

Tabla 1.1 Población de Nicaragua por Departamentos

Departamento	Población	% del Total
Managua (Capital)	1,464,900	23.98%
Matagalpa	541,914	8.87%
RAAN	461895	7.56%
Jinotega	429,240	7.03%
Chinandega	418,833	6.86%
León	399,578	6.54%
RAAS	374,523	6.13%
Masaya	356,959	5.84%
Nueva Segovia	246,646	4.04%
Estelí	222,530	3.64%
Granada	200,286	3.28%
Chontales	188,376	3.08%
Carazo	185,050	3.03%
Boaco	172,635	2.83%
Rivas	171,638	2.81%
Madriz	157,006	2.57%
Río San Juan	117,142	1.92%
TOTAL	6,109,151	100.00%

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

Otros importantes indicadores demográficos para el periodo 2010-2015 incluyen:

Crecimiento promedio anual: 1.22 por ciento

Expectativa de vida: 74.5 años

Tasa bruta de nacimientos: 23.2 por cada mil habitantes

Tasa bruta de mortalidad: 4.6 por cada mil habitantes

Tasa de mortalidad infantil: 18.1 por cada mil nacidos

Tasa global de fertilidad: 2.5 por mujer

## **1.5 Aspectos Socio-económicos**

Nicaragua es uno de los países más pobres de América latina; su PIB per cápita es solo un tercio del promedio regional. De los 33 países latinoamericanos, Nicaragua es el más pobre después de Haití con base en el índice de consumo.

Por otra parte Nicaragua está en el grupo de países en donde todavía ocurren muchas inequidades sociales. Se ha determinado que casi la mitad (47.9 %) de la población es pobre; esto equivale a 2.3 millones de personas, de las cuales 830,000 (17.3 %), son extremadamente pobres. En términos relativos la pobreza y la pobreza extrema siguen siendo abrumadoramente rurales. Dos de cada tres personas en las áreas rurales son pobres, en comparación con una de cada tres en las áreas urbanas.

Nicaragua, con un índice de desarrollo humano, IDH, igual a 0.53, ocupa el puesto 127 entre los 175 países registrados en la ONU. El IDH es un indicador empleado por la Organización de Naciones Unidas (ONU) para establecer el grado de desarrollo de cada país del mundo que varía entre 0 y 1. Un país entre más se acerca a 0, es menos desarrollado y entre más se aproxima a 1, más desarrollado.

Según este índice, Nicaragua además de estar entre los 50 países más pobres del mundo y al mismo tiempo, ocupa el penúltimo lugar entre los países de América Latina.

Por otro lado, según la línea de pobreza, método basado en la perspectiva de los ingresos y utilizado por el Banco Mundial para definir qué tan pobre es un país, Nicaragua tiene un nivel de pobreza del 44% un poco por encima de Honduras (0.47%) y Guatemala (0.53%).

## **1.6 Aspectos de Educación**

El sistema educativo de Nicaragua cuenta con tres subsistemas: el subsistema de educación general, el subsistema de educación y formación profesional y el subsistema de educación superior.

El subsistema de educación general, a cargo del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, comprende los programas de educación inicial, educación primaria, educación especial, educación de adultos, educación secundaria y formación docente. La infraestructura escolar está compuesta por 6,506 centros de enseñanza primaria; 891 de secundaria; 28 de educación especial y 3,506 de preescolar. El subsistema cuenta con un total de 34,884 empleados, entre docentes y administrativos.

El sistema educativo sufre actualmente enormes deficiencias en todos sus niveles. La tasa de analfabetismo en las personas mayores de 10 años alcanza el 19%. Aproximadamente 823 mil jóvenes se encuentran fuera del sistema educativo global; los servicios de los centros son deficientes (un 29% de los centros carecen de agua potable, un 68% carecen de electricidad y un 75% carecen de los requisitos fundamentales para la enseñanza). A esto se agregan las difíciles condiciones salariales del magisterio, los que en promedio solo pueden pagar un 66% de la canasta básica. Nicaragua es el país que menos gasta en educación como porcentaje del PIB (1.13%) en comparación a la región de Centroamérica, que tiene un promedio del 3.78%.

## **1.7 Aspectos de Salud**

En lo que a salud se refiere, los problemas de la población nicaragüense son propios de una transición epidemiológica en un escenario que evoluciona constantemente por desastres naturales y deterioro del medio ambiente,

epidemias, deterioro de la capacidad instalada y las condiciones de pobreza en que vive la mayor parte de la población. El perfil epidemiológico manifiesta, por lo tanto, una combinación de enfermedades relacionadas con este escenario y con otras típicas de países más desarrollados, como son las crónico-degenerativas, particularmente las circulatorias y los cánceres, además de los accidentes de tránsito, entre otras.

El análisis epidemiológico se ve limitado por la cobertura y calidad del Sistema Nacional de Estadísticas Vitales, que para el período 2005-2013 refleja un subregistro de 36% en natalidad y 46% en defunciones.

## **1.8 Recursos Hídricos**

### ***Vertientes y Cuencas Hidrográficas***

Hidrológicamente el país está dividido en dos grandes vertientes hidrográficas: La vertiente del Pacífico que abarca una superficie de 12,183.57 Km<sup>2</sup> y la vertiente del Mar Caribe, u Océano Atlántico, que abarca 117,420.23 Km<sup>2</sup>. Estas vertientes, a su vez, están subdivididas en 21 cuencas hidrográficas, perteneciendo 8 a la vertiente del Pacífico y 13 a la del Mar Caribe.

Las cuencas de la vertiente del Atlántico, se caracterizan por tener mayores precipitaciones en la mayor parte del año, mientras en el Pacífico las precipitaciones son menores y se concentran entre los meses de Mayo y Noviembre.

La cuenca del Río San Juan la constituyen los ríos que drenan a los dos grandes lagos más los lagos mismos. Esta cuenca presenta la particularidad de que las aguas del Lago de Managua no drenan normalmente hacia el Lago de Nicaragua, excepto cuando se presentan lluvias extraordinarias. En cambio, el Lago de Nicaragua drena regularmente hacia el Océano Atlántico a través del Río San Juan.

Entre las principales subcuencas en la región Atlántica se destacan por su extensión las del Río San Juan, Río Coco, Río Grande de Matagalpa, Río Prinzapolca y Río Escondido. Por su parte, en la región del Pacífico sobresalen las cuencas de: a) Río Brito, b) entre el Golfo de Fonseca y Brito y c) la del Río Estero Real.

## **1.9 Aspectos Ambientales**

Pese a la pequeñez relativa y comparativa con otros países de su extensión territorial, Nicaragua cuenta con numerosos y variados ambientes y recursos naturales. Sin embargo, el crecimiento acelerado de la población y el aprovechamiento desordenado e irracional de los recursos, estrechamente vinculados a los altos índices de pobreza, han causado un deterioro progresivo en el ambiente.

Los principales problemas detectados comprenden, entre otros: la insuficiente accesibilidad y la contaminación del agua de las fuentes; la degradación de los suelos; la deforestación; las tendencias de extinción de la biodiversidad; el bajo porcentaje de tratamiento de los desagües del alcantarillado sanitario, la disposición final de los desagües industriales no tratados; la baja recolección y la inadecuada disposición de los desechos sólidos así como el uso excesivo de agroquímicos.

Por causas como éstas, las ricas tierras del Occidente del país se vieron afectadas por el excesivo uso de agroquímicos, causando cristalización, contaminación y lixiviación de los suelos y afectando los cuerpos de agua. Sus efectos se han manifestado en erosión eólica, hídrica, contaminación de fuentes de agua y en enfermedades humanas. Las zonas Norte y Central han sido severamente deforestadas, contribuyendo no solo a los procesos erosivos, sino también a la reducción de la productividad de la tierra y al aumento de la pobreza.

La región del Atlántico ha recibido los efectos del agotamiento de los recursos del Pacífico y Central Norte. El avance de la frontera agrícola, los incendios forestales, la deforestación y el uso inadecuado de los recursos del área, han incidido también en la reducción de su oferta productiva de largo plazo.

### **1.10 Vulnerabilidad Frente a Desastres Y Emergencias**

Debido a su posición geográfica, Nicaragua es afectada por diversos eventos naturales extraordinarios. Deslizamientos, inundaciones, erupciones volcánicas, huracanes, terremotos y maremotos y tsunamis, son frecuentes y traen deterioro ecológico y gran destrucción de propiedades e infraestructura. Las consecuencias de las catástrofes recientes (los huracanes Joan y Mitch y los terremotos de Managua y Masaya), han demostrado que los pobres tienen mucha más probabilidad de verse adversamente afectados por estos desastres naturales que los no pobres.

En Nicaragua las áreas con terrenos perturbados, proclives a los deslizamientos de tierra están controlados por sistemas de fallas y fracturas de carácter regional combinadas con áreas locales de topografía abrupta, tales como los edificios volcánicos, áreas atravesadas por lineamientos tectónicos regionales en los terrenos del Norte y Central, principalmente áreas adyacentes a la Depresión de Nicaragua que conservan la influencia tectónica de los procesos vinculados a la apertura de la depresión.

Las inundaciones son más comunes en los Llanos de la Costa Atlántica; sin embargo, las mayores afectaciones se dan en la Costa del Pacífico por la densidad poblacional y el uso inadecuado del territorio. Las principales áreas afectadas son: Corinto, El Realejo, la costa oriental del Lago de Nicaragua, la costa sur del Lago de Managua, Somotillo-Villa Nueva, Dipilto, Wiwilí y, por supuesto Managua, que sufre inundaciones repentinas en calles y avenidas durante la época de lluvia.

