

Dirección de Área de Conocimiento Industria y Producción

“Dimensionamiento de las Tecnologías Emergentes Renovables en Nicaragua en el periodo 2017-2022”.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Eléctrico

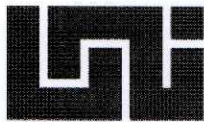
Elaborado por

Br. Marcia Lorena Chávez Castillo
Carnet: 2015-0046U

Tutor:

Ing. Ramiro Arcia Lacayo

21 de marzo de 2025
Managua, Nicaragua



Dirección de Área
de Conocimiento
Industria y Producción

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **AREA DE CONOCIMIENTO INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN** hace constar que:

CHÁVEZ CASTILLO MARCIA LORENA

Carné: **2015-0046U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA ELECTRICA**, en el año 2020 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y seis días del mes de febrero del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,

Msc. Arlen Patricia Reyes Gómez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

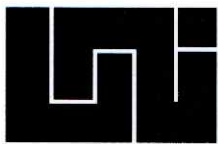


Móvil: (505) 22518276



Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso.
Managua, Nicaragua.





HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2025

No. Recibo No. Inscripción **919**

NOMBRES Y APELLIDOS: Marcia Lorena Chávez Castillo
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRICA CARNET: 2015-0046U TURNO:
PLAN DE ESTUDIO: 2015 SEMESTRE: PRIMER SEMESTRE 2025 FECHA: 26/02/2025

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

USER_ONLINE

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 26-feb.-2025



Área de Conocimiento de
Ingeniería y Afines

Managua, 05 de agosto de 2024

Bachiller

Marcia Lorena Chávez Castillo

Estimado Br:

Por medio de la presente les comunico que esta Dirección autoriza **Prorroga** por tres (3) meses (**05 de noviembre**), para la entrega del Trabajo **Monográfico** titulado: **"Dimensionamiento de las Tecnologías emergentes Renovables en Nicaragua en el Período 2017-2022"**, Bajo la Tutoría del Ing. Ramiro Arcia Lacayo.

Sin otro particular, me despido.

Fraternalmente,

MSc. Luis Alberto Chavarria Valverde
Director
Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

Cc: *Ing. María Fabiola Vanegas Martínez*– Jefa de Departamento Ing. Eléctrica
Archivo. -



Teléfono: (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso,
Managua, Nicaragua.



luis.chavarria@fti.uni.edu.ni
www.uni.edu.ni



Decanatura | FEC

Universidad Nacional de Ingeniería
Recinto Universitario "Simón Bolívar"
Facultad de Electrotecnia y Computación
Decanatura
DF-08-2023-04

Managua, 04 de agosto del 2023.

Bachiller.

Marcia Lorena Chávez Castillo 2015-0046U.

Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Estimado Bachiller:

El suscrito Decano de la Facultad de Electrotecnia y Computación, a través de la presente autoriza de manera formal la inscripción de la Monografía Titulada "**Dimensionamiento de las Tecnologías Emergentes Renovables en Nicaragua en el periodo 2017-2022**". Para optar al Título de Ingeniero Eléctrica, para tal efecto se nombra como Tutor de la Monografía al **Ing. Ramiro Arcia Lacayo**.

Así mismo le solicito proceda a la **Inscripción de dicho Tema Monográfico** en secretaría Académica de la facultad, con la finalidad de darle control y seguimiento, de acuerdo a los reglamentos establecidos.

Se les recuerda que, según la normativa para los trabajos monográficos, a partir de la fecha de inscripción tiene 12 meses para defender dicho trabajo.

Sin más a que referirme y deseándoles mucho éxito en la culminación de esta etapa, me despido.

Atentamente



Msc. Augusto César Palacios Rodríguez
Decano UNI-FEC

C/c: Ing. María Lourdes Montes.
Ing. Napoleón Blanco Orozco.
Ing. Ramiro Arcia Lacayo.
Archivo.

Secretaria Académica.
Jefe de Dpto. de Eléctrica.
Tutor.



Teléfono: (505) 2270 5126



Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria,
Managua, Nicaragua.
Apdo: 5595



augusto.palacios@fec.uni.edu.ni
www.fec.uni.edu.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
RECINTO PEDRO ARAUZ PALACIOS

Managua, 19 de marzo del 2025.

MSc. Augusto Cesar Palacios Rodríguez

Director Área de Conocimiento de
Ingeniería y Producción.

Estimado MSc Palacios Rodríguez:

Reciba un saludo de mi parte, deseándole éxito en
el desempeño de sus funciones.

He revisado el documento del tema de Tesis titulado: **"Dimensionamiento de las Tecnologías Emergentes Renovables en Nicaragua en el periodo 2017-2022"**, realizado por la **Br Marcia Lorena Chávez Castillo carnet 2015-00461**, por lo que le doy mi visto bueno para que dicha tesis sea presentada a defensa según la Normativa de Culminación de Estudios establecida por la Universidad.

Sin más a que hacer referencia, me despido.

Atte.



Ing. Ramiro Arcia Lacayo.
Tutor (R)

Cc: Archivo

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, que ha sido una experiencia enriquecedora y desafiante. Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional, su confianza y su amor. Sin ellos, nada de esto hubiera sido posible.

Agradezco también a mi tutor, que me guio con paciencia y sabiduría a lo largo de este proceso. Finalmente, agradezco a todos los que colaboraron conmigo de alguna manera, ya sea brindándome información, consejos o ánimo.

Dedicatoria

A Dios, por ser la fuente de mi vida y mi inspiración. A mi familia, por ser mi razón de ser y mi apoyo incondicional. A mi tutor, por ser mi guía y mi mentor. A todos ellos, dedico este trabajo con amor y gratitud.

Resumen

En el presente trabajo monográfico se trata del Dimensionamiento de las Tecnologías Emergentes Renovables en Nicaragua en el periodo 2017-2022; con el objetivo de determinar la cantidad y tipo de recursos renovables que han sido necesarios para llevar a cabo los proyectos.

Promoviendo con las energías renovables emergentes la sostenibilidad ambiental, la diversificación de la matriz energética y el desarrollo tecnológico e innovación, distinguiendo el impacto positivo de las energías emergentes renovables en el empleo y el desarrollo económico.

Índice

I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	2
III. Objetivos.....	4
IV.I. Objetivo General.....	4
IV.II. Objetivo específico.....	4
IV. Justificación.....	5
V. Marco teórico.....	6
V.I Energías renovables.....	6
V.II. Definición.....	6
VI. Tecnologías Emergentes: Definición y avances en energía renovable.....	7
VI.I. Definición.....	7
VI.II Tecnología emergente y Energía Renovable.....	8
VII. Tipos de Energía Renovable.....	10
VIII. Diseño Metodológico.....	12
IX. Capítulo I.....	14
Las energías renovables presentes en Nicaragua	14
Energía solar.....	15
Planta solar La Trinidad	18
Planta Solaris Puerto Sandino	20
San Juan de Nicaragua	21
Corn Island.....	23
Energía Eólica	25
AMAYO.....	27
La Fe San Martin.....	29
Planta EOLO	31
Planta ALBARIVAS	32
Energía Geotérmica.....	34
Proyecto geotérmico Momotombo.....	36
Proyecto Geotérmico San Jacinto	38
Energía Hidroeléctrica.....	40
Planta Centroamérica	42
Planta Hidroeléctrica Larreynaga.....	44

Planta Hidroeléctrica Centro América	46
Planta Hidroeléctrica El Diamante	48
Energía Biomasa	49
Corporación Montelimar y cogeneración Green Power	51
Ingenio Pantaleón.....	53
Planta aceitera El Real.....	54
Planta EGERSA	56
Planta Nicaragua Sugar Estates Limited (NSEL).....	57
X. Capítulo II	59
Evolución de las energías renovables y como se han venido implementando en el país en el periodo 2017-2022.	59
2017.....	60
2018.....	67
2019.....	74
2020.....	81
2021.....	89
2022.....	97
Cronología de la instalación de plantas de energía renovable en Nicaragua.....	103
Aplicación de la tecnología emergente en energía renovable estableciendo las de mayor y menos aprovechamiento para las fuentes de energía renovable funcionales en el país.	104
Aplicación de tecnología emergente	108
XI. Capítulo IV	113
Vías de solución para el desarrollo de las tecnologías emergentes renovables en Nicaragua.....	113
XII. CONCLUSIONES	116
XIII. ANEXOS	118
Compañías dedicadas a la venta de equipos y servicios de energías renovables.	118
Comparativo de producción de energía primaria (ktep) por año:.....	122
Comparativa de consumo de energía final por fuente anuales:	124
Comparativa de Comercio Exterior por Fuente Energética anuales:	128
XIV. Bibliografía	132

I. Introducción.

“Explorar el horizonte de las tecnologías emergentes es crucial para mantenerse al tanto de los acontecimientos que pueden transformar radicalmente nuestro mundo, permitiendo un análisis de expertos a tiempo para prepararse para estas tecnologías disruptoras”, comentó Bernard Meyerson presidente del consejo del foro económico mundial.

Nicaragua es un paraíso de las energías renovables afirma el Banco Mundial que, por sus extensos recursos geotérmicos, producto de su larga cadena de volcanes, su excelente exposición al viento y al Sol, y una gran cantidad de fuentes dispersas de agua. Nicaragua ha mostrado en números claros los logros y benéficos obtenidos al implementar enérgicas emergentes renovables.

Las energías emergentes renovables son el presente y el futuro, contribuyen al cuidado de nuestro planeta gracias a que son energías inagotables que no afectan negativamente a nuestro entorno. Es por ello por lo que cada vez son más las empresas, compañías y gobiernos que apuestan por la utilización de tecnología emergente en energías renovables.

Explorar la implementación de dichas tecnologías emergentes, su producción y beneficios nos llevara a comprenderla de mejor manera de implementarlas y explotar óptimamente obteniendo los mejores beneficios para el presente y futuro en nuestro país.

II. Antecedentes.

En diciembre del año 2021 la Universidad Nacional de Ingeniería realiza en conjunto con la revista nexo (revista científica) un análisis de las barreras para la inserción de las energías renovables en sistemas de generación distribuida a pequeña escala en Nicaragua.

(Mundo, Revista Sputnik, 2022)

En el ámbito internacional hay estudios que trascienden de 2020 hasta el año actual creativecommons acerca de cómo evoluciona Nicaragua en impacto ambiental como evolución energética a través del tiempo.

(NonCommercial-ShareAlike, 2022)

Inicia con la presentación de indicadores de desarrollo relevantes, haciendo una reseña del sistema de gobierno, de la geografía, del clima y de los recursos naturales del país; elementos que permiten posicionar elementos de atractivo y condiciones locales del país para el desarrollo de la energía renovable.

(Proyecto acelerando las inversiones en energía renovable en centroamérica y Panamá, 2010)

Nicaragua se encuentra entre los diez países con mayor producción de energía limpia para mitigar los efectos del cambio climático, con un aporte del 75,2 % del consumo total.

(Blanco Orozco, 2021)

Desde el 2007 el MEM desarrollo una estrategia de electrificación rural con el fin de incrementar el nivel de población con acceso al servicio de electrificación. Generando un marco legal y regulador, que permita la sostenibilidad de los proyectos de electrificación rural, convirtiendo el fondo de desarrollo de la industria eléctrica nacional (FODIEN) en un mecanismo que contribuya a ampliar la cobertura del servicio eléctrico. Esperando como uno de los resultados principales la reducción de las barreras de mercado para las tecnologías de energía renovable a través de la replicación de los mecanismos utilizados en los proyectos pilotos.

(Energías renovables en Nicaragua: Proyecto de electrificación rural en zonas aisladas, 2007)

Plantas hidroeléctricas estatales y su aporte al desarrollo del país. Determinado mediante un análisis económico la importancia de la contribución de las plantas hidroeléctricas en la matriz energética en Nicaragua. (Martínez & Escobar Torres, 2013)

Evaluación de las tecnologías de energías renovables en Nicaragua y comparación de su avance a nivel centroamericano en el periodo 2016-2019. (Arostegui Morazan & Acosta Gonzalez, 2021)

III. Objetivos.

IV.I. Objetivo General.

1. Análisis de las tecnologías emergentes en energías renovables en Nicaragua en el periodo 2017-2022 con aplicación de metodología investigativa para visualizar estas tecnologías en el país.

IV.II. Objetivo específico.

1. Determinar las energías renovables presentes en Nicaragua a través de un proceso investigativo para evaluar la evolución e integración de cada uno de los tipos de fuentes de generación de energía.
2. Establecer la evolución de las energías renovables y como se han venido implementando en el país en el periodo 2017-2022 para determinar las fuentes generación de uso prioritario.
3. Cuantificar la implementación de la tecnología emergente en energía renovable estableciendo las de mayor y menor aprovechamiento para las fuentes de energía renovable funcionales en el país.
4. Señalar las posibles vías de solución para el desarrollo de las tecnologías emergentes renovables con poca o ninguna aplicación en las fuentes de energía renovable existentes en el país.

IV. Justificación.

En el análisis de las tecnologías emergentes renovables existe una ventana a un futuro eficiente energético que la humanidad y el planeta necesitan. tomando como referencia Nicaragua; el que es un país con las características y recursos naturales necesarios según un análisis de mercado sobre energía renovable en Nicaragua por el BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica) para lograr la transición hacia estas tecnologías.

Con las energías renovables emergentes se promueve la sostenibilidad ambiental y la inclusión social evitando así la disminución a la contaminación global, según la revista FORBES en noviembre del 2021 las tecnologías emergentes en energía renovables otorgan beneficios; ambientales, duraderos y económicos a las generaciones presentes y futuras ya que el impacto ambiental es mucho menor que las tecnologías de energía convencionales. Distinguiendo el impacto positivo de las energías emergentes renovables en el empleo y el desarrollo económico también es irrefutable, creando una economía sostenible. Sin mencionar la ayuda a la protección del planeta.

Como ejemplo podríamos tomar el revolucionario proyecto de Dinamarca para producir electricidad y escapar de la dependencia del gas ruso según la redacción de la BBC News Mundo el 12 de mayo del 2022, mostrándonos que dicho país tiene una larga historia de aprovechamiento de los fuertes vientos del mar para producir electricidad, convirtiéndose en el primer país del mundo en construir un parque eólico marino en 1991.

V. Marco teórico.

V.I Energías renovables.

V.II. Definición.

Las energías renovables planteada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) son un tipo de energías derivadas de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse. Un ejemplo de estas fuentes es, por ejemplo, la luz solar y el viento, fuentes que se renuevan continuamente.

Las fuentes de energía renovable abundan y las encontramos en cualquier entorno, produciendo muchas menos emisiones que la quema de combustibles fósiles.

Por el contrario, los combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas, constituyen fuentes de energía no renovables que tardan cientos de millones de años en formarse. Los combustibles fósiles producen la energía al quemarse, lo que provoca emisiones dañinas en forma de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono.

Mencionando la generación de emisiones de gas a nivel energético; en el tercer inventario de gases de efecto invernadero presentado por el gobierno de Nicaragua, en el año 2010 se observó una disminución del consumo en la serie 2006-2010 con respecto a la serie 2000-2005 debido a que construyeron nuevas centrales renovables de generación eólica de carácter privado. Representando un promedio anual en la serie 2000-2005 de un 73.2% y un promedio anual en la serie 2006-2010 un 67.4%, el cual genera un 5.8% de disminución de emisiones. (Inventario Nacional de gases de efecto invernadero, 2010).

VI. Tecnologías Emergentes: Definición y avances en energía renovable.

VI.I. Definición.

Las tecnologías emergentes se caracterizan en general por ser tecnologías innovadoras que aportan mejoras frente a otras más tradicionales ya consolidadas, pero aún no han alcanzado su nivel máximo de madurez, por lo que se encuentra aún en vías de desarrollo. (FERROVIAL, 2023)

El Foro Económico Mundial (WEF, 2016), realizó una lista de las 10 tecnologías emergentes top en 2016 siendo tres de ellas relacionadas con energía renovable como lo son:

La próxima generación de baterías.

Esta tecnología podría ser la clave para avanzar en gran medida en la energía renovable, según el informe. Mediante el uso de sodio, aluminio y baterías a base de zinc, junto con las soluciones avanzadas de almacenamiento de energía, podría permitir a mini-redes proporcionar energía limpia para todo un pueblo o una ciudad pequeña.

Células solares perovskita.

Los materiales de perovskita - minerales y cerámicas con una estructura cristalina específica tienen importantes ventajas sobre las células solares de silicio tradicionales. Estos materiales, de acuerdo con el informe, son más fáciles de producir y generan energía de manera más eficiente. Estas son grandes ventajas para una industria que esté tratando de producir energía renovable y limpia.

Sistemas de ingeniería metabólica.

Con los problemas del medio ambiente y los recursos limitados de combustibles fósiles, los científicos han estado trabajando para crear combustibles, productos químicos y materiales de fuentes renovables, como las plantas. El foro sostiene que, mediante el uso de las plantas, estos productos se pueden hacer a menor costo y con mayor facilidad.

Lista que fue valorada por el analista de The Gabriel consulting group, indicando que la lista por necesidad general, debido a que se hablaba de áreas de investigación y avances en lugar de productos innovadores específicos, no pudo encontrar nada importante que dejaran afuera de la lista.

VI.II Tecnología emergente y Energía Renovable.

La transición energética implica un triple desafío: Sostenibilidad, confiabilidad y asequibilidad, tomando en cuenta que también incluye el reto de digitalizarse. (G+ENERGY, 2023)

Con más de 30 años de experiencia, **Trace software** que es una empresa especializada en el desarrollo de software y servicios para la ingeniería industrial con una experiencia única en el diseño de instalaciones eléctricas. Promueve la continua inversión en investigación y desarrollo. Demostrándolo con el estudio de los 5 avances en energía fotovoltaica que cambiaran las reglas del juego; como las plantas solares flotantes aka floatvoltaics, energía solar en el espacio, telas de células solares, barreras acústicas fotovoltaicas, energía solar fotovoltaica integrada en edificios. (software)

En caso de la energía eólica unas dos docenas de barcos utilizaran algún tipo de energía eólica para finales de 2022 según la revista Atalayar, empresas como la gigante agrícola estadounidense **Cargill**, que tiene una flota fletada alrededor de 600 barcos, está incorporando un diseño que incluye velas de 37.5m en un barco propio Mitsubishi, con planes de probar el barco en 2023. (ATALAYAR)

Agregando también a la lista de tecnologías emergentes los sistemas de almacenamiento con baterías que son capaces de almacenar la electricidad producida por las centrales renovables, estando estrechamente vinculada a la innovación tecnología y a la sostenibilidad de los productos. Los tipos más utilizados en la actualidad se basan en sistemas de baterías de litio o de flujo, junto con otras tecnologías emergentes que harán que los sistemas de almacenamiento del futuro sean aún más eficientes y rentables. (power, 2022)

Adicionando el hidrogeno que, aunque es el elemento químico más simple, pero el primero de la tabla periódica con numero atómico 1. Es ligero, se puede almacenar y no genera emisiones contaminantes por sí mismo. Aunque requiere de un proceso químico para su producción el cual para que este sea un método más sostenible de producción se realiza con energías renovables como la solar y la eólica en el proceso de la electrolisis. La cual consiste en utilizar una corriente eléctrica para descomponer mediante la molécula del agua en oxígeno e hidrogeno. (acciona)

Sobre todo, la electricidad producida por la energía estática del mar, El laboratorio nacional del noroeste del pacifico (PNNL), en Estados Unidos, ha desarrollado una forma de recoger energía del mar en condiciones de poco oleaje. Esta nueva tecnología está basada en un tipo de electricidad que se produce con la fricción. (TECH, 2023)

La fuerza de las olas no solo se capta en la superficie de los mares, también es posible lograrlo en la profundidad. Según la agencia internacional de energías renovables, IRENA, aunque su evolución apenas ha comenzado, su potencial es enorme: ‘Unos 29.000 TWh (Tera vatios hora) frente a los 1.200 TWh del potencial de la energía mareomotriz que puede generar el movimiento de las mareas’. Al menos sobre el papel, semejante volumen de energía podría cubrir una parte creciente de la demanda planetaria y situarse entre las energías renovables más prometedoras. (BBVA, 2022)

VII. Tipos de Energía Renovable.

Hoy en día, las energías renovables son más baratas en la mayoría de los países y generan tres veces más puestos de trabajo que los combustibles fósiles según la Organización de las Naciones Unidas. A continuación, se indicarán las fuentes habituales de energía renovables:

1. Energía Solar.

De todas las fuentes de energía, la energía solar es la que más abunda y, además, también puede obtenerse aun con el cielo nublado. La velocidad a la que la tierra intercepta la energía solar aproximadamente 10 000 veces superior a la velocidad con que la humanidad consume energía. Las tecnologías solares pueden producir calor, refrigeración, luz natural, electricidad y, también, combustibles para la multitud de aplicaciones. Las tecnologías solares convierten la luz solar en energía eléctrica, ya sea mediante paneles fotovoltaicos o a través de espejos que concentran la radiación solar.

2. Energía Eólica.

La energía eólica aprovecha la energía cinética del aire en movimiento gracias al uso de enormes turbinas eólicas ubicadas en superficies terrestres, en alta mar o en aguas dulces (sobre la superficie acuática). La energía eólica se ha usado durante milenios, pero las tecnologías, tanto terrestres como sobre el agua han evolucionado en las últimas pocas décadas hasta convertirse en una potente forma de producir electricidad gracias a turbinas más altas y a unos rotores que poseen diámetros de mayores proporciones.

3. Energía Geotérmica.

La energía geotérmica utiliza la energía térmica disponible del interior de la tierra, El calor se extrae de unos depósitos geotérmicos a través de pozos u otros medios. Los depósitos con estas temperaturas lo suficientemente elevadas y permeables de forma natural se denominan depósitos hidrotermales, mientras que los depósitos que cuentan con el suficiente calor, pero que utilizan medios de estimulación hidráulica, se llaman sistemas geotérmicos mejorados.

4. Energía Hidroeléctrica.

La Energía hidroeléctrica aprovecha la energía que produce el movimiento del agua cuando se eleva o desciende de forma pronunciada. Puede generarse a partir de embalses y ríos. Las plantas hidroeléctricas de los embalses se valen del agua almacenada y estancada, mientras que las plantas hidroeléctricas fluviales utilizan energía que se produce gracias al flujo de agua en un río.

Los embalses hidroeléctricos suelen tener múltiples aplicaciones, llegando a producir agua potable, agua para regadíos, un control ante inundaciones y sequías, servicios de navegación y también este suministro de energía que indicamos.

La infraestructura necesaria para crear hidroelectricidad también puede provocar cambios en los ecosistemas de formas muy negativas. Por esta razón, hay muchos que defienden esta fuente de energía a pequeña escala como opción más respetuosa con el medio ambiente y especialmente adecuada para las comunidades situadas en lugares muy remotos.

5. Energía Oceánica.

La energía oceánica deriva de las tecnologías que utilizan las energías térmicas del agua marina, las olas o las corrientes de agua, por ejemplo, para producir electricidad o calor.

Los sistemas de energía oceánica se encuentran todavía en una etapa inicial de desarrollo y con una variedad de dispositivos de conversión del oleaje y las corrientes de las mareas en fase experimental. El potencial teórico de la energía oceánica supera cualquier necesidad energética actual en los seres humanos.

6. BIOENERGIA.

La bioenergía se produce a partir de diversos materiales orgánicos, denominados biomasa, como la madera, el carbón, el estiércol y otros abonos utilizados para la producción de calor y electricidad, y los cultivos agrícolas destinados a biocombustibles líquidos. La mayor parte de la biomasa se utiliza en las zonas rurales para cocinar, aportar iluminación y calor en las estancias, y por parte de las poblaciones desfavorecidas en los países en desarrollo.

VIII. Diseño Metodológico.

- Tipo de investigación.

Para la realización de este estudio se realizará una metodología mixta que consiste en utilizar datos cualitativos y cuantitativos que permiten conocer la posible aplicación de las tecnologías emergentes en energías renovables en Nicaragua, realizando un análisis de contenidos sobre documentos, revistas y páginas web, siendo las principales fuentes de información las páginas reguladoras de energía de Nicaragua.

Objetivos específicos.

- Determinar las energías renovables presentes en Nicaragua a través de un proceso investigativo para evaluar la evolución e integración de cada uno de los tipos de fuentes de generación de energía.

Se iniciará con el análisis documental para recopilar la información referente a las energías renovables presentes en Nicaragua, puesto que solo se necesita de un estudio de literatura.

- Establecer la evolución de las energías renovables y como se han venido implementando en el país en el periodo 2017-2022 para determinar las fuentes generación de uso prioritario.

Se realizará la recopilación de información utilizando el método mixto, detallando de manera específica la línea del tiempo de instalación de cada planta en Nicaragua mediante la información de las páginas reguladoras de energía de Nicaragua.

- Cuantificar la aplicación de la tecnología emergente en energía renovable estableciendo las de mayor y menor aprovechamiento para las fuentes de energía renovable funcionales en el país.

La recopilación de información será utilizando el método mixto, en base a varias fuentes verificadas para lograr cuantificar la aplicación de tecnología emergente en Nicaragua; mediante la información de las páginas reguladoras de energía de Nicaragua, analizando revistas, documentos y páginas web.

- Señalar las posibles vías de solución para el desarrollo de las tecnologías emergentes renovables con poca o ninguna aplicación en las fuentes de energía renovable existentes en el país.

Se practicará el mantenimiento de registros, siendo un proceso de recopilación y medición de información sobre variables establecida de una manera sistemática, que permitirá obtener respuestas relevantes y evaluar resultados.

IX. Capítulo I

Las energías renovables presentes en Nicaragua

Nicaragua es lo que muchos expertos llaman un paraíso de las energías renovables: extensos recursos geotérmicos – producto de su larga cadena de volcanes y actividad sísmica, excelente exposición al viento, al Sol y una gran cantidad de fuentes dispersas de agua.

Si se traduce en energía, el país tiene la capacidad para generar 5,800 Megavatios (MW) al año, provenientes de fuentes limpias según el BANCO MUNDIAL¹, sin mencionar la importancia de aprovechar este potencial para garantizar un suministro de energía sostenible y asequible para todos.²

La transición energética global ofrece una oportunidad sin precedentes para transformar el sector energético en todos los aspectos. La transición hacia un sistema de energía renovable, distribuida y des carbonizada está generando toda una serie de beneficios sociales y económicos, incluyendo la creación de empleo. Es fundamental asegurarse de que las oportunidades que genera dicha transición sean accesibles para todos y que sus ventajas queden distribuidas de manera equitativa.³

Producir energía renovable supone un beneficio para el medio ambiente, la economía y las personas, debido a que siempre están disponibles en la naturaleza, reduce drásticamente las emisiones de CO2 a la atmósfera, es posible producir energía renovable en prácticamente todos los rincones del mundo incorporando la innovación tecnológica permitiendo que la producción de energía renovable sea cada vez más eficiente requiriendo cada vez más empleos en el futuro, con efectos positivos en la economía.⁴

¹ Un paraíso de las energías renovables se abre paso en Centroamérica. (BANCO MUNDIAL, 2013)

² NICARAGUA – Generación de Energía Renovable. (CENTRAL LAW, 2023)

³ Energy renewable- Una perspectiva de género. (IRENA, 2019)

⁴ Energías renovables- (enel Green Power, s.f.)

Energía solar



Ilustración 1. Energía solar. Fuente:

https://www.google.com/search?sca_esv=f1fd60fc7b0159d6&sca_upv=1&q=energia+solar&udm=2&fbs=AEQNm0CbCVgAZ5mWEJDg6aoPVcBgWizR0-0aFOH11Sb5tlNhdzvguW7TJ8ZJj4v-NOGupFj-oo0X57oBKKX3JJxYDU8Oviu04YQ_hd7S4DmNlunyl_-LTKwrdK72UQQyzfXEebGn3I9X

La distancia entre la tierra y el Sol es 150.000.000 km, es decir, unas 100 veces el diámetro del sol, longitud que tiene que atravesar la radiación solar antes de entrar a nuestra atmosfera.

El ser humano ha ido perfeccionando la utilización del poder calorífico y la luz del Sol para transformar este tipo de energía en otras que, además, permitieran transportarla más fácilmente. La radiación solar puede convertirse en energía térmica (calor), que puede transformarse en energía mecánica (Hacer mover una maquina) y también puede transformarla en energía eléctrica⁵.

A diferencia de las fuentes tradicionales de energía como el gas, carbón, el petróleo y la energía nuclear, cuyas reservas son finitas, la energía del Sol está disponible en todo el mundo y se adapta a los ciclos naturales por eso se le denomina como renovables.

⁵ Modelo a escala de la Tierra, la Luna y el Sol. (INTA, s.f.)

La energía solar es una de las tecnologías renovables más eficientes en la lucha contra el cambio climático, no emite sustancias tóxicas ni contaminantes del aire, como los gases de efecto invernadero, por lo que no contribuye al calentamiento global.

Los materiales de las instalaciones que se utilizan requieren poco mantenimiento, reduciendo los costos aún más en el futuro.⁶

Los componentes clave de un panel solar son las células fotovoltaicas, el poli silicio o silicio, el metal y el vidrio. El componente más importante son las células solares, que convierten la luz del Sol en energía útil. Las células solares son el componente fotovoltaico (FV) de los paneles solares, es decir que son las que producen la energía del sol.

Las células solares están hechas de silicio y están protegidas por una lámina de vidrio, colocada sobre los paneles, la cual permite filtrar la luz del Sol hasta las células. Cuando se exponen a la luz del sol, las células solares de dióxido de silicio generan una corriente eléctrica que se convierte en electricidad útil de corriente alterna (CA) a través de un inversor, se unen con cables que transfieren la electricidad. Estos cables se sueldan a las células, que después se colocan entre una cubierta posterior y el vidrio que las protege. El panel entero está sujeto por un marco de metal.

Los principales tipos de paneles solares son los monocristalinos, policristalinos y de capa fina. La diferencia entre los paneles mono y poli es que los paneles de silicio monocristalino están hechos con células solares de un solo cristal de silicio, mientras que los paneles de silicio policristalino están hechos de varios cristales de silicio que se han fundido y mezclado.

Los paneles solares de capa fina son muy poco eficientes, por lo que realmente solo se usan en proyectos a escala de empresas de suministro dentro de la industria de la energía solar. A diferencia de los paneles monocristalinos y policristalinos, los paneles de capa fina no están hechos de células solares, sino que se fabrican depositando una capa de sustancia

⁶ ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. (ECAMI S.A)

fotovoltaica, como silicio amorfo o telurio de cadmio, sobre la superficie de un sustrato sólido como el vidrio.⁷

⁷ ¿Cómo se fabrican los paneles solares? (SolarReviews, 2023)

Planta solar La Trinidad



Ilustración 2 Planta la Trinidad, Diriamba.

Fuente: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=5183191818403395&set=a.811657535556867>.

La planta de energía solar, catalogada, hasta el momento, como la más grande de Centroamérica, está ubicada en la comunidad de La Trinidad, situado a 15 kilómetros al oeste del municipio de Diriamba, ciudad que se encuentra a 42 kilómetros de Managua.

La elección del sitio en la trinidad, se debe a que esta comunidad está ubicada dentro de la zona de vida (Holdridge) de bosque tropical seco, con una temporada de lluvias intermitentes de solo cuatro meses y la mayor parte del año está expuesta a la radiación solar, lo que convierte la zona en muy idónea para captar los rayos solares y convertirlos en energía; es de fácil acceso ya que está a orillas de una carretera pavimentada y por qué representa un punto de fácil referencia para dar a conocer este parque de generación de energía solar fotovoltaica, que este abierto a la población, a los estudiantes y a los turistas, con el objetivo de ilustrar la importancia de la preservación del medio ambiente y la generación con energías renovables en armonía con el desarrollo sostenible de la zona.

Es una planta de generación de energía conformada por 5880 paneles solares a través de un sistema de energía solar fotovoltaica, con una capacidad instalada de 14.38 Megavatios. Una vez que inicia su generación entra a un circuito de sistema de distribución local, que está conectado al sistema de transmisión eléctrica nacional. Tiene un potencial para beneficiar a 1,100 viviendas cuyo consumo ronde los 150 kilovatios de energía eléctrica cada mes.

Se considera que esta planta aporta una solución sencilla, confiable, de fácil mantenimiento y con una tecnología eficiente para la generación de una energía limpia.

Destacando el hecho de que la planta de generación de energía solar, además de reducir las emisiones de CO₂ en unas 1,100 toneladas anuales, permitirá preservar aproximadamente 2.8 kilómetros cuadrados de bosques, de que otra manera serían talados para convertirlos en biomasa (leña) para combustible.⁸

⁸ La planta de Energía solar de la Trinidad, Diriamba, Carazo. (G, 2016)

Planta Solaris Puerto Sandino



Ilustración 3 Proyecto de la alemana Recom en Nicaragua, fuente: <https://nicaraguainvestiga.com/economia/147713-regimen-otorga-a-newton-energy-licencia-por-30-anos-para-planta-de-energia-solar-en-puerto-sandino/>.

El proyecto se completó en la localidad costera de puerto sandino, departamento de León. Con un tiempo de instalación de 5 meses, incorporando módulos monocristalinos de la marca RECOM. Nicaragua da un paso más para alcanzar su objetivo del 90 por ciento de energías renovables.

La nueva planta solar es un proyecto sobre suelo que generará unos 18,18 gigavatios hora anuales.⁹

⁹ Instalan planta solar de 12,5 MW con módulos Recom en Nicaragua, 2017 (PV MAGAZINE)

San Juan de Nicaragua



Ilustración 4 Planta San Juan de Nicaragua. Fuente: <https://solartia.com/portfolio-item/san-juan/>

El proyecto instalado en ese municipio de 1 mil 657 kilómetros cuadrados, tuvo un costo de 2.8 millones de dólares. Esa planta además se puede operar a través de la tecnología que ofrece internet. Siendo este el primer proyecto completo de energía que instala ENATREL en el país con sus bancos de batería.¹⁰

Se trata de una planta aislada construida para electrificar zonas sin conexión a la red en San Juan de Nicaragua. Aunque no se conocen más datos de la planta, parece que cuenta con sistema de almacenamiento: Salvador Mansell Castrillo ministro del Ministerio de Energía y Minas (MEM), afirma que “Es el primer proyecto completo, banco de baterías, luminarias, bombillos ahorradores”.¹¹

¹⁰ San Juan de Nicaragua estrena planta eléctrica solar. (El 19, 2019)

¹¹ Entra en operación una planta fotovoltaica de 300kW en Nicaragua. (PV magazine, 2019)

El sistema produce generación eléctrica renovable mediante una planta solar fotovoltaica con una potencia nominal en corriente continua CC de 297.36kWp (300,45 kWp en flash report) y una potencia nominal en alterna de CA de 280 kW.