Algunos de estos fenómenos a su vez se convierten en “disparadores” de otros; por ejemplo, las lluvias provocadas por el huracán Mitch generaron gran cantidad de inundaciones y deslizamientos en todo el país. Un terremoto a su vez puede provocar deslizamientos y tsunamis.

## **CAPITULO 2:**

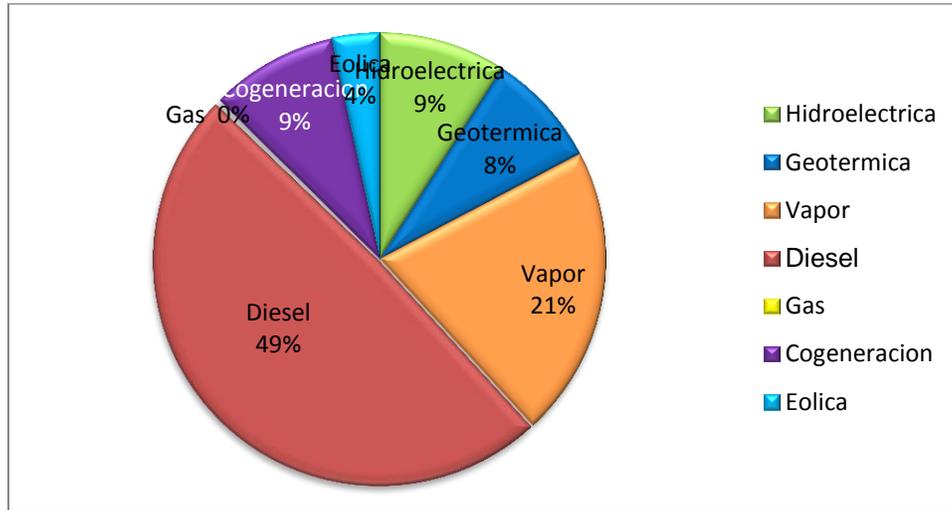
### **IMPORTANCIA DEL USO DE FUENTES RENOVABLES PARA LA DIVERSIFICACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA DE NICARAGUA.**

La situación del sector energético de Nicaragua, se caracteriza por un bajo consumo energético per cápita, un bajo índice de electrificación (el cual ha aumentado considerablemente desde el año 2008), una alta intensidad energética y un escaso aprovechamiento del potencial de las fuentes de energía renovable.

La matriz de generación de energía en Nicaragua muestra una alta dependencia de los combustibles fósiles. Para el año 2013, un 49.64 % de la generación de energía eléctrica se basaba en combustibles fósiles. El porcentaje restante era generado con fuentes renovables, con una participación de 11.97% de plantas hidroeléctricas, un 16.22% de origen geotérmico, un 7.35% de biomasa y el 14.82% eólica.

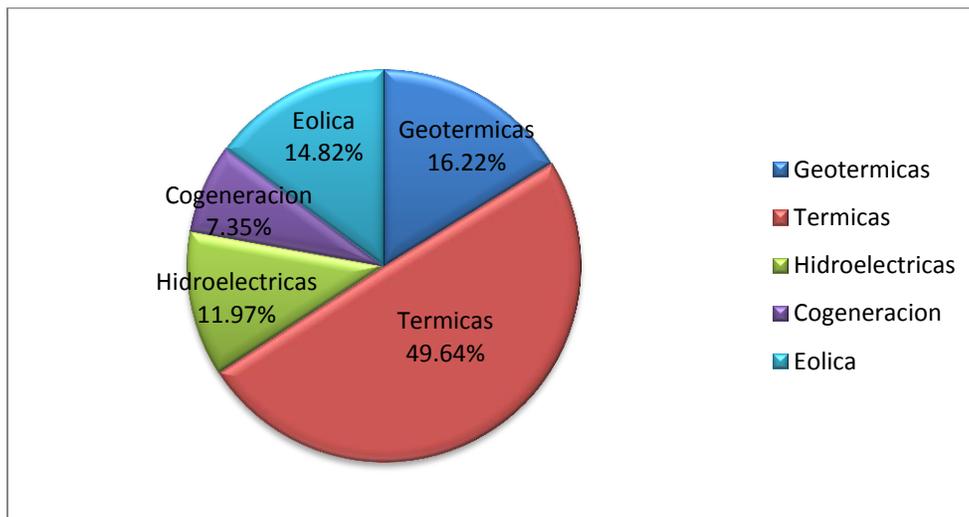
La matriz energética de nuestro país, ha presentado históricamente un problema orgánico que nos llevó a depender fundamentalmente del petróleo importado (en más del 70% de la generación eléctrica), esto ha limitado el desarrollo económico del país debido a la tendencia creciente en los precios internacionales del petróleo.

Gráfica 2.1 Generación Según Tipo de Fuente (Año 2009- 3,195.9 Gwh)



Fuente: Elaboración Propia con Base en Datos del CEPAL 2010

Gráfica 2.2 Generación Según Tipo de Fuente (Año 2013- 3,744.66 Gwh)



Fuente: Elaboración Propia con Base en Datos del INE 2014

## 2.1 Estructura del Sector Eléctrico en Nicaragua

El sector eléctrico de Nicaragua está compuesto de agentes públicos y privados que garantizan que todas las actividades vinculadas se realicen de manera coordinada, transparente y con la mayor eficiencia posible. A continuación se muestran los agentes del sector eléctrico en la siguiente gráfica:

Figura 2.1 Organigrama Del Sector Eléctrico De Nicaragua



Fuente: CNDC, 2014:

CRIE: Comisión Regional de Interconexión Electrónica MEM: Ministerio De Energías y Minas  
EOR: Ente Operador Regional INE: Instituto Nicaragüense De Energía  
CNDC: Centro Nacional De Despacho De Carga

## 2.2 Intensidad Energética en Nicaragua

Según balances energéticos elaborados con datos correspondientes al período 2005 a 2013 [MEM, 2011], la Intensidad Energética de Nicaragua ha mejorado, de requerir 3.70 barriles equivalentes de petróleo por cada mil dólares de Producto Interno Bruto en 2005 hasta requerir 1.96 barriles por \$1,000 de PIB en 2013, representando una mejora del 47% en el período 2005-2013. Estos datos se reflejan en la tabla 2.1:

Tabla 2-1 Intensidad Energética de Nicaragua Periodo 2005-2013

Año	Intensidad Energética (BEP/miles U\$)
2005	3.7
2006	2.88
2007	2.85
2008	2.77
2009	2.82
2010	2.67
2011	2.71
2012	2.71
2013	1.96

Fuente: Elaboración propia basada en datos oficiales MEM.

En el año 2005 Nicaragua presentaba una intensidad energética relativamente alta en comparación con otros países de Centroamérica, ya que necesitaba 3.7 Barriles de Petróleos Equivalentes para producir 1000 dólares de PIB, mientras que países como Costa Rica y Panamá menos de 2.5 BEP. La intensidad energética ha disminuido desde el 2005 al 2013 (1.96 BEP) esto se debe en parte al ingreso de plantas que utilizan energía renovables para producción de energía eléctrica, lo cual se traducen en ahorro en la factura petrolera del país en los últimos años [MEM, 2014].

### 2.3 Consumo de Energía Per Cápita

Según Balances Energéticos de 2005 a 2009 (MEM, 2011), el Consumo Per Cápita se ha reducido de 3.20 Barriles equivalentes de petróleo por habitante en 2005, hasta llegar a 2.50 Barriles equivalentes de petróleo por habitante en 2009, representando una disminución del 21.88% durante todo este período. Estos datos se reflejan en la Tabla 2.2:

Tabla 2-2 Consumo de Energía Total Per Cápita en Nicaragua

Año	Consumo final (Ktep)	Consumo final (KBEP)	Población Nacional (10 <sup>3</sup> Hab.)	Consumo Per Cápita (BEP/Hab.)
2005	2417.8	17421.82	5450.4	3.2
2006	1958.9	14115.15	5522.6	2.56
2007	2007.7	14466.78	5595.5	2.59
2008	2007	14461.74	5668.9	2.55
2009	1900.2	14340.68	5742.3	2.5

Fuente: Elaboración propia basada en datos oficiales MEM.

El consumo per cápita de Energía para el año 2013 fue de 2.08 Barriles Equivalentes de Petróleo (BEP). El consumo per cápita del año 2013 es uno de los más bajos de Latinoamérica y el más bajo de todos los países Centroamericanos [OLADE, 2010].

Esto indica bajos estándares de vida y de confort de la población, si se consideran principalmente las desigualdades en la distribución del ingreso y de la riqueza en nuestro país, esto es debido a que entre más alto es el consumo de energía per cápita en barriles de petróleo equivalente, el estado debe desembolsar una mayor cantidad de dinero para solventar la factura petrolera, lo que se traduce en una menor disposición de recursos económicos para proyectos que beneficien a la población más pobre.

#### **2.4 Consumo Per Cápita de Energía Eléctrica en Nicaragua**

Según Balances Energéticos elaborados de 2005 a 2013, el Consumo Per Cápita de energía eléctrica ha incrementado de 515.26 Kilowatts-hora por habitante en 2005 hasta alcanzar 604.13 Kilowatts-hora por habitante en 2013, representando un alza del 12% durante el período analizado [CEPAL, 2014]. A continuación se muestra el comportamiento del indicador en dicho período:

Tabla 2-3 Consumo de Energía Eléctrica Per Cápita en Nicaragua

Año	Población Nacional (10 <sup>3</sup> Hab.)	Consumo De Energía Eléctrica (GWh)	Consumo Per Cápita De Energía Eléctrica (KWh/Hab.)
2005	5450.4	2808.4	515.26
2006	5522.6	2894.9	524.19
2007	5595.5	2934.5	524.44
2008	5668.9	3100.2	546.88
2009	5742.3	3195.9	556.55
2010	5822	3403.2	584.54
2011	5905	3567.4	604.13
2012	5992	3731	622.66
2013	6080	3744.66	615.90

Fuente: Elaboración propia basada en datos del CEPAL.

En la tabla 2-3 se logra observar que el consumo per cápita de energía eléctrica en el país ha aumentado desde el 2005 y bajó un poco en el 2013 con respecto al 2012. Este aumento del consumo per cápita de energía eléctrica nos indica que ha habido un mayor nivel de producción y progreso económico debido a que la energía eléctrica es el motor de la economía del país.

## 2.5 Consumo de Energía del Sector Eléctrico en Nicaragua

Como se puede observar en la Tabla 2-4, el consumo de energía en el sector eléctrico para el año 2009 fue de 542.2 Kilotoneladas equivalentes de petróleo (KTEP), siendo el consumo de las centrales eléctricas a base de bunker (fuel oil) las que consumen el 67% de la energía y el 33% restante, plantas eléctrica a base de diésel.

Tabla 2-4. Consumo de Energía - Sector Eléctrico, Año 2009

Tipo de Central Eléctrica (según Combustible)	Consumo Energía KTEP	Consumo Energía KBEP
Diésel	16.80	121.1
Bunker (fuel oíl)	525.60	3787.3
<b>Total</b>	<b>542.40</b>	<b>3908.4</b>

Fuente: (MEM, 2011)

En la tabla 2-5 se observa que en el año 2013 el consumo de energía en miles de kilobarriles equivalentes de petróleo (KBEP) disminuyó tanto para las centrales eléctricas que utilizan diésel, como para las que utilizan bunker.

Tabla 2-5. Consumo de Energía - Sector Eléctrico, Año 2013

Tipo de Central Eléctrica (según Combustible)	Consumo Energía KTEP	Consumo Energía KBEP
Diésel	13.05	94
Bunker (fuel oíl)	421.58	3037.73
<b>Total</b>	<b>434.62</b>	<b>3131.73</b>

Fuente: (CEPAL, 2014)

Comparando los datos de la tabla 2-4 con los de la tabla 2-5 se logra apreciar una disminución del 22.37% en el año 2013 con respecto al año 2009 en el consumo de energía para las centrales de diésel (en KBEP), y un 19.79% para las que utilizan bunker como combustible, esta disminución en el consumo de energía para el sector eléctrico en el año 2013 se debe a la entrada en funcionamiento de centrales que utilizan energías renovables como combustible, entre las que se encuentran los proyectos eólicos Amayo I y II.

## 2.6 Capacidad Instalada de Generación Eléctrica

Como se observa en la Tabla 2-6, Nicaragua en el año 2009 contaba con una capacidad instalada de generación eléctrica de 969.1 MW, de los cuales el 63.41% corresponde a generación termoeléctrica convencional a base de combustibles fósiles y un 36.59% generación con energías renovables, en cambio en el año 2013 la capacidad instalada fue de 1272.1 MW, con un 56.40% a base de combustibles fósiles y un 43.60% de energías renovables. Esto demuestra que entre los años 2009 al 2013 hubo un incremento del 31.27% de la capacidad instalada total y una disminución del 7.01% de la generación termoeléctrica en la matriz energética del país.

En el 2009 la principal fuente renovable en capacidad instalada para la generación eléctrica fue la biomasa con una capacidad instalada de 121.8 MW que represento el 12.57% de la capacidad instalada total, en el 2013 las plantas geotérmicas representaban la fuente que más influía en la capacidad instalada total con 154.5 MW representando el 12.15%.

Tabla 2-6 Capacidad Instalada de Energía Eléctrica en 2009 y 2013

Tipos de Plantas Generadoras	Año 2009		Año 2013	
	Potencia Nominal MW	Porcentaje	Potencia Nominal MW	Porcentaje
Geotérmicas	87.5	9.03%	154.5	12.15%
Térmicas (Bunker + Diésel)	614.5	63.41%	717.5	56.40%
Hidroeléctricas	105.3	10.87%	119.7	9.41%
Biomasa	121.8	12.57%	133.8	10.52%
Eólicas	40	4.13%	146.6	11.52%
<b>Total</b>	<b>969.1</b>	<b>100.00%</b>	<b>1272.1</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: (CEPAL, 2014)

Para 2013, de las 29 centrales de generación eléctrica, 5 eran de propiedad estatal y 24 del sector privado. Estas centrales juntas tenían una potencia instalada de 1272.1 MW. El sector público, con 5 empresas, representó apenas el 18.30 % de la potencia instalada total y el sector privado el 81.7% de esta capacidad instalada. Sin embargo, el sector público representó de la Generación de Energía neta sólo el 11.84% del total y el sector privado el restante 88.16% [CEPAL, 2013].

Del total de la electricidad producida, se estima que un 23.1% se pierde en las redes, de los cuales a transmisión le corresponde un 2% y a distribución un 21.1%. Este 23.1% se desglosa en pérdidas técnicas (8%) y no técnicas (15.1%) [CEPAL, 2013].

Las cifras oficiales del sector eléctrico para Nicaragua son descritas según la tabla 2-7, la generación neta de energía del Sistema Interconectado Nacional fue de 3,195.9 GWh y de 3,744.66 GWh para los años 2009 y 2013, respectivamente. Es importante notar que la dependencia en generación a partir de plantas termoeléctricas ha cambiado del 70.12% en 2009 al 49.64% en 2013.

Tabla 2-7 Generación Neta De Energía Por Tipo De Planta 2009-2013

Tipo de Planta	Año 2009		Año 2013	
	Energía GWh	Participación	Energía GWh	Participación
Geotérmicas	262.8	8.22%	607.31	16.22%
Térmicas (Bunker + Diésel)	2241.1	70.12%	1858.94	49.64%
Hidroeléctricas	290.2	9.08%	448.23	11.97%
Biomasa	292	9.14%	275.18	7.35%
Eólicas	109.8	3.44%	555	14.82%
<b>Total</b>	<b>3195.9</b>	<b>100.00%</b>	<b>3744.66</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: (CEPAL, 2014)

## **2.7 Límites del Patrón Energético Actual Y Perspectivas de las Energías Renovables.**

El patrón energético de Nicaragua, que históricamente responde a un problema estructural que nos llevó a ser un país altamente dependiente de petróleo importado (en un 49.64% de la generación eléctrica en 2013, aunque en el año 2000 fue superior al 80%), lo cual ha limitado el desarrollo económico del país ante la tendencia creciente en los precios internacionales del petróleo

La crisis energética generalizada que ha afectado a la región centroamericana en años recientes, ha tenido importantes incidencias en el caso de Nicaragua, considerando la alta dependencia en 2008 en un 74% de generación eléctrica a partir de combustibles fósiles, pero que se ha visto mejorado en 2013 con una dependencia de 49.56% en generación termoeléctrica [INE, 2014].

Esta situación provoca serias consecuencias ambientales y económicas, por lo que siendo Nicaragua un país de una economía pequeña y abierta, y que no produce petróleo, resulta imperativo el cambio de la matriz energética.

Las exportaciones totales de Nicaragua en 2013 alcanzaron los 4,122.5 millones de dólares, 0.57% menos que los 4,146.1 millones de dólares durante 2012, sin embargo las importaciones pasaron de 6,441.7 millones de dólares en 2012 a 6401.9 millones de dólares en 2013, para una disminución de 0.62%.

Las razones principales de la disminución de las importaciones se deben a la inserción de nuevas plantas que utilizan energías renovables para producción de energía eléctrica. Esto se puede observar en el hecho de que la factura petrolera del 2013 fue de 1186.3 millones de dólares, 7.8% menos que los 1286.6 millones de dólares del 2012. Los 1186.3 millones de dólares de la factura petrolera representan el 18.53% de las importaciones totales de 2013 [BCN, 2014].

Desde el punto de vista ambiental, el patrón energético vigente desde 2007, basado en la combustión de petróleo ha tenido graves consecuencias ambientales que no son compatibles con los objetivos de desarrollo sostenible de Nicaragua. Este patrón energético, considerado insostenible financieramente, es altamente contaminante y contribuye a incrementar las emisiones del CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera.

Nicaragua cuenta con un alto potencial de energías renovables, que debe ser utilizado ampliamente para impulsar el crecimiento económico sostenible. Existe consenso entre los actores nacionales que el potencial de generación de energía con fuentes renovables puede terminar con la dependencia excesiva del petróleo.

### **CAPITULO 3:**

## **INVERSIÓN DEL SECTOR PÚBLICO Y PRIVADO EN ENERGÍA RENOVABLE EN NICARAGUA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.**

Hasta el año 2006 Nicaragua enfrentaba el problema de los apagones de hasta 8 y 12 horas diarias, que impedía el desarrollo del país. La generación de energía eléctrica dependía en más de 75% de derivados del petróleo, y tanto la cobertura como la calidad del servicio de energía eléctrica era deficiente, afectando mayoritariamente a los sectores más pobres.

En el 2007, el problema de los apagones fue superado con 354.2 MW de potencia instalada, generada con derivados del petróleo (bunker y diésel) la configuración de la matriz energética en el 2007 quedo de esta manera 60.95% de la capacidad total instalada correspondió a plantas térmicas y el 39.05% a plantas de energía renovables.

No así la generación de energía eléctrica con fuentes renovables que apenas represento un 27.90% de la generación total de energía eléctrica. El esfuerzo de Nicaragua por el cambio de la matriz eléctrica ha sido progresivo y constante ya que en el 2009 se alcanzó un 29.88% de generación a partir de recursos renovables, según datos reflejados por El Ministerio de Energía y Minas.