El sistema solar fotovoltaico se ha distribuido en 7 inversores conversores CC/CA con una potencia nominal de 40 kW, en estructura fija y con un ángulo de inclinación de 15° y un azimut de 0° (hacia el sur). Así mismo cada inversor solar consta de un conjunto de series de módulos solares. Finalmente, toda la potencia generada por el sistema solar se conduce hasta el centro de control y distribución.

Ubicada en San Juan, Rivas, Nicaragua; con una potencia pico de 300 kWp y una potencia nominal de 280 kW siendo una instalación fija-sistema híbrido solar-térmico.¹²

¹² San Juan. (Solartía Positive Energy, s.f.)

Corn Island



Ilustración 5 Planta Corn Island. Fuente: <https://solartia.com/portfolio-item/corn-island/>.

Ubicado en Corn Island, Nicaragua, con una potencia pico de 2,1 MWp con una tecnología micro red híbrida. El sistema híbrido termo - fotovoltaico con almacenamiento consta de las siguientes infraestructuras eléctricas:

- Generación eléctrica renovable mediante planta solar fotovoltaica de 2.1 MWp
- Sistema de almacenamiento mediante baterías ion-litio de 2,22 MWh de capacidad y 1.5 MW de potencia.
- Centro de control y distribución
- Transformador elevador de 2.5kVA de 400A a 13.8kV
- Línea de evacuación en media tensión a 13,8kV

El sistema solar fotovoltaico está formado por 20 inversores conversores CC/CA tipo Sting de una potencia nominal de 100 kW, sujeto en estructura fija dimensionada para vientos de hasta 200km/h, con un ángulo de inclinación de 10° y orientación sur.

El sistema de almacenamiento es tipo compacto encapsulado en contenedor que incluye inversor conversor bidireccional, racks de baterías de ion-litio marca LG, sistema de aire acondicionado y sistema de extinción de incendios. La instalación también incluye un sistema de generación térmica mediante dos generadores diésel prime marca MTU de 0.9MW.

El corazón del sistema está en el sistema de control y gestión de la micro red que gestiona de forma automática y en tiempo real cada uno de los componentes de la micro red para asegurar un suministro de calidad y minimizando los costos energéticos y maximizando la generación renovable.¹³

Caribbean Pride Solar Energy Plant ganó el premio proyecto del año internacional en almacenamiento de energía solar, otorgado durante el evento solar and storage live UK 2020.

La planta solar híbrida que fue inaugurada en julio de 2019, provee energía limpia a los pobladores de Great Corn island. Fue construida por ENATREL por medio del programa Nacional de Electrificación Sostenible y energías renovables PNESER, y contó con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo BID.¹⁴

Solar & Storage live es la exposición de energía renovable más grande del Reino Unido que celebra las tecnologías a la vanguardia de la transición hacia un sistema energético más ecológico, más inteligente y más descentralizado.

Las entradas son completamente gratuitas y le brinda acceso completo a la conferencia premium, la exposición y la creación de contactos con miles de líderes en la industria.

¹³ Corn island (Solartía Positive Energy, s.f.)

¹⁴ Planta soltaría de Corn island gana importante premio internacional. (ENATREL, Planta solatr de corn island gana importante premio internacional)

Energía Eólica



Ilustración 6. Energía eólica. Fuente: <https://verdeyazul.diarioinformacion.com/por-primera-vez-la-energia-eolica-supera-a-la-nuclear-en-espana.html>

La energía eólica es una de las energías renovables más utilizadas en el mundo. Es la energía que se obtiene del viento. Se trata de un tipo de energía cinética producida por el efecto de las corrientes de aire. Esta energía la podemos convertir en electricidad a través de un generador eléctrico.

Es una energía renovable, limpia, que no contamina y que ayuda a reemplazar la energía producida a través de los combustibles fósiles. El viento es una fuente abundante e inagotable, lo que significa que siempre se puede contar con la fuente original que produce la energía, lo que hace que no tenga fecha de caducidad. Además, está disponible en muchos lugares del mundo.

Para producir y acumular la misma cantidad de energía eléctrica, un campo eólico necesita menos terreno que un campo de energía fotovoltaica. Además, es reversible, lo que significa que el área ocupada por el parque puede restaurarse fácilmente para renovar el territorio preexistente. Siendo una de las fuentes de energía más limpia tras la energía solar y es así porque durante su proceso de generación no lleva implícito un proceso de combustión.

Así, no produce gases tóxicos, ni residuos sólidos alguno. Para hacernos una idea: un aerogenerador alcanza una capacidad de energía similar a la de 1.000 kg de petróleo.

El mayor productor de energía eólica del mundo es Estados Unidos, seguido de Alemania, China, India y España. En América Latina el mayor productor es Brasil.¹⁵

La mayoría de los países de Centroamérica se encuentran dentro del ranking de las 20 naciones a nivel mundial con mayor participación de energía renovable (ER), lo que evidencia el esfuerzo titánico de los amplios sectores de la región por ir abandonando los derivados del petróleo en la generación energética.

“El gran impulso a la generación renovable se ha desarrollado gracias a la participación del sector privado, donde las inversiones en generación han incrementado la participación de inversión extranjera directa en la región y generación de empleo verde”, explica Carlos Jacome, especialista del sector Energía del banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Según el ranking mundial de generación eléctrica renovable, de la Organización Latinoamericana de la Energía (OLADE 2022), entre los 20 países a nivel mundial que presentan una elevada participación de renovable en la generación eléctrica, destacan Costa Rica (100%), El Salvador (84%), Panamá (84%), Belice (76%), Nicaragua (74%) y Guatemala (71%).¹⁶

Los fuertes vientos que azotan a la ciudad de Rivas, en el sur de Nicaragua, han convertido a esta zona en la meca de la energía eólica del país, una de las renovables más limpias y más baratas. Rivas, fronteriza con Costa Rica y a orillas del Gran Lago o Lago Cocibolca, acoge paradisíacas playas y a los tres parques eólicos que operan en Nicaragua y generan la quinta parte de la energía eléctrica que consume este país centroamericano.¹⁷

¹⁵ Energía eólica. Qué es, cómo funciona, ventajas y desventajas. (Factorenergia, 2018)

¹⁶ Centroamérica | Líder en energías renovables y demanda de datos. (DPL News, 2023)

¹⁷ Rivas, la meca de la energía eólica de Nicaragua. (SICA, 2017)

AMAYO



Ilustración 7 Consorcio eólico AMAYO S.A. Fuente: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:133733-amayo-transformando-la-fuerza-del-viento-en-energia-limpia-en-nicaragua>.

El Parque Amayo se ubica en la localidad de Rivas, 129 km al suroeste de Managua, Nicaragua. Se compone de 30 turbinas de 2.1 MW cada una para un total de 60 MW de capacidad instalada. Amayo I & II fueron construidos sobre tierras de cultivo a las orillas del lago Nicaragua, extendiéndose 2km a ambos lados de la carretera interamericana. Amayo I fue el proyecto pionero en generación de energía eólica a gran escala en Centroamérica, allanado el camino para el auge de este tipo de energía en Nicaragua y el resto de la región.

El parque eólico Amayo se compone un parque desarrollado en dos fases:

Consorcio Eólico Amayo: conocido como Amayo I, el cual se encuentra en funcionamiento desde marzo de 2009 y cuenta con 19 turbinas para una capacidad total de 39.9MW.

Consorcio Eólico Amayo (Fase II): Conocido como Amayo II, El cual inicio sus operaciones en 2010 añadiendo 23.1 MW de capacidad instalada a través de 11 turbinas adicionales.

En total, los dos proyectos emplean 30 turbinas eólicas marca Suzlon S88-2.1 MW cada una, montadas en la parte superior de una torre de 79 m de altura, compuesta por cuatro secciones de acero de alta resistencia.

Amayo I & II están ubicados en un sitio privilegiado en términos del recurso eólico que aprovechan, con vientos constantes y de alta velocidad durante la mayor parte del año. En total, el parque eólico amayo produce aproximadamente 240,000 MWH de energía limpia y renovable por año, para un factor de planta superior al 40%.¹⁸

¹⁸ Parque Eólico AMAYO I & II. (GRUPO CENTRANS, s.f.)

La Fe San Martin



Ilustración 8 La fe San Martin-Holcim. Fuente: <https://www.holcim.com.ni/quienes-somos/ultima-edicion/latest-release/article/concluye-con-exito-primera-fase-de-parque-eolico-la-fe-san-martin>.

El desarrollo e implementación de fuentes de energía renovable mediante sistemas de regeneración de energía eólica llevada a cabo por el consorcio Blue Power & Energy S.A viene a contribuir a la disminución de emisión de dióxido de carbono y de gases de efecto invernadero generado por las fuentes de energía provenientes de hidrocarburos.

Es por eso, que el aprovechamiento de los recursos renovables es de suma importancia; no obstante, en Nicaragua estos recursos son poco explotados, y una de las causas se explica en el subdesarrollo de país y la falta de proyectos de inversión extranjera en este sector.

En Nicaragua las empresas dedicadas a la generación de energía eólica comprenden: El parque eólico Amayo, del consorcio Amayo, integrado por inversores nicaragüenses, guatemaltecos y estadounidenses, así como el proyecto La fe-San Martín, de la empresa privada Blue Power Energy “La fe San Martín” Opera desde Julio de 2021, y genera 39.3 megavatios de energía limpia.

El proyecto se basa en la construcción de un parque eólico con 22 aerogeneradores localizado en el istmo de Rivas, al oeste del lago Cocibolca, al este del océano pacífico y 9km de la ciudad de Rivas.

De los veintidós generadores, quince se encuentran en la finca La Fe - San Martín a 1.5 km de la carretera frontera sur en el kilómetro 115.5 en la ciudad de Rivas. Los siete restantes aerogeneradores están ubicados en la finca San Juancito ubicado en el kilómetro 118 carretera hacia la frontera Sur en Rivas caserío del panamá carretera la Virgen. Este proyecto, que cuenta con un total de 40MW en su primera fase, esta empresa inició sus operaciones en julio del año 2012.

Los aerogeneradores actuales de eje horizontal están constituidos por una cimentación subterránea de hormigón armado, adecuada al terreno y a las cargas del viento, sobre la cual se levanta una torre. La altura de las torres varía entre los 80, 95 y 105 metros de altura. La velocidad de arranque que necesita es de 3.5m/s y a la velocidad de corte 25 m/s. El peso de la góndola es de 668 toneladas y el del rotor de 38 toneladas. ¹⁹

¹⁹ Revista Senderos Universitarios. (UNICA, 2015)

Planta EOLO



Ilustración 9. EOLO de Nicaragua S.A. Fuente: <https://www.facebook.com/EoloDeNicaragua?mibextid=ZbWKwL>.

La planta está situada en las orillas del Lago de Nicaragua, a unos 125 km al sur de la capital, Managua. La planta comenzó a suministrar electricidad a la red nacional de Nicaragua en noviembre de 2012.²⁰

EOLO ha sido registrada como un Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM) bajo el Protocolo de Kioto, lo que le permite ganar créditos de carbono para vender en los mercados internacionales.

El proyecto es propiedad de Globeleq Mesoamerica Energy, que posee el 100% de la planta. EOLO tiene una capacidad instalada de 44 MW, con 22 aerogeneradores de 2 MW cada uno.²¹

²⁰ Power Plant profile: Eolo Wind Project, Nicaragua. (Power Technology, 2024)

²¹ Wind energy in Nicaragua. (ACTIS)

Planta ALBARIVAS



Ilustración 10. Parque eólico Alba-Rivas. Fuente: <https://www.grupotsk.com/wp-content/uploads/2013/07/ALBA-RIVAS-EOLICO-TSK-01.jpg>

La Planta Eólica Camilo Ortega Saavedra está ubicada en el departamento de Rivas, Nicaragua. Este parque eólico cuenta con 22 aerogeneradores que tienen una capacidad de generación de 39.6 MW, suficiente para abastecer de energía a aproximadamente 160 mil hogares nicaragüenses.²²

El proyecto ha sido un éxito en términos de generación de energía limpia y sostenible, y se ha planificado una segunda etapa de expansión que añadiría 40 MW adicionales a su capacidad.

²² Eólica en Nicaragua: Ampliarán el parque eólico Camilo Ortega.

La planta fue inaugurada en marzo de 2014 como parte de los esfuerzos del gobierno sandinista para diversificar la matriz energética del país y reducir la dependencia de combustibles fósiles.

Esta expansión forma parte del Plan de Expansión de la Generación de Nicaragua 2016-2030, que busca aumentar significativamente la capacidad de generación de energía renovable en el país.

Energía Geotérmica



Ilustración 11 Bioenergía. Fuente: <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/krafla-power-station-iceland-442114291>.

La energía geotérmica es la energía que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor interno de la Tierra, que globalmente se puede considerar continua e inagotable a escala humana. Un yacimiento geotérmico es una zona del subsuelo donde el recurso geotérmico es susceptible de ser aprovechado por el hombre.²³

El aprovechamiento de los reservorios de agua caliente o vapor que se encuentran debajo de la corteza terrestre es cada vez más común como alternativa asequible y sostenible al uso de los combustibles fósiles. La energía geotérmica es una de las pocas fuentes de energía renovables capaz de producir electricidad de manera constante las 24 horas del día. En condiciones adecuadas, puede tener un costo competitivo en relación con el carbón o el gas natural, lo que significa que los países pueden pasar a depender menos de los combustibles

²³ Tipos de energía geotérmica. Instituto Catalán de Energía. (GENCAT, s.f.)

importados y ampliar su seguridad energética. Por tratarse de una fuente de electricidad más limpia, la energía geotérmica también puede tener un papel importante en la disminución de las emisiones de carbono del sector energético.²⁴

Indonesia cuenta con el mayor potencial geotérmico del mundo. El respaldo del Banco Mundial para el aprovechamiento de la energía geotérmica en Indonesia es un componente clave del marco de alianza del Grupo Banco Mundial con el país, que se centra en prioridades del Gobierno que pueden tener un impacto transformador.

En 2015, el 50.6% de la generación eléctrica del país provino de fuentes renovables, de éstos el 30% correspondió a energía geotérmica. El potencial geotérmico estimado de Nicaragua es de 1,500 MW, de los cuales solamente ha desarrollado un 10%.

Por otro lado, la demanda de energía eléctrica ha ido creciendo en los últimos años; en 2014, el sistema experimentó un aumento en la demanda del 2.6%, mientras en el 2015 fue del 4.6%.

El proyecto apoyará el desarrollo de investigaciones que permitan determinar la factibilidad técnica para explotación del potencial geotérmico del campo Cosigüina, en el noroccidente de Nicaragua, incluyendo actividades como la exploración de pozos de diámetro comercial. Adicionalmente, se desarrollarán mecanismos para atraer inversión privada que permita dinamizar el mercado de generación geotérmica del país.²⁵

²⁴ ENERGIA GEOTERMICA. (BANCO MUNDIAL, 2017)

²⁵ Sistema de la integración Centroamericana. (SICA, 2017)

Proyecto geotérmico Momotombo



Ilustración 12 Planta Momotombo. Fuente: <https://enel.gob.ni/geotermicas/>.

Ubicado en el extremo Sureste de la Cordillera de los Maribios, a unos 40 kilómetros (km) al Noroeste de la ciudad de Managua, a orillas del Lago de Managua y en la ladera meridional del Volcán Momotombo, se encuentra la Planta y Campo Geotérmico Momotombo.

La primera investigación geotérmica en Momotombo se realizó en 1966, y en 1974 fue perforado el primer pozo exploratorio profundo. Nicaragua inició su explotación geotérmica con la primera unidad de generación de 35 Megavatios (MW) la cual entró en operación en 1983, y en 1989 fue completada la instalación de una unidad adicional de 35 MW. Actualmente la Planta Geotérmica Momotombo cuenta con una Unidad de Ciclo Binario (Convertidor de Energía ORMAT- OEC) con una capacidad instalada de 6,2 MW, la cual utiliza el agua separada del fluido geotérmico, denominada salmuera, para la generación de energía eléctrica.

El Campo Geotérmico Momotombo cuenta con una capacidad instalada de 77 MW, pero en la actualidad genera entre 20 – 25 MW. La Planta y Campo Geotérmico Momotombo es

administrado por el Consorcio Privado Momotombo Power Company (MPC), quienes tienen un Contrato de Asociación en participación con la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), por un período de quince años (2014 - 2029).

El Volcán Momotombo es un cono de forma casi simétrica, que se eleva hasta los 1,297 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Es un estrato - volcán, joven y activo de composición principalmente lávica variable entre basáltica y andesítico-basáltica.

El Complejo Volcánico de Momotombo, actúa como un área de recarga hidráulica del Lago de Managua de los acuíferos someros existentes en las planicies aledañas, y el flujo subterráneo es radial con respecto a la estructura del relieve volcánico.

En este Volcán, se ubica un área termal extensa y llamativa de toda Nicaragua, que incluye fumarolas con temperaturas de hasta 100° - 101°C (Grados Centígrados), zonas con intensa alteración hidrotermal, suelos calientes y manantiales termales.

Entre las medidas de mitigación se incluyen la protección de los recursos hídricos, los cuales son una fuente proveedora del agua necesaria para las obras de perforación; así como, la protección de la biodiversidad y hasta la fecha se ha tenido un manejo sostenible de los incendios forestales, dada la baja densidad del bosque. MPC cuenta con Planes de Manejo Ambiental, en los cuales se contemplan las actividades necesarias para la protección ambiental en toda el área.²⁶

²⁶ Planta Geotérmica Momotombo. (ENEL)

Proyecto Geotérmico San Jacinto



Ilustración 13 Planta Geotérmica San Jacinto. Fuente: <https://enel.gob.ni/ampliaran-planta-geotermica-san-jacinto-tizate-en-telica-leon/>.

En operación desde el 2012, la planta geotérmica San Jacinto-Tizate en Nicaragua, es una de las plantas geotérmicas principales en América Central y contribuye a la generación renovable del país.

Canadian Polaris Infrastructure Inc. informó sobre sus resultados anuales. En él, la compañía comunica una producción récord de energía de su planta de energía geotérmica en Nicaragua y un aumento en los ingresos y el EBITDA.

La compañía posee tres activos de generación de energía, la central geotérmica San-Jacinto Tizate de 72 MW en Nicaragua y dos centrales hidroeléctricas de 28 MW y 5 MW en Perú.

Como parte de sus informes, la compañía proporcionó una excelente visión general de su planta de energía geotérmica en Nicaragua.

La central geotérmica San-Jacinto-Tizate tiene una capacidad instalada de generación de energía de 72 MW con una producción de entre 65 y 70 MW, lo que se traduce en un factor de capacidad de alrededor del 95%. La planta está ubicada en la parte noroeste de Nicaragua en la comarca de San Jacinto, municipio de Telica, a 20 km de la ciudad de León.

La planta ha estado operando desde 2013 con un PPA de precio fijo hasta 2029, que está nominado en dólares estadounidenses. La planta es operada por Polaris Energy Nicaragua S.A., una subsidiaria local de Polaris Infrastructure.

La planta produce alrededor de 255,000 toneladas de créditos de CO₂ por año. Las turbinas tienen una capacidad de generación combinada de 72 MW y ambas han estado en línea desde 2013. El PPA está denominado en US \$ por hasta 72MW netos, hasta 2029, a un precio de US \$ 129/MWh en 2019 con una escalera móvil de 3% anual durante 5 años; 1,5% anual a partir de entonces (hasta 2029).

La planta tiene 13 pozos de producción con una capacidad productiva de aproximadamente: 500-525 tph de vapor y 1,800-2,000 tph de salmuera caliente.

Los 7 pozos de inyección reinyectan la salmuera caliente en el depósito para crear un “circuito cerrado”: energía renovable en sentido literal.

El vapor actual puede dar como resultado una capacidad de potencia de aprox. 68-72 MW.²⁷

²⁷ Piensa en Geotermia. Tizate en Nicaragua, (Jorquera, 2020)

Energía Hidroeléctrica



Ilustración 14 Energía Hidroeléctrica. Fuente: <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/electric-hydro-station-on-river-408894748>.

Los seres humanos llevan siglos aprovechando la energía de las corrientes fluviales, utilizando ruedas hidráulicas giradas por los ríos inicialmente para procesar granos y telas. Hoy en día, la energía hidroeléctrica proporciona alrededor del 16 % de la electricidad mundial, mientras que en España la producción hidráulica al pool nacional es cerca del 12% aunque la potencia instalada llega al 20% del total.

Una central hidroeléctrica típica es un sistema que consta de tres partes: una central eléctrica donde se produce la electricidad, una presa que puede abrirse o cerrarse para controlar el flujo de agua y un embalse donde se almacena el agua. El agua que se encuentra detrás de la presa fluye a través de una toma y empuja las palas de una turbina, haciéndolas girar. La turbina hace girar un generador para producir electricidad.

China, Brasil, Canadá, Estados Unidos y Rusia son los cinco mayores productores de energía hidroeléctrica. La mayor central hidroeléctrica del mundo en términos de capacidad instalada es la de las Tres Gargantas (Sanxia) en el río Yangtsé de China, que tiene 2,3 kilómetros de

ancho y 185 metros de altura. La instalación que más electricidad genera anualmente es la central de Itaipú, situada en el río Paraná, entre Brasil y Paraguay.²⁸

Igualmente, Nicaragua tiene un potencial de energía hidroeléctrica de aprox. 2000MW. La promoción de esta importante fuente de energía es fundamental, considerando que la energía hidroeléctrica es vulnerable a las sacudidas y altibajos de precios de la energía provenientes de los combustibles fósiles, lo que puede contribuir – a mediano plazo – a la seguridad y estabilidad energética del país.

En Nicaragua, la energía hidroeléctrica supone aprox. el 10% de la matriz energética actual, pero según proyecciones oficiales a 2030, este porcentaje deberá aumentar al menos al 40% de la matriz energética global.²⁹

²⁸ ¿Qué es la energía hidroeléctrica? (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2022)

²⁹ Nicaragua: Energía Hidroeléctrica, expectativas de desarrollo e inversión 2017-2018. (MONDAQ, 2018)

Planta Centroamérica



Ilustración 15 Planta Centroamérica. Fuente: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:136139-planta-centroamerica-contribuye-a-la-generacion-de-energia-limpia-en-nicaragua>

En el departamento de Jinotega se ubica la Planta Centroamérica, la primera hidroeléctrica construida en Nicaragua y la cual es abastecida principalmente por el Lago de Apanás, generando energía limpia a la red eléctrica nacional.

Esta hidroeléctrica cuenta con dos generadores que producen 50 Megavatios, 25 Megavatios cada unidad. Inició operaciones en 1964 con el primer generador y el segundo en 1965.

La planta Centroamérica fue inaugurada el 15 de marzo del año 1965 y su ubicación se dio en la quebrada el cacao, afluente del río Viejo, está equipada con dos turbinas de generación de 25 MW cada una. Es una planta hidroeléctrica y transforma en esos pasos sucesivos la energía mecánica y posteriormente en eléctrica unida a una subcentral de transmisión hacia el sistema interconectado nacional (SIN).

El lago de Apanás es su reservorio principal y captura aguas de la cuenca de los ríos Mancotal, Jiguina y San Gabriel. Recibe, además, aguas trasvasadas del embalse el Dorado, quien con su presa Asturias captura la esorrentía de parte del río Tuma en su micro cuenca superior, haciendo posible el trasvase a la altura de la presa de la presa Mancotal a través de un sistema de bombeo.

El embalse de la planta es de 60 km² de superficie y una capacidad de almacenamiento de 435 millones de metros cúbicos, el embalse de Apanás, desde donde se hace llegar por medio de un canal de 4 mil metros de longitud y capacidad de 22 millones cúbicos por segundo; seguido de un túnel a presión y una tubería forzada.

La planta cuenta con un segundo embalse de 7 km² de superficie y una capacidad de almacenamiento de 9 millones de metros cúbicos, el embalse de Asturias desde donde se bombea agua almacenada hacia el embalse de Apanás para incrementar la generación de la planta. Esta misma planta cuenta con dos turbinas tipo Francis que accionan los generadores sincrónicos que inyectan la energía producida a la red nacional.³⁰

³⁰ "Plantas Hidroeléctricas Estatales" "Su aporte al desarrollo del país". (Escobar Torres & Martínez, 2013)

Planta Hidroeléctrica Larreynaga



Ilustración 16 Planta Larreynaga. Fuente: <https://www.cobraih.com/proyecto/central-hidroelectrica-de-larreynaga/>.

Desde el mes de mayo del año 2015, con la entrada en operación de la planta hidroeléctrica Larreynaga, ubicada a 180 kilómetros de managua, en el departamento de Jinotega aporta al sistema de interconectado Nacional (sin), 17 megavatios de potencia.

Se rehabilito en su totalidad la berma derecha, mientras que los trabajos en la berma izquierda registran un avance del 70%.

En el 2021 la planta hidroeléctrica cumplió seis años generando energía limpia con seguridad y confianza para las familias nicaragüenses logrando ampliar la capacidad de generación de energía eléctrica en el territorio nacional optimizando el recurso hídrico.

El alto cargo manifestó que la hidroeléctrica Larreynaga aporta del 2 al 5 por ciento de la generación total al Sistema Interconectado Nacional. Martínez Tiffer también explicó que

otro beneficio de la planta es el ahorro de combustible porque se generan aproximadamente entre 70 u 80 gigavatios hora al año “que en términos de importación significan 15 millones de dólares”.

Con la entrada en operaciones de Larreynaga el gobierno que preside el comandante Daniel Ortega emerge en la generación hidroeléctrica y retoma el desarrollo de la Cuenca Hídrica del Río Viejo, la que debe estar finalizada con las futuras construcciones de los proyectos hidroeléctricos El Barro con 32 MW y La Sirena con 17 MW.

Martínez Tiffer dio a conocer que los estudios de factibilidad y diseño final de estos proyectos ya fueron desarrollados y únicamente se espera obtener el recurso financiero para para empezar a trabajar.

Indicó que de esta manera el gobierno de Nicaragua a través de ENEL cumple con los objetivos trazados en el Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH) y su compromiso de desarrollo nacional sustentable, generando energía limpia a precios justos con recursos naturales nacionales.³¹

³¹Planta Hidroeléctrica Larreynaga; seis años produciendo energía limpia para el pueblo. (El diariano informativo, 2021)

Planta Hidroeléctrica Centro América



Ilustración 17. Vista panorámica de PCS y Tuberías de presión. Fuente: <https://enel.gob.ni/hidrogeneradora-sa-hidrogesa/>.

Ubicada a 16.4 Km del Departamento de Jinotega, fue la primera Planta en construirse dentro del Sistema Tuma, Matagalpa y Viejo (T.M.V), un sistema de aprovechamiento en cascada que permite la generación nacional de energía hidroeléctrica.

El complejo hidráulico de la Planta Hidroeléctrica Centro América (PCA) cuenta con las obras civiles: presas El Quebradón, El Dorado y Mancotal, que represan las aguas en movimiento para conducir las al embalse Asturias, garantizando el flujo y la reserva hídrica en el embalse Apanás.

El embalse Asturias cuenta con una estación de bombeo construida en 1989, la que transvasa el recurso hídrico del embalse Asturias hacia el embalse Apanás, por medio de 4 bombas de 2.5 m³/s. Asturias tiene un área de 7 Km² y volumen de almacenamiento de 33 millones de m³.

Apanás, por su ubicación geográfica es considerado el reservorio más grande del país y un “Humedal de Importancia Internacional” (Sitio RAMSAR 1971), tiene un área de 54 Km² y una capacidad de almacenamiento total de 440 millones de metros cúbicos.

Los vertederos Morning Glory y Héroes y Mártires de Pancasán ubicados en el embalse Apanás, tienen una capacidad de descarga de 800 y 1,200 m³/s, siendo su principal función descargar los excesos del recurso hídrico y mantener el embalse Apanás en su nivel óptimo.

Las aguas del embalse Apanás son conducidas a través de un canal y túnel de aducción conectado al pozo de oscilación, cuya función es proteger la tubería forzada ante ondas de presión (golpes de ariete) que se producen por el cierre repentino de las válvulas que abastecen las unidades.

En la línea hidráulica se ubica una válvula mariposa la que funciona como interconexión entre el túnel de aducción y la tubería forzada, esta última tiene capacidad de 22 m³/s, permitiendo el recurso hídrico hacia las dos turbinas Francis de ejes verticales, para el funcionamiento de los dos turbogeneradores eléctricos de 25 MW cada uno, y una capacidad total instalada de 50 MW.

Como obra anexa a la tubería forzada, existe una tubería de Paso Alterno (By – Pass), permitiendo el desvío de 11 m³/s, hacia la Planta Hidroeléctrica Larreynaga que posee dos turbinas horizontales con capacidad de generar 8.5 MW cada una.

Toda la energía eléctrica producida en la Planta Hidroeléctrica Centro América es suministrada al Sistema de Interconectado Nacional (SIN), a través de una subestación eléctrica.³²

³² Plantas Hidroeléctrica. Planta Hidroeléctrica Centro américa. (ENEL, Hidroelectricas)

Planta Hidroeléctrica El Diamante



Ilustración 18. Planta Hidroeléctrica El Diamante inicia operaciones en San Ramón. Fuente: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:48038-planta-hidroelectrica-el-diamante-inicia-operaciones-en-san-ramon>

Con una capacidad de generación de 5MW, desde la comarca El Jobo en el municipio de San Ramón, Matagalpa, inició operaciones este viernes la planta hidroeléctrica El Diamante, una inversión que supera los US\$20 millones, y que abonará 21 mil MWh al año de energía limpia al Sistema de Interconexión Nacional, además de aportar al desarrollo económico del país.

La planta El Diamante pertenece al Grupo MLR, un conglomerado empresarial de capital nicaragüense y canadiense con más de 20 años de experiencia en el impulso de negocios sostenibles en las áreas de generación hidroeléctrica, plantaciones forestales y minería, y con esta inversión se suma a los esfuerzos del Gobierno Sandinista de incrementar la generación eléctrica, cambiar la matriz energética y duplicar la cobertura de electricidad en el país, misma que a septiembre de este año ha alcanzado el 91%.³³

³³ Planta Hidroeléctrica El Diamante inicia operaciones en San Ramón. (El 19, 2016)

Energía Biomasa



Ilustración 19 Bioenergía. Fuente: <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/biogas-plant-farm-blooming-rapeseed-fields-2158661633>.

La biomasa es un tipo de energía renovable que procede del aprovechamiento de la materia orgánica. En algunos países del mundo se utiliza desde hace años de forma masiva y supone hasta un 10% del suministro de energía primaria.

“La biomasa es la fuente de energía más asociada a los orígenes de la humanidad. Todos tenemos en mente a nuestros ancestros calentándose en torno a una hoguera”, afirma Margarita de Gregorio, coordinadora de la Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa (Bioplat). Desde entonces, la materia orgánica se ha utilizado de forma constante para producir energía y ahora, con el foco puesto en hacer del planeta un lugar más sostenible, esta fuente energética -que se sitúa en el puesto número 4 después del carbón, el petróleo y el gas natural-, es fundamental.

En cuanto a las ventajas medioambientales, señala la capacidad de transformar residuos — que suponen un foco de emisiones, plagas o incendios— en recursos energéticos y bioproductos: “La valorización de corrientes de subproductos o residuos de industrias permite cerrar ciclos productivos, favoreciendo la bioeconomía circular, minimizando a su

vez los impactos medioambientales negativos y permitiendo un uso mucho más eficiente de los recursos”. Por ejemplo, las cenizas se aprovechan como fertilizantes agrícolas. Las ventajas socioeconómicas son, según la experta, el empleo que se genera tanto en el aprovisionamiento de biomasa como en las instalaciones en su operación y mantenimiento.³⁴

³⁴ ¿Cómo se obtiene energía de la biomasa? (BBVA, 2023)



Ilustración 20. Ingenio Montelimar. Fuente: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:41315-ingenio-montelimar-cuenta-con-nueva-planta-de-cogeneracion-de-energia-renovable>.

La planta se ubica en el municipio de San Rafael de Sur y es la inversión en biomasa más eficiente a la fecha, debido al uso de tecnología y procesos amigables con el medio ambiente.

El proyecto de Cogeneración Green Power contribuirá con aproximadamente un 5% de la demanda energética de Nicaragua. Éste inició en 2014 y durante su etapa de construcción produjo 450 empleos y cien empleos permanentes durante su operación. La planta de generación con biomasa, es la más eficiente del país y su caldera de 160 toneladas de vapor por hora, trabaja a una presión de 1200 PSI.

La planta cuenta con una línea de transmisión de 12.5 kilómetros en 138 KV para conectarse a la subestación de San Rafael del Sur y al sistema de interconexión nacional. La inversión incluye la ampliación de la capacidad de molienda del Ingenio Montelimar que contaba con una planta de generación para autoconsumo de 4MW, de manera que el proyecto

proporcionará mayor estabilidad energética al ingenio y mejor distribución, lo que incidirá en la producción azucarera y las exportaciones del país.³⁵

³⁵ Inauguran Planta de cogeneración de energía Green Power. (CREACOMUNICACIONES, 2016)

Ingenio Pantaleón



Ilustración 21 Ingenio Pantaleón. Fuente-: <https://www.pantaleon.com/downloads/Pantaleon-Reporte-de-Desarrollo-Responsable-2022.pdf>.

Con 25 años de experiencia en mercados de energía eléctrica, operan centrales de cogeneración en México, Guatemala y Nicaragua, comercializando más de 150 MW en época de zafra.

Producen energía a partir de un proceso de cogeneración. Esta es una fuente de energía limpia que utiliza insumos renovables y evita la emisión de toneladas de CO₂ a la atmósfera.

Se utiliza la energía producida para abastecer las necesidades energéticas de operaciones y venden los excedentes en el mercado.

Continuamente buscan como reducir el consumo interno de energía a través de inversiones en tecnología y procesos de mejora, acompañado de un constante monitoreo de consumo.