En 2011, se logró un 33.08% de generación con recursos renovables, 41.89% en 2012 y 50.36% en 2013. El recurso hídrico es la mayor fuente de explotación que tiene el país, seguido del potencial existente en geotermia, según la Asociación Renovables de Nicaragua, esto se logra observar en las tablas 3-1 y 3-2, las cuales muestran la evolución de la matriz energética de Nicaragua desde el año 1990 al 2013.

### **3.1 Breve Reseña Histórica del Subsector Eléctrico Y de Hidrocarburos**

En esta breve reseña histórica se tomara como punto de partida el año 1942. En el año 1942 operaban en el país, empresas privadas y municipales para brindar el Servicio Público de Energía Eléctrica.

En el año 1948, el Estado de Nicaragua, adquirió la empresa Central American Power, de propiedad privada, localizada en la ciudad de Managua; en el año 1954 se constituyó la Empresa Nacional de Luz y Fuerza (ENALUF), como una empresa estatal a cargo de la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica; un año más tarde nació la Comisión Nacional de Energía (CNE) como Ente Regulador del Sector.

Como consecuencia del Plan de Inversiones en Generación y Electrificación Rural de ENALUF, en 1957 se instalaron en la Planta Managua, dos unidades de 15 MW cada una, accionadas con turbinas a vapor, incrementando la oferta de energía eléctrica y posibilitando el inicio de la electrificación rural en la región del Pacífico.

En Abril de 1957 se promulgó la primera Ley de Industria Eléctrica (Ley No.11-D del 19 de Abril de 1957 y en 1970 ENALUF adquirió las empresas eléctricas de capital privado de las ciudad de León en occidente, y las ciudades de Carazo y Granada.

Posteriormente se inició la construcción de la Planta Hidroeléctrica Centro América, en el Departamento de Jinotega y Santa Bárbara, en el Departamento de Matagalpa iniciando operaciones comerciales en 1965 y 1972 respectivamente.

Con el triunfo de la revolución sandinista en 1979 el estado de Nicaragua nacionalizo las empresas privadas, municipales y cooperativas encargadas de la electrificación rural y se creó el Instituto Nicaragüense de Energía mediante el decreto legislativo del 23 de julio de 1979 y su ley orgánica fue promulgada el 6 de junio de 1985.

El INE (1985-1994) funcionó como Operador del sector Eléctrico del país, Ente Regulador del Sector Energético y rector de la Política Energética Nacional, teniendo a su cargo la planificación, organización, dirección, administración, exploración, explotación, aprovechamiento, control y manejo de los recursos energéticos nacionales.

En el año 1994, mediante Decreto Ejecutivo del uno de noviembre de 1994, se constituyó la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL).

En 1995 después de todo el proceso de presiones de organismos de la banca internacional, el INE únicamente se queda como regulador y abandona el resto de eslabones de la cadena del subsector energía eléctrica. Surge ENEL, que como empresa del Estado se hace cargo de la generación, transmisión, distribución y comercialización. Esto último es un paso previo para la privatización de los servicios de energía eléctrica. El BID bajo un programa de apoyo al Gobierno Central (PRESP) sugiere la definición de políticas tarifarias y en la situación financiera, propone la eliminación de subsidios y el fomento de la participación de privados. Así se pretende separar las funciones de planificación, de las de regulación y operación.

En marzo de 1996 ya separadas las funciones y establecidas reglas del juego para la participación de privados y con el inicio de la crisis, ENEL en nombre del Estado establece un PPA con Amfels-Cemsa para generar 30 Mw a 7 años y subir la potencia a 55 Mw para el 2001. Se entrega una concesión de compra venta de energía.

En junio de 1997 ENEL, empresa estatal establece una licitación competitiva internacional para contratar 50 Mw (TPA) bajo acuerdo de compra de potencia (PPA) a 15 años donde se incluye el pago por capacidad o potencia instalada en Kw /mes y energía en Kwh/mes.

En octubre 1997 sobre la base de lo acordado con el BID se establece la ley de la industria eléctrica y su reglamento, como la base jurídica legal para desincorporar activos de ENEL y otorgar concesiones a privados para generar y distribuir energía.

En enero de 1998, ENEL inicia negociación con privados para contratar 50 Mw adicionales en Corinto, a través de la Empresa Energética Corinto Ltda., del grupo Enron (ahora del grupo Pellas). También se contrató 10 Mw con la Nicaragua Sugar States y Timal con 10 Mw para un total instalado de 70 Mw y se entregó al mercado mayorista 20 Mw.

Para esos años el precio promedio internacional por potencia instalada era de aproximadamente 7 dólares por KW instalado y en Nicaragua haciendo prometedoras las inversiones en energía, el Estado negoció a 20 dólares el KW instalado lo que significaba que Nicaragua pagaba un cargo fijo de 1 millón de dólares para potencia instalada de 50 Mw. Es así que a comienzos de 1998 el BID otorgó préstamo de 24.8 millones de dólares a empresarios nicaragüenses y extranjeros para instalar la Tipitapa Power Company (TPC) de generación privada cerca de Tipitapa.

En marzo de 1999, la antigua Patricio Argüello Ryan (Planta Momotombo) que había pasado a constituirse como sociedad anónima GEMOSA (generadora Momotombo S.A), es entregada en concesión a ORMAT, a un plazo de 15 años para generar de 15 a 70 Mw a un costo por Kwh de 4.58 centavos dólar.

En diciembre de 1999 el plan con el BID continuó y se desincorporaron más activos de ENEL y aseguraron nuevas concesiones para generar y distribuir. En ese plan, ENEL se separa: aparece ENTRESA estatal para la transmisión de energía; se crea Disnorte y Dissur como distribuidoras del estado; GECSA y GEOSA como empresas estatales de generación térmica, HIDROGESA empresa estatal como generadora hidráulica y GEMOSA.

Todas ellas estatales pero desincorporados los activos de ENEL. Esto sería el paso a la privatización de generación y distribución en los pasos sucesivos.

En diciembre del 2000 e inicios del 2001, Disnorte y Dissur son privatizadas. Unión FENOSA se hace cargo de la distribución y para hacer prometedora la compra se acepta pérdidas del 33%, el doble del promedio en Centroamérica, así como altos márgenes de comercialización. De esta manera se pierde el 30% de la factura petrolera. En todo el 2001 el gobierno vende GEOSA (antes planta Nicaragua) y concede GEMOSA a ORMAT, de procedencia israelí.

Así, para el año 2000 la oferta de energía había pasado de 400 Mw en 1997 a 600 Mw teórico contratado para el 2002, mientras la demanda alcanzaba los 400 Mw. La generación térmica había pasado del 55.6% en 1995 al 75.5% en el 2004 y se comenzaron a aplicar los incrementos a las tarifas eléctricas estimándose en un 20% más entre julio y diciembre del 2005, moviéndose hacia la tendencia de alcanzar US \$0.1588 el Kwh.

En todo 2005 y 2006 el FMI presionó por ajustes automáticos y que se modificaran los criterios para ajustes de tarifas. Los ajustes en tarifas cubrirían en todo momento: los altos cargos por potencia instalada a los generadores, los costos crecientes de los combustibles, las pérdidas de distribución reconocidas y el margen de comercialización. Las empresas pararon plantas para presionar por ajustes de tarifas o subsidios a UF. La generación de energía con petróleo subió al 80% con un precio del petrolero en ascenso. Esto provocó racionamiento de energía de hasta 12 horas diarias.

En el período 2007-2008, se amplió la oferta de generación eléctrica eliminando los racionamientos por déficit de capacidad que afectaban a todos los sectores de la economía y población nicaragüense.

### 3.2 Evolución de las Energías Renovables en Nicaragua

El sistema eléctrico de Nicaragua, está conformado por el Sistema Interconectado Nacional (SIN), que sirve a toda la región del pacífico, la zona central y norte del país, en las cuales se encuentra concentrada más del 90% de la población del país, aunque de este porcentaje solo un poco más del 50% tiene servicio eléctrico regular. Del resto del país, algunas zonas son servidas por Sistemas Aislados.

A partir de 1990, el Gobierno de Nicaragua inicia un proceso de reformas del sector energético, principalmente en el sub-sector eléctrico. Esta reforma tiene como objetivos básicos:

- Asegurar el abastecimiento energético eficiente y confiable;
- Promover la eficiencia económica en el sector energía y;
- Atraer los recursos necesarios para ampliar la infraestructura eléctrica.

Al inicio de 1990, Nicaragua contaba con una capacidad instalada de generación eléctrica de 363.4 MW .el 52.28% correspondía a capacidad instalada basada en hidrocarburos (bunker y diésel), esto significaba 190 MW, el 28.45%, equivalente a 103.4 MW, correspondía a capacidad de generación hidroeléctrica, y el 19.26% restante, equivalente a 70 MW, correspondía a capacidad de generación geotérmica, en ese época no había en el país plantas que utilizaran biomasa o viento como combustibles, para la producción de energía eléctrica.

La demanda máxima alcanzada fue 253 MW, el problema principal que presentaba esta configuración de la matriz energética, es que si se realizaba mantenimiento o el invierno se presentaba con bajas precipitaciones las plantas hidroeléctricas no podrían funcionar a plena capacidad, lo que daría lugar a racionamientos de energía debido a la pequeña diferencia entre la capacidad instalada y la demanda máxima.

En Abril de 1992 se reformó la Ley Orgánica del INE, para permitirle negociar contratos o concesiones con inversionistas privados, con la finalidad de expandir rápidamente la infraestructura eléctrica lo cual no era permitido en la Ley de la Industria Eléctrica vigente desde 1957.

En las siguientes tablas aparecen los datos de capacidad instalada y generación neta de la matriz energética del país por fuentes.

**Tabla 3-1 Evolución De La Capacidad Instalada**

Año	Capacidad instalada MW							
	Total	Hidro	Geo	Vapor	Diésel	Gas	Biomasa	Eólica
1990	363.4	103.4	70	175	0	15	0	0
2000	633.2	103.4	70	157.6	191.6	81	29.6	0
2001	633.2	103.4	70	157.6	191.6	81	29.6	0
2002	658.5	104	77	163	193.7	80	40.8	0
2003	686.1	104.4	77.5	169.8	190.1	79	65.3	0
2004	742.6	104.4	77.5	169.8	190.1	79	121.8	0
2005	757.6	104.4	87.5	169.8	190.1	79	126.8	0
2006	751.2	104.4	87.5	163.4	190.1	79	126.8	0
2007	818.5	105.3	87.5	169.8	250.1	79	126.8	0
2008	879.7	105.3	87.5	169.8	311.3	79	126.8	0
2009	969.1	105.3	87.5	169.8	365.7	79	121.8	40
2010	1060.1	105.3	87.5	169.8	433.7	79	121.8	63
2011	1093.7	105.3	87.5	169.8	481.3	65	121.8	63
2012	1266.8	105.3	164.5	169.8	482.7	65	133.8	145.7
2013	1272.1	119.7	154.5	169.8	482.7	65	133.8	146.6

Fuente: (CEPAL, 2014)

**Tabla 3-2 Evolución De La Generación Neta.**

Año	Generación Neta GWh							
	Total	Hidro	Geo	Vapor	Diésel	Gas	Biomasa	Eólica
1990	1251	401.7	363.3	481.5	0	4.5	0	0
2000	2095.6	204.1	120.8	680.7	999	57.6	33.4	0
2001	2286.1	189.5	188.7	694.4	1134.8	45.2	33.5	0
2002	2401.9	299.2	191.5	754.3	1066.8	11.2	78.9	0
2003	2561.2	291.8	242.4	671	1203	18.9	134.1	0
2004	2792.9	311.4	227.2	727.7	1227.2	26	273.4	0
2005	2795.4	426.2	241.2	598.8	1243.3	25.3	260.6	0
2006	2941.5	299.3	277	726.2	1262.8	69.1	307.1	0
2007	2889.3	300.6	211.1	731.9	1276.8	107.1	261.8	0
2008	2867.6	529.5	289.9	780.3	1224.8	14.1	29	0
2009	3195.9	290.2	262.8	667.4	1565.4	8.3	292	109.8
2010	3403.1	499.2	268.2	535.4	1629.5	3.6	306.9	160.3
2011	3567.3	438.2	241.6	449.9	1936.1	1.4	293.6	206.5
2012	3730.9	411.2	473.8	416.6	1751.2	0.1	353.2	324.8
2013	3744.66	448.23	607.31	503.57	1355.31	0.06	275.18	555

Fuente: (CEPAL, 2014)

### **3.3 Inversión Del Sector Público Y Privado En Energía Renovable En Nicaragua En Los Últimos Años**

Durante el periodo 2005-2007, el sector energético tuvo un comportamiento de trascendental importancia para Nicaragua, con efectos negativos para toda la actividad económica del país, impactada por la crisis generalizada de energía y los problemas con el transporte, derivado del acelerado incremento en los precios de los hidrocarburos. Esto se debió a que en ese entonces más del 65% de la generación correspondía a procesos térmicos que queman combustibles (bunker o fuel oíl y diésel) y no se contaba con una matriz energética diversificada como lo han hecho el resto de países de Centroamérica.

Entre los años 2007 y 2008, se amplió la oferta de generación eléctrica eliminando los racionamientos por déficit de capacidad que afectaban a todos los sectores de la economía y población nicaragüense. La oferta de generación eléctrica se ha ampliado tanto para plantas que utilizan fuentes no renovables, como para las que usan fuentes renovables para producción de energía eléctrica.

#### **3.3.1 Inversión en Plantas Térmicas (Fuentes No Renovables)**

##### **3.3.1.1 Sector Público**

El sector público no ha realizado inversión en plantas térmicas desde el año 2005, pero ha contribuido en la instalación de las plantas Hugo Chávez 1,2 ,3 y las plantas Che Guevara 1, 2,3.

##### **3.3.1.2 Sector Privado**

Con la cooperación de Venezuela, y participación de las empresas estatales ENEL y ENATREL, en el año 2007 se instalaron 60 MW (capacidad nominal) de unidades nuevas con base a combustible diésel en Las Brisas y Los Brasiles (Plantas Hugo Chávez 1 y 2).

En el año 2008 con la cooperación venezolana, y participación de las Empresas estatales ENEL y ENATREL se instalaron 60 MW de generación eléctrica con base a Bunker C. (Plantas Ernesto Che Guevara 1, 2 y 3, ubicadas en Masaya, Managua y Tipitapa, cada una de 20 MW nominales).

En el 2009 la generadora ALBANISA, dispuso:

•Planta Monimbó en Masaya

- 40 MW (capacidad nominal) con base a Bunker C,
- 120 MW (capacidad nominal) con base a Bunker C.

•Nagarote 53 MW y León 27 MW, que iniciaron su construcción en el 2009 y puestos en operación en el mes de Enero/2010 y Febrero/2010, respectivamente.

• Puerto Sandino 40 MW, que entró en operación en Mayo de 2010.

•ALBANISA asume la totalidad de la inversión de las Plantas Hugo Chávez a base de Diésel (60 MW), las Plantas a base de Fuel Oil, Che Guevara 1, 2,3 con 60 MW, la Planta Monimbó con 40 MW, Nagarote con 53 MW, y Sandino con 40 MW.

•La Planta León con 27 MW construida con la donación de Taiwán, la cual es administrada por ALBANISA.

### **3.3.2 Inversión En Energías Renovables**

#### **3.3.2.1 Sector Público**

Existen proyectos de energías renovables desarrollados por el sector público de Nicaragua, que surgieron de un proceso de negociación exitoso del Gobierno de Nicaragua con los bancos multilaterales, donde se puso de manifiesto el interés por cambiar la matriz energética del país.

Se trata de casos que demuestran las capacidades del sector público de Nicaragua para manejar proyectos de gran escala en el sector de energías renovables. Algunos de estos proyectos exitosos son:

### **Proyecto Hidroeléctrico Larreynaga**

Este proyecto tiene una potencia de generación de 17.3 MW, el cual fue inaugurado en el 2014. Participaron el BCIE y BID (con un monto de inversión de U\$ 59.5 millones y U\$ 34 millones respectivamente), plazo superior a 15 años. EL proyecto se encuentra en la cuenca hidrográfica del río Viejo, aguas abajo de la Planta Hidroeléctrica Centroamérica, cercana a la ciudad de Jinotega, y la misma está a cargo un consorcio de capital español.

### **Repotenciación De Plantas Hidroeléctricas Centroamérica Y Santa Bárbara**

Estos proyectos tuvieron como principal objetivo recuperar la potencia de ambas plantas de 100 MW, que datan de los años 70, lo que permitiría alargar su vida por 25 o 30 años más.

BCIE, BID y el gobierno de Nicaragua invirtieron cerca de USD 62 millones en un plazo de 15 años. Las plantas Centroamérica y Santa Bárbara, localizadas en la cuenca del Río Viejo, aprovecha las aguas que provienen del lago de Apanás. Con el transcurrir de los años, las plantas han reducido su capacidad hasta los 65 MW.

La realización del proyecto ahorra al país aproximadamente 651,786 barriles de petróleo y logra la reducción de Gases de Efecto Invernadero de aproximadamente 169,242.32 toneladas de CO<sub>2</sub>. Este proyecto inicio en 2008 y finalizo en el 2012.

El Programa financio los siguientes componentes:

- Rehabilitación de los componentes electromecánicos de los grupos turbina y generador, control de velocidad, tableros de control y obras de interconexión.

- Obras civiles que incrementarán las especificaciones de diseño del vertedero El Dorado.
- Manejo Integral de la Cuenca.

### **3.3.2.2 Sector Privado**

En el caso del Sector Privado, se gestionó el financiamiento de importantes proyectos de energías renovables, destacando el rol de los desarrolladores de proyectos en las fases de estudios de factibilidad, quienes asumieron el riesgo de invertir en las etapas tempranas para luego atraer el interés de grupos financieros internacionales para la ejecución de sus proyectos.

#### **Proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate**

Para la realización del Proyecto San Jacinto Tizate, se invirtieron alrededor de US\$ 400 millones, de los cuales la empresa Polaris Energy Nicaragua S.A. (PENSA) invirtió aproximadamente el 40% y los restantes fueron aportados por un conglomerado de bancos entre los que destacan: BCIE, FMO, CIFI, CFI, BID, entre otros.

El Proyecto San Jacinto Tizate tuvo una generación de energía eléctrica de aproximadamente 600.000 GWh/año en 2013.

El presente proyecto es un caso exitoso porque PENSA pudo atraer fondos privados y de bancos multilaterales para superar satisfactoriamente la costosa fase de exploración geotérmica, y la primera etapa de generación de 36 MW en fue terminada en Diciembre de 2012, para convertirse en el campo geotérmico más grande de Nicaragua. La principal barrera que se ha encontrado este Proyecto, es la utilización de capital propio para la perforación de pozos de producción.

## **Proyecto Eólico Amayo**

El proyecto Eólico Amayo consiste de dos fases de implementación desarrolladas en 2010 y 2011, que concluyó con la instalación de 30 turbinas con capacidad instalada de 63 MW. La inversión total del proyecto fue de USD 155 millones, que será recuperada por los ingresos obtenidos por la venta de energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional.