En 2022 vendieron 566,619MWh, 98% del consumo de combustibles proviene de fuentes renovables.³⁶

³⁶ Transformando recursos responsablemente. (Pantaleon, 2020)

Planta aceitera El Real



Ilustración 22 Planta eléctrica Aceitera el Real. Fuente: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:47116-inauguran-planta-de-generacion-electrica-y-planta-de-fraccionamiento-de-aceite-de-palma-en-chinandega>.

Un ejemplo de sostenibilidad en Nicaragua es Aceitera El Real, empresa nicaragüense líder en la producción de aceite de palma, ha demostrado su compromiso con la sostenibilidad al invertir en una planta de generación de energía renovable a base de biomasa. Ubicada en Chinandega, esta planta fue inaugurada en el año 2016 y tiene una capacidad de 7.5 Mega watts (MW).³⁷

La planta utiliza como combustible residuos de producción de aceite de palma, como cáscaras y fibras de la fruta. Esto permite a la empresa generar el 85% de la energía que necesita para sus operaciones, reduciendo su factura eléctrica a la mitad. Además, el 1.1 MW restante excedente se vende a la red eléctrica nacional, contribuyendo al suministro de energía limpia en el país.³⁸

³⁷ Aceitera El Real.

³⁸ (ENATREL, Biomasa se posiciona en la Matriz de Generación, s.f.)

La planta de biomasa de aceitera El Real no solo disminuye la dependencia de la empresa de combustibles fósiles, sino que también reduce su huella de carbono y promueve la sostenibilidad en el sector agroindustrial. Este proyecto es un ejemplo inspirador de como las empresas pueden adoptar prácticas más amigables con el medio ambiente y contribuir a la lucha contra el cambio climático.³⁹

³⁹ Central América Link.

Planta EGERSA



Ilustración 23. Empresa Generadora De Energía Renovable De Rivas, S.A (EGERSA). Fuente: https://lh3.googleusercontent.com/p/AF1QipMGitQ_eZgKsvAVXvXtj4PRcHajfePPPxJzuRTe=s680-w680-h510.

El Proyecto de Cogeneración de 35 MW en Nicaragua se centra en la instalación, puesta en marcha y operación de una central de generación eléctrica con capacidad para producir 35 MW de energía utilizando biomasa, específicamente bagazo de caña de azúcar, como combustible. Esta planta está ubicada en el Ingenio Benjamín Zeledón, en el municipio de Potosí, departamento de Rivas.

La empresa encargada de este proyecto es la Empresa Generadora de Energía Renovable de Rivas, S.A. (EGERSA), con una inversión privada de aproximadamente 50 millones de dólares. El proyecto comenzó su construcción en enero de 2012 y se espera que esté en operación hasta enero de 2042.⁴⁰

⁴⁰ Proyecto de Generación de Energía a partir de Biomasa. (mem, s.f.)

Planta Nicaragua Sugar Estates Limited (NSEL)



Ilustración 24. Planta Ingenio San Antonio. Fuente: <https://www.isa1890.com/>

Nicaragua Sugar Estates Limited (NSEL), también conocida como Ingenio San Antonio, fue constituida en 1890 por la familia Pellas y es el mayor actor del sector azucarero de Nicaragua.

Produce y vende azúcar y otros productos relacionados, como melaza y energía. SER San Antonio se encuentra ubicado en la municipalidad de Chichigalpa, departamento de Chinandega, a aproximadamente 133 km al noroeste de Managua. La caña de azúcar se cosecha en plantaciones propiedad de NSEL (16.458 hectáreas) y de productores terceros (15.595 hectáreas). En ambos casos, NSEL supervisa la cosecha y el transporte de la caña de azúcar desde el ingenio durante la zafra.

NSEL cuenta con una central de cogeneración con una capacidad de generación instalada de 79,3 MW, formada por cuatro turbogeneradores y tres calderas de presión media (600 PSIG). La empresa eliminó el consumo de fuel pesado en sus operaciones y generó energía renovable

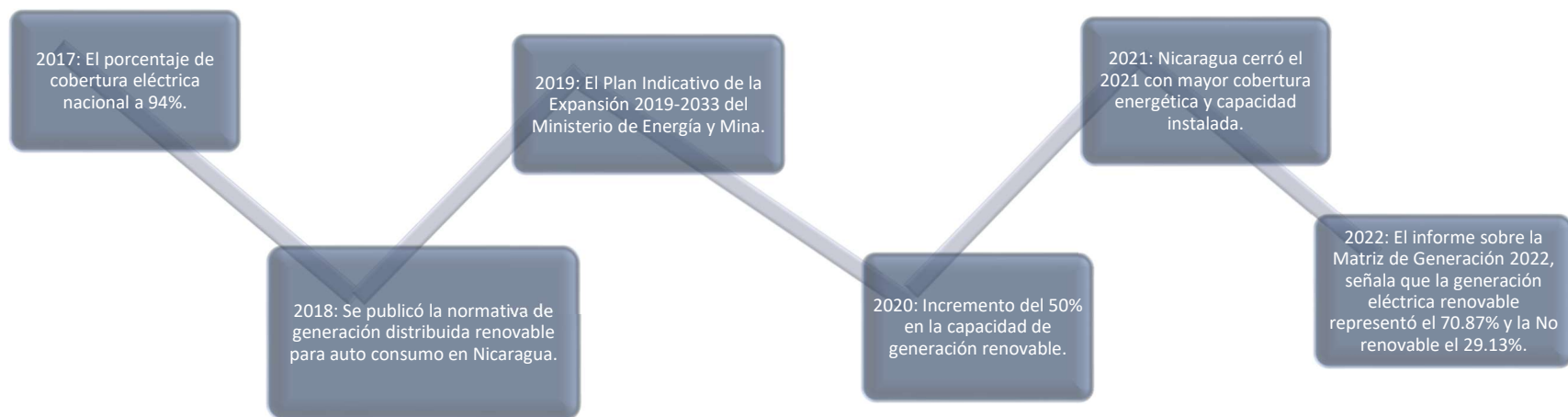
limpia de bagazo de la caña de azúcar y astillas de eucalipto. De esta forma, la empresa es autosuficiente en lo que a energía se refiere, vendiendo el excedente a la red nacional del país. Durante el período de la zafra (2018-2019) la energía generada ascendió a 254,64 GWh en 165 días. La producción de energía con astillas de madera en el primer día de la zafra fue de 398.191 KW utilizando madera de eucalipto de las fuentes propias de NSEL.⁴¹

⁴¹ Alcance de la revisión ambiental Nicaragua Sugar Estates Limited. (IDB INVEST)

X. Capítulo II

Evolución de las energías renovables y como se han venido implementando en el país en el periodo 2017-2022.

Nicaragua ha experimentado un crecimiento constante en la adopción de energías renovables, el país alcanzo un 98.5% de electrificación, y más del 75.5% de energía consumida por los 1.23 millones de hogares electrificados que proviene de fuentes renovables.⁴² La evolución de la energía renovable en Nicaragua desde 2017 hasta 2022, junto con algunos eventos clave:



⁴² Nicaragua entre los 10 países que lideran el cambio energético a nivel mundial con fuentes renovables. (ENEL, 2022).

2017:

En 2017 el porcentaje de cobertura eléctrica nacional finalizó con el 94.0%, según un anuncio publicado por la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica ENATREL.⁴³

Como parte de esta evolución la planta Solaris de 12MW en Nicaragua comenzó a funcionar, convirtiéndose en la primera planta de energía fotovoltaica que se incorporó al sistema nicaragüense, obteniendo una concesión para generar energía por treinta años.⁴⁴

El Balance Energético Nacional 2017 de Nicaragua, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, proporciona una visión detallada del estado del sector energético del país. El informe abarca desde la oferta de energía, incluyendo la producción primaria y el comercio exterior de energéticos, hasta la demanda final de energía en diversos sectores.

A continuación, brindando un gráfico de la producción de la energía primaria a partir de diferentes fuentes, como hidroeléctrica, eólica y biomasa.

⁴³ AVANCES EN EL SECTOR ELÉCTRICO DE NICARAGUA Primer Foro en Energías Renovables y Ambiente. (ENATREL, 2019)

⁴⁴ En el 2017 Nicaragua generará el 80% de la energía con fuentes renovables. (Prado, 2021)

Producción de energía primaria por fuente (ktep) Año 2017:

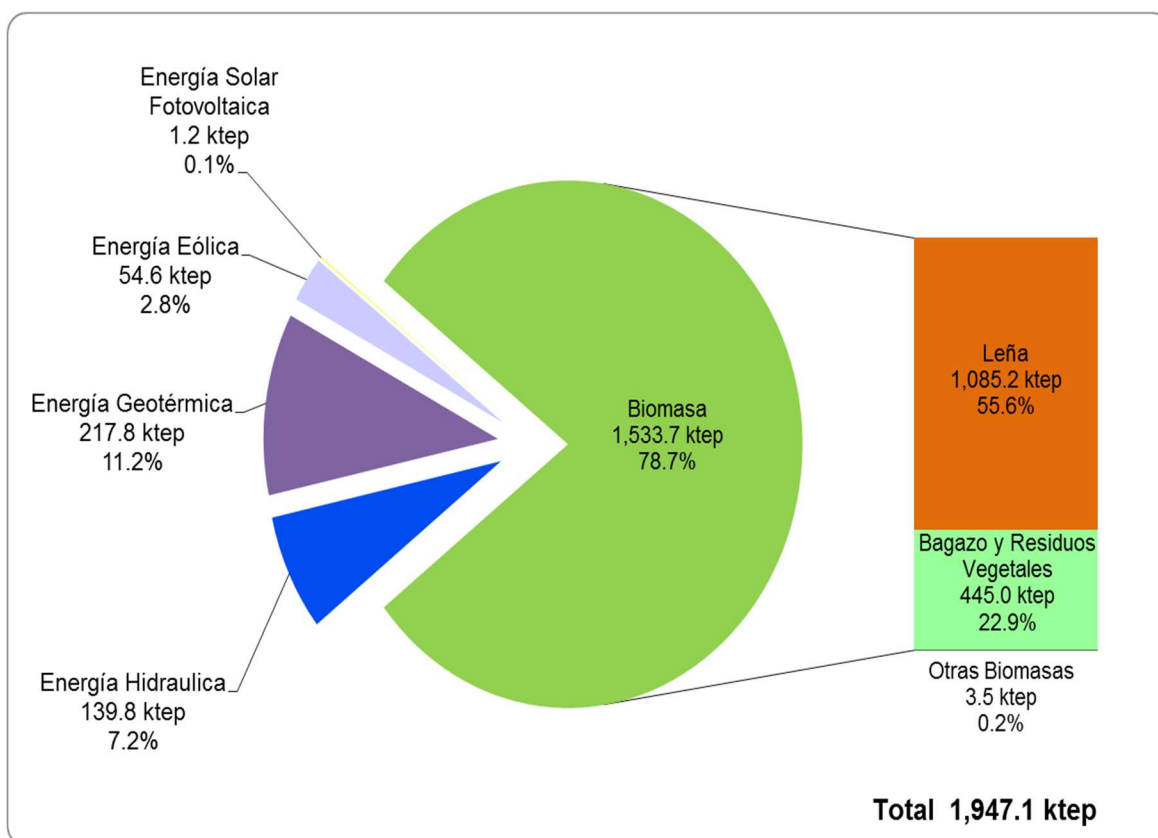


Ilustración 25. Producción de energía primaria por fuente (ktep) año 2017. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2019/01/Balance-Energetico-Nacional-2017.pdf>

Las fuentes de energía primaria se refieren a aquellas que se mantienen en su estado natural, es decir, que no han sufrido ningún tipo de transformación física o química. En el año 2017, la producción de energía primaria fue de 1,947.1 miles de tep, de las cuales el 78.7% corresponde a biomasa, 11.2% energía geotérmica, 7.2% energía hidráulica, 2.8% energía eólica y 0.1% energía solar aprovechada por medio de paneles fotovoltaicos. La producción de energía primaria se ha incrementado 9.1% comparado con el año 2016. (Ver anexos, Tabla N°5) ⁴⁵

⁴⁵ BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2017. (minas, 2018)

En los flujos de electricidad se ilustra cómo la energía se produce, transforma y consume en el país, proporcionando una visión más clara de la eficiencia y las pérdidas en el sistema energético.

Flujo de electricidad 2017:

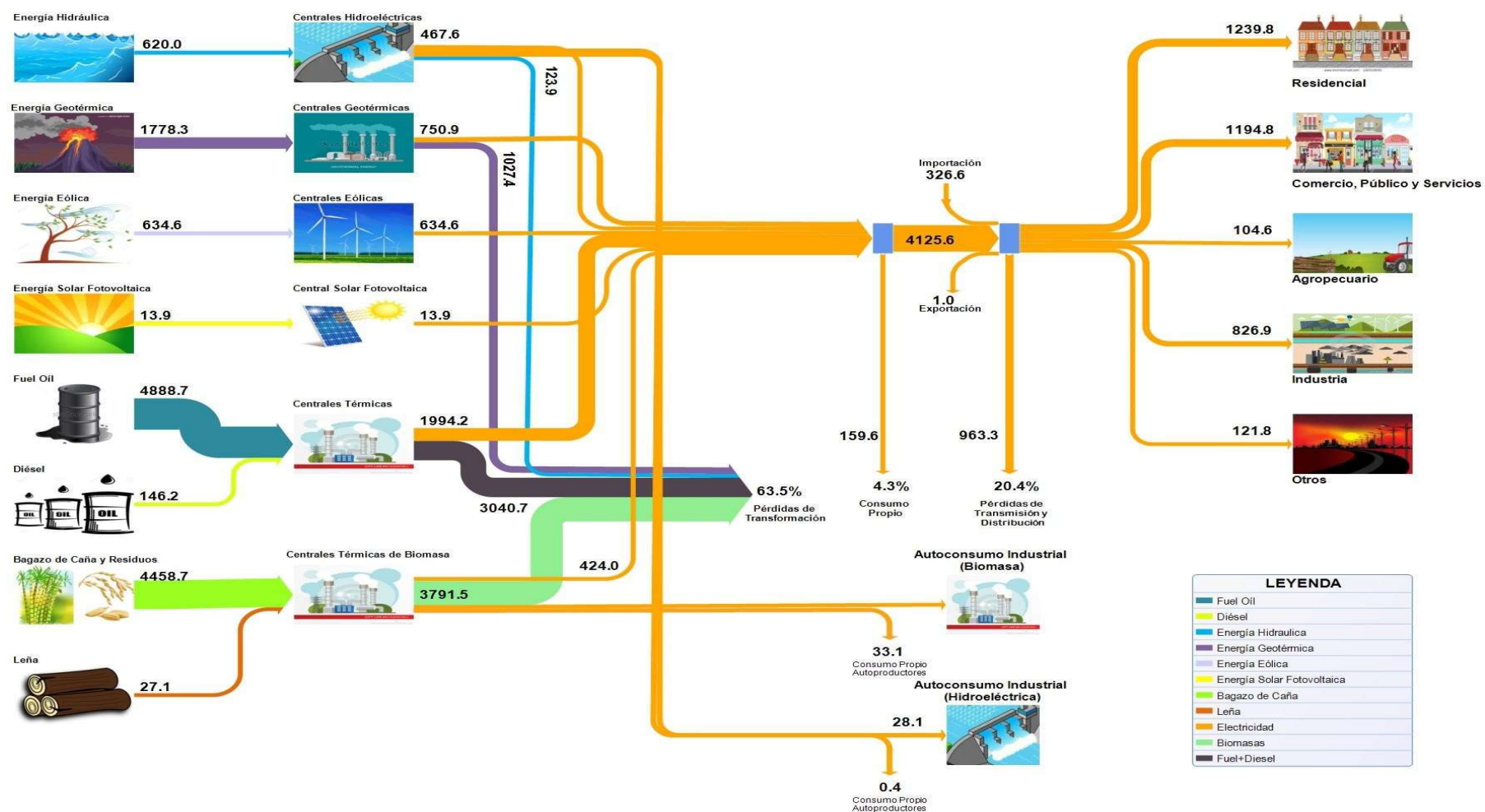


Ilustración 26. Flujo de electricidad (cifras GWh). Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2019/01/Balance-Energetico-Nacional-2017.pdf>.

Consumo de energía final por fuente 2017:

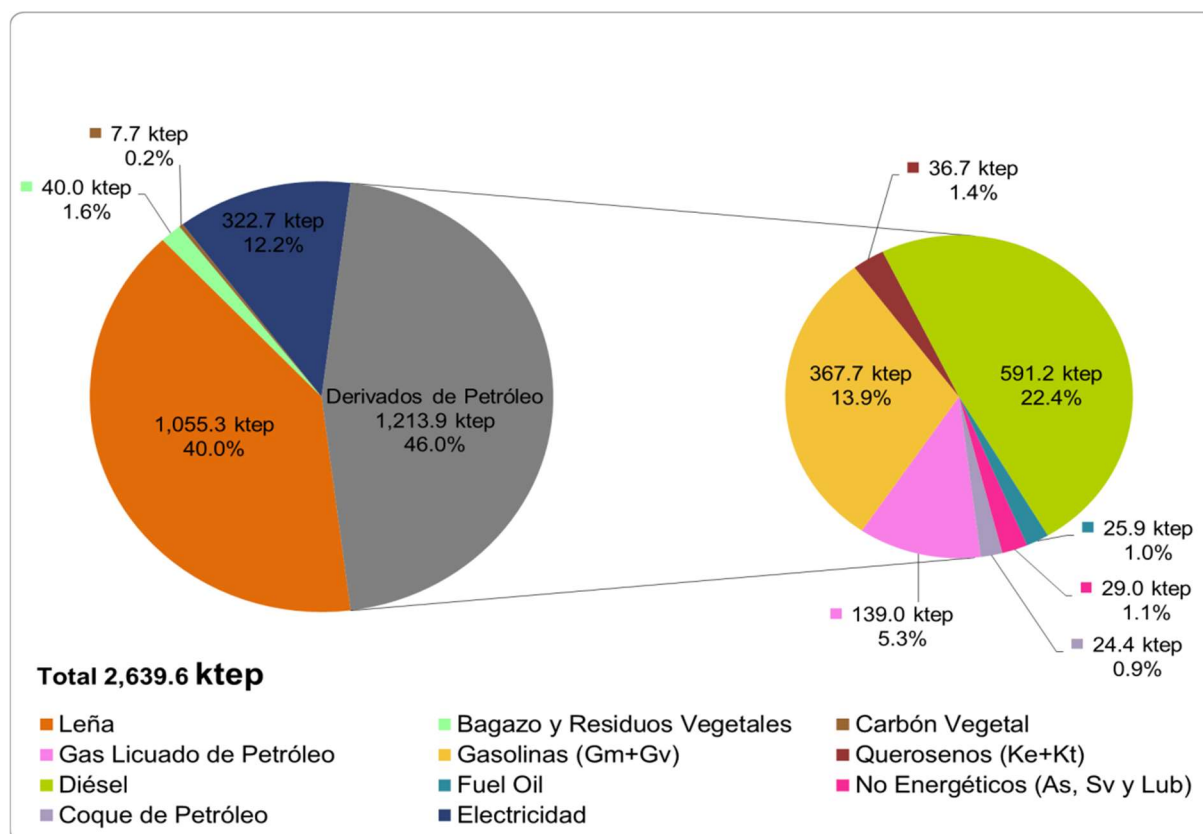


Ilustración 27. Consumo de Energía Final por Fuente (ktep) Año 2017. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2019/01/Balance-Energetico-Nacional-2017.pdf>

El consumo de energía final para el año 2017, fue de 2,639.6 miles de tep de los cuales el 40.0% corresponde a leña, el 46.0% a productos derivados de petróleo, energía eléctrica el 12.2% y el 1.8% restante corresponde a residuos vegetales (bagazo de caña y cascarillas de arroz, café y maní), carbón vegetal y otras biomasas (ripios y aserrín). Este consumo refleja un crecimiento con respecto al año 2016, del 2.3%. (Ver anexo, tabla No 11)

Destaca el importante peso que tiene la leña en el consumo de energía final, la cual es utilizada principalmente para cocción de alimentos en los hogares, en especial en las zonas rurales del país. De acuerdo a estimaciones obtenidas a partir de la ENEL 2006, se calculó que para el año 2017, alrededor de 1,094.2 miles de hogares nicaragüenses utilizan este energético para la preparación de sus alimentos. Por otro lado, se incrementó el consumo de energéticos primarios en 0.5% mientras que los energéticos secundarios lo hicieron también en 3.6%.

Importaciones de energéticos 2017:

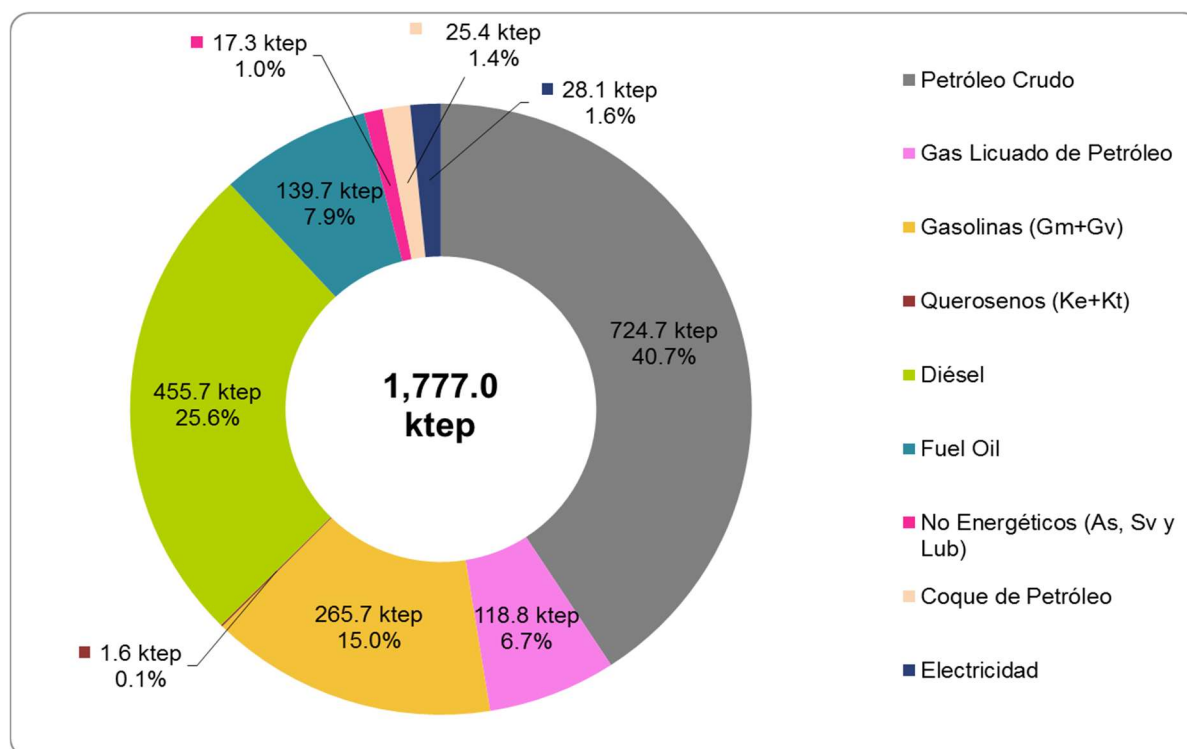


Ilustración 28. Importaciones de energéticos años 2017. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2019/01/Balance-Energetico-Nacional-2017.pdf>

Se observa que el mayor peso lo tiene las importaciones de petróleo crudo (40.7%) con 724.7 miles de tep (5,191.4 miles de barriles), seguido por diésel (25.6%) con 455.7 miles de tep (3,331.3 miles de barriles), gasolinas (15.0%) con 265.7 miles de tep (2,149.9 miles de barriles), fuel oil (7.9%) con 139.7 miles de tep (942.5 miles de barriles), gas licuado de petróleo (6.7%) con 118.8 miles de tep (1,227.1 miles de barriles), electricidad (1.6%) con 28.1 miles de tep (326.6 GWh), coque de petróleo (1.4%) con 25.4 miles de tep (365.0 miles de barriles), no energéticos (1.0%) con 17.3 miles de tep (126.9 miles de barriles), finalmente querosenos (0.1%) con 1.6 miles de tep (11.8 miles de barriles).

De acuerdo a su origen, las importaciones de petróleo crudo provienen principalmente de Colombia (31.7%) con 229.2 miles de tep (1,642.7 miles de barriles); seguido de México (29.9%) con 216.8 miles de tep (1,552.7 miles de barriles), Estados Unidos de América (23.1%) con 167.6 miles de tep (1,200.4 miles de barriles), y finalmente Bahamas (15.3%) con 111.1 miles de tep (795.6 miles de barriles). (Ver anexo, tabla No 17)

Intensidad energética 2017:

La intensidad energética, es un indicador que ayuda a medir la productividad de la energía dentro de un proceso económico, se define como la cantidad de energía requerida para producir una unidad determinada del PIB.

Analizado desde una perspectiva histórica desde 2003 hasta 2017, la intensidad energética presenta una tasa de variación de -1.67% que representa la tasa de variación interanual de la intensidad energética, la cual a pesar de presentar un símbolo negativo no se refiere a que los procesos productivos estén mal, sino a que los procesos se han vuelto eficientes, requiriendo menos energía para producir valor agregado.

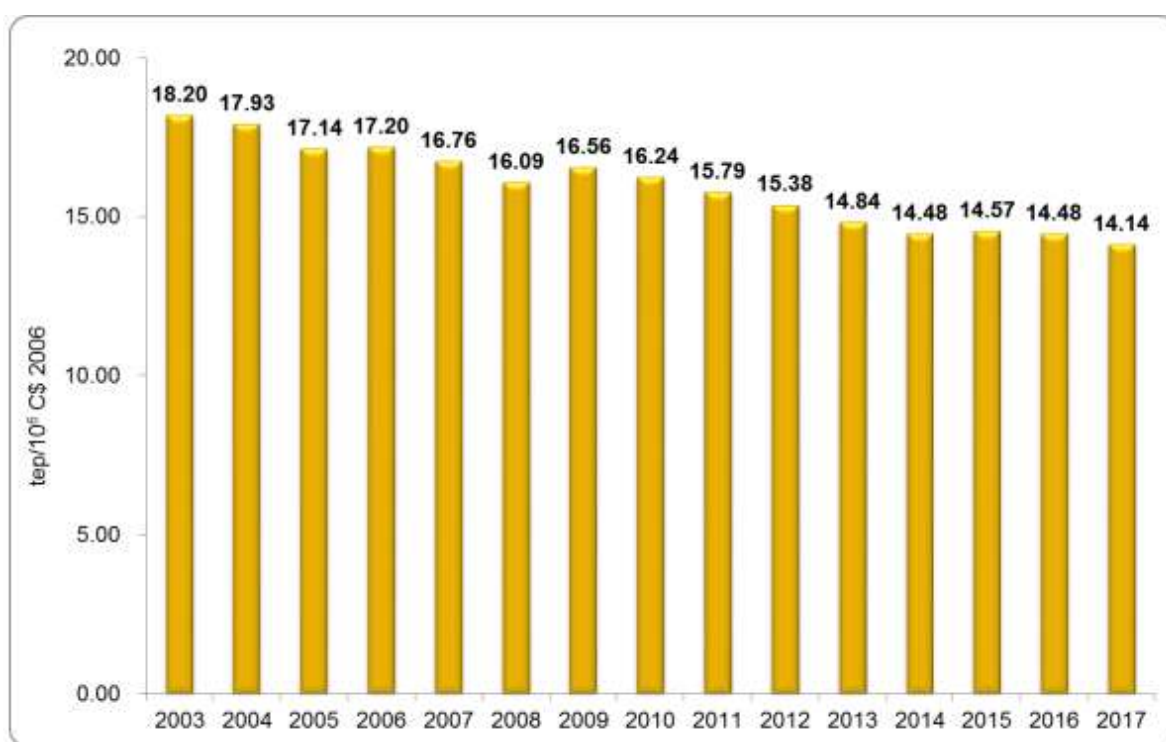


Ilustración 29. Intensidad Energética (tep/10⁶ C\$ 2006)
<https://rise.esmap.org/data/files/library/nicaragua/Electricity%20Access/Nicaragua%20-%20National%20Energetic%20Balance%202018.pdf>

Fuente:

2018:

Normativa de generación distribuida renovable para autoconsumo aprobado el 15 de diciembre de 2017 y publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°. 240 del 18 de diciembre de 2017.⁴⁶

Definiendo como generación distribuida renovable para auto consumo la energía eléctrica en saber a un recurso renovable destinado al autoconsumo y conectado al sistema de distribución en baja y media tensión, que tiene un régimen de funcionamiento en paralelo (sincronizada) con la red de distribución.

El ámbito de aplicación de la normativa de generación distribuida, parte de la ley No 272 (Ley de industria eléctrica), en donde se definen los agentes económico en la generación transmisión, distribución y comercialización de la energía, siendo aplicable a las personas que tengan o proyecten la instalación y conexión al sistema de distribución en baja o media tensión, de instalaciones de generación cuya potencia instalada sea menor a 5 Mega Watss (MW) y que sean clientes de la distribuidoras (DisNorte/DisSur) según el abogado empresarial Reynaldo Gómez en la revista renovable nicaragua publicada en 2018.

Agregando que las instalaciones aisladas y grupo de generación móvil o uso de intermitentes utilizados exclusivamente por situaciones de emergencia, caso fortuito o eventualmente por la interrupción de la energía eléctrica no le es aplicable a la norma.

La producción de energía primaria en Nicaragua en 2018 fue de 3,318.6 miles de toneladas equivalentes de petróleo (ktep). La mayor parte de la energía primaria se produjo a partir de petróleo crudo (842.7 ktep), seguido de energía hidráulica (33.4 ktep) y energía geotérmica (42.1 ktep). Nicaragua también importó 1,849.7 ktep de energía en 2018, principalmente de Venezuela y México.

El Balance Energético Nacional 2018 de Nicaragua, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, proporciona una visión detallada del estado del sector energético del país. El abarca

⁴⁶ NORMATIVA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE PARA AUTOCONSUMO. (Legislación de Nicaragua, 2017)

desde la oferta de energía, incluyendo la producción primaria y el comercio exterior de energéticos, hasta la demanda final de energía en diversos sectores.

En el año 2018, la producción de energía primaria fue de 1,951.6 miles de tep, de las cuales el 78.5% corresponde a biomasa, 12.1% energía geotérmica, 5.8% energía hidráulica, 3.5% energía eólica y 0.1% energía solar aprovechada por medio de paneles fotovoltaicos.⁴⁷

Producción de Energía Primaria por Fuente (ktep) Año 2018:

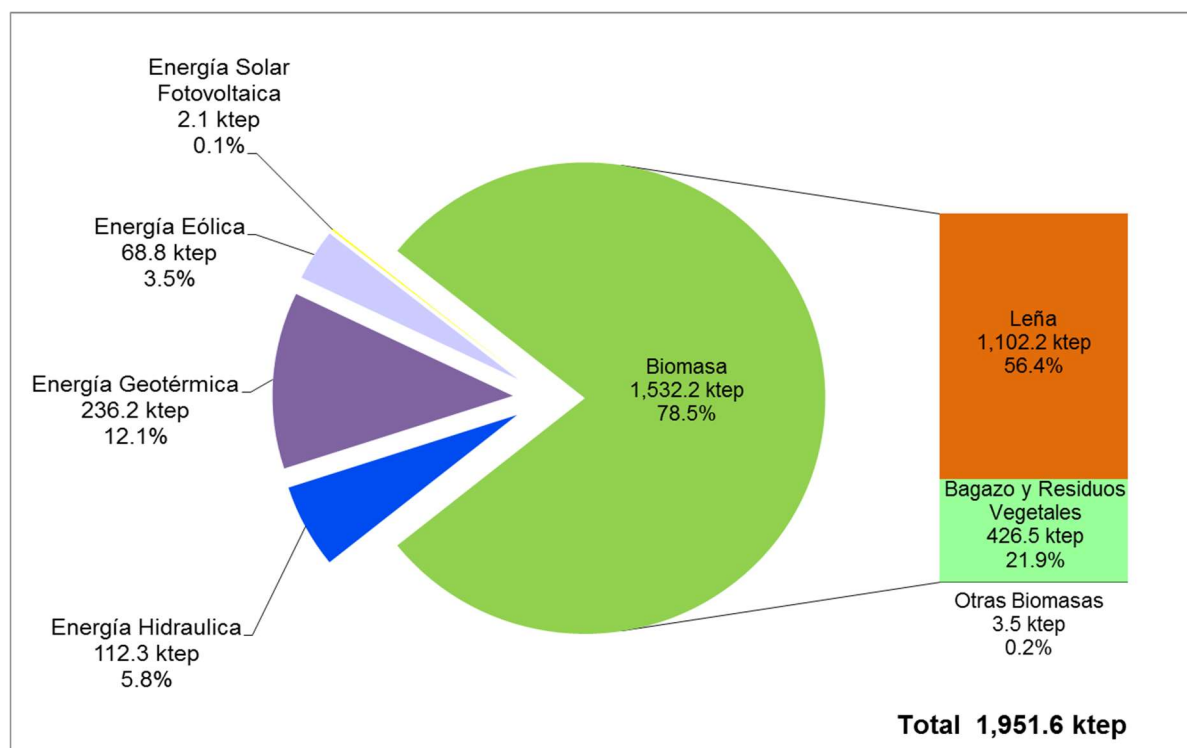


Ilustración 30. Producción de Energía Primaria por Fuente (ktep) Año 2018. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/01/Informe-Balance-Energetico-Nacional-2018-Final.pdf>

En Nicaragua, las energías primarias son utilizadas ya sea en forma directa a través de la recolección de energéticos como en el caso de la biomasa (leña, bagazo de caña, cascarillas de algunos granos y residuos de madera); por su aprovechamiento directo como el caso de la energía hidráulica, eólica y solar; o después de un proceso de extracción como la energía geotérmica y el petróleo crudo, este último no es producido a nivel Nacional, sino que es importado de otros países, por lo tanto no forma parte de la producción de energía primaria.

⁴⁷ Balance energético nacional 2018. (MEM, 2019).