El uso del Recurso Eólico en el Proyecto Amayo ha reducido en US\$ 31.9 millones la importación de combustibles fósiles. Estos proyectos han abierto el camino a otros proyectos eólicos en Nicaragua, pues han demostrado la factibilidad financiera de esta tecnología de generación eléctrica, además que se convirtió en el primer proyecto eólico en Nicaragua que ha comercializado sus Certificados de Reducción de Emisiones. La experiencia del desarrollador y la coordinación con los distintos actores relacionados al proyecto, minimizaron las barreras para su ejecución.

## **Blue Power (Parque Eólico la Fe San Martin)**

Este parque eólico tiene una capacidad efectiva de generación de 140 mil megavatios hora año, con una capacidad instalada de 39.6MW. Esto permitirá el ahorro de 220 mil barriles de petróleo, lo que se traduce en 22 millones de dólares anuales, con un búnker proyectado en US\$ 100 dólares. Este proyecto fue inaugurado en el año 2012 con una inversión de US\$ 115 millones de dólares, financiado con préstamos de la banca internacional y nacional, que suman US\$ 80 millones, más US\$ 35 millones de capital aportado por los socios del proyecto.

### **Parque Eólico Eolo**

Eolo de Nicaragua S.A. es la empresa dueña del parque eólico Eolo ubicado en la comunidad La Virgen a un costo de US\$110 millones, y consta de 22 aerogeneradores instalados que aportan 44 megavatios de energía al Sistema Interconectado Nacional. Se estima que la electricidad generada por Eolo, propiedad de Globeleq Mesoamérica Energy, llegue a alcanzar los 178 gigavatios hora al año, Eolo, el tercer parque eólico en el país, cuya construcción tardó siete meses y medio, entró en funcionamiento en noviembre del 2012, y a la fecha ha producido 120 gigavatios hora, lo que representa un ahorro al país de US\$10 millones.

### **Parque Eólico Alba Vientos**

La construcción del parque eólico Albanisa-Rivas inicio en el año 2013 y finalizo en el 2014 con una capacidad instalada de 44MW que corresponde a 22 generadores de 2 MW de potencia. La inversión que realizo la empresa de capital venezolano-nicaragüense en este parque eólico asciende a 90 millones de dólares.

**TABLA DE LAS INVERSIONES DEL SECTOR PÚBLICO Y PRIVADO EN ENERGÍA  
RENOVABLE EN NICARAGUA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.**

<b>SECTOR PUBLICO</b>				
<b>Proyecto Realizados</b>		<b>Potencia de Generación</b>	<b>Año</b>	<b>Mill / US\$</b>
<b>Proyecto Hidroeléctrico Larreynaga</b>		<b>17.3 MW</b>	<b>2010</b>	<b>US\$ 93.5</b>
<b>HidroElec Centroamérica y Santa Bárbara</b>		<b>50-50 MW</b>	<b>1965-1972</b>	<b>US\$ 62</b>
<b>TOTAL</b>				<b>US\$ 155.5</b>
<b>SECTOR PRIVADO</b>				
<b>Proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate</b>		<b>87 MW</b>	<b>2005</b>	<b>US\$ 400</b>
<b>Proyecto Eólico Amayo</b>		<b>63 MW</b>	<b>2010</b>	<b>US\$ 155</b>
<b>Parque Eólico La Fe San Martin</b>		<b>39.6 MW</b>	<b>2012</b>	<b>US\$ 115</b>
<b>Parque Eólico Eolo</b>		<b>44 MW</b>	<b>2012</b>	<b>US\$ 110</b>
<b>Parque Eólico Alba Vientos</b>		<b>44 MW</b>	<b>2014</b>	<b>US\$ 90</b>
<b>TOTAL</b>				<b>US\$ 870</b>

## CAPITULO 4:

### **PROYECCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN FUNCIÓN DEL DESARROLLO DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN NICARAGUA**

En este capítulo se abordara la perspectiva del aprovechamiento de las energías renovables para la diversificación de la matriz energética. se tomara como base la proyecciones y estudios realizadas por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) que es el organismo responsable de la planificación indicativa del sector eléctrico del país, la cual tiene como objetivo conducir al desarrollo y óptimo aprovechamiento de los recursos energéticos, tomando en cuenta el medio ambiente, cumpliendo con los lineamientos, acciones y estrategias establecidas por el Gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH).

El Plan Indicativo de Expansión de la Generación realizado por el MEM muestra la expansión óptima del Sistema Eléctrico Nacional (SIN), considerando restricciones o condiciones tales como costos de inversión de los proyectos, costos de operación del sistema, tipos y costos de combustibles, entrada en operación de los nuevos proyectos de generación, proyecciones de demanda de energía y potencia, entre otros. Del plan indicativo de expansión de la generación realizado por el MEM, se abordara el periodo 2014-2027.

#### **Proyecciones de la Demanda de energía y Potencia.**

Las proyecciones de la demanda de potencia y energía, que se muestran a continuación, son resultado de los estudios que realizo el Ministerio de Energía y Minas, utilizando para ello modelos econométricos que toman como base las macro-magnitudes del Producto Interno Bruto (PIB) que elabora el Banco Central de Nicaragua (BCN), la proyección de población para el horizonte 2020-2030 que elabora el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) y las estadísticas de los principales indicadores del sector eléctrico del año 2012, publicadas por el Instituto Nicaragüense de Energía (INE).

De acuerdo a los resultados, las proyecciones de demanda, consideran para el periodo 2014-2027 un crecimiento promedio en potencia de 4.26 % y en energía de 4.56 %, como se muestra en la tabla 4-1:

Tabla 4-1 Proyecciones De Demanda De Energía Y Potencia

Año	Potencia (MW)	Crecimiento %	Energía (GWH)	Crecimiento %	Factor de Carga %
2014	655.3	4.2	4037.6	4.5	70.3
2015	682.2	4.1	4215.1	4.4	70.5
2016	711	4.2	4405	4.5	70.7
2017	741.1	4.2	4604.5	4.5	70.9
2018	772.6	4.3	4813.5	4.5	71.1
2019	805.6	4.3	5032.8	4.6	71.3
2020	840	4.3	5262.1	4.6	71.5
2021	875.9	4.3	5502.6	4.6	71.7
2022	913.5	4.3	5754.6	4.6	71.9
2023	952.7	4.3	6018	4.6	72.1
2024	993.7	4.3	6294.2	4.6	72.3
2025	1036.5	4.3	6583.5	4.6	72.5
2026	1081.1	4.3	6886.1	4.6	72.7
2027	1127.9	4.3	7204	4.6	72.9
Promedio		4.26		4.56	

Fuente: Proyección Elaborada Con Datos Del Plan De Expansión 2013-2027 Del MEM.

#### 4.1 Proyectos Considerados Fijos (2013-2018)

En la tabla 4-2 se presentan los proyectos de generación considerados fijos porque están en construcción, alto grado de desarrollo o con fuentes de financiamiento aseguradas los datos mostrados son en Megawatt.

Tabla 4-2 Proyectos Considerados Fijos

Proyectos	Tipo	Año									
		2014		2015		2016		2017		2018	
		IS	IIS	IS	IIS	IS	IIS	IS	IIS	IS	IIS
Larreynaga	Hidro	17									
Tumarín	Hidro									253	
Casitas	Geo					35					
MMV(140 MW)	Térmico			140							
CASUR(Ingenio)	Biomasa			24							
Montelimar	Biomasa					30					
<b>Total</b>	<b>499</b>	<b>17</b>		<b>164</b>		<b>65</b>				<b>253</b>	

Fuente: Proyección elaborada con datos del plan de expansión 2013-2027 del MEM.

En el caso particular de la adición de 140 MW de motores de media velocidad previstos para el año 2015, obedece al requerimiento determinado por la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) y el Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC), para garantizar la calidad, seguridad y confiabilidad del sistema y asegurar el nivel de regulación requerido para la operatividad del Sistema Interconectado Nacional, debido a la incorporación de los proyectos de fuentes renovables (plantas no despachables eólicas, filo de agua, etc.).

## 4.2 Cartera de Proyectos.

Para el proceso de optimización de la expansión de generación, el MEM tomó en cuenta la cartera de proyectos que tienen registrados. A continuación se presentan los proyectos analizados:

Tabla 4-3 Proyectos Hidroeléctricos y Biomásicos

Ítem	Nombre Del Proyecto	Fase Del Proyecto	Capacidad (MW)
<b>Proyectos Hidroeléctricos</b>			
1	Larreynaga	Construcción	17.2
2	Corriente Lira	Pre-factibilidad	40
3	Tumarín	Construcción	253
4	Piedra Fina	Pre-factibilidad	42
5	Valentín	Pre-factibilidad	28
6	Pantasma	Construcción	12.5
7	Salto Y-Y	Factibilidad	24.8
8	Piedra Cajón (Pajaritos)	Factibilidad	21.7
9	Boboke	Pre-factibilidad	70
10	Copalar Bajo	Perfil	150
11	Brito	Pre-factibilidad	250
12	El Carmen	Perfil	100
13	La Sirena	Pre-factibilidad	32.5
14	El Barro	Pre-factibilidad	33
15	Piedra Puntuda	Pre-factibilidad	15
16	El Diamante	Construcción	5
<b>Proyectos Biomásicos</b>			
17	Montelimar	Pre-factibilidad	24
18	Biomasa 1	Perfil	30
19	Biomasa 2	Perfil	30
20	Cassur	Factibilidad	24

Fuente: Proyección elaborada con datos del plan de expansión 2013-2027 del MEM.

Tabla 4-4 Proyectos Geotérmicos

Ítem	Nombre del Proyecto	Capacidad (MW)
1	El Hoyo-Monte Galán I	35
2	El Hoyo-Monte Galán II	35
3	Managua-Chiltepe I	35
4	Managua-Chiltepe II	35
5	Casita-San Cristóbal I	35
6	Casita-San Cristóbal II	35
7	Casita-San Cristóbal III	35
8	Volcán Cosiguina I	25
9	Volcán Cosiguina II	25
10	Volcán Telica-El Ñajo I	20
11	Volcán Telica-El Ñajo II	20
12	Caldera de Apoyo I	36
13	Caldera de Apoyo II	36
14	Volcán Mombacho I	25
15	Volcán Mombacho II	25
16	Isla de Ometepe I	35
17	Isla de Ometepe II	35

Fuente: Proyección elaborada con datos del plan de expansión 2013-2027 del MEM.

#### 4.3 Situación Actual Del Sistema De Generación.

Para el año 2013 la potencia instalada fue de 1271.7 MW, presentándose una demanda máxima de 620.1 MW la generación neta alcanzo 3744.66 GWh

En la siguiente tabla se muestran las plantas existentes en el Sistema Interconectado Nacional (SIN):

Tabla 4-5 Plantas Del Sistema Interconectado Nacional (SIN)

Año 2013			
Planta	Numero De Centrales	Potencia Instalada (MW)	Generación neta (GWH)
Carlos Fonseca	2	54.4	171.88
Centroamérica	3	50	249.26
San Rafael	4	6	0.11
Las Brisas	2	65	0.061
Planta Managua	3	57.4	21.94
El Bote	1	0.9	4.16
Hidro Pantasma	1	14.4	22.93
Momotombo	3	77.5	183.31
San Jacinto Tizate	2	77	423.99
Blue Power	22	39.6	142.27
Planta Amayo 1	19	39.9	145.42
Planta Amayo 2	11	23.1	94.24
Eolo de Nicaragua	22	44	173.06
Monte Rosa	1	54.5	166.27
NSEL	1	79.3	108.91
Che Guevara 1	1	20.4	28.02
Che Guevara 2	1	20.4	28.46
Che Guevara 3	1	20.4	31.54
Che Guevara 4	1	20.4	15.57
Che Guevara 5	1	20.4	9.18
Che Guevara 6	1	13.6	64.98
Che Guevara 7	1	40.8	183.05
Che Guevara 8	1	27.2	56.67
Che Guevara 9	1	47.6	126.1
Hugo Chávez Frías	32	60	2.22
Censa	13	65.3	223.2
Corinto	4	74	490.77
Planta Nicaragua	2	106	258.43
Tipitapa	5	52.2	318.63
<b>Total</b>	<b>162</b>	<b>1271.7</b>	<b>3744.631</b>
<b>Demanda máxima</b>	<b>620.1 MW</b>		

Fuente: Proyección elaborada con datos del plan de expansión 2013-2027 del MEM.

Tabla 4-6 Generación De Energía Eléctrica Año 2013.

Generación de energía 2013 (GWh)		
Plantas Generadoras	Energía GWh	% Participación
Geotérmicas	607.31	16.22
Térmicas	1858.94	49.64
Hidroeléctricas	448.23	11.97
Biomasa	275.18	7.35
Eólica	555	14.82
Renovables	1885.72	50.36
No renovables	1858.94	49.64
<b>Total</b>	<b>3744.66</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Proyección elaborada con datos del plan de expansión 2013-2027 del MEM.

#### 4.4 Retiro de Plantas de generación.

El cronograma de retiro de generación obedece a plantas que por sus años de uso y su baja eficiencia son consideradas para su reemplazo (Planta Nicaragua y Planta Gesarsa). Adicionalmente para evitar que se produzcan déficits de generación y se garanticen los niveles de reserva de potencia que requiere el SIN, el MEM consideró la operación de las plantas Corinto, Tipitapa y Censa hasta el año 2018, coincidiendo con la entrada de operación del proyecto Tumarín de forma ilustrativa se muestran los retiros programados por el Plan:

Tabla 4-7 Plantas Que Serán Retiradas Del Sistema Interconectado Nacional SIN

Plantas	Tipo	Año													
		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
		I S	II S	I S	II S	I S	II S	I S	II S	I S	II S	I S	II S		
Nicaragua 1	Térmico						-50								
Nicaragua 2	Térmico						-50								
Gesarsa	Térmico				-5										
Tipitapa PPA	Térmico													-51	
Corinto PPA	Térmico													-69	
Censa PPA	Térmico													-57	
<b>Total</b>	<b>-281</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-5</b>	<b>0</b>	<b>-100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-176</b>	

Fuente: Proyección elaborada con datos del plan de expansión 2013-2027 del MEM.

#### 4.5 Plan De Expansión De Generación

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) elaboró un plan de expansión utilizando para la simulación de la inversión y operación los modelos de optimización SUPER-OLADE (Sistema Unificado De Planificación Eléctrica Regional - Organización Latinoamericana De Energía) SDDP (Programación Estocástica Doble Dinámico) y OPTGEN (Generador Para Optimización Local), considerando los requerimientos de seguridad operativa, que aseguren el cumplimiento de criterios de confiabilidad y seguridad del Sistema Interconectado Nacional (SIN), para este estudio se tomó en cuenta el periodo 2014-2027.

El plan de expansión seleccionado significa la adición de 1161.4 MW con lo cual se satisface la demanda de energía y potencia sin presentar déficit en ninguna de las etapas analizadas en el estudio realizado por el MEM. De los 1110 MW de potencia adicional, 725 MW corresponden a proyectos hidroeléctricos, 131 MW a proyectos geotérmicos, 114 MW a cogeneración, 40 MW a eólicos y 140 en plantas térmicas a base de fuel oil para regulación del sistema.

A Continuación se Presenta el Plan de Expansión de Generación 2014-2027

Proyectos	Fuente	2014		2015		2016		2017		2018		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
		IS	IIS	IS	IIS	IS	IIS	IS	IIS	IS	IIS									
Boboke	Hidro												70							
Larreynaga	Hidro	17																		
Tumarín	Hidro									253										
Casitas	Geo					35														
Piedra Puntuda	Hidro									15										
CASUR(Ingenio)	Biomasa			24																
El Carmen	Hidro													100						
Apoyo	Geo												36							
Chiltepe	Geo												35							
Copalar Bajo	Hidro													150						
Valentin	Hidro																28			
Biomasa 1	Biomasa												30							
Biomasa 2	Biomasa																30			
MMV 35MW	Fuel Oil			35																
MMV 35MW	Fuel Oil			35																
MMV 35MW	Fuel Oil			35																
MMV 35MW	Fuel Oil			35																
Montelimar	Biomasa					30														
Mombacho	Geo												25							
Salto Y-Y	Hidro													25						
El Diamante	Hidro					5														
Piedra Cajon	Hidro														22					
Corriente Lira	Hidro																		40	
<b>Total</b>	<b>1110</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>164</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>253</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>196</b>	<b>175</b>	<b>122</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>0</b>

Fuente: Proyección elaborada con datos del plan de expansión 2013-2027 del MEM.

Tabla 4-8 Plan De Expansión

## CONCLUSIONES

Esta tesis monográfica ha presentado como las energías renovables han contribuido al desarrollo de la matriz energética de nuestro país, la cual ha sido muy dependiente de los hidrocarburos desde décadas anteriores, presentando las debidas conclusiones extraídas de esta investigación.

La generación de energía eléctrica por fuentes renovables tuvo predominio en el año 2013 alcanzando un 50.36% en ese año, esto conllevó a una disminución de las emisiones de gases de efectos invernaderos, producidos por el uso de fuentes fósiles (petróleo) para producir energía eléctrica, además ha contribuido a la reducción de la factura petrolera del país, ya que se necesita menos energía no renovable para suplir la demanda de energética del país.

Las fuentes renovables para la diversificación de la matriz energética del país tienen gran importancia debido a que estas energías reducen sus costos a largo plazo y generan recursos para el desarrollo y la competitividad del país.

En cuanto a la inversión realizada en generación con fuentes renovables en los últimos años las empresas privadas van a la cabeza con un monto aproximado de U\$ 870 millones en proyectos mayoritariamente eólicos, mientras que las empresas públicas apenas U\$ 155.5 millones de dólares que corresponden a un proyecto hidroeléctrico (Larreynaga) y la repotenciación de las plantas hidroeléctricas Centroamérica y Santa Bárbara.