Observando año que comparado con el año 2017, la producción de energía primaria se ha incrementado 0.2%. (Ver años, tabla N°6)

En los flujos de electricidad se ilustra como la energía se produce, transforma y consume en el país, proporcionando una visión más clara de la eficiencia y las pérdidas en el sistema energético.

Flujo de electricidad 2018:

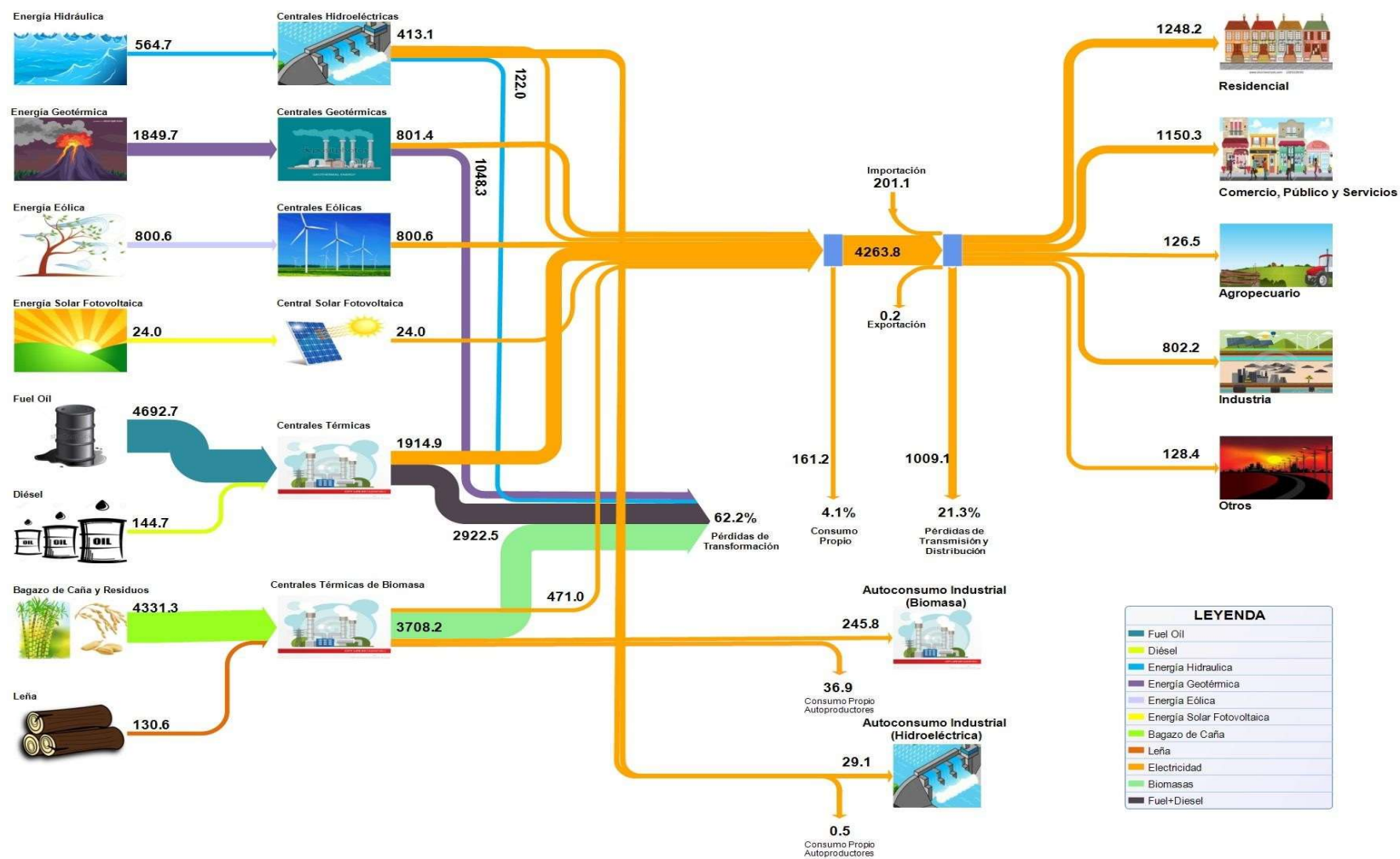


Ilustración 31. Flujo de electricidad (cifras en GWh). Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/01/Informe-Balance-Energetico-Nacional-2018-Final.pdf>

El consumo de energía final para el año 2018:

El consumo de energía final para el año 2018 fue de 2,566.4 miles de tep de los cuales el 44.1% corresponde a derivados de petróleo, seguido de leña con el 41.4%, energía eléctrica el 12.5% y el 2.0% restante corresponde a residuos vegetales (bagazo de caña y cascarillas de arroz, café y maní), carbón vegetal y otras biomásas (ripios y aserrín). En el siguiente gráfico se muestra la participación de estos energéticos en el consumo de energía final a nivel nacional, mostrando que el consumo con respecto al año 2017, es de 2.8%. (Ver anexo, tabla N° 12)

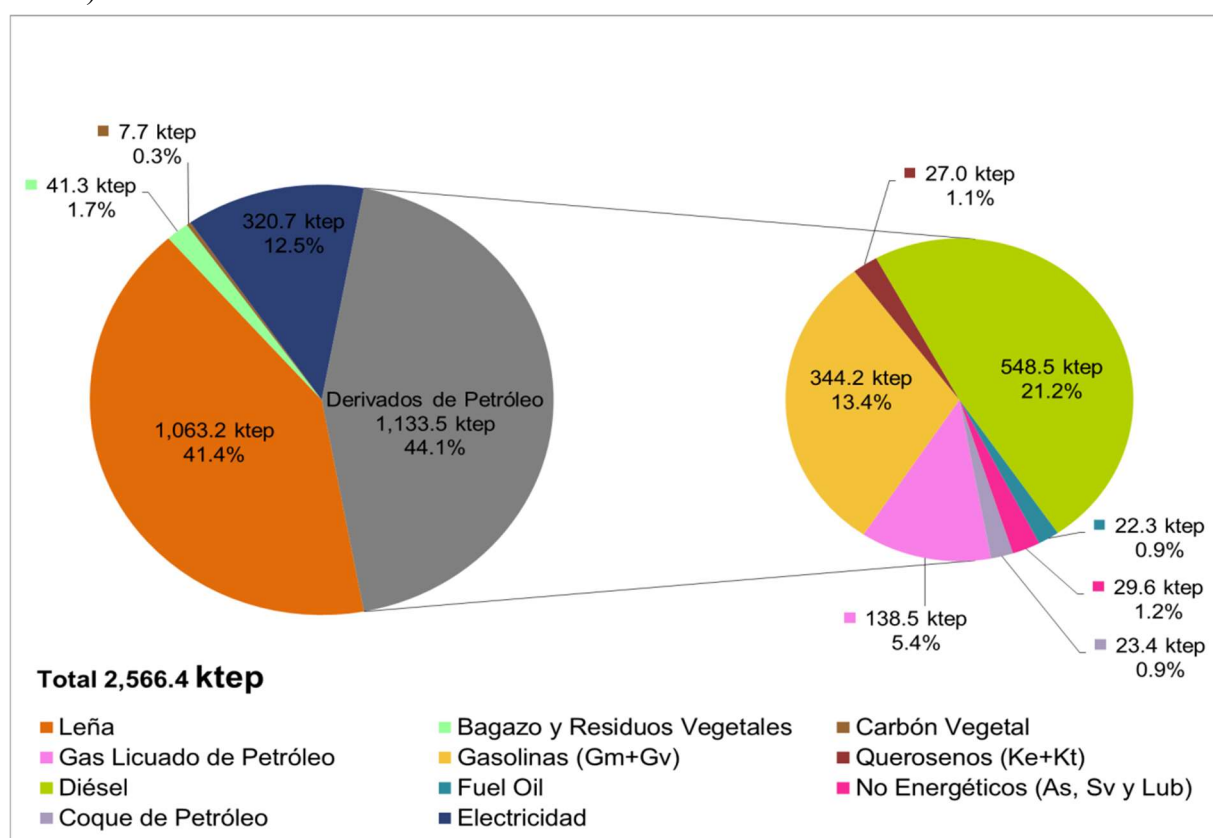


Ilustración 32. Consumo de Energía Final por Fuente (ktep) Año 2018. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/01/Informe-Balance-Energetico-Nacional-2018-Final.pdf>

Destaca la importancia que tiene la leña en el consumo de energía final, la cual es utilizada principalmente para cocción de alimentos en los hogares, en especial en las zonas rurales del país. De acuerdo a proyecciones obtenidas a partir de la ENEL 2006, se estimó que para el año 2018, alrededor de 1,122.1 miles de hogares nicaragüenses utilizaran este energético para la preparación de sus alimentos.

Importaciones energéticas 2018:

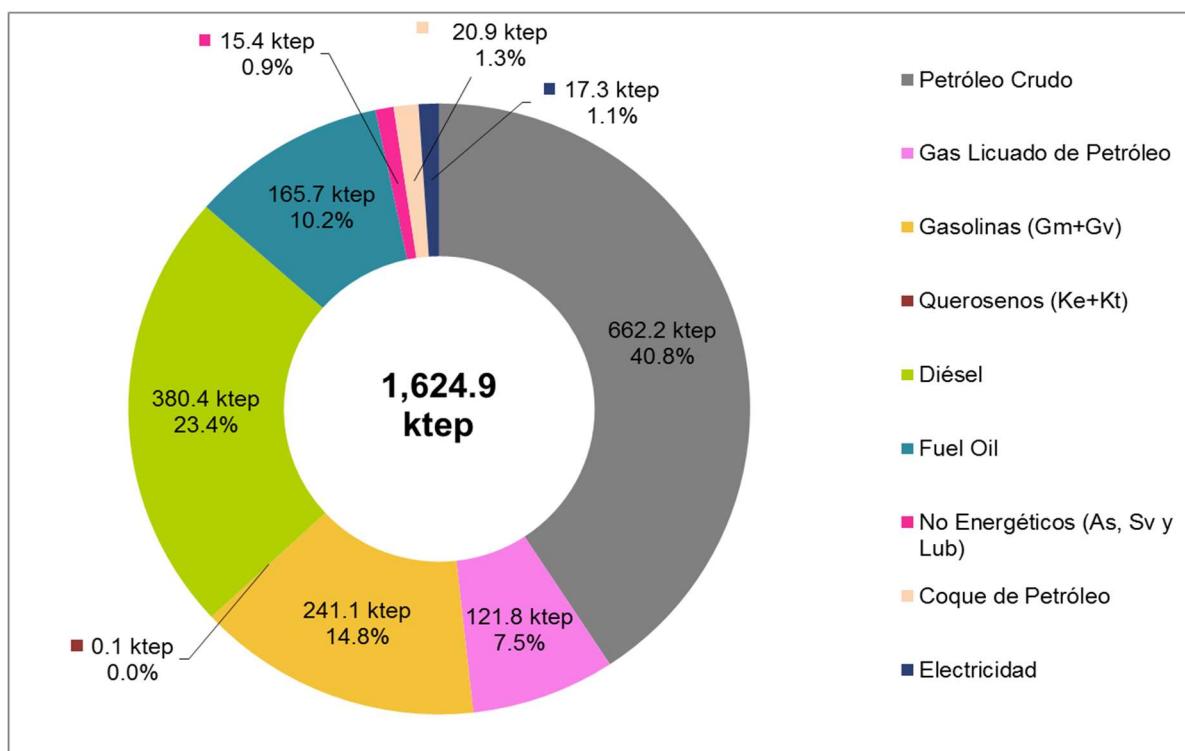


Ilustración 33. Importaciones energéticas año 2018. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/01/Informe-Balance-Energetico-Nacional-2018-Final.pdf>

De manera específica a nivel de energéticos, se observa que el mayor peso lo tiene las importaciones de petróleo crudo (40.8%) con 662.2 miles de tep (4,743.7 miles de barriles), seguido por diésel (23.4%) con 380.4 miles de tep (2,780.6 miles de barriles), gasolinas (14.8%) con 241.1 miles de tep (1,950.5 miles de barriles), fuel oíl (10.2%) con 165.7 miles de tep (1,118.1 miles de barriles), gas licuado de petróleo (7.5%) con 121.8 miles de tep (1,258.7 miles de barriles), coque de petróleo (1.3%) con 20.9 miles de tep (301.4 miles de barriles), electricidad (1.1%) con 17.3 miles de tep (201.1 GWh), no energéticos (0.89%) con 15.4 miles de tep (112.7 miles de barriles), finalmente querosenos (0.01%) con 0.1 miles de tep (1.0 miles de barriles).⁴⁸(Ver anexo, tabla N° 18)

⁴⁸ Balance energético 2018. (MEM, 2019)

Intensidad energética 2018:

La intensidad energética es un indicador de productividad de la energía dentro de un proceso económico, se define como la cantidad de energía requerida para producir una unidad determinada del PIB.

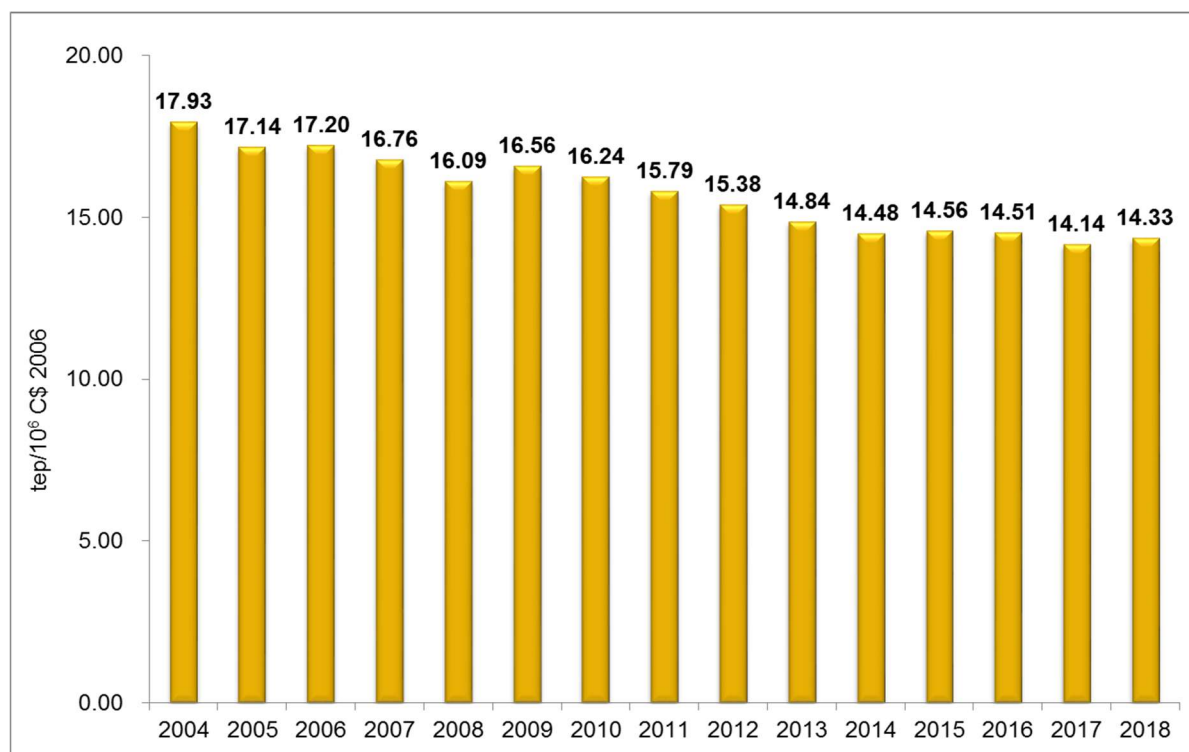


Ilustración 34. Intensidad Energética (tep/10⁶ C\$ 2006) Año 2004 - 2018. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/01/Informe-Balance-Energetico-Nacional-2018-Final.pdf>

La intensidad energética presenta una tasa de variación interanual de -1.5%. La reducción en el indicador de intensidad energética, sugiere que los procesos productivos en la economía son cada vez más eficientes, ya que requieren de menor cantidad de energéticos para la producción de valor agregado en la economía. En el año 2018, la intensidad energética aumenta 1.3%, comparado con el año anterior. En el siguiente gráfico, se muestra la intensidad energética en el período 2004 - 2018.

2019:

El Plan Indicativo de la Expansión 2019-2033 del Ministerio de Energía y Minas (MEM) contempló la introducción de nuevos proyectos de generación basados en energías renovables para aumentar su participación al 90% en 2033.⁴⁹

Siendo las energías Renvables principales la energía solar, Energía Eolica, Energía hidroeléctrica, Energía Biomasa, Energía en Geotermia con el objetivo de aumentar las plantas, ampliación y modernización de las mismas.

El Balance Energético Nacional 2017 de Nicaragua, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, proporciona una visión detallada del estado del sector energético del país. El informe abarca desde la oferta de energía, incluyendo la producción primaria y el comercio exterior de energéticos, hasta la demanda final de energía en diversos sectores

La producción de energía primaria en Nicaragua en 2019 fue de 2,392.3 kilotonnes equivalentes de petróleo (ktep). La mayor parte de esta energía provino de la leña (1,107.6 ktep), seguida del bagazo de caña de azúcar (138.4 ktep) y el petróleo crudo (195.8 ktep). Nicaragua también importó 1,267.4 ktep de energía, principalmente petróleo crudo y productos derivados del petróleo.⁵⁰

A continuación, se observa un gráfico de la producción de la energía primaria a partir de diferentes fuentes.

⁴⁹ Plan de expansión de la generación eléctrica de 2019-2033. (MEM, 2018)

⁵⁰ BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2019. (MEM, 2020)

Gráfico de producción de energía primaria por fuente (ktep) año 2019:

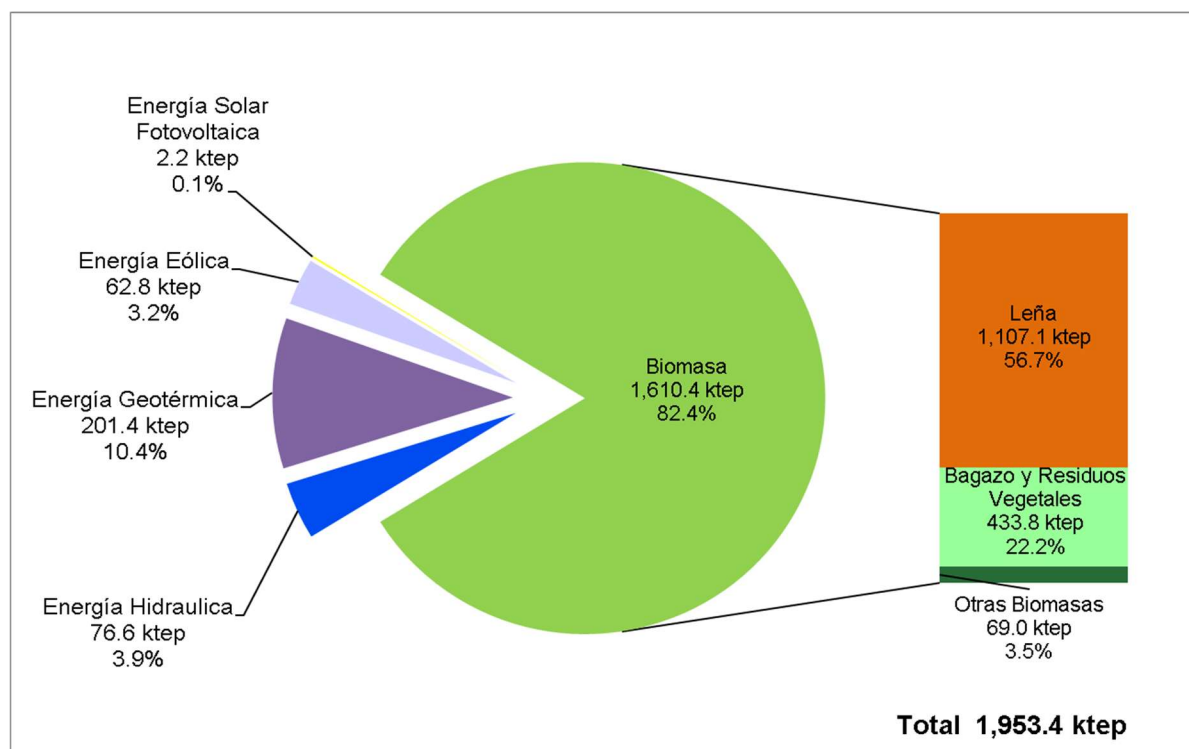


Ilustración 35. Producción de energía primaria por fuente (ktep) año 2019. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/09/Balance-Energetico-Nacional-2019.pdf>

En Nicaragua, las energías primarias son utilizadas ya sea en forma directa a través de la recolección de energéticos como en el caso de la biomasa (leña, bagazo de caña, cascarillas de algunos granos y residuos de madera); por su aprovechamiento directo como el caso de la energía hidráulica, eólica y solar; o después de un proceso de extracción como la energía geotérmica y el petróleo crudo, este último no es producido a nivel Nacional, sino que es importado de otros países, por lo tanto no forma parte de la producción de energía primaria.⁵¹

También cabe mencionar que la producción de energía primaria se ha incrementado ligeramente en 0.1% con respecto al año 2018. (Ver anexo, tabla 7)

En los flujos de electricidad se ilustra como la energía se produce, transforma y consume en el país, proporcionando una visión de la eficiencia y las pérdidas en el sistema energético.

⁵¹ BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2019 (MEM, 2020)

Flujo de energía 2019:

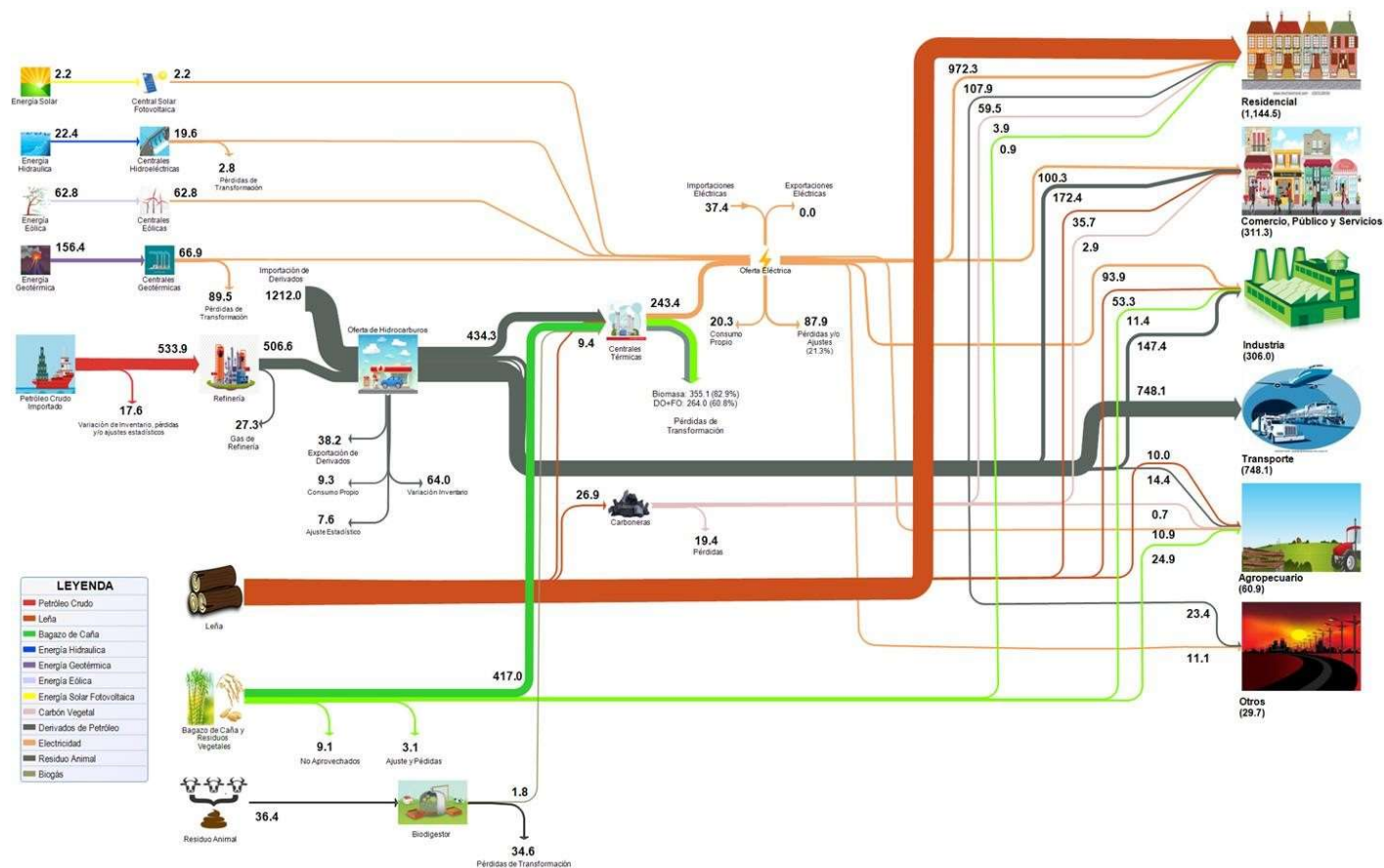


Ilustración 36. Flujo de energía (cifras en miles de tep). Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/09/Balance-Energetico-Nacional-2019.pdf>

Consumo de energía final por sectores 2019:

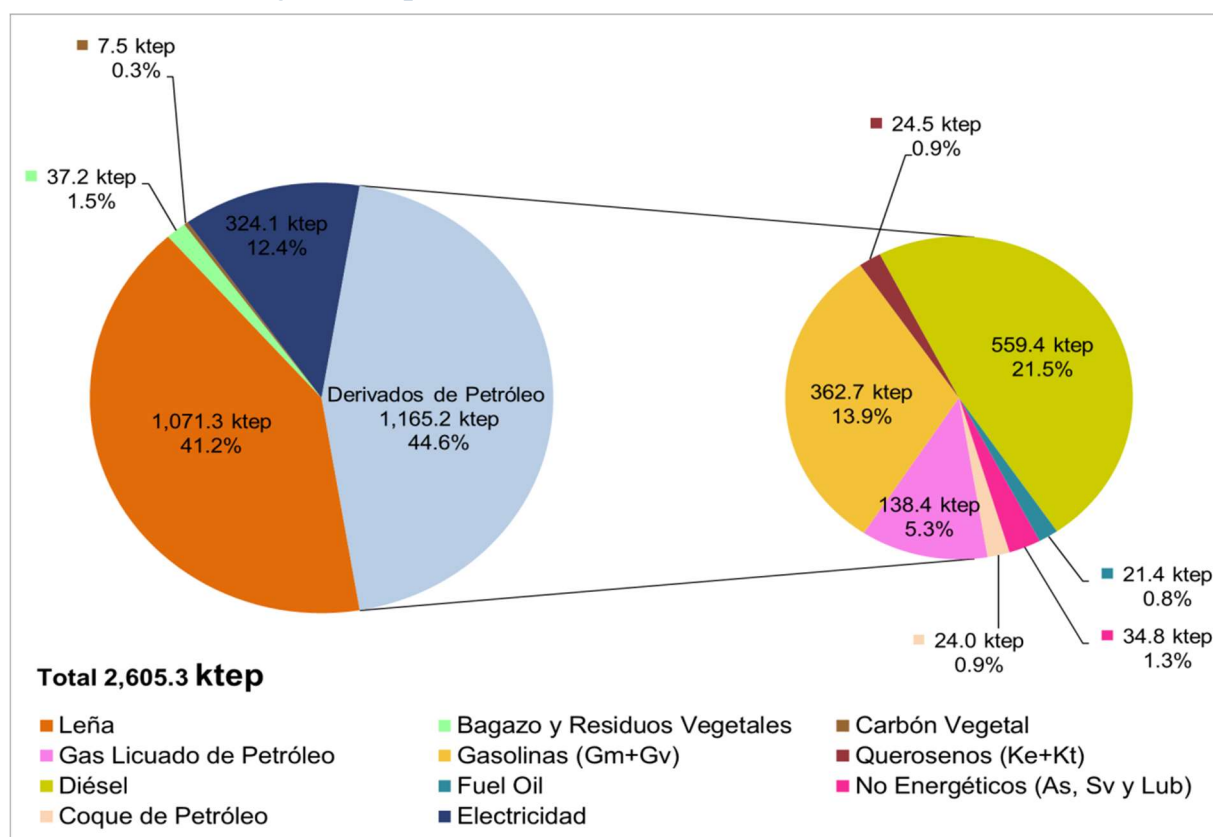


Ilustración 37. Consumo de Energía Final por Fuente (ktep) Año 2019. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/09/Balance-Energetico-Nacional-2019.pdf>

El consumo de energía final para el año 2018, fue de 2,566.4 miles de tep de los cuales el 44.1% corresponde a derivados de petróleo, seguido de leña con el 41.4%, energía eléctrica el 12.5% y el 2.0% restante corresponde a residuos vegetales (bagazo de caña y cascarillas de arroz, café y maní), carbón vegetal y otras biomasas (ripios y aserrín). (Ver anexo, tabla N° 13)

Destaca el importante peso que tiene la leña en el consumo de energía final, la cual es utilizada principalmente para cocción de alimentos en los hogares, en especial en las zonas rurales del país. De acuerdo a proyecciones obtenidas a partir de la ENEL 2006, se estima que para el año 2018, alrededor de 1,122.1 miles de hogares nicaragüenses utilizan este energético para la preparación de sus alimentos.

Por otro lado, se observa una reducción importante, debido a las limitaciones en la operación de algunas centrales, ocasionando mantenimientos mayores.

Importaciones de energéticos 2019:

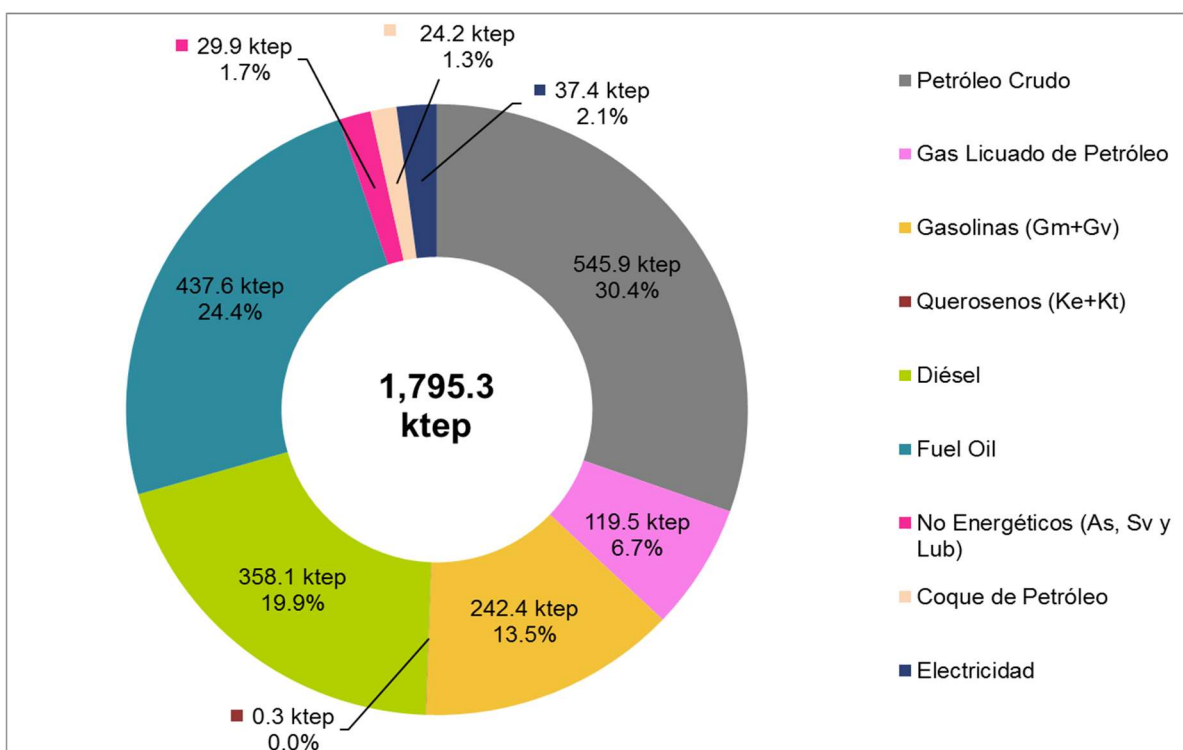


Tabla 1. Importaciones de energéticos. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/09/Balance-Energetico-Nacional-2019.pdf>

De manera específica a nivel de energéticos, se observa que el mayor peso lo tiene las importaciones de petróleo crudo (30.4%) con 545.9 miles de tep (3,910.3 miles de barriles), seguido por fuel oil (24.4%) con 437.6 miles de tep (2,952.7 miles de barriles), diésel (19.9%) con 358.1 miles de tep (2,617.5 miles de barriles), gasolinas (13.5%) con 242.4 miles de tep (1,961.5 miles de barriles), gas licuado de petróleo (6.7%) con 119.5 miles de tep (1,235.0 miles de barriles), electricidad (2.1%) con 37.4 miles de tep (434.4 GWh), no energéticos (1.7%) con 29.9 miles de tep (218.9 miles de barriles), coque de petróleo (1.3%) con 24.2 miles de tep (347.8 miles de barriles), finalmente querosenos (0.0%) con 0.3 miles de tep (2.0 miles de barriles).

De manera agregada, la importación de energéticos aumentó 10.5% comparado con el año anterior, debido principalmente al aumento en las importaciones de querosenos, fuel oil, electricidad, no energéticos, coque de petróleo y gasolinas.