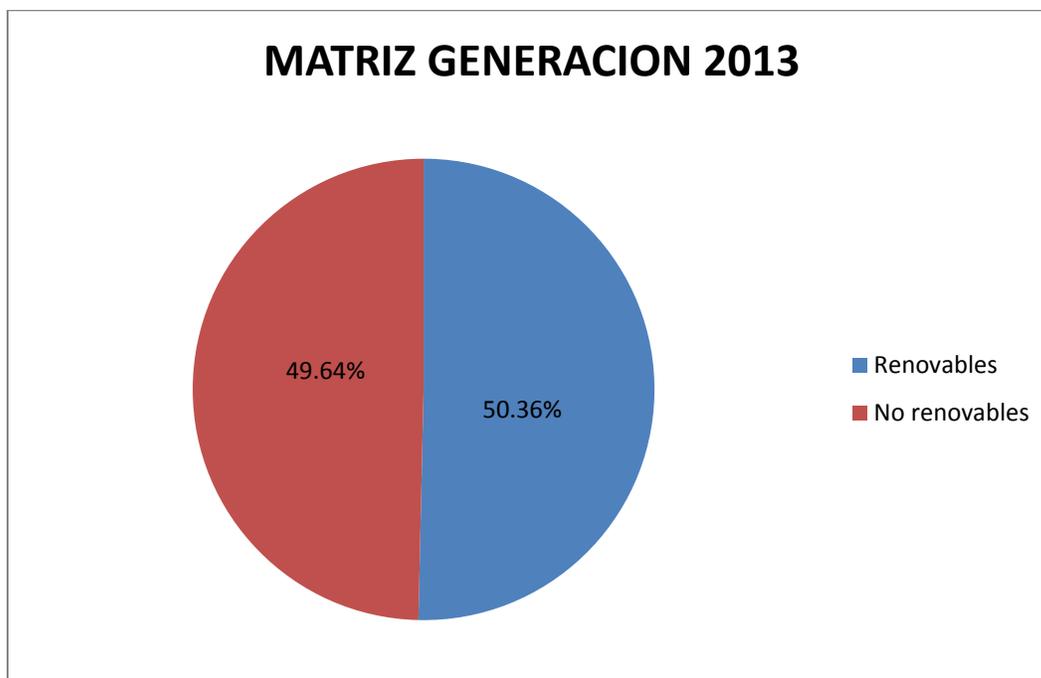
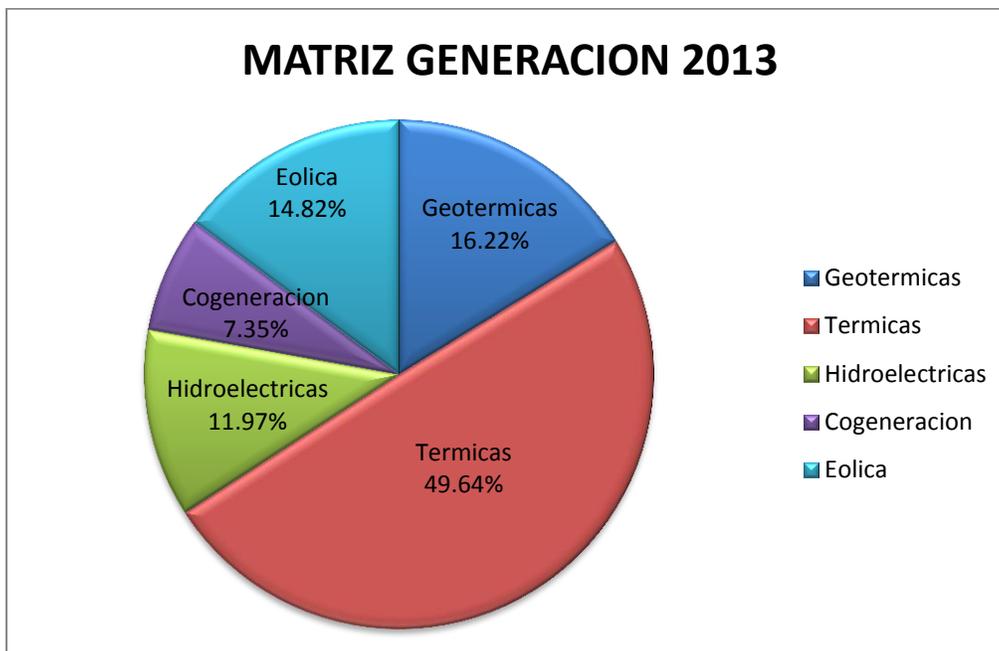
El ministerio de energía y minas anualmente elabora un plan de expansión del sector eléctrico del país y se utilizaron los datos del periodo 2014-2027 para determinar el comportamiento de la matriz energética en ese periodo, resaltando los proyectos que a futuro contribuirán a una matriz predominantemente renovable, como los proyectos Tumarín (el cual se encuentra en construcción) y contribuirá con 253 MW cuando este finalizado.

## BIBLIOGRAFÍA

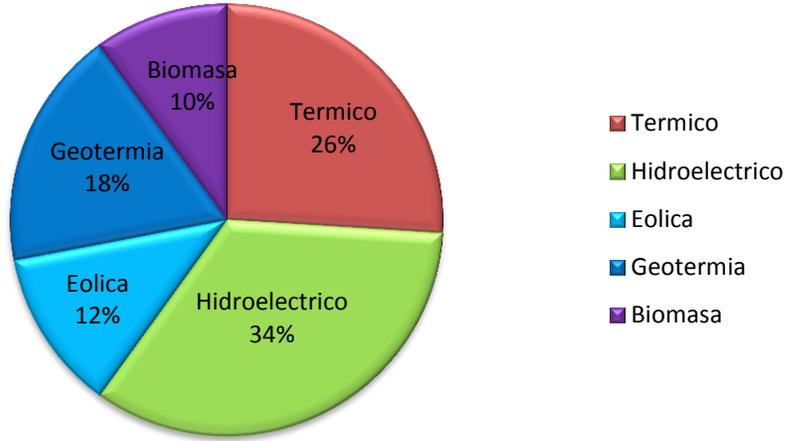
- [1].- DGE, (2014). Generación bruta de energía, 1, 1-4. Recuperado de [http://www.ine.gob.ni/DGE/estadisticas/serieHistorica/Generacion\\_Bruta\\_2013\\_act\\_May14.pdf](http://www.ine.gob.ni/DGE/estadisticas/serieHistorica/Generacion_Bruta_2013_act_May14.pdf)
- [2].- Rappaccioli, E. (2013). Visión Energética de Nicaragua: Estrategia de Energías Renovables y la evolución de la energía eólica, 1, 5-19. Recuperado de [http://www.platts.com/IM.Platts.Content/ProductsServices/ConferenceandEvents/2013/pc307/presentations/Emilio\\_Rappaccioli.pdf](http://www.platts.com/IM.Platts.Content/ProductsServices/ConferenceandEvents/2013/pc307/presentations/Emilio_Rappaccioli.pdf)
- [3].- Rappaccioli, E. (2013). Panorama energético de Nicaragua: Transformación de la matriz energética, 1, 5-30. Recuperado de [https://www.iamericas.org/en/mediaroom/documents/doc\\_download/373-minister-rappaccioli.pdf](https://www.iamericas.org/en/mediaroom/documents/doc_download/373-minister-rappaccioli.pdf)
- [4].- Energy for all, (2014). Rápida Evaluación y Análisis del Sector Energético de la República de Nicaragua – 2012/2013, 2, 14-142. Recuperado de [http://www.iadb.org/wmsfiles/products/topics/energy/SE4ALL/openFile.cfm?rec=nicaragua\\_esp.pdf](http://www.iadb.org/wmsfiles/products/topics/energy/SE4ALL/openFile.cfm?rec=nicaragua_esp.pdf)
- [5].- Olade, (2011). Observatorio de Energías Renovables, 1, 1, 11 115. Recuperado de [http://www.renenergyobservatory.org/uploads/media/Nicaragua\\_Producto\\_1\\_y\\_2\\_\\_Esp\\_\\_02.pdf](http://www.renenergyobservatory.org/uploads/media/Nicaragua_Producto_1_y_2__Esp__02.pdf)
- [6].- CEPAL, (2014). *Informe CEPAL-Sector eléctrico 2013*, 13, 75-85. Recuperado de [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37518/S1421122\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37518/S1421122_es.pdf)
- [7].- Rappaccioli, E. (2012). Plan indicativo de expansión de la generación eléctrica 2013-2027, 1, 4-71. Recuperado de <http://www.mem.gob.ni/media/file/POLITICAS%20Y%20PLANIFICACION/PLAN%20INDIC.%20DE%20EXP.%20ODE%20GEN.%20ELECT%202013-2027.pdf>

## Anexos

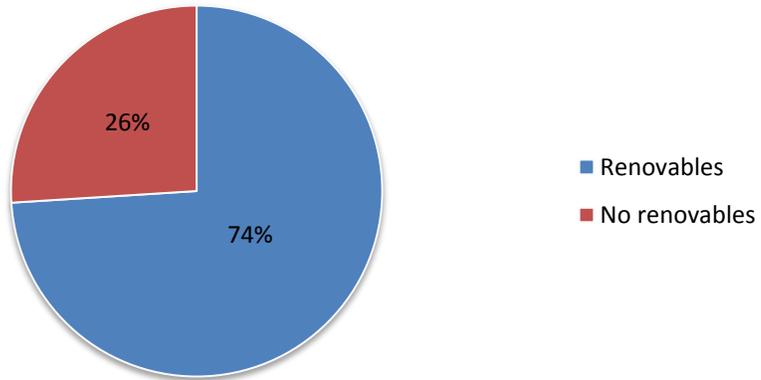
### Evolución De La Matriz De Generación 2013-2027 (Gwh)



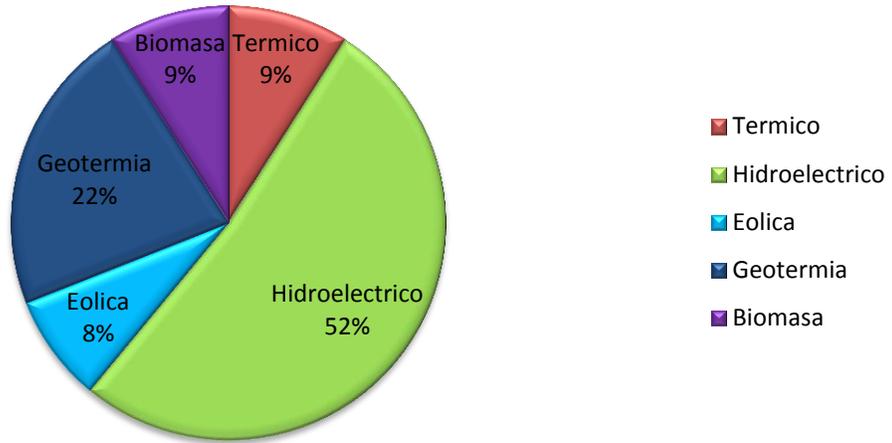
### Matriz Generacion 2018



### Matriz Generacion 2018



### Matriz Generacion 2027



### Matriz Generacion 2027