Por otro lado, las exportaciones también presentaron una tendencia importante de crecimiento, siendo 68.3% mayores en comparación con el año 2018. Este crecimiento se debe exclusivamente por el importante aumento (454.7%) en las exportaciones de fuel oíl, lo cual compensa una reducción del 50.0% en las exportaciones no energéticos. (Ver anexo, tabla No 19)

Intensidad Energética Año 2005 - 2019:

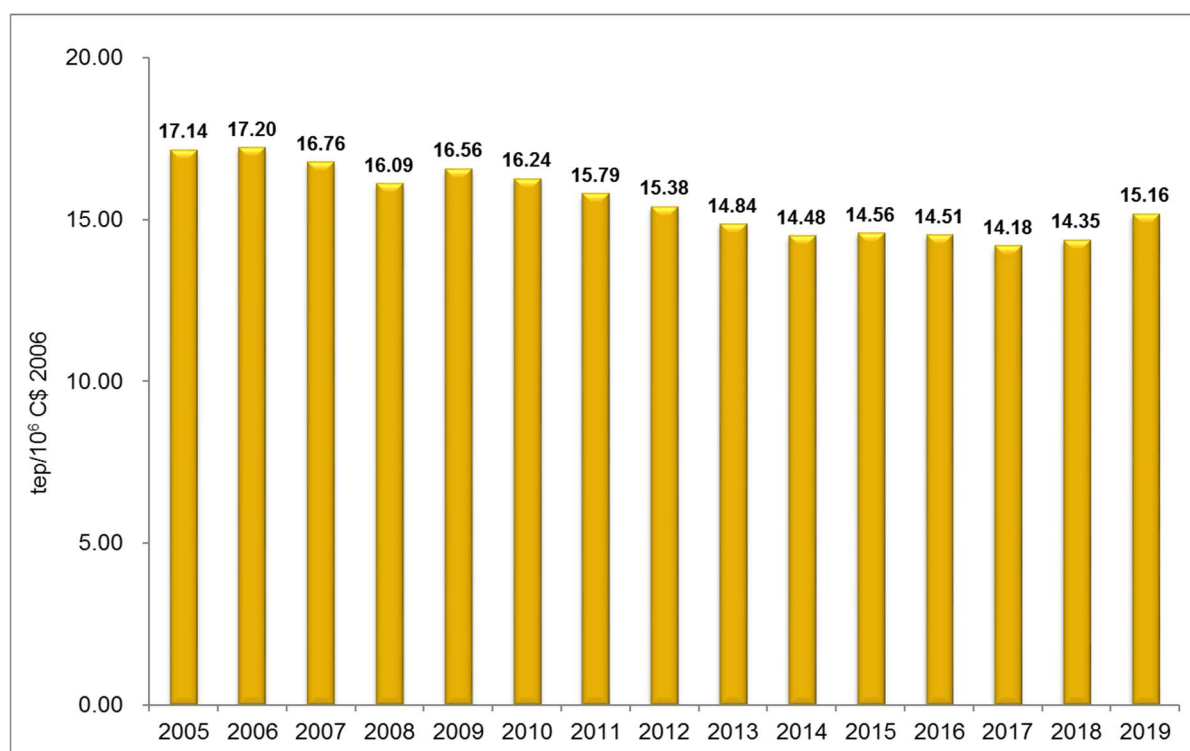


Tabla 2. Intensidad Energética (tep/106 C\$ 2006) Año 2005 - 2019. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/09/Balance-Energetico-Nacional-2019.pdf>

Por su relevancia, el concepto de intensidad energética debe analizarse desde una perspectiva histórica, de manera que es posible identificar qué tan eficiente se comporta el sistema energético del país durante un período de tiempo determinado.

En ese sentido, en los últimos 15 años, la intensidad energética presenta una tasa de variación interanual de -0.8%. La reducción en el indicador de intensidad energética, sugiere que los procesos productivos en la economía son cada vez más eficientes, ya que requieren de menor cantidad de energéticos para la producción de valor agregado en la economía.

Sin embargo, en el año 2019, esta tendencia cambia, al aumentar la intensidad energética en 5.6%. En el siguiente gráfico se muestra la intensidad energética en el período 2005 – 2019.

2020:

Incremento del 50% en la capacidad de generación renovable.⁵²

Premio “Caribbean Pride Solar Energy” para la planta solar corns Island.⁵³

El evento se trata de la exposición de energías renovables más grande del reino unido, Solar & Storage Live, que se llevó a cabo del 15 al 17 de septiembre de 2020, con más de 250 oradores, más de 150 expositores; así como más de 120 empresas emergentes y universidades. Siendo parte de la exposición de energía renovable más vanguardista, desafiante y emocionante del reino unido. Teniendo un enfoque particular en la energía solar, el almacenamiento, los vehículos eléctricos y las soluciones de energía inteligente como las tecnologías facilitadoras claves.

En el Balance Energético Nacional 2020 del Ministerio de Energía y Minas de Nicaragua presenta información sobre la producción, el consumo y el comercio de energía en el país. El informe abarca desde la oferta de energía, incluyendo la producción primaria y el comercio exterior de energéticos, hasta la demanda final de energía en diversos sectores. La producción de energía primaria total fue de 3,484.3 ktep, de los cuales el 58.3% provino de fuentes renovables. En el año 2020, la producción de energía primaria fue de 1,962.4 miles de tep, de las cuales el 81.5% corresponde a biomasa, 9.6% energía geotérmica, 6.4% energía hidráulica, 2.4% energía eólica y 0.1% energía solar aprovechada por medio de paneles fotovoltaicos.

A continuación, brindando un gráfico de la producción de la energía primaria a partir de diferentes fuentes, como hidroeléctrica, eólica y biomasa

⁵²Nicaragua Central América and The Caribbean_RE_S. (Whiteman, 2020)

⁵³ Planta solar de Corn Island gana importante premio internacional. (ENATREL, PNESER, 2020)

Producción de energía primaria por fuente 2020:

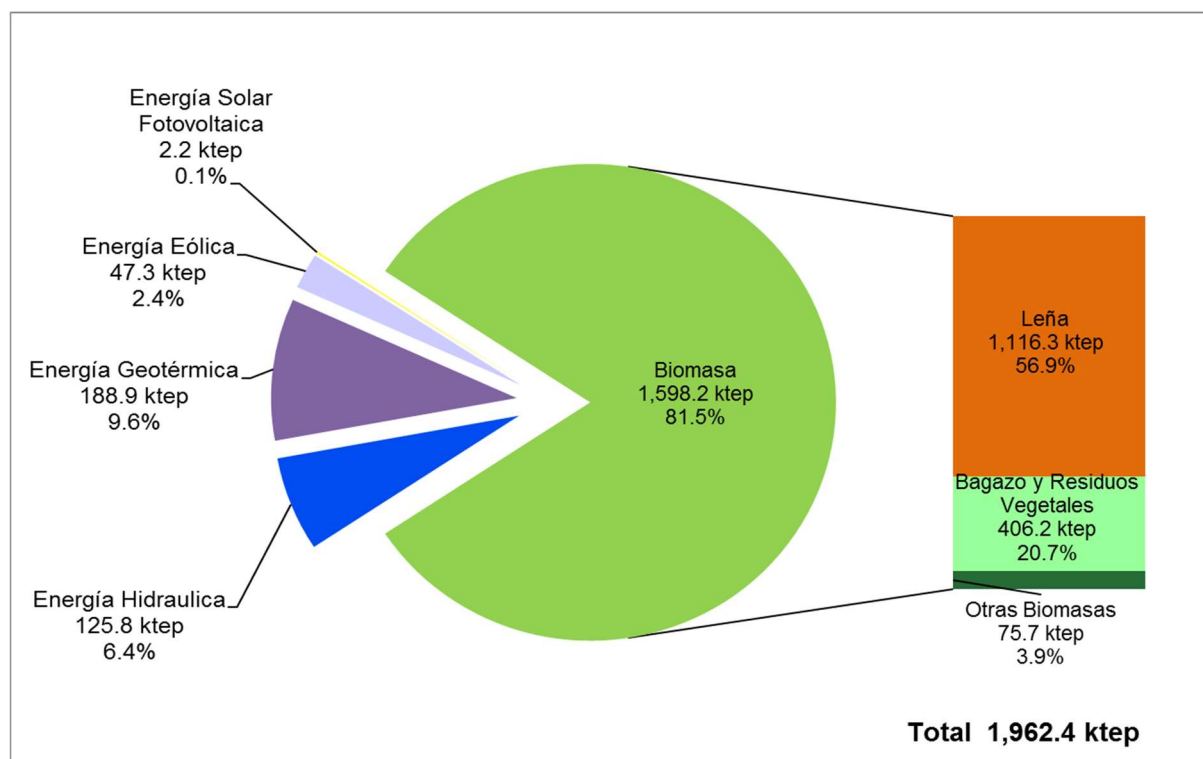


Ilustración 38. Producción de energía primaria por fuente (ktep) año 2020. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2022/05/Balance-Energetico-Nacional-2020-Vf-enviada-a-DS.pdf>

La producción de energía primaria se ha incrementado ligeramente en 0.5%. De manera específica, se destaca el crecimiento significativo de energía hidráulica, debido principalmente a que los mantenimientos mayores ejecutados en algunas centrales hidroeléctricas en el año 2019, finalizaron a inicios del año 2020. En ese sentido, aumentó significativamente el período de operación de dichas centrales y por tanto se alcanzó un mayor volumen aprovechado del recurso hidrológico. (Ver anexos, Tabla N°8)

Por otro lado, se observan reducciones importantes en la producción primaria de energía eólica (24.7%), debido a una considerable reducción en las velocidades promedio del viento aprovechado por las diferentes centrales eólicas, según sus propios registros. Así mismo, también se observan reducciones en el aprovechamiento de energía geotérmica (6.2%), debido a reducciones en las horas disponibles de dichas centrales y una menor producción de vapor geotérmico extraído de los pozos de producción.

En los flujos de electricidad se ilustra cómo la energía se produce, transforma y consume en el país, proporcionando una visión más clara de la eficiencia y las pérdidas en el sistema energético

Flujo de energía 2020 cifras en miles de tep 2020:

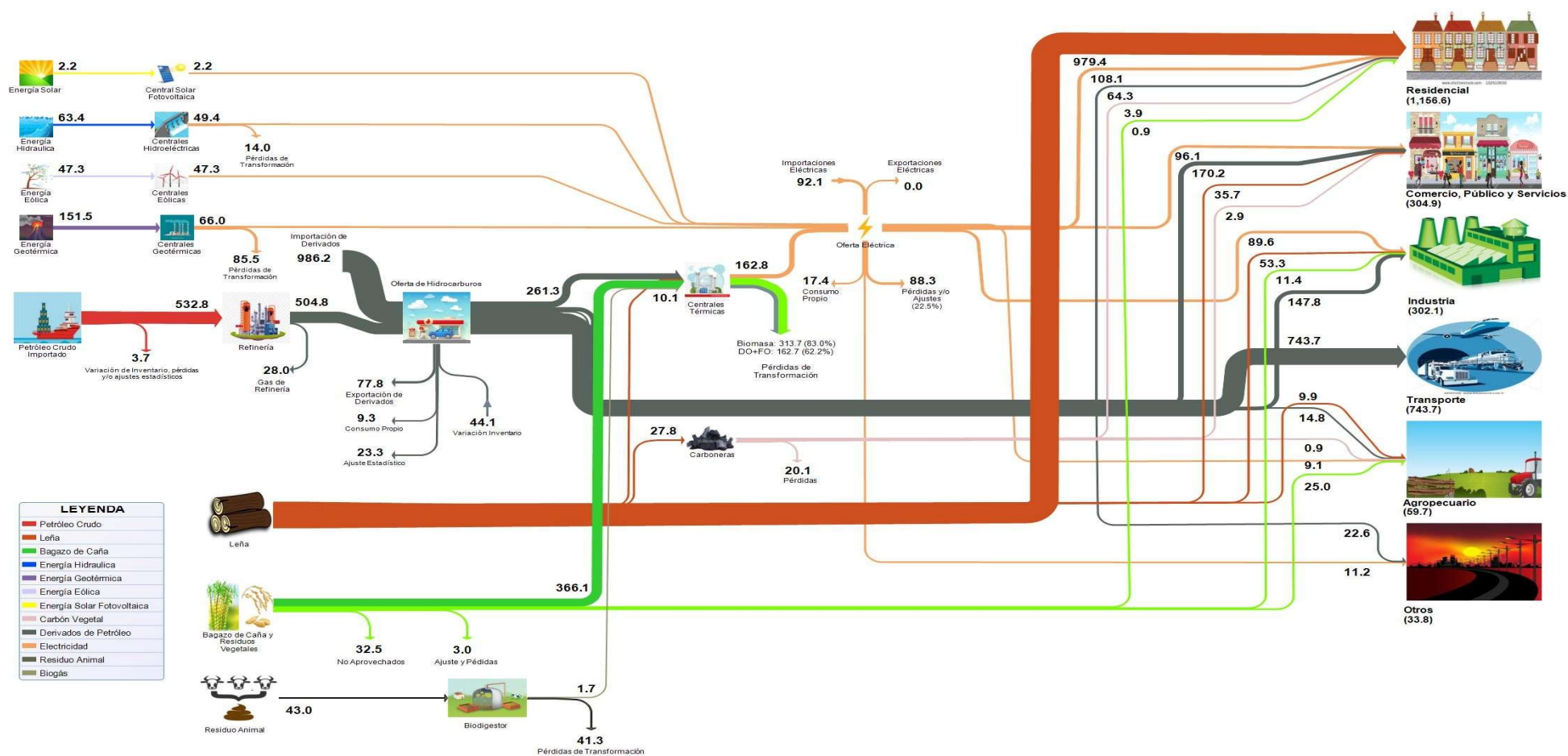
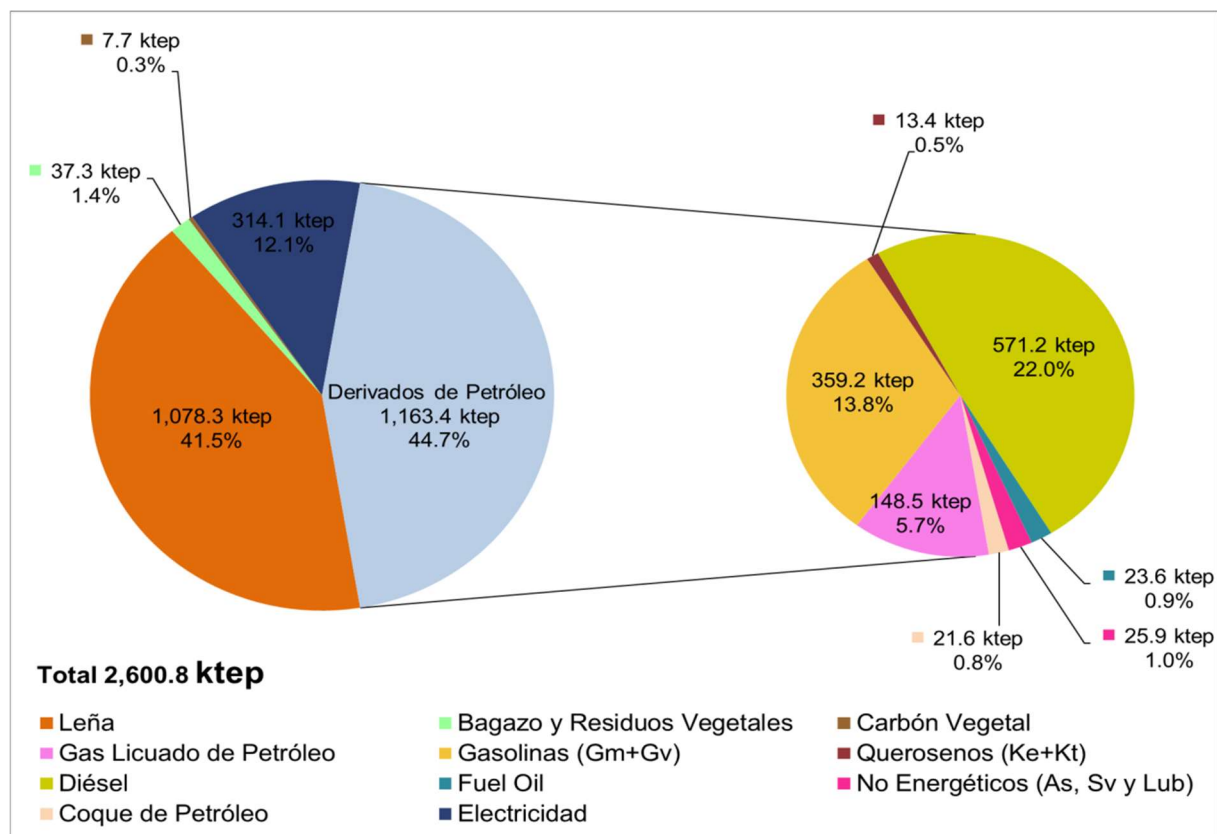


Tabla 3. Flujo de energía 2020 cifras en miles de tep. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2022/05/Balance-Energetico-Nacional-2020-Vf-enviada-a-DS.pdf>

Consumo de energía final por fuente (ktep) año 2020:



El consumo de energía final para el año 2020, fue de 2,600.8 miles de tep de los cuales el

Ilustración 39. Consumo de Energía Final por Fuente (ktep) Año 2020. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2022/05/Balance-Energetico-Nacional-2020-Vf-enviada-a-DS.pdf>

44.7% corresponde a derivados de petróleo, seguido de leña con el 41.5%, energía eléctrica el 12.1% y el 1.4% restante corresponde a residuos vegetales (bagazo de caña y cascarillas de arroz y café), carbón vegetal y otras biomásas (ripios y aserrín). En el siguiente gráfico se muestra la participación de estos energéticos en el consumo de energía final a nivel nacional.

Destaca el importante peso que tiene la leña en el consumo de energía final, la cual es utilizada principalmente para cocción de alimentos en los hogares, en especial en las zonas rurales del país. De acuerdo a proyecciones obtenidas a partir de la ENL 2006, se estimó que para el año 2020, alrededor de 1,182.3 miles de hogares nicaragüenses utilizan este energético para la preparación de sus alimentos, destacando un crecimiento con respecto al año 2019 un 0.2%. (Ver anexo, tabla N° 14)

Importaciones de energéticos 2020:

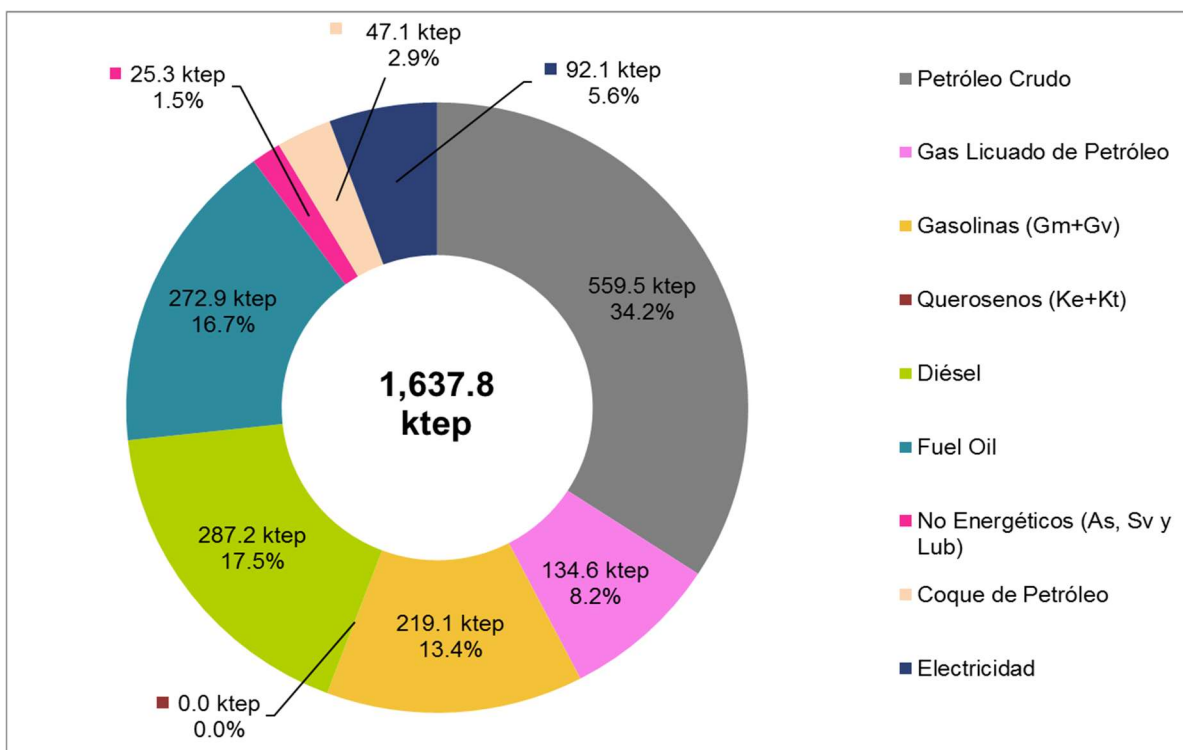


Tabla 4. Importaciones de Energéticos. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2022/05/Balance-Energetico-Nacional-2020-Vf-enviada-a-DS.pdf>

De manera específica a nivel de energéticos, se observa que el mayor peso lo tiene las importaciones de petróleo crudo (34.2%) con 559.5 miles de tep (4,007.6 miles de barriles), seguido por diésel (17.5%) con 287.2 miles de tep (2,099.5 miles de barriles), fuel oil (16.7%) con 272.9 miles de tep (1,841.1 miles de barriles), gasolinas (13.4%) con 219.1 miles de tep (1,772.5 miles de barriles). En menor medida se encuentra el gas licuado de petróleo (8.2%) con 134.6 miles de tep (1,390.3 miles de barriles), electricidad (5.6%) con 92.1 miles de tep (1,070.7 GWh), coque de petróleo (2.9%) con 47.1 miles de tep (678.2 miles de barriles) y no energéticos (1.5%) con 25.3 miles de tep (185.8 miles de barriles). (Ver anexo, tabla N° 20)

Finalmente, es importante mencionar que, durante el año 2020, no se realizaron importaciones de querosenos.

Intensidad energética 2020:

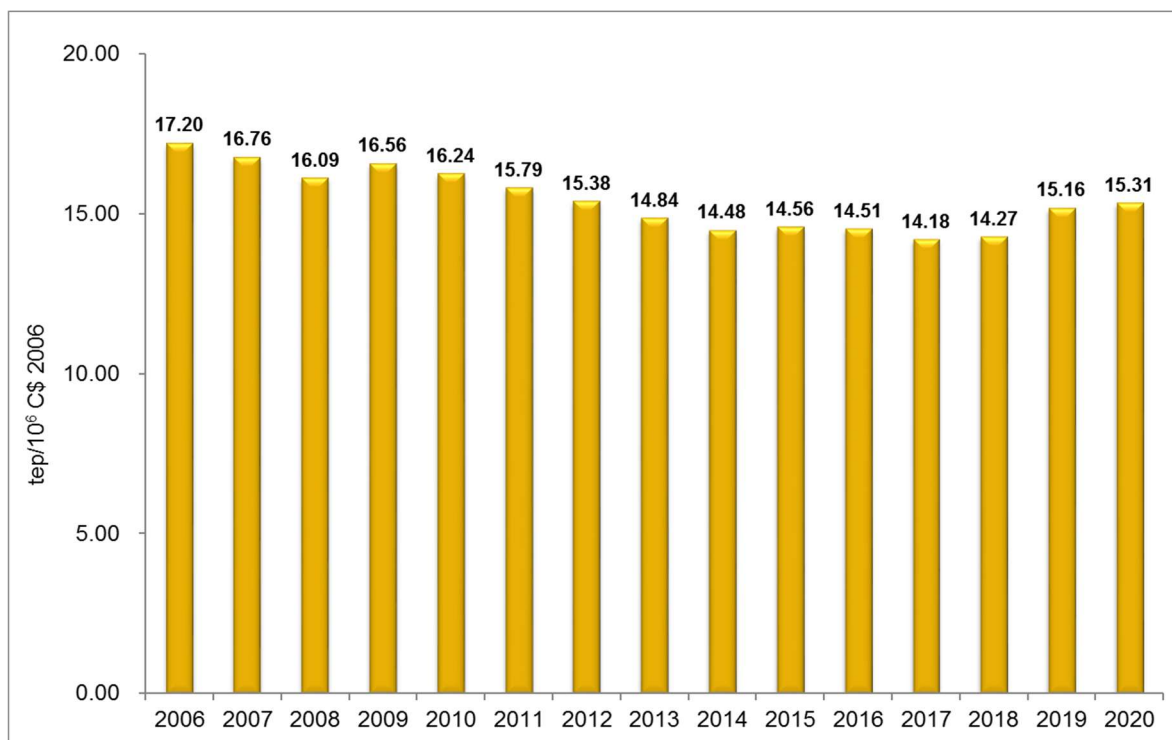


Ilustración 40. Intensidad energética (tep/10⁶ C\$ 2006) año 2006-2020. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2022/05/Balance-Energetico-Nacional-2020-Vf-enviada-a-DS.pdf>

En los últimos 15 años, la intensidad energética presenta una tasa de variación interanual de -0.77%. La reducción en el indicador de intensidad energética, sugiere que los procesos productivos en la economía son cada vez más eficientes, ya que requieren de menor cantidad de energéticos para la producción de valor agregado en la economía. Sin embargo, en el año 2020, esta tendencia cambia, al aumentar la intensidad energética en 1.0%. En el siguiente gráfico se muestra la intensidad energética en el período 2006 – 2020.⁵⁴

Los datos económicos de acuerdo a cifras del BCN, tomando como año de referencia el 2006. Para el cálculo de consumo final de biomasa se consideran datos poblacionales oficiales actualizados, basados en el censo de población 2005 y de ENDESA 2006-2007.

⁵⁴ BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2020. (MEM, 2021)

Así mismo se utiliza la metodología para cálculo del consumo de leña, carbón vegetal y residuos vegetales elaborada en la ENL 2006, en toda la serie.

2021:

Nicaragua cerró el 2021 con mayor cobertura energética y capacidad instalada.⁵⁵

En 2021, Nicaragua alcanzó un hito significativo en su sector energético al cerrar el año con una mayor cobertura energética y capacidad instalada. A pesar de los desafíos planteados por la pandemia de Covid-19, el país logró electrificar 19 mil nuevos hogares e instalar más de 34 mil luminarias en todo el territorio.

También concluyó exitosamente el "Proyecto de Rehabilitación y Modernización de las Centrales Hidroeléctricas Centro América (50 MW) y Carlos Fonseca (50 MW)", asegurando así la generación de energía confiable, renovable y limpia en Nicaragua por los próximos 25 años. Este proyecto, con una inversión de US\$ 57.582.898.8, contó con el apoyo financiero del Banco de Integración Económica (BCIE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y consistió en la sustitución de equipos electromecánicos obsoletos por tecnología moderna, incluyendo el sistema de Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA).

El Balance Energético Nacional 2021 de Nicaragua, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, proporciona una visión detallada del estado del sector energético del país. El informe abarca desde la oferta de energía, incluyendo la producción primaria y el comercio exterior de energéticos, hasta la demanda final de energía en diversos sectores.⁵⁶

Se entiende por energía primaria, las fuentes de energía en su estado natural, es decir, que no han sufrido ningún tipo de transformación física o química. En el año 2021, la producción de energía primaria fue de 1,952.1 miles de tep, de las cuales el 82.7% corresponde a biomasa, 9.8% energía geotérmica, 4.5% energía hidráulica, 2.9% energía eólica y 0.1% energía solar aprovechada por medio de paneles fotovoltaicos.

⁵⁵ Nicaragua cerró el 2021 con mayor cobertura energética y capacidad instalada. (ENEL, 2021)

⁵⁶ BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2021. (MEM, 2022)

Producción de energía por fuente (ktep) año 2021

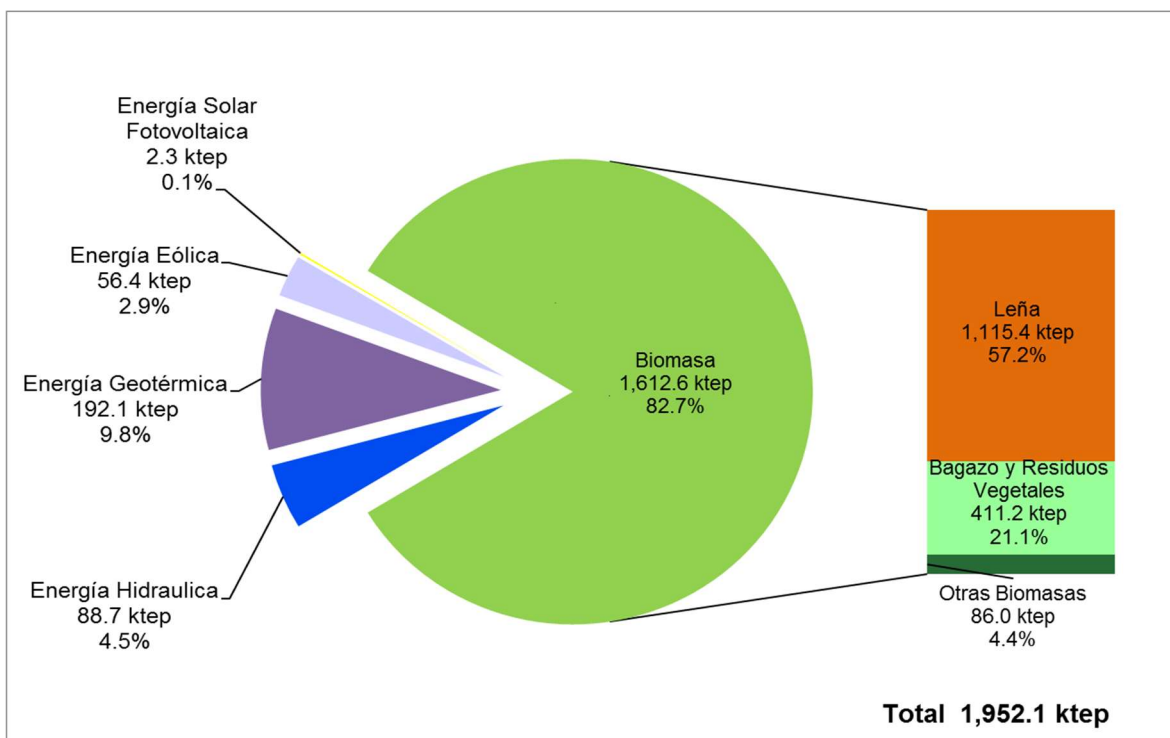


Ilustración 41. Producción de Energía Primaria por Fuente (ktep) Año 2021. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/07/Balance-Energetico-Nacional-2021-VF.pdf>

En la tabla anterior se observa que comparado con el año 2020, la producción de energía primaria aumentó en un 0.5%. De manera específica, se destaca el aumento en la producción primaria de fuentes renovables como la eólica (19.2%), solar fotovoltaica (4.6%), geotérmica (1.7%), leña (1.7%), bagazo y residuos vegetales (1.2%) y otras biomosas (14.1%), en esta última se incluyen los residuos animales utilizados en biodigestores para la producción de biogás. Estas fuentes han sido aprovechadas por centrales eléctricas, carboneras y biodigestores, para la producción de energéticos secundarios, o bien, han sido utilizados de manera directa para usos energéticos en los sectores de consumo. (Ver anexos, Tabla N°9)

En los flujos de electricidad se ilustra cómo la energía se produce, transforma y consume en el país, proporcionando una visión más clara de la eficiencia y las pérdidas en el sistema energético.

Flujo de energía (cifras en miles de tep) 2021:

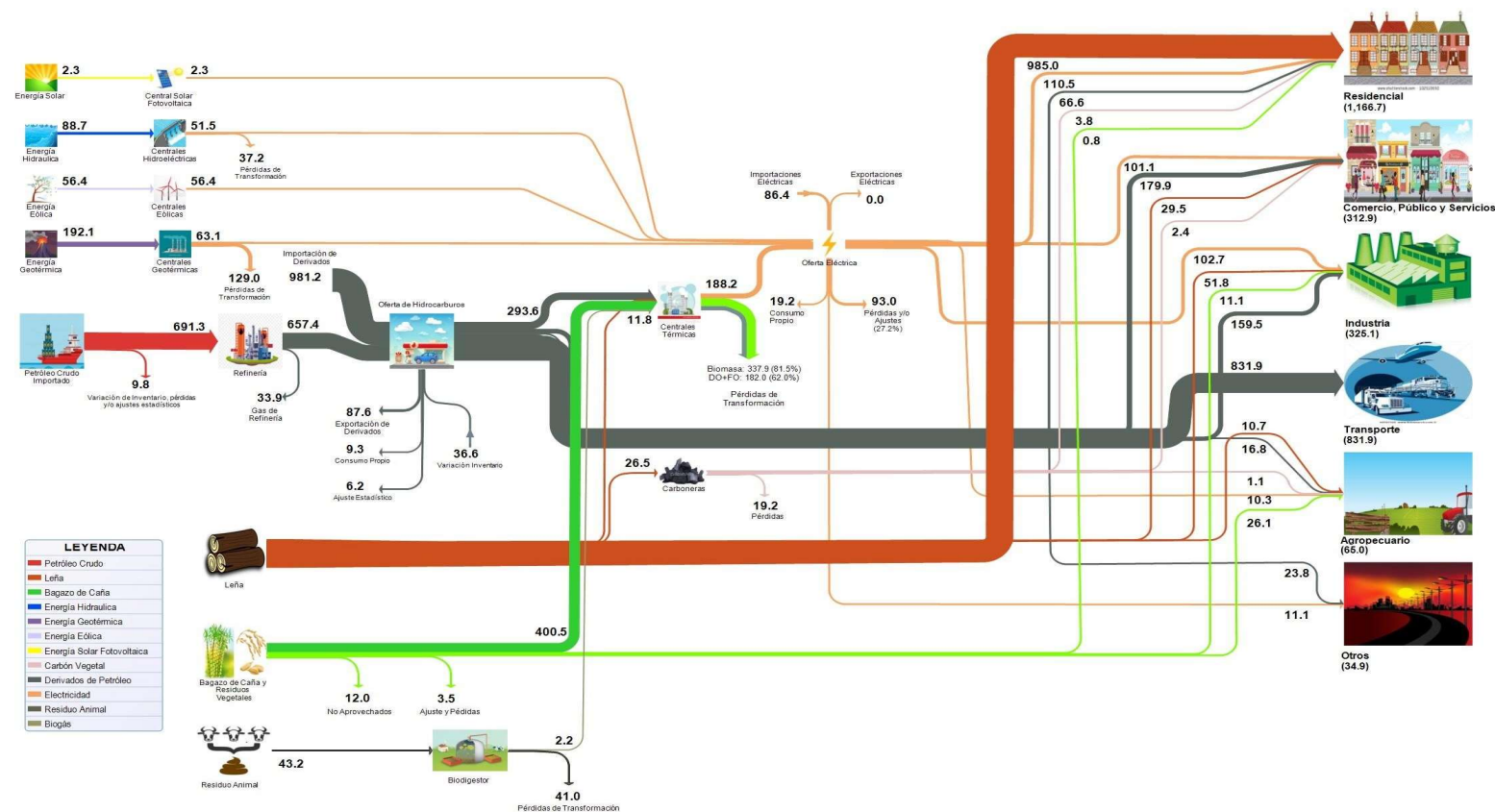


Ilustración 42. Flujo de energía (cifras en miles de tep). Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/07/Balance-Energetico-Nacional-2021-VF.pdf>

Consumo de energía final por fuente (ktep) año 2021.

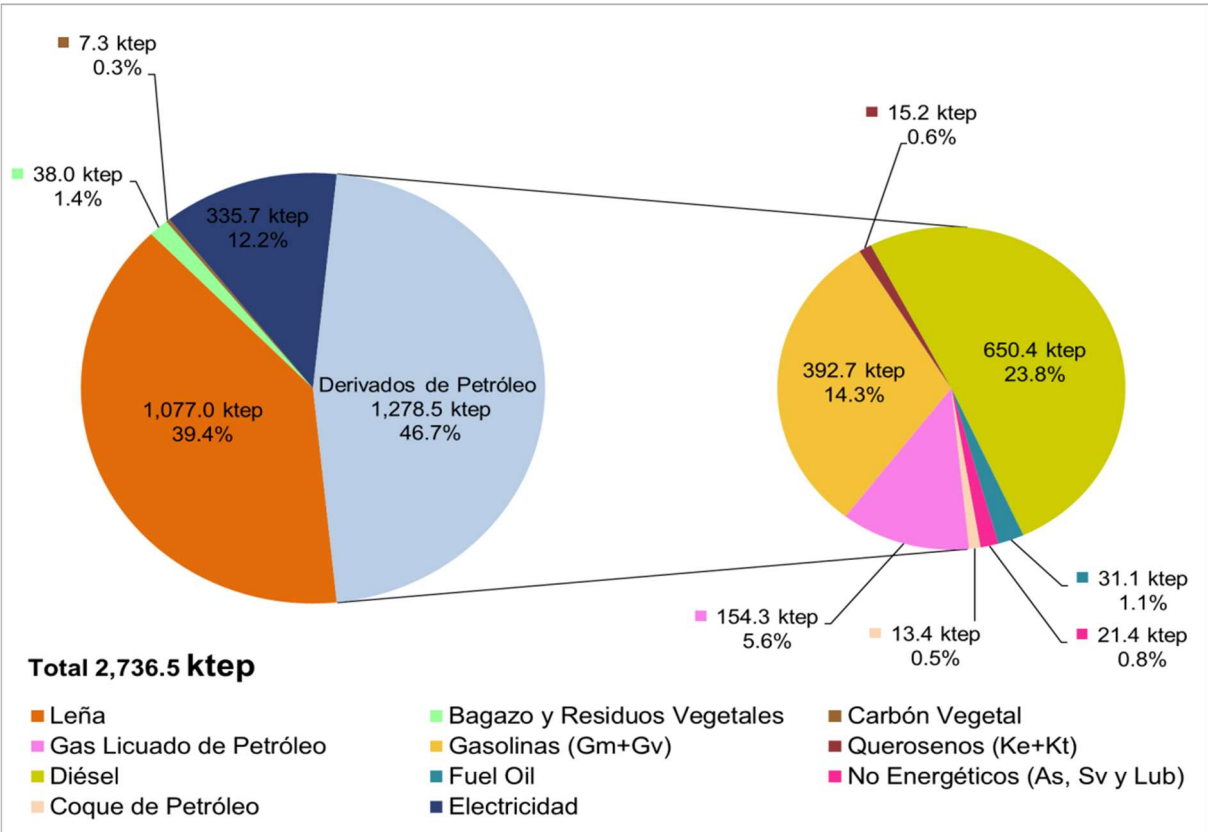


Ilustración 43. Consumo de Energía Final por Fuente (ktep) Año 2021. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/07/Balance-Energetico-Nacional-2021-VF.pdf>

Se observa que el sector residencial representó el 42.6% del consumo final, seguido del transporte con el 30.4%, el sector industria con el 11.9% (incluida energía eléctrica autogenerada), comercio, publico y servicios con 11.4%, el sector agropecuario 2.4% y finalmente el sector otros con el 1.3%. En la siguiente tabla se observa el comportamiento del consumo de energía final a nivel de sectores en los años 2020 y 2021. (Ver anexo, tabla N° 15)

Destaca el importante peso que tiene la leña en el consumo de energía final, utilizada para cocción de alimentos, especialmente en zonas rurales. De acuerdo a proyecciones a partir de la ENL 2006, se estima que para el año 2021, alrededor de 1,213.9 miles de hogares nicaragüenses utilizan este energético para la preparación de sus alimentos, ya sea de manera

única, o complementaria con otros energéticos. Con respecto al año anterior, la demanda final aumentó 6.0%, principalmente por un aumento en la demanda de energéticos secundarios.

Importaciones energéticas año 2021:

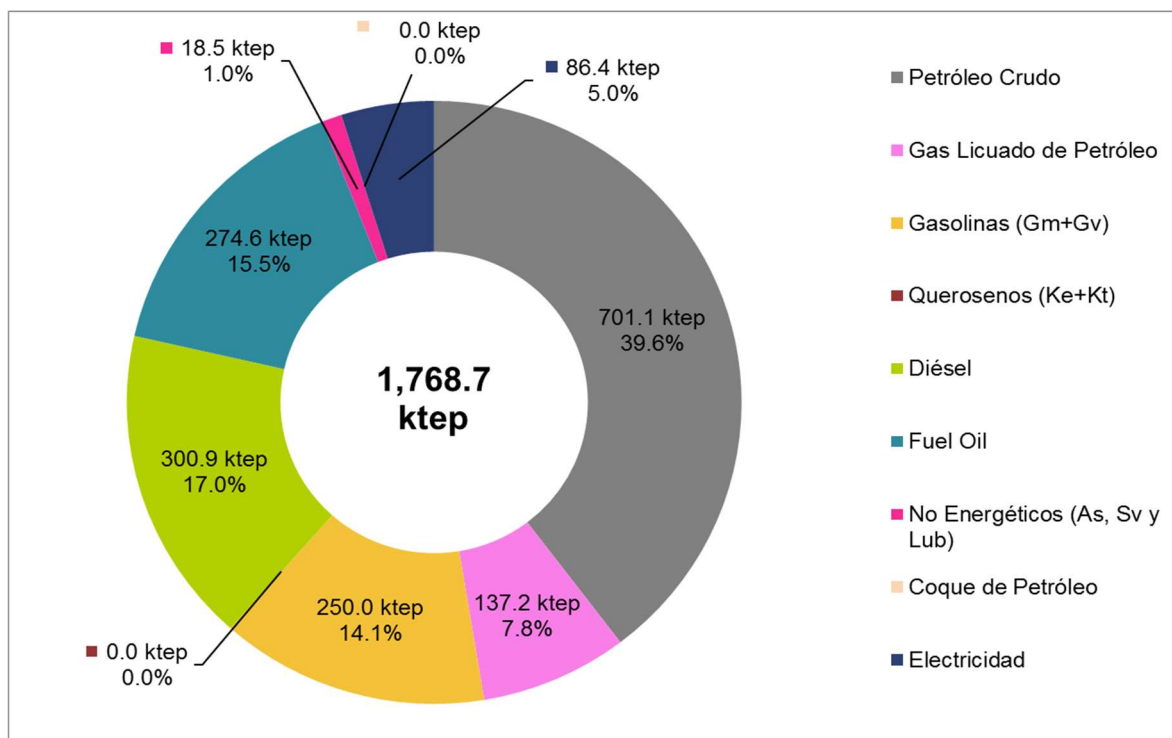


Ilustración 44. Importaciones de energéticos años 2021. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/07/Balance-Energetico-Nacional-2021-VF.pdf>

De manera específica a nivel de energéticos, se observa que el mayor peso lo tiene las importaciones de petróleo crudo (39.6%) con 701.1 miles de tep (5,022.4 miles de barriles), seguido por diésel (17.0%) con 300.9 miles de tep (2,199.4 miles de barriles), fuel oil (15.5%) con 274.6 miles de tep (1,852.6 miles de barriles), gasolinas (14.1%) con 250.0 miles de tep (2,022.6 miles de barriles). En menor medida se encuentra el gas licuado de petróleo (7.8%) con 137.2 miles de tep (1,417.0 miles de barriles), electricidad (5.0%) con 86.4 miles de tep (1,005.2 GWh), y no energéticos (1.0%) con 18.5 miles de tep (135.7 miles de barriles).⁵⁷ (Ver anexo, tabla N° 21)

Finalmente, es importante mencionar que, durante el año 2021, no se realizaron importaciones de querosenos ni de coque de petróleo, este último utilizó parte de su inventario final del año anterior, para requerimientos de los sectores de consumo. De acuerdo

⁵⁷ BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2021. (MEM, 2022)

a su origen, las importaciones de petróleo crudo, provienen exclusivamente de Estados Unidos de América (100.0%) con 701.1 miles de tep (5,022.4 miles de barriles).

Intensidad energética 2021:

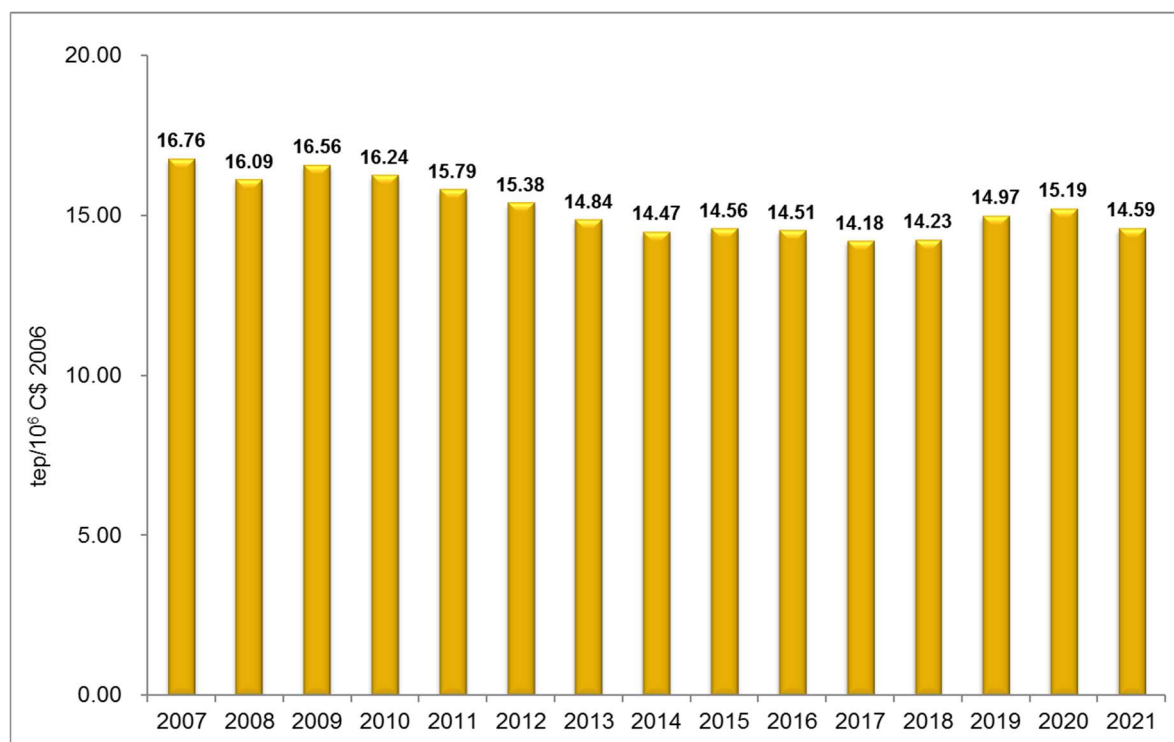


Ilustración 45. Intensidad energética (tep/10⁶ C\$ 2006) año 2007-2021. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/07/Balance-Energetico-Nacional-2021-VF.pdf>

La intensidad energética, es un indicador que ayuda a medir la productividad de la energía dentro de un proceso económico, se define como la cantidad de energía requerida para producir una unidad determinada del PIB. La intensidad energética para el año 2021, alcanzó los 14.59 tep por cada millón de córdobas (C\$) constantes del PIB, tomando en cuenta como año base el 2006.

Por su relevancia, el concepto de intensidad energética debe analizarse desde una perspectiva histórica, de manera que es posible identificar qué tan eficiente se comporta el sistema energético del país durante un período de tiempo determinado.

En ese sentido, en los últimos 15 años, la intensidad energética presenta una tasa de variación interanual de -0.9%. La reducción en el indicador de intensidad energética, sugiere que los procesos productivos en la economía son cada vez más eficientes, ya que requieren de menor cantidad de energéticos para la producción de valor agregado en la economía.

Esta tendencia cambió en el año 2020 por efectos de la pandemia, sin embargo, en el año 2021 se ha regresado a la tendencia histórica. En el siguiente gráfico se muestra la intensidad energética en el período 2007 – 2021.

2022:

El informe sobre la Matriz de Generación 2022, señala que la generación eléctrica renovable representó el 70.87% y la No renovable el 29.13%⁵⁸

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) destacó que las centrales hidroeléctricas administradas por la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) fueron la segunda fuente de energía limpia más importante del país, contribuyendo con el 12.25% de la generación total de energía, que ascendió a 4,824.75 GWh/año. Además, se señaló que la generación eléctrica renovable representó el 70.87% de la producción total, ubicando a Nicaragua entre los 20 países con mayores porcentajes de participación de recursos renovables en la generación eléctrica a nivel mundial.

En el Balance Energético Nacional 2022 de Nicaragua, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, proporciona una visión detallada del estado del sector energético del país. El informe abarca desde la oferta de energía, incluyendo la producción primaria y el comercio exterior de energéticos, hasta la demanda final de energía en diversos sectores

A continuación, brindando un gráfico de la producción de la energía primaria a partir de diferentes fuentes, como hidroeléctrica, eólica y biomasa.

⁵⁸Hidroeléctricas administradas por ENEL se ubican en segunda fuente de energía limpia que más aportó a la generación en 2022. (EMPRESA NICARGUENSE DE ELECTRICIDAD, 2022)

Producción de energía primaria 2022:

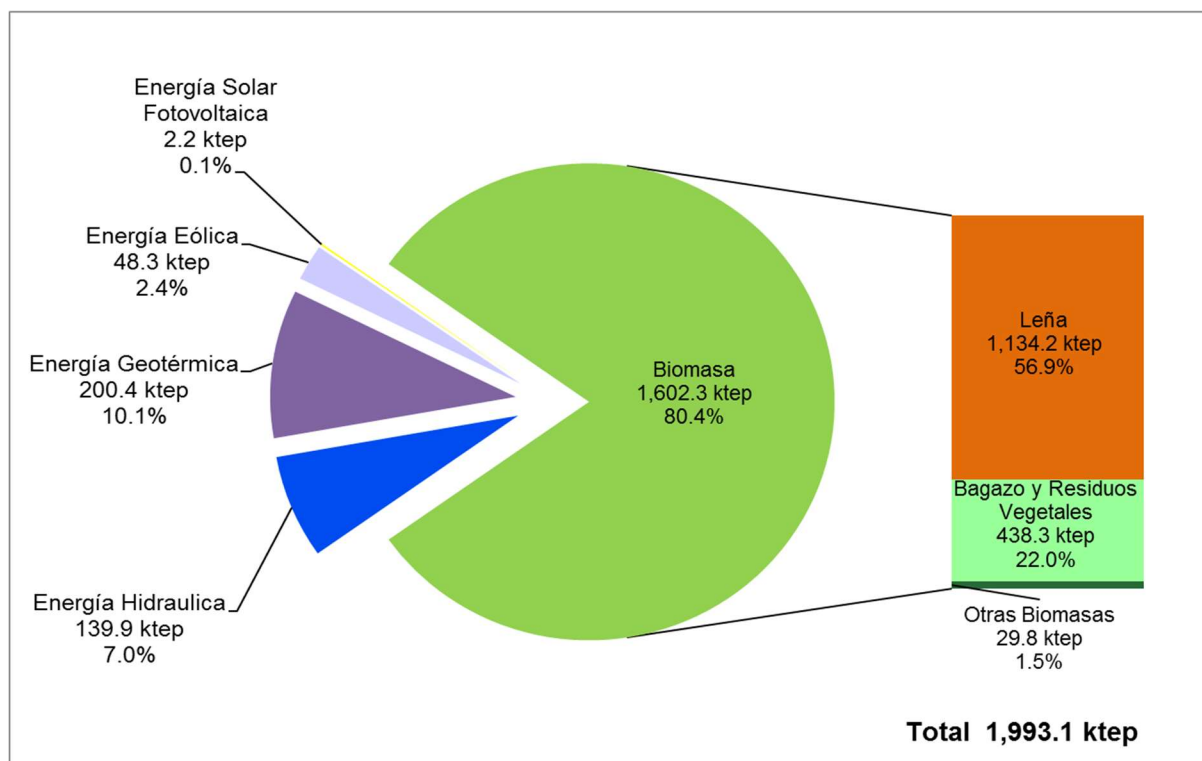


Ilustración 46. Producción de energía primaria. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/09/Balance-Energetico-Nacional-2022.pdf>

Se entiende por energía primaria, las fuentes de energía en su estado natural, es decir, que no han sufrido ningún tipo de transformación física o química. En el año 2022, la producción de energía primaria fue de 1,993.1 miles de tep, de las cuales el 80.4% corresponde a biomasa, 10.1% energía geotérmica, 7.0% energía hidráulica, 2.4% energía eólica y 0.1% energía solar aprovechada por medio de paneles fotovoltaicos.

Se observa que comparado con el año 2021, la producción de energía primaria aumentó en un 4.6%. De manera específica, se destaca el aumento en la producción primaria de fuentes renovables como la hidráulica (57.7%), geotérmica (4.3%), leña (1.6%), bagazo y residuos vegetales (6.5%), aprovechado principalmente por centrales de generación para la producción de electricidad.

Es importante mencionar, que el biogás contabilizado en el balance energético es obtenido a partir de la fermentación anaeróbica de residuos animales en biodigestores. Sin embargo, éste es considerado un energético primario tomando en cuenta la Armonización Metodológica de Estadísticas Energéticas y Recomendaciones Internacionales sobre Estadísticas Energéticas (IRES por sus siglas en inglés).

En los flujos de electricidad se ilustra cómo la energía se produce, transforma y consume en el país, proporcionando una visión más clara de la eficiencia y las pérdidas en el sistema energético.

Flujo de energía (cifras en miles de tep) 2022

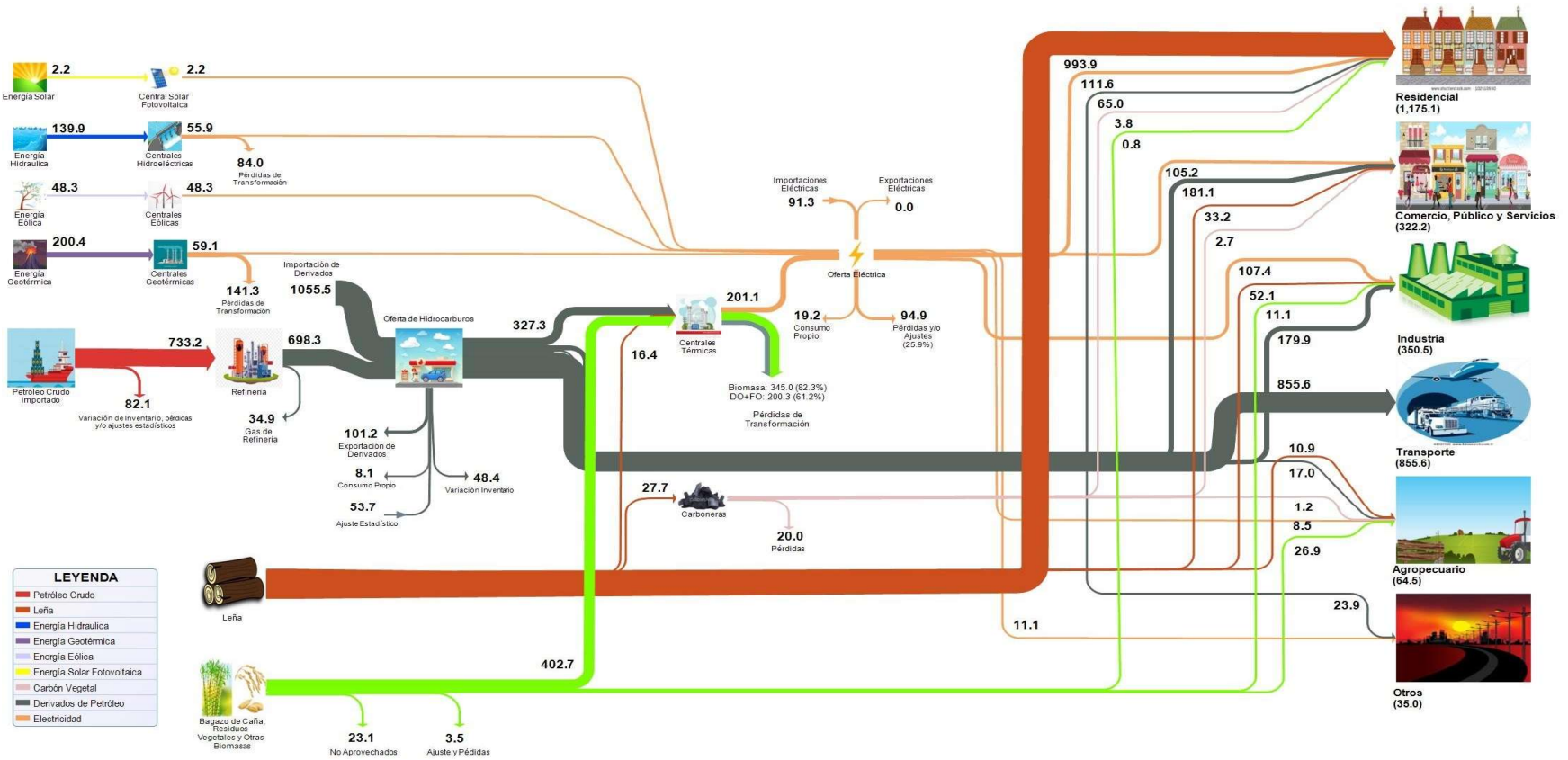


Ilustración 47. Flujo de Energía (cifras en miles de tep). Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/09/Balance-Energetico-Nacional-2022.pdf>

Consumo de energía final por fuente (ktep) año 2022:

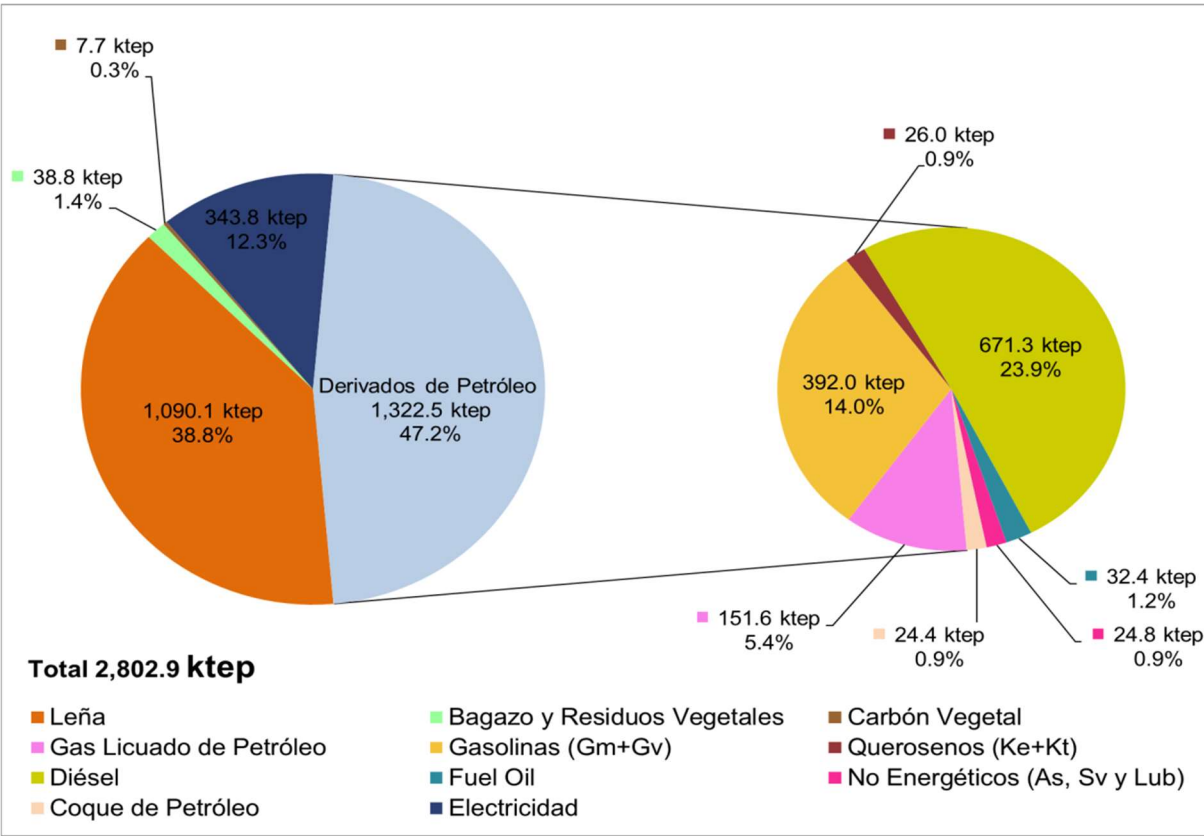


Ilustración 48. Consumo de Energía Final por Fuente (ktep) Año 2022. fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/09/Balance-Energetico-Nacional-2022.pdf>

El consumo de energía final para el año 2022, fue de 2,802.9 miles de tep de los cuales el 47.2% corresponde a derivados de petróleo, seguido de leña con el 38.8%, energía eléctrica el 12.3% y el 1.4% restante corresponde a residuos vegetales (bagazo de caña y cascarillas de arroz y café), carbón vegetal y otras biomasas (ripios y aserrín). En el siguiente gráfico se muestra la participación de estos energéticos en el consumo de energía final a nivel nacional.⁵⁹ Con respecto al año anterior, la demanda final aumentó 2.4%, (Ver anexo, tabla N° 16) principalmente por un aumento en la demanda de energéticos secundarios. De acuerdo al Informe Anual del Banco Central de Nicaragua (BCN), en el año 2022, la economía nicaragüense creció por segundo año consecutivo y con ello sentó las bases para sostener una trayectoria de crecimiento estable hacia el mediano plazo

⁵⁹ BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2022. (MEM, 2023)

Importaciones de energéticos años 2022:

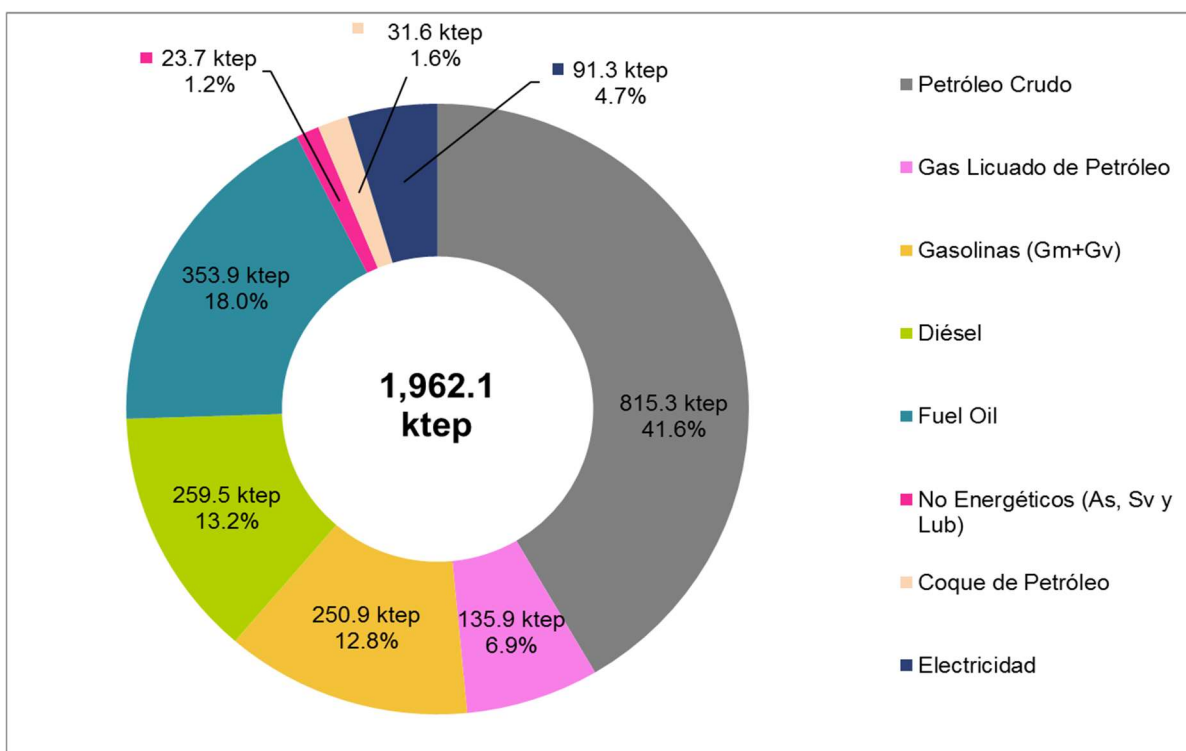


Ilustración 49. Importaciones de energéticos años 2022. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/09/Balance-Energetico-Nacional-2022.pdf>

De manera específica a nivel de energéticos, se observa que el mayor peso lo tiene las importaciones de petróleo crudo (41.6%) con 815.3 miles de tep (5,840.1 miles de barriles), seguido por fuel oil (18.0 %) con 353.9 miles de tep (2,387.8 miles de barriles), gasolinas (12.8%) con 250.9 miles de tep (2,029.7 miles de barriles), diésel (13.2%) con 259.5 miles de tep (1,896.7 miles de barriles). En menor medida se encuentra el gas licuado de petróleo (6.9%) con 135.9 miles de tep (1,403.8 miles de barriles), electricidad (4.7%) con 91.3 miles de tep (1,062.2 GWh), coque de petróleo (1.6%) con 31.6 miles de tep (454.0 miles de barriles) y no energéticos (1.2%) con 23.7 miles de tep (174.0 miles de barriles).

Finalmente, es importante mencionar que, durante el año 2022, no se realizaron importaciones de querosenos, por lo que se utilizó producción local para cubrir requerimientos de los sectores de consumo. (Ver anexo, tabla N° 22)

De acuerdo a su origen, las importaciones de petróleo crudo, provienen exclusivamente de Estados Unidos de América (100.0%) con 815.3 miles de tep (5,840.1 miles de barriles).

Intensidad energética 2022:

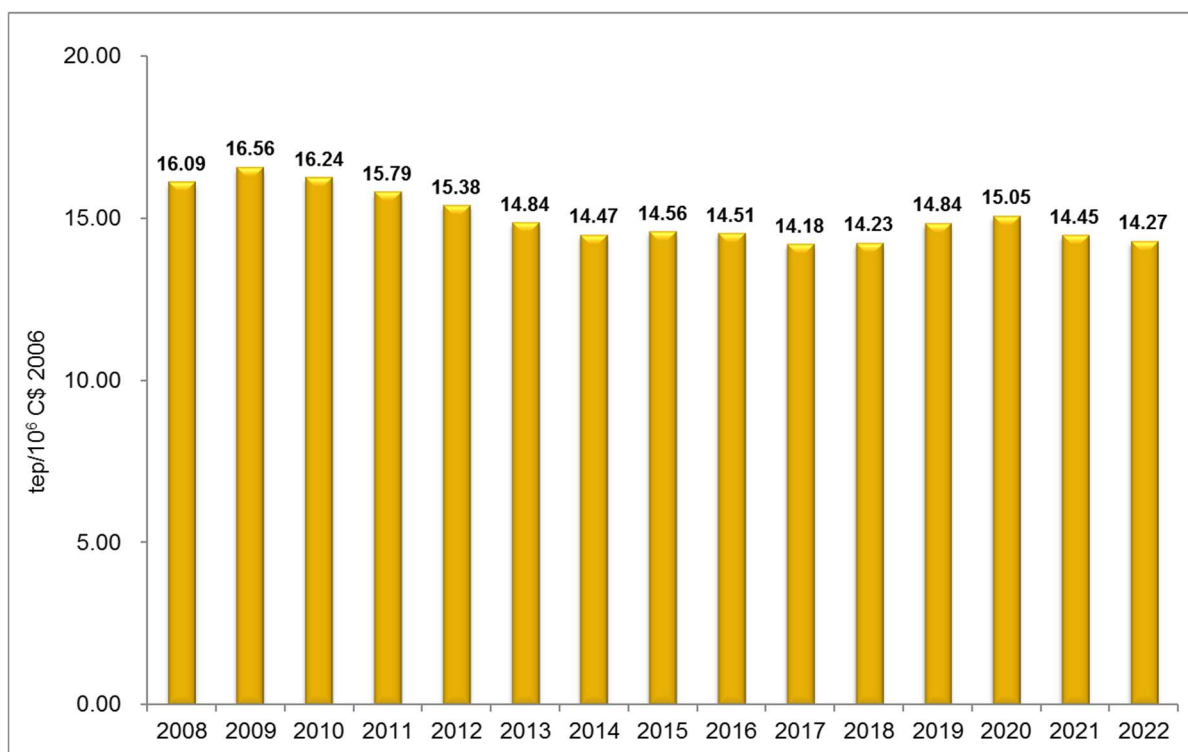


Ilustración 50. Intensidad Energética (tep/10⁶ C\$ 2006) Año 2008 - 2022. Fuente: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/09/Balance-Energetico-Nacional-2022.pdf>

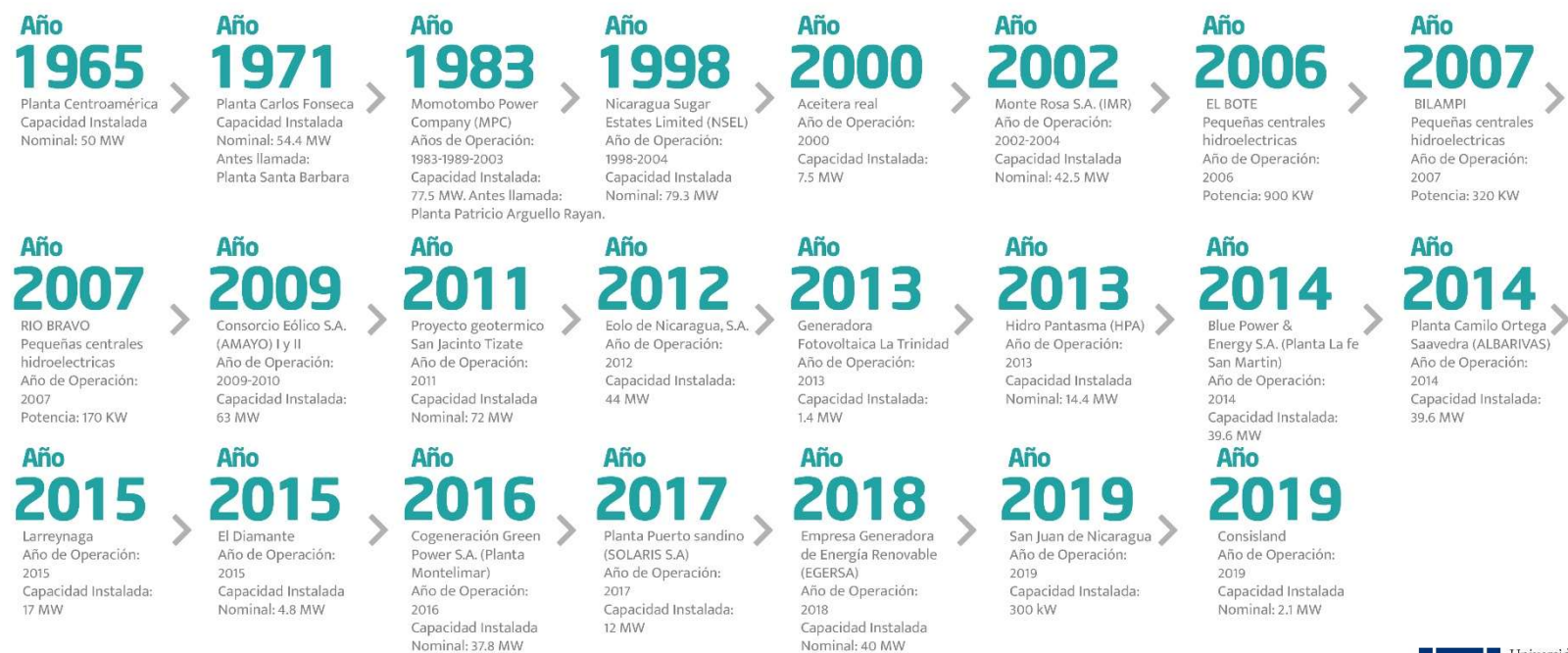
La intensidad energética debe analizarse desde una perspectiva histórica, de manera que es posible identificar qué tan eficiente se comporta el sistema energético del país durante un período de tiempo determinado.

En ese sentido, en los últimos 15 años, la intensidad energética presenta una tasa de variación interanual de -0.8%. La reducción en el indicador de intensidad energética, sugiere que los procesos productivos en la economía son cada vez más eficientes, ya que requieren de menor cantidad de energéticos para la producción de valor agregado en la economía. Entre los años 2018 – 2020 se cambió dicha tendencia, sin embargo, a partir del año 2021 se regresó a la tendencia histórica. En el siguiente gráfico se muestra la intensidad energética en el período 2008 – 2022.

Cronología de la instalación de plantas de energía renovable en Nicaragua

Dimensionamiento de las tecnologías emergentes en energías renovables en Nicaragua
en el periodo 2017-2022

Detallando de manera específica la línea del tiempo de instalación de cada planta en Nicaragua



XI. Capítulo III

Aplicación de la tecnología emergente en energía renovable estableciendo las de mayor y menos aprovechamiento para las fuentes de energía renovable funcionales en el país.

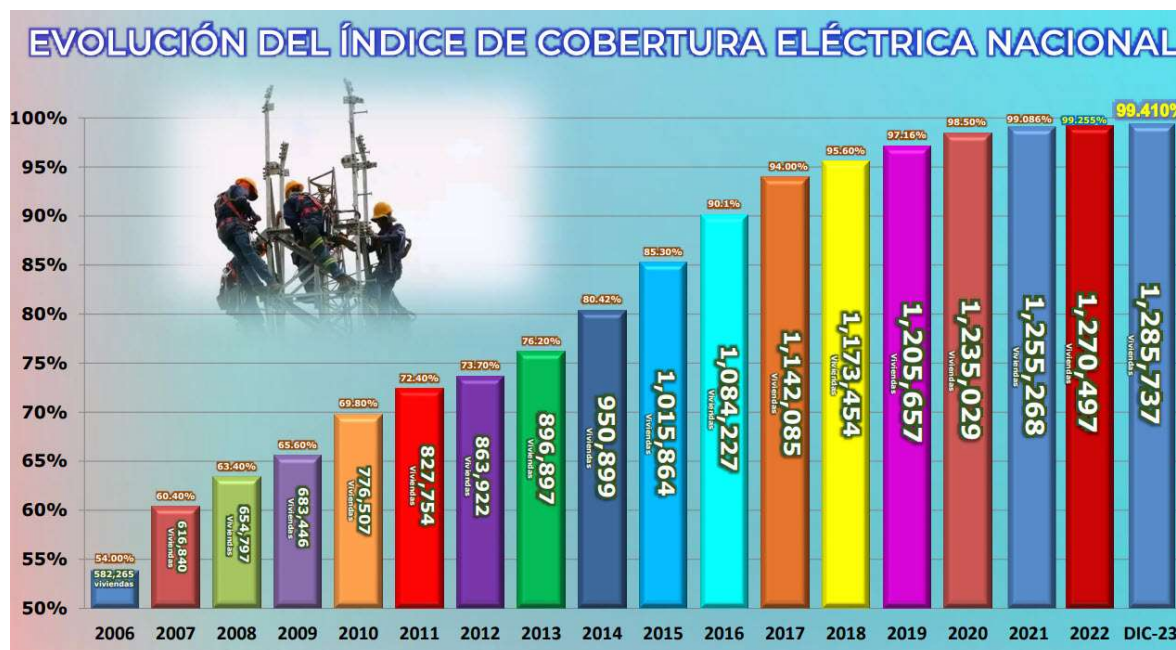


Ilustración 51 Evolución del índice de cobertura eléctrica nacional. Fuente: <https://energiayminas.mem.gob.ni/CoberturaMapa>

En Nicaragua la generación de energía ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años desde la aprobación de la normativa de generación distribuida en 2017 y dos años después se emitió el anexo técnico de la normativa aprobado en enero del año 2020.⁶⁰

Esta normativa es aplicable a clientes de las empresas distribuidoras de energía que consuman hasta 5MW. La normativa se clasifica a los generadores distribuidos en dependencia del nivel de tensión y de potencia, y aclara que, en ninguno de los casos, la potencia de generación deberá superar la potencia máxima registrada al cliente.⁶¹

⁶⁰ El anexo técnico de la normativa de generación distribuida renovable para auto consumo. (La Asamblea Nacional, 2020)

⁶¹ Generación Distribuida. ¿Cómo catalizar el proceso? (NICARAGUA RENOVABLE, 2020)

Las fuentes de energía renovable aplicables en el país son:

Eólica; Solar, Hidráulica, Biomasa, Geotérmica y residuos sólidos.

La aplicación de la tecnología emergente en energía renovable puede aplicarse de varias maneras tal como:

La integración de almacenamiento de energía:

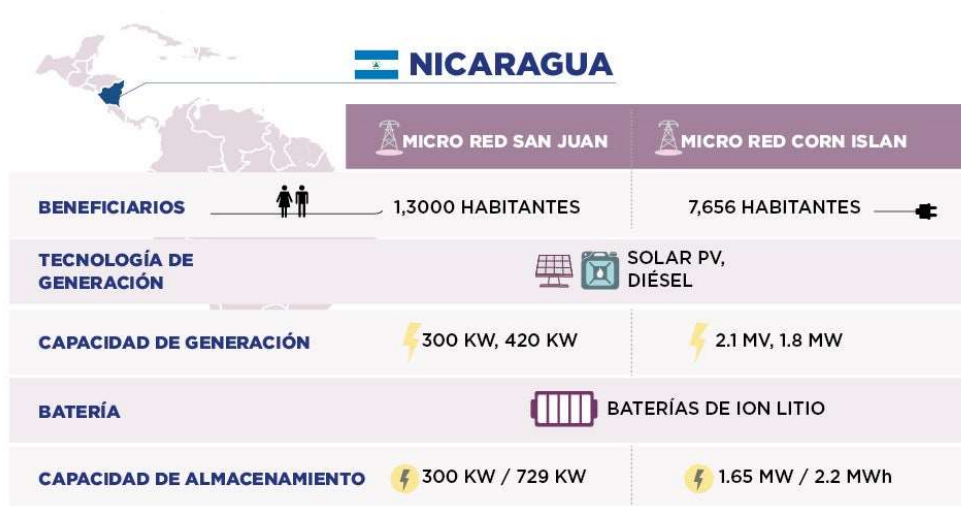


Ilustración 52 Almacenamiento en centrales de Nicaragua BID. Fuente: <https://publications.iadb.org/en/publications/english/viewer/State-of-Charge-Energy-Storage-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>

Las tecnologías emergentes como las baterías de almacenamiento son una herramienta muy versátil para proveer flexibilidad a las fuentes de energía renovable. Estas tecnologías variables exigen mayor flexibilidad en los sistemas eléctricos para mantener el balance continuo entre la generación y la demanda.⁶²

Existen múltiples modelos de baterías capaces de almacenar energía solar; cada una de ellas tiene sus ventajas e inconvenientes. Hay cuatro tipos de baterías que se utilizan principalmente para aplicaciones de almacenamiento de energía solar.⁶³

⁶² Sistemas de almacenamiento de energía. (Malagon, 2021)

⁶³ Energía solar y almacenamiento: Tipos de baterías para sistemas solares. (Gubangxa, 2023)

- Ion-Litio.

Son de carga rápida, alta energía específica, estabilidad, nueva, largo ciclo de vida, no requieren ventilación ni refrigeración. Con el riesgo de desbordamiento térmico.

Estas baterías tienen una alta densidad energética y un auto descarga bastante baja. No necesitan un cebado prolongado, con una nueva carga es suficiente. En general requieren poco mantenimiento y no es necesario descargarlas periódicamente.

Sin embargo, la mayoría de ellas siguen siendo comparativamente más caras de fabricar y están sujetas al envejecimiento, incluso mientras no se utilizan, y a las restricciones de transporte. También requieren un circuito de protección para mantener tensión y la corriente dentro de límites.⁶⁴

- Plomo-ácido.

Son económicas y tienen la menor tasa de auto descarga entre las baterías recargables. También tienen una alta potencia específica y son capaces de soportar altas corrientes de descarga. Sin embargo, se descargan lentamente (más de 14 horas) y tienen una baja energía específica. Su vida útil es limitada, puede reducirse con repetidos ciclos profundos.

No son respetuosas con el medio ambiente. Si no se desechan correctamente las baterías de plomo-ácido pueden contaminar el medio ambiente y ser una amenaza para la salud humana y la naturaleza, ya que sus dos principales componentes son el ácido sulfúrico y el plomo. Son conocidas por ser fiables y baratas. Estas baterías son pesadas debido a sus materiales y relativamente ineficientes en cuanto a su carga y descarga en comparación con otras baterías.

Requieren relleno de agua, restricciones de transporte, necesitan ventilación. Necesitan de válvulas para regular la desgasificación, poco o ningún mantenimiento, pueden instalarse en aplicaciones de difícil acceso y sensibles a la temperatura. Pueden dividirse en dos categorías:

⁶⁴ Energía solar y almacenamiento: Tipos de baterías para sistemas solares. (Gubangxa, 2023)

de vidrio absorbido (AGM) y de gel. El gel funciona mejor a temperaturas cálidas y la AGM a temperaturas más frías.

- De Níquel.

Se han utilizado en proyectos de almacenamiento de energía a gran escala, ya que tienen un buen rendimiento en todo tipo de temperaturas. El níquel-cadmio (Ni CD) es la tecnología de baterías más utilizada. Son más adecuadas para instalaciones fuera de red, debido a un sistema de reserva fiable y no requieren un mantenimiento regular, pero la falta de mantenimientos afecta su número de ciclos,

Tienen riesgo de desbordamiento térmico, también al efecto memoria y el bajo voltaje; este tipo de baterías hace que se necesiten muchas más celdas para conseguir un alto voltaje. Además, el cadmio es un metal tóxico, lo que hace que este tipo de baterías sea uno de los menos respetuosos con el medio ambiente junto con las baterías de plomo. Ácido.

- De flujo.

Son relativamente nuevas, aunque la tecnología se ha utilizado durante años, se llaman de flujo porque en su interior existe una solución acuosa de bromuro de zinc. Tienen una mayor flexibilidad de diseño, lo que permite una mayor combinación entre la capacidad de almacenamiento y la capacidad de salida de energía.

Tienen baja densidad energética, son caras y muy grandes. Sin embargo, en lugar de añadir más baterías a un sistema para aumentar su capacidad, las baterías solo necesitan más líquido electrolítico el cual puede reponerse en cualquier momento sin interrumpir la producción de energía. La célula electroquímica puede suministrar energía mientras la solución electrolítica esté disponible.

Aplicación de tecnología emergente

Noticias estatales aplicables en la integración de almacenamiento de energía solar según el sistema de la integración centroamericana.

Cesar Zamora, presidente de la cámara de energía de Nicaragua (CEN), ejemplifico en un complejo turístico establecido en Rivas invirtió más de un millón de dólares en el establecimiento de un sistema de energía renovable.

Hizo una inversión de baterías con alto rendimiento y modernas. Es hacer las redes más inteligentes, es una relación de energía solar, baterías y diésel. Según palabras del presidente de la cámara de energía.⁶⁵

Agregando que los paneles solares, son uno de los componentes mayoritarios del sistema que están exonerados de impuestos, según la ley 532, Capítulo II, Arto. 7, incisos 1-6.⁶⁶

En 2018 Max Lacayo, Vice presidente de la asociación Renovable de Nicaragua menciona que la generación de energía solar es amigable con el medio ambiente, además la mejor manera de abaratar los costos de energía es combinando la energía solar con la energía convencional.

Destacando que un sistema híbrido, junto el almacenamiento en baterías, puede aprovechar las fortalezas de ambas fuentes; se podría usar paneles para generar energía durante el día y turbinas eólicas para aprovechar el viento durante todo el día y la noche. Las baterías almacenan energía generada por ambas fuentes y la distribuyen según sea necesario.

Este enfoque lo señala el informe de IRENA "Innovation Outlook: Storage" (2020) describe cómo los sistemas de almacenamiento de energía, incluidos los térmicos, permiten integrar altas proporciones de energías renovables en la generación de energía, la industria y los edificios.⁶⁷

⁶⁵ Nicaragua saca poco provecho a bondades de la energía solar. (SICA, 2018)

⁶⁶ LEY PARA LA PROMOCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES. (LA GACETA, 2005)

⁶⁷ Thermal energy storage: A key enable of increased renewables penetration in energy systems. (IRENA INSIGHTS, 2021)

Planta Geotérmica Instala Energía solar



Ilustración 53. Central geotérmica San Jacinto-Tizate. Fuente: <https://www.victronenergy.com/blog/2022/10/07/geothermal-plant-installs-solar-energy/>

La planta geotérmica San Jacinto-Tizate en Nicaragua, con una capacidad de producción de 77 MW, ha instalado recientemente energía solar para su uso propio. Debido a una ley en Nicaragua, las plantas geotérmicas deben vender toda la energía que producen a la red de distribución de Centroamérica y luego comprar la energía que necesitan para su propio consumo. Esta instalación solar permite a la planta operar de manera independiente durante fallos en la red, eliminando la necesidad de generadores diésel y reduciendo costos y mantenimiento.

La empresa Ecamí S.A., con sede en Managua, diseñó e instaló un sistema fotovoltaico de 72 kWp utilizando módulos solares TRINA y baterías de litio Pylontech. Este sistema no solo cubre la demanda diurna de la planta, sino que también almacena energía para el consumo nocturno, garantizando un suministro eléctrico ininterrumpido. Con esta adición, la planta San Jacinto-Tizate mejora su sostenibilidad y eficiencia, alineándose con la creciente tendencia de Nicaragua hacia el uso de fuentes de energía renovable.⁶⁸

⁶⁸ Planta Geotérmica instala energía solar. (VICTRON ENERGY, 2022).

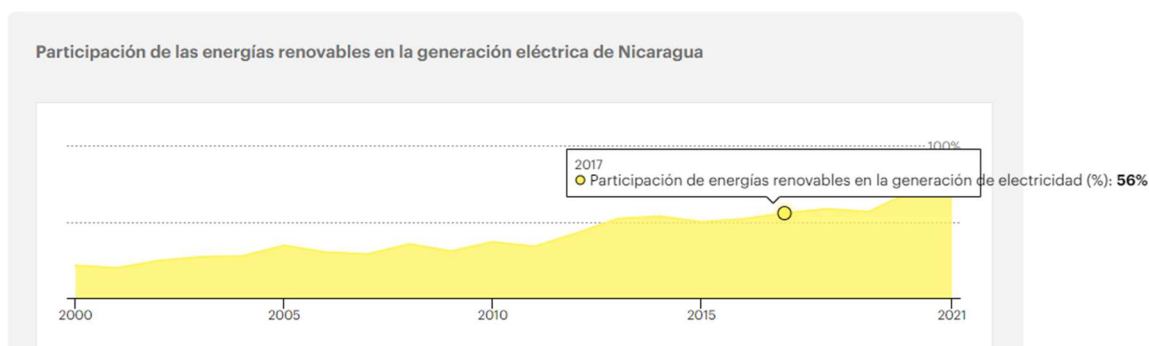


Ilustración 54 Participación de las energías renovables en la generación eléctrica de Nicaragua. Fuente: <https://www.iea.org/countries/nicaragua/renewables>

Nicaragua ha avanzado significativamente en la adopción de tecnologías de energías renovables en los últimos años. El país ha desarrollado una estrategia para diversificar su matriz energética, enfocándose en fuentes renovables como la energía hidroeléctrica, la geotérmica, la solar y la eólica. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), la participación de las energías renovables en la generación de electricidad en Nicaragua es notablemente alta, con un 70% de su electricidad proveniente de fuentes renovables en 2021.⁶⁹

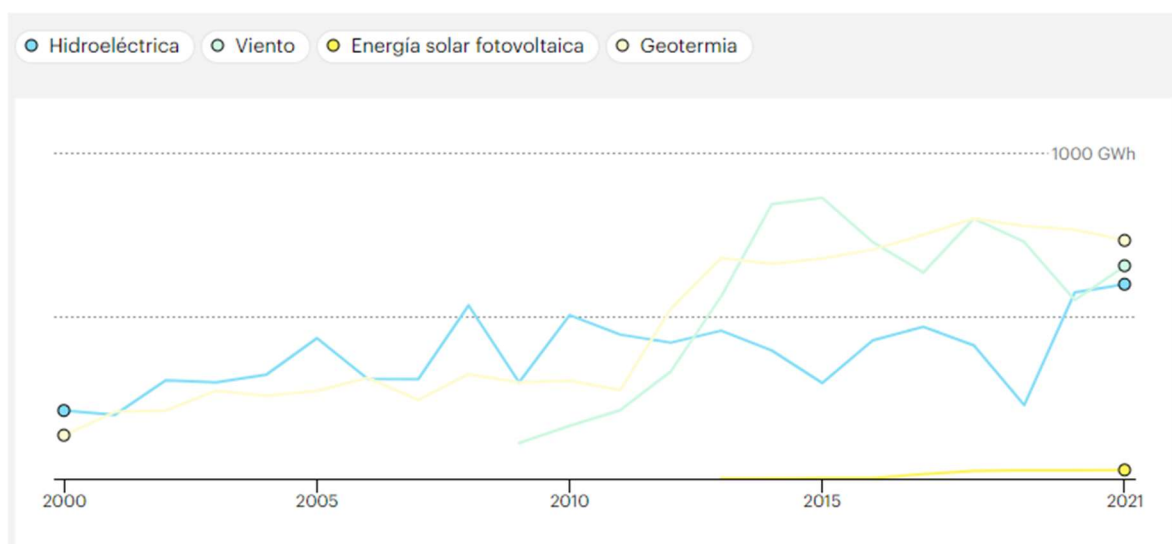


Ilustración 55. Evolución de la generación eléctrica renovable por fuente renovable en Nicaragua desde el año 2000. Fuente: <https://www.iea.org/countries/nicaragua/renewables>

⁶⁹ Porcentaje de energías renovables en el consumo energético. (IEA, 2020)

También la energía geotérmica y la hidroeléctrica son las principales contribuyentes a la generación de energía renovable en el país. Nicaragua cuenta con un considerable potencial geotérmico debido a su ubicación en el cinturón de fuego del Pacífico, lo que le permite aprovechar esta fuente de energía constante y confiable. Además, el país ha invertido en proyectos de energía solar y eólica, aunque en menor escala, con un potencial creciente para expandirse en el futuro.⁷⁰

Estos esfuerzos no solo ayudan a reducir la dependencia de los combustibles fósiles, sino que también contribuyen a la mitigación del cambio climático y a la creación de un sistema energético más sostenible y resiliente.

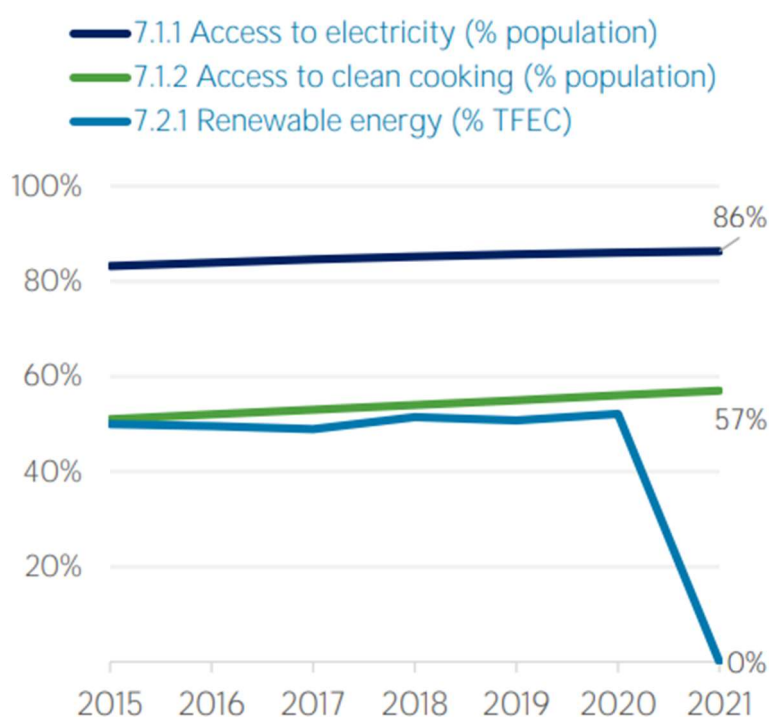


Ilustración 56. Acceso a electricidad y cocina limpia. Fuente: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles/Central%20America%20and%20the%20Caribbean/Nicaragua_Central%20America%20and%20the%20Caribbean_RE_SP.pdf#:~:text=URL%3A%20https%3A%2F%2Fwww.irena.org%2F.

⁷⁰ Perfil de estadísticas y SDGS. (IRENA, 2020)

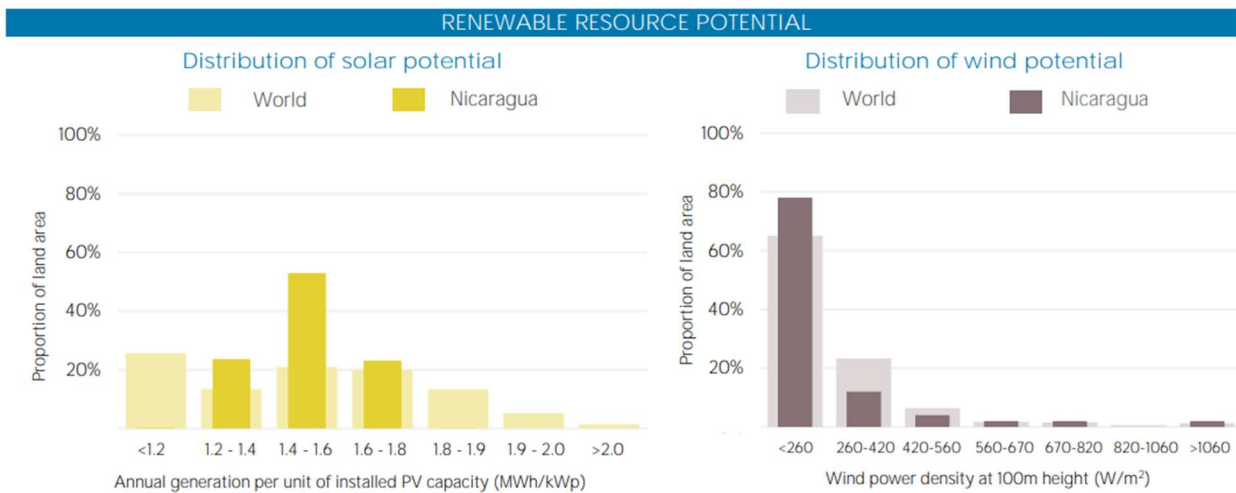


Ilustración 57 Energía eólica Nicaragua. Fuente: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles/Central%20America%20and%20the%20Caribbean/Nicaragua_Central%20America%20and%20the%20Caribbean_RE_SP.pdf.

XI. Capítulo IV

Vías de solución para el desarrollo de las tecnologías emergentes renovables en Nicaragua.



Ilustración 58 Desarrollo de proyectos de energías renovables. Fuente: <https://bester.energy/fases-del-desarrollo-proyectos-energias-renovables/>.

Nicaragua posee un gran potencial para el desarrollo de tecnologías emergentes en energías renovables debido a su riqueza en recursos naturales y su posición geográfica privilegiada. Sin embargo, para alcanzar un desarrollo sostenible y aprovechar al máximo estas ventajas, es esencial implementar una serie de estrategias y soluciones integrales.

Políticas y Regulaciones Gubernamentales

El rol del gobierno es crucial en la promoción de energías renovables. La implementación de incentivos fiscales, como exenciones impositivas y subsidios, puede estimular la inversión en tecnologías renovables tanto para empresas como para particulares. Las normativas claras y coherentes también son vitales para facilitar la instalación y operación de estos sistemas. Por ejemplo, el establecimiento de metas nacionales ambiciosas para la adopción de energías renovables puede guiar el desarrollo del sector y proporcionar un marco claro para las inversiones y proyectos futuros.

Inversión y Financiamiento

La creación de fondos específicos para financiar proyectos de energías renovables es una estrategia efectiva para impulsar el sector. Estos fondos pueden provenir tanto de fuentes nacionales como internacionales. Además, proporcionar acceso a créditos blandos y subvenciones es esencial, especialmente en áreas rurales donde el costo inicial puede ser prohibitivo. La experiencia internacional ha demostrado que el acceso al financiamiento es uno de los mayores impulsores del crecimiento en el sector de energías renovables.

Investigación y Desarrollo

Fomentar la investigación y el desarrollo (I+D) en energías renovables a través de alianzas con universidades y centros de investigación es fundamental para innovar y mejorar las tecnologías existentes. La colaboración entre el sector público y privado en proyectos de I+D puede conducir a avances significativos en la eficiencia y la reducción de costos de las tecnologías renovables. Además, apoyar la innovación tecnológica a través de programas de I+D puede posicionar a Nicaragua como un líder en el desarrollo de energías limpias en la región.

Capacitación y Educación

Implementar programas educativos y de capacitación para formar a técnicos y profesionales en el sector de energías renovables es esencial para asegurar una fuerza laboral calificada. Las campañas de concienciación pública también son importantes para informar a la población sobre los beneficios y la viabilidad de las energías renovables, lo que puede aumentar la aceptación y el apoyo a estos proyectos.

Infraestructura y Tecnología

El desarrollo de redes eléctricas inteligentes y la modernización de la infraestructura eléctrica son necesarios para integrar eficazmente las energías renovables. Las tecnologías de almacenamiento de energía, como las baterías, juegan un papel crucial en la gestión de la intermitencia de fuentes renovables como la solar y la eólica. Invertir en estas tecnologías puede mejorar la estabilidad y la fiabilidad del suministro de energía renovable.

Colaboración Internacional

Buscar asistencia técnica y financiera de organizaciones internacionales y países con experiencia en energías renovables puede ser muy beneficioso. Participar en proyectos regionales o globales de energía renovable puede ofrecer oportunidades de aprendizaje y colaboración que fortalezcan la capacidad nacional. La cooperación internacional también puede facilitar el acceso a tecnologías avanzadas y prácticas óptimas .

Empresas y Sector Privado

Fomentar las alianzas público-privadas es clave para desarrollar proyectos de energías renovables. La colaboración entre el gobierno y el sector privado puede movilizar recursos y compartir riesgos, acelerando el desarrollo del sector. Además, incentivar a las empresas locales a adoptar y desarrollar tecnologías renovables puede impulsar la innovación y crear un mercado más competitivo y dinámico.

Comunidades Locales

Desarrollar proyectos de energía renovable a pequeña escala en comunidades rurales puede mejorar el acceso a la energía y contribuir al desarrollo local. La participación comunitaria en el diseño e implementación de estos proyectos es crucial para asegurar que satisfacen las necesidades locales y cuentan con el apoyo de la comunidad. Los proyectos comunitarios de energías renovables también pueden crear empleo y fomentar el desarrollo económico a nivel local.

XII. CONCLUSIONES

En conclusión, el desarrollo de tecnologías emergentes renovables en Nicaragua requiere un enfoque multifacético que incluya políticas, regulaciones gubernamentales, financiamiento adecuado, investigación, desarrollo, educación, capacitación, modernización de infraestructura, colaboración internacional, apoyo del sector privado y participación comunitaria. Implementar estas estrategias puede ayudar a Nicaragua a aprovechar su potencial en energías renovables, contribuyendo al desarrollo sostenible y la independencia energética del país.

En términos de evolución, la capacidad de generación de energía renovable en Nicaragua ha aumentado significativamente, impulsado por inversiones en infraestructura y políticas gubernamentales que promueven el uso de las energías limpias agregando que la diversificación de la matriz energética no solo ha mejorado la sostenibilidad ambiental, sino que también ha construido la estabilidad y seguridad del suministro eléctrico del país.

La implementación de energías renovables ha sido la clave para diversificar la matriz energética, reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases efecto invernadero. En particular, la energía solar y la energía eólica se han consolidado como las fuentes de generación de uso prioritario debido a su abundancia y costos decrecientes.

En conclusión, la cuantificación de la aplicación de tecnologías emergentes en energía renovable en Nicaragua revela un panorama prometedor y diversificado. Las fuentes de energía con mayor aprovechamiento incluyen la geotermia y la energía eólica, que han demostrado ser altamente eficientes y sostenibles en el contexto nicaragüense. Por otro lado, la energía solar, aunque con menor participación actual, muestra un potencial significativo para el futuro, especialmente en áreas rurales y aisladas.

Para avanzar en el desarrollo de tecnologías emergentes renovables en Nicaragua, es crucial superar las limitaciones actuales y maximizar el potencial de estas tecnologías. Algunas estrategias clave incluyen fomentar la inversión en proyectos de investigación y desarrollo (I+D) para mejorar tecnologías como la energía geotérmica de baja entalpía, la energía solar de concentración y las microrredes inteligentes; establecer un marco regulatorio favorable

que incentive la adopción de estas tecnologías mediante subsidios, incentivos fiscales y programas de financiamiento accesibles; fortalecer la cooperación internacional para intercambiar conocimientos y mejores prácticas; implementar programas de capacitación y educación para formar a profesionales en el manejo de nuevas tecnologías renovables; y desarrollar proyectos piloto que demuestren la viabilidad y beneficios de estas tecnologías en contextos locales. Estas estrategias pueden contribuir significativamente al desarrollo y la integración de tecnologías renovables emergentes en Nicaragua, promoviendo un futuro energético más sostenible y diversificado.

XIII. ANEXOS

Compañías dedicadas a la venta de equipos y servicios de energías renovables.



Ilustración 59 ECAMI S.A. Fuente: <https://www.ecami.com.ni/quienes-somos/>

Tienen 40 Años de experiencia posicionándose como una empresa pionera en la comercialización de energía solar en Centroamérica. Se especializan en la planificación, diseño, suministro, instalación, operación y mantenimiento de Proyectos Solares para Residencias, Hoteles, Comercios e Industrias.

ERA SOLAR S.A



Ilustración 60. ERA SOLAR S.A. Fuente: <https://erasolar.com.ni/nosotros/>

Somos Era solar contamos con más de 10 años de experiencia en Nicaragua, nuestra experiencia y especialidad nos ha permitido traer a Nicaragua la oportunidad de ahorrar energía en tu hogar y negocio. Instalan sistemas solares de energía solar, somos especialistas en diseño, instalación y mantenimiento en todo tipo de sistema solar. Brindan cobertura de sistemas solares en zonas rurales aisladas en toda Nicaragua.

TECNOSOL



Ilustración 61. TECNOSOL. Fuente: https://www.google.com/maps/search/TECNOSOL/@12.1399667,-86.261324,4913m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MDkyNC4wIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D

Es una empresa privada con más de 25 años de experiencia en energía solar que se dedica a promover el uso de la energía renovable, principalmente la energía solar. Su papel fundamental es el diseño, consultoría, suministro, instalación, capacitación y mantenimiento de equipos de energía renovable.

SUNISOLAR



Ilustración 62. SUNISOLAR. Fuente: <https://www.sunisolar.com/>

Una empresa con más de 18 años de experiencia en el mercado de las energías renovables. Su sede está en Managua y es una empresa que diseña, vende e instala soluciones de Energía Renovable siendo los principales sistemas fotovoltaicos, termo solares y equipos de iluminación natural de alta eficiencia.

CENGYSOL



Ilustración 63. CENGYSOL. Fuente: <https://cengysol.com/>

Son una empresa dedicada a brindar soluciones de energías renovables adecuadas a las necesidades del cliente. Creando un mercado regional de energías verdes de crecimiento acelerado con fuerte rentabilidad y simplicidad para todos los hogares y oficinas.

NICAMISOL S.A



Ilustración 64. NICAMISOL. Fuente: <https://nicamisol.com/>

Diseñan e instalan sistemas solares a la medida de las necesidades de los clientes con más de 250 proyectos instalados. Nacen de la necesidad de contribuir a que los hogares nicaragüenses cuenten con los mejores sistemas solares con la mejor tecnología.

ENERGIA SOL Y VIENTO



Ilustración 65. ENERGIA SOL Y VIENTO. <https://energiasolyviento.com.ni/>.

ENERGÍA SOL Y VIENTO opera exclusivamente en tecnologías renovables, con más de 10 años de trayectoria en el sector de energías renovables, conformado por gente experta en el campo energético, diseñamos soluciones integradas y sostenibles de energía.

AURA SOLAR



Ilustración 66. AURA SOLAR. Fuente:
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=1038621981600398&set=a.504450121684256>

Empresa de energía solar, venta de equipos solares, instalación de sistemas híbridos y autónomos, instalación de sistemas autoconsumo.

Comparativo de producción de energía primaria (ktep) por año:

Tabla 5. Producción de energía primaria (ktep) 2016-2017, Fuente: Balance energético nacional 2017.

FUENTES	2016		2017		VAR % 2016-2017
	ktep	%	ktep	%	
Energía Hidráulica	99.5	5.6	139.8	7.2	40.5
Energía Geotérmica	183.9	10.3	217.8	11.2	18.4
Energía Eólica	62.7	3.5	54.6	2.8	(12.9)
Energía Solar Fotovoltaica	0.2	0.0	1.2	0.1	500.0
Biomasa	1,438.4	80.6	1,533.7	78.7	6.6
Leña	1,081.9	60.6	1,085.2	55.6	0.3
Bagazo y Residuos Vegetales	353.0	19.8	445.0	22.9	26.1
Otras Biomosas	3.5	0.2	3.5	0.2	0.0
TOTAL	1,784.7	100.0	1,947.1	100.0	9.1

Tabla 6. Producción de energía primaria(ktep) 2017-2018. Fuente: Balance Energético Nacional 2018.

FUENTES	2017		2018		VAR % 2017-2018
	ktep	%	ktep	%	
Energía Hidráulica	139.8	7.2	112.3	5.8	(19.7)
Energía Geotérmica	217.8	11.2	236.2	12.1	8.5
Energía Eólica	54.6	2.8	68.8	3.5	26.0
Energía Solar Fotovoltaica	1.2	0.1	2.1	0.1	75.0
Biomasa	1,533.7	78.7	1,532.2	78.5	(0.1)
Leña	1,085.2	55.6	1,102.2	56.4	1.6
Bagazo y Residuos Vegetales	445.0	22.9	426.5	21.9	(4.2)
Otras Biomosas	3.5	0.2	3.5	0.2	0.0
TOTAL	1,947.1	100.0	1,951.6	100.0	0.2

Tabla 7. Producción de Energía Primaria (kTEP). Fuente: Balance Energético Nacional 2019

FUENTES	2018		2019		VAR % 2018-2019
	ktep	%	ktep	%	
Energía Hidráulica	112.3	5.8	76.6	3.9	(31.8)
Energía Geotérmica	236.2	12.1	201.4	10.4	(14.7)
Energía Eólica	68.8	3.5	62.8	3.2	(8.7)
Energía Solar Fotovoltaica	2.1	0.1	2.2	0.1	4.8
Biomasa	1,532.2	78.5	1,610.4	82.4	5.1
Leña	1,102.2	56.4	1,107.6	56.7	0.5
Bagazo y Residuos Vegetales	426.5	21.9	433.8	22.2	1.7
Otras Biomosas	3.5	0.2	69.0	3.5	1,871.4
TOTAL	1,951.6	100.0	1,953.4	100.0	0.1

Tabla 8. Tabla de producción de energía primaria (ktep) 2019-2020. Fuente: Balance Energético Nacional 2020

Fuentes	2019		2020		Var % 2019-2020
	ktep	%	ktep	%	
Energía Hidráulica	76.6	3.9	125.8	6.4	64.2
Energía Geotérmica	201.4	10.4	188.9	9.6	(6.2)
Energía Eólica	62.8	3.2	47.3	2.4	(24.7)
Energía Solar Fotovoltaica	2.2	0.1	2.2	0.1	0.0
Biomasa	1,610.4	82.4	1,598.2	81.5	(0.8)
Leña	1,107.6	56.7	1,116.3	56.9	0.8
Bagazo y Residuos Vegetales	433.8	22.2	406.2	20.7	(6.4)
Otras Biomosas	69.0	3.5	75.7	3.9	9.7
TOTAL	1,953.4	100.0	1,962.4	100.0	0.5

Tabla 9. Tabla de producción de energía primaria (ktep) 2020-2021. Fuente: Balance Energético Nacional 2021.

Fuentes	2020		2021		Var % 2020-2021
	ktep	%	ktep	%	
Energía Hidráulica	125.8	6.5	88.7	4.5	(29.5)
Energía Geotérmica	188.9	9.7	192.1	9.8	1.7
Energía Eólica	47.3	2.4	56.4	2.9	19.2
Energía Solar Fotovoltaica	2.2	0.1	2.3	0.1	4.6
Biomasa	1,578.6	81.3	1,612.6	82.7	2.2
Leña	1,097.0	56.5	1,115.4	57.2	1.7
Bagazo y Residuos Vegetales	406.2	20.9	411.2	21.1	1.2
Otras Biomosas	75.4	3.9	86.0	4.4	14.1
TOTAL	1,942.8	100.0	1,952.1	100.0	0.5

Tabla 10. Tabla de producción de energía primaria (ktep) 2021-2022. Fuente: Balance Energético Nacional 2022.

Fuentes	2021		2022		Var % 2021-2022
	ktep	%	ktep	%	
Energía Hidráulica	88.7	4.7	139.9	7.0	57.7
Energía Geotérmica	192.1	10.1	200.4	10.1	4.3
Energía Eólica	56.4	3.0	48.3	2.4	(14.4)
Energía Solar Fotovoltaica	2.3	0.1	2.2	0.1	(4.4)
Biomasa	1,565.6	82.1	1,602.3	80.4	2.3
Leña	1,115.9	58.5	1,134.2	56.9	1.6
Bagazo y Residuos Vegetales (cascarillas)	411.5	21.6	438.3	22.0	6.5
Otras Biomosas	38.2	2.0	29.8	1.5	(22.0)
TOTAL	1,905.1	100.0	1,993.1	100.0	4.6

Comparativa de consumo de energía final por fuente anuales:

Tabla 11. Tabla comparativa de consumo de energía final por fuentes 2016-2017. Fuente: Balance energético Nacional 2017.

FUENTES	2016			2017			VAR % 2016-2017
	ktep	% (parcial)	% (total)	ktep	% (parcial)	% (total)	
Energía Primaria	1,089.6	100.0	42.4	1,095.3	100.0	41.6	0.5
Leña	1,049.6	96.4	40.8	1,055.3	96.4	40.0	0.5
Bagazo de Caña	7.2	0.7	0.3	7.2	0.7	0.3	0.0
Cascarilla de Arroz	14.7	1.3	0.6	14.7	1.3	0.6	0.0
Cascarilla de Café	7.7	0.7	0.3	7.8	0.7	0.3	1.3
Cascarilla de Maní	6.8	0.6	0.3	6.8	0.6	0.3	0.0
Otras Biomosas	3.6	0.3	0.1	3.5	0.3	0.1	(2.8)
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Hidráulica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Geotérmica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Solar Fotovoltaica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Secundaria	1,491.3	100.0	57.6	1,544.3	100.0	58.4	3.6
Carbón Vegetal	7.7	0.5	0.3	7.7	0.5	0.2	0.0
Gas Licuado de Petróleo	130.6	8.8	5.1	139.0	9.0	5.3	6.4
Gasolinas (Gm+Gv)	352.1	23.6	13.6	367.7	23.7	13.9	4.4
Querosenos (Ke+Kt)	32.2	2.2	1.2	36.7	2.4	1.4	14.0
Diésel	568.6	38.1	22.0	591.2	38.3	22.4	4.0
Fuel Oil	26.5	1.8	1.0	25.9	1.7	1.0	(2.3)
Gas de Refinería (Fuel Gas)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
No Energéticos (As, Sv y Lub)	34.3	2.3	1.3	29.0	1.9	1.1	(15.5)
Coque de Petróleo	24.2	1.6	0.9	24.4	1.6	0.9	0.8
Electricidad	315.1	21.1	12.2	322.7	20.9	12.2	2.4
TOTAL	2,580.9	100.0	100.0	2,639.6	100.0	100.0	2.3

Tabla 12. Tabla comparativa de consumo de energía final por fuentes 2017-2018. Fuente: Balance energético Nacional 2018.

FUENTES	2017			2018			VAR % 2017-2018
	ktep	% (parcial)	% (total)	ktep	% (parcial)	% (total)	
Energía Primaria	1,095.3	100.0	41.6	1,104.5	100.0	43.1	0.8
Leña	1,055.3	96.4	40.0	1,063.2	96.3	41.4	0.8
Bagazo de Caña	7.2	0.7	0.3	7.2	0.7	0.3	0.0
Cascarilla de Arroz	14.7	1.3	0.6	14.8	1.3	0.6	0.7
Cascarilla de Café	7.8	0.7	0.3	9.0	0.8	0.4	15.4
Cascarilla de Maní	6.8	0.6	0.3	6.8	0.6	0.3	0.0
Otras Biomosas	3.5	0.3	0.1	3.5	0.3	0.1	0.0
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Hidráulica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Geotérmica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Solar Fotovoltaica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Secundaria	1,544.3	100.0	58.4	1,461.9	100.0	56.9	(5.3)
Carbón Vegetal	7.7	0.5	0.2	7.7	0.5	0.3	0.0
Gas Licuado de Petróleo	139.0	9.0	5.3	138.5	9.5	5.4	(0.4)
Gasolinas (Gm+Gv)	367.7	23.7	13.9	344.2	23.7	13.4	(6.4)
Querosenos (Ke+Kt)	36.7	2.4	1.4	27.0	1.8	1.1	(26.4)
Diésel	591.2	38.3	22.4	548.5	37.5	21.2	(7.2)

FUENTES	2017			2018			VAR % 2017- 2018
	ktep	% (parcial)	% (total)	ktep	% (parcial)	% (total)	
Fuel Oil	25.9	1.7	1.0	22.3	1.5	0.9	(13.9)
Gas de Refinería (Fuel Gas)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
No Energéticos (As, Sv y Lub)	29.0	1.9	1.1	29.6	2.0	1.2	2.1
Coque de Petróleo	24.4	1.6	0.9	23.4	1.6	0.9	(4.1)
Electricidad	322.7	20.9	12.2	320.7	21.9	12.5	(0.6)
TOTAL	2,639.6	100.0	100.0	2,566.4	100.0	100.0	(2.8)

Tabla 13. Tabla comparativa consumo de energía final por fuente 2018-2019. Fuente: Balance Energético Nacional 2019.

FUENTES	2018			2019			VAR % 2018- 2019
	ktep	% (parcial)	% (total)	ktep	% (parcial)	% (total)	
Energía Primaria	1,104.5	100.0	43.1	1,108.5	100.0	42.7	0.4
Leña	1,063.2	96.3	41.4	1,071.3	96.6	41.2	0.8
Bagazo de Caña	7.2	0.7	0.3	7.2	0.6	0.4	0.0
Cascarilla de Arroz	14.8	1.3	0.6	16.4	1.6	0.6	10.8
Cascarilla de Café	9.0	0.8	0.4	10.1	0.9	0.4	12.2
Cascarilla de Maní	6.8	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	(100.0)
Otras Biomásas (residuo vegetal y animal)	3.5	0.3	0.1	3.5	0.3	0.1	0.0
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Hidráulica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Geotérmica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Solar Fotovoltaica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Secundaria	1,461.9	100.0	56.9	1,496.8	100.0	57.3	2.4
Carbón Vegetal	7.7	0.5	0.3	7.5	0.5	0.3	(2.6)
Biogás	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Licuado de Petróleo	138.5	9.5	5.4	138.4	9.2	5.3	(0.1)
Gasolinas (Gm+Gv)	344.2	23.7	13.4	362.7	24.3	13.9	5.4
Querosenos (Ke+Kt)	27.0	1.8	1.1	24.5	1.6	0.9	(9.3)
Diésel	548.5	37.5	21.2	559.4	37.4	21.5	2.0
Fuel Oil	22.3	1.5	0.9	21.4	1.4	0.8	(4.0)
Gas de Refinería (Fuel Gas)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
No Energéticos (As, Sv y Lub)	29.6	2.0	1.2	34.8	2.3	1.3	17.6
Coque de Petróleo	23.4	1.6	0.9	24.0	1.6	0.9	2.6
Electricidad	320.7	21.9	12.5	324.1	21.7	12.4	1.1
TOTAL	2,566.4	100.0	100.0	2,605.3	100.0	100.0	1.5

Tabla 14. Tabla comparativa de consumo de energía final por fuente 2020. Fuente: Balance Energético Nacional 2020.

Fuentes	2019			2020			Var % 2019-2020
	ktep	% (parcial)	% (total)	ktep	% (parcial)	% (total)	
Energía Primaria	1,108.5	100.0	42.7	1,115.6	100.0	42.9	0.6
Leña	1,071.3	96.6	41.2	1,078.3	96.7	41.5	0.7
Bagazo de Caña	7.2	0.6	0.4	7.2	0.6	0.3	0.0
Cascarilla de Arroz	16.4	1.6	0.6	16.7	1.5	0.6	1.8
Cascarilla de Café	10.1	0.9	0.4	9.9	0.9	0.4	(2.0)
Cascarilla de Maní	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuentes	2019			2020			Var % 2019-2020
	ktep	% (parcial)	% (total)	ktep	% (parcial)	% (total)	
Otras Biomosas (Rv+Ra)	3.5	0.3	0.1	3.5	0.3	0.1	0.0
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Hidráulica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Geotérmica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Solar Fotovoltaica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Secundaria	1,496.8	100.0	57.3	1,485.2	100.0	57.1	(0.8)
Carbón Vegetal	7.5	0.5	0.3	7.7	0.5	0.3	2.7
Biogás	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Licuado de Petróleo	138.4	9.2	5.3	148.5	10.0	5.7	7.3
Gasolinas (Gm+Gv)	362.7	24.3	13.9	359.2	24.2	13.8	(1.0)
Querosenos (Ke+Kt)	24.5	1.6	0.9	13.4	0.9	0.5	(45.3)
Diésel	559.4	37.4	21.5	571.2	38.5	22.0	2.1
Fuel Oil	21.4	1.4	0.8	23.6	1.6	0.9	10.3
Gas de Refinería (Fuel Gas)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
No Energéticos (As, Sv y Lub)	34.8	2.3	1.3	25.9	1.7	1.0	(25.6)
Coque de Petróleo	24.0	1.6	0.9	21.6	1.5	0.8	(10.0)
Electricidad	324.1	21.7	12.4	314.1	21.1	12.1	(3.1)
TOTAL	2,605.3	100.0	100.0	2,600.8	100.0	100.0	(0.2)

Tabla 15. . Tabla comparativa de consumo de energía final por fuente 2021. Fuente: Balance Energético Nacional 2021.

Fuentes	2020			2021			Var % 2020-2021
	ktep	% (parcial)	% (total)	ktep	% (parcial)	% (total)	
Energía Primaria	1,097.6	100.0	42.4	1,115.0	100.0	40.8	1.6
Leña	1,061.8	96.7	41.1	1,077.0	96.6	39.4	1.4
Bagazo de Caña	6.2	0.6	0.2	7.0	0.6	0.3	12.9
Cascarilla de Arroz	16.7	1.5	0.6	17.0	1.5	0.6	1.8
Cascarilla de Café	9.7	0.9	0.4	10.6	1.0	0.4	9.3
Cascarilla de Maní	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Otras Biomosas (Rv+Ra)	3.2	0.3	0.1	3.4	0.3	0.1	6.3
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Hidráulica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Geotérmica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Solar Fotovoltaica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Secundaria	1,484.4	100.0	57.6	1,621.5	100.0	59.2	9.2
Carbón Vegetal	6.9	0.5	0.3	7.3	0.5	0.3	5.8
Biogás	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuentes	2020			2021			Var % 2020-2021
	ktep	% (parcial)	% (total)	ktep	% (parcial)	% (total)	
Gas Licuado de Petróleo	148.5	10.0	5.8	154.3	9.5	5.6	3.9
Gasolinas (Gm+Gv)	359.1	24.2	13.9	392.7	24.2	14.3	9.4
Querosenos (Ke+Kt)	13.3	0.9	0.5	15.2	0.9	0.6	14.3
Diésel	571.3	38.5	22.2	650.4	40.1	23.8	13.9
Fuel Oil	23.6	1.6	0.9	31.1	1.9	1.1	31.8
Gas de Refinería (Fuel Gas)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
No Energéticos (As, Sv y Lub)	26.0	1.8	1.0	21.4	1.3	0.8	(17.7)
Coque de Petróleo	21.6	1.5	0.8	13.4	0.8	0.5	(38.0)
Electricidad	314.1	21.2	12.2	335.7	20.8	12.2	6.9
TOTAL	2,582.0	100.0	100.0	2,736.5	100.0	100.0	6.0

Tabla 16. Tabla comparativa de consumo de energía final por fuente 2022. Fuente: Balance Energético Nacional 2022.

Fuentes	2021			2022			Var % 2021- 2022
	ktep	% (parcial)	% (total)	ktep	% (parcial)	% (total)	
Energía Primaria	1,115.1	100.0	40.7	1,128.9	100.0	40.2	1.2
Leña	1,077.2	96.6	39.4	1,090.1	96.6	38.8	1.2
Bagazo de Caña	6.8	0.6	0.2	7.0	0.6	0.3	2.9
Cascarilla de Arroz	17.2	1.5	0.6	17.7	1.6	0.6	2.9
Cascarilla de Café	10.6	1.0	0.4	10.7	0.9	0.4	0.9
Cascarilla de Maní	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Otras Biomásas (Rv+Ra)	3.3	0.3	0.1	3.4	0.3	0.1	3.0
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Hidráulica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Geotérmica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Solar Fotovoltaica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energía Secundaria	1,621.4	100.0	59.3	1,674.0	100.0	59.8	3.2
Carbón Vegetal	7.4	0.5	0.3	7.7	0.5	0.3	4.1
Gas Licuado de Petróleo	154.4	9.5	5.6	151.6	9.1	5.4	(1.8)
Gasolinas (Gm+Gv)	392.6	24.3	14.3	392.0	23.4	14.0	(0.2)
Querosenos (Ke+Kt)	15.2	0.9	0.6	26.0	1.6	0.9	71.1
Diésel	650.4	40.1	23.8	671.3	40.1	23.9	3.2
Fuel Oil	31.1	1.9	1.1	32.4	1.9	1.2	4.2
Gas de Refinería (Fuel Gas)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
No Energéticos (As, Sv y Lub)	21.3	1.3	0.8	24.8	1.5	0.9	16.4
Coque de Petróleo	13.4	0.8	0.5	24.4	1.5	0.9	82.1
Electricidad	335.6	20.7	12.3	343.8	20.4	12.3	2.4
TOTAL	2,736.5	100.0	100.0	2,802.9	100.0	100.0	2.4

Comparativa de Comercio Exterior por Fuente Energética anuales:

Tabla 17. Comercio exterior por fuente energética 2016-2017. Fuente: Balance energético Nacional 2017.

FUENTES	2016		2017		VAR % 2016-2017
	ktep	%	ktep	%	
Importaciones	1,723.2	100.0	1,777.0	100.0	3.1
Petróleo Crudo	632.2	36.7	724.7	40.7	14.6
Gas Licuado de Petróleo	112.4	6.5	118.8	6.7	5.7
Gasolinas (Gm+Gv)	272.6	15.8	265.7	15.0	(2.5)
Querosenos (Ke+Kt)	1.5	0.1	1.6	0.1	6.7
Diésel	470.7	27.3	455.7	25.6	(3.2)
Fuel Oil	192.2	11.2	139.7	7.9	(27.3)
No Energéticos (As, Sv y Lub)	24.0	1.4	17.3	1.0	(27.9)
Coque de Petróleo	0.0	0.0	25.4	1.4	0.0
Electricidad	17.6	1.0	28.1	1.6	59.7
Exportaciones	20.9	100.0	26.3	100.0	25.8
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Licuado de Petróleo	0.3	1.4	0.0	0.0	(100.0)
Gasolinas (Gm+Gv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Querosenos (Ke+Kt)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diésel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fuel Oil	0.3	1.4	9.5	36.1	3,066.7
No Energéticos (As, Sv y Lub)	18.8	90.0	16.7	63.5	(11.2)
Coque de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Electricidad	1.5	7.2	0.1	0.4	(93.3)

Tabla 18. Comercio exterior por fuente energética 2017-2018. Fuente: Balance energético Nacional 2018.

FUENTES	2017		2018		VAR % 2017-2018
	ktep	%	ktep	%	
Importaciones	1,777.0	100.0	1,624.9	100.0	(8.6)
Petróleo Crudo	724.7	40.7	662.2	40.8	(8.6)
Gas Licuado de Petróleo	118.8	6.7	121.8	7.5	2.5
Gasolinas (Gm+Gv)	265.7	15.0	241.1	14.8	(9.3)
Querosenos (Ke+Kt)	1.6	0.1	0.1	0.0	(93.8)
Diésel	455.7	25.6	380.4	23.4	(16.5)
Fuel Oil	139.7	7.9	165.7	10.2	18.6
No Energéticos (As, Sv y Lub)	17.3	1.0	15.4	0.9	(11.0)
Coque de Petróleo	25.4	1.4	20.9	1.3	(17.7)
Electricidad	28.1	1.6	17.3	1.1	(38.4)
Exportaciones	26.3	100.0	22.7	100.0	(13.7)
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Licuado de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolinas (Gm+Gv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Querosenos (Ke+Kt)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diésel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fuel Oil	9.5	36.1	5.3	23.3	(44.2)
No Energéticos (As, Sv y Lub)	16.7	63.5	17.4	76.7	4.2
Coque de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Electricidad	0.1	0.4	0.0	0.0	(100.0)

Tabla 19. Comercio exterior por fuente energética 2018-2019. Fuente: Balance energético Nacional 2019.

FUENTES	2018		2019		VAR % 2018-2019
	ktep	%	ktep	%	
Importaciones	1,624.9	100.0	1,795.3	100.0	10.5
Petróleo Crudo	662.2	40.8	545.9	30.4	(17.6)
Gas Licuado de Petróleo	121.8	7.5	119.5	6.7	(1.9)
Gasolinas (Gm+Gv)	241.1	14.8	242.4	13.5	0.5
Querosenos (Ke+Kt)	0.1	0.0	0.3	0.0	200.0
Diésel	380.4	23.4	358.1	19.9	(5.9)
Fuel Oil	165.7	10.2	437.6	24.4	164.1
No Energéticos (As, Sv y Lub)	15.4	0.9	29.9	1.7	94.2
Coque de Petróleo	20.9	1.3	24.2	1.3	15.8
Electricidad	17.3	1.1	37.4	2.1	116.2
Exportaciones	22.7	100.0	38.2	100.0	68.3
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Licuado de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolinas (Gm+Gv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Querosenos (Ke+Kt)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diésel	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0
Fuel Oil	5.3	23.3	29.4	77.0	454.7
No Energéticos (As, Sv y Lub)	17.4	76.7	8.7	22.8	(50.0)
Coque de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Electricidad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 20. Comercio exterior por fuente energética 2019-2020. Fuente: Balance energético Nacional 2020

Fuentes	2019		2020		Var % 2019-2020
	ktep	%	ktep	%	
Importaciones	1,795.3	100.0	1,637.8	100.0	(8.8)
Petróleo Crudo	545.9	30.4	559.5	34.2	2.5
Gas Licuado de Petróleo	119.5	6.7	134.6	8.2	12.6
Gasolinas (Gm+Gv)	242.4	13.5	219.1	13.4	(9.6)
Querosenos (Ke+Kt)	0.3	0.0	0.0	0.0	(100.0)
Diésel	358.1	19.9	287.2	17.5	(19.8)
Fuel Oil	437.6	24.4	272.9	16.7	(37.6)
No Energéticos (As, Sv y Lub)	29.9	1.7	25.3	1.5	(15.4)
Coque de Petróleo	24.2	1.3	47.1	2.9	94.6
Electricidad	37.4	2.1	92.1	5.6	146.3
Exportaciones	38.2	100.0	77.8	100.0	103.7
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Licuado de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolinas (Gm+Gv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuentes	2019		2020		Var % 2019-2020
	ktep	%	ktep	%	
Querosenos (Ke+Kt)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diésel	0.1	0.2	0.0	0.0	(100.0)
Fuel Oil	29.4	77.0	70.0	90.0	138.1
No Energéticos (As, Sv y Lub)	8.7	22.8	7.8	10.0	(10.3)
Coque de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Electricidad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 21. Comercio exterior por fuente energética 2020-2021. Fuente: Balance energético Nacional 2021.

Fuentes	2020		2021		Var % 2020-2021
	ktep	%	ktep	%	
Importaciones	1,637.8	100.0	1,768.7	100.0	8.0
Petróleo Crudo	559.5	34.2	701.1	39.6	25.3
Gas Licuado de Petróleo	134.6	8.2	137.2	7.8	1.9
Gasolinas (Gm+Gv)	219.1	13.4	250.0	14.1	14.1
Querosenos (Ke+Kt)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diésel	287.2	17.5	300.9	17.0	4.8
Fuel Oil	272.9	16.7	274.6	15.5	0.6
No Energéticos (As, Sv y Lub)	25.3	1.5	18.5	1.0	(26.9)
Coque de Petróleo	47.1	2.9	0.0	0.0	(100.0)
Electricidad	92.1	5.6	86.4	5.0	(6.2)
Exportaciones	77.8	100.0	87.6	100.0	12.6
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Licuado de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolinas (Gm+Gv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Querosenos (Ke+Kt)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diésel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fuel Oil	70.0	90.0	78.8	90.0	12.6
No Energéticos (As, Sv y Lub)	7.8	10.0	8.8	10.0	12.8
Coque de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Electricidad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 22. Comercio exterior por fuente energética 2021-2022. Fuente: Balance energético Nacional 2022.

Fuentes	2021		2022		Var % 2021-2022
	ktep	%	ktep	%	
Importaciones	1,768.7	100.0	1,962.1	100.0	10.9
Petróleo Crudo	701.1	39.6	815.3	41.6	16.3
Gas Licuado de Petróleo	137.2	7.8	135.9	6.9	(1.0)
Gasolinas (Gm+Gv)	250.0	14.1	250.9	12.8	0.4
Querosenos (Ke+Kt)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diésel	300.9	17.0	259.5	13.2	(13.8)

Fuentes	2021		2022		Var % 2021-2022
	ktep	%	ktep	%	
Fuel Oil	274.6	15.5	353.9	18.0	28.9
No Energéticos (As, Sv y Lub)	18.5	1.0	23.7	1.2	28.1
Coque de Petróleo	0.0	0.0	31.6	1.6	0.0
Electricidad	86.4	5.0	91.3	4.7	5.7
Exportaciones	87.6	100.0	101.2	100.0	15.5
Petróleo Crudo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Licuado de Petróleo	0.0	0.0	0.9	0.9	100.0
Gasolinas (Gm+Gv)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Querosenos (Ke+Kt)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diésel	0.0	0.0	6.0	5.9	100.0
Fuel Oil	78.8	90.0	85.7	84.7	8.8
No Energéticos (As, Sv y Lub)	8.8	10.0	8.6	8.5	(2.3)
Coque de Petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Electricidad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

XIV. Bibliografía

- acciona, u. B. (s.f.). *ACCIONA*. Obtenido de Hidrogeno verde:
https://www.acciona.com/es/hidrogeno-verde/?_adin=02021864894
- ACTIS. (s.f.). *Wind energy in Nicaragua*. Obtenido de <https://www.act.is/about-us/portfolio/eolo/>
- Arostegui Morazan, M. D., & Acosta Gonzalez, H. E. (30 de Julio de 2021). *Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ingenieria* . Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/3942/>
- ATALAYAR. (s.f.). *Las tecnologías emergentes que podrían presagiar un futuro más verde para el transporte*. Obtenido de <https://atalayar.com/content/las-tecnologias-emergentes-que-podrian-presagiar-un-futuro-mas-verde-para-el-transporte>
- BANCO MUNDIAL. (25 de 10 de 2013). *Un paraíso de las energías renovables se abre paso en Centroamérica*. Obtenido de Un paraíso de las energías renovables se abre paso en Centroamérica: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/10/25/energias-renovables-nicaragua>
- BANCO MUNDIAL. (1 de Diciembre de 2017). Obtenido de ENERGIA GEOTERMICA:
<https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/geothermal>
- BBC. (12 de Abril de 2018). *Las innovadoras soluciones para generar más y mejores fuentes de energías renovables en el planeta*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43712276>
- BBVA. (24 de Noviembre de 2022). *BBVA*. Obtenido de Que es la energía undimotriz:
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-undimotriz-descubre-sus-caracteristicas/>
- BBVA. (21 de Febrero de 2023). *Sostenibilidad y Banca responsable* . Obtenido de ¿Cómo se obtiene energía de la biomasa?: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/como-se-obtiene-energia-de-la-biomasa-conoce-el-proceso/>
- BCIE. (s.f.). *Plantas hidroelectricas rehabilitadas y modernizadas, con el apoyo del BCIE*. Obtenido de <https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/plantas-hidroelectricas-rehabilitadas-y-modernizadas-con-el-apoyo-del-bcie>
- Bellini, E. (11 de Enero de 2018). *Pv Magazine*. Obtenido de <https://www.pv-magazine-latam.com/2018/01/11/nicaragua-entran-en-vigor-las-nuevas-reglas-para-autoconsumo-y-medicion-neta/>
- BID. (s.f.). *Digitalización: una revolución para el sector hidroeléctrico*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/energia/es/3262/>
- Blanco Orozco, N. V. (30 de Noviembre de 2021). *Barreras de regulación para la inserción de las energías renovables en sistemas de generación distribuida a pequeña escala, caso Nicaragua*. Obtenido de <https://camjol.info/index.php/NEXO/article/view/13123/15208>
- Central America Link. (s.f.). *Central America Link*. Obtenido de <https://www.centralamericalink.com/en>

- CENTRAL LAW. (15 de Febrero de 2023). *CENTRAL LAW*. Obtenido de NICARAGUA – Generación de Energía Renovable: <https://central-law.com/nicaragua-generacion-de-energia-renovable/>
- CREACOMUNICACIONES. (28 de Abril de 2016). Obtenido de Inauguran Planta de cogeneración de energía Green Power: <https://www.creacomunicaciones.com/inauguran-planta-cogeneracion-energia-green-power/#:~:text=La%20planta%20se%20ubica%20en,la%20demanda%20energ%C3%A9tica%20de%20Nicaragua.>
- DPL News. (16 de 01 de 2023). *Centroamérica | Líder en energías renovables y demanda de datos*. Obtenido de <https://dplnews.com/centroamerica-lider-en-energias-renovables-y-demanda-de-datos/>
- ECAMI S.A. (s.f.). *ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Obtenido de <https://www.ecami.com.ni/energia-solar/#:~:text=Como%20funciona,su%20pico%20al%20medio%20dia.>
- El 19. (21 de Octubre de 2016). *Planta Hidroeléctrica El Diamante inicia operaciones en San Ramón*. Obtenido de <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:48038-planta-hidroelectrica-el-diamante-inicia-operaciones-en-san-ramon>
- El 19. (17 de enero de 2019). *San Juan de icaragua estrena planta eléctrica solar*. Obtenido de <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:86367-san-juan-de-nicaragua-estrena-planta-electrica-solar>
- El diariano informativo. (25 de 05 de 2021). *Planta Hidroeléctrica Larreynaga; seis años produciendo energía limpia para el pueblo*. Obtenido de <https://eldariano.com/planta-hidroelectrica-larreynaga-produciendo-energia-limpia-para-el-pueblo/#:~:text=Indic%C3%B3%20que%20de%20esta%20manera,justos%20con%20recursos%20naturales%20nacionales.>
- El Real. (s.f.). *El Real*. Obtenido de <https://www.elreal.com.ni/>
- EMPRESA NICARAGUENSE DE ELECTRICIDAD ENEL. (s.f.). *Plantas hidroeléctricas*. Obtenido de Plantas hidroeléctricas: <https://enel.gob.ni/hidrogenadora-sa-hidrogesa/>
- ENATREL. (21 de Noviembre de 2019). *Cobertura electrica*. Obtenido de <https://www.enatrel.gob.ni/cobertura-electrica/>
- ENATREL. (s.f.). *Biomasa se posiciona en la Matriz de Generación*. Obtenido de <https://www.enatrel.gob.ni/biomasa-se-posiciona-en-la-matriz-de-generacion/>
- ENATREL. (s.f.). *Planta solatr de corn island gana importante premio internacional*. Obtenido de <https://www.enatrel.gob.ni/planta-solar-de-corn-island-gana-importante-premio-internacional/>
- ENATREL, PNESER. (2020). *Planta solar de Corn Island gana importante premio internacional Solar and Storage live UK 2020*. Obtenido de <https://www.enatrel.gob.ni/planta-solar-de-corn-island-gana-importante-premio-internacional/#:~:text=premio%20internacional%20%E2%80%93%20ENATREL->

,Planta%20solar%20de%20Corn%20Island%20gana%20importante%20premio%20internacional,and%20Storage%20Live%20UK%2

- ENEL. (25 de Marzo de 1965). *50 Años generando energía limpia*. Obtenido de <https://enel.gob.ni/planta-centro-america-50-anos-generando-energia-limpia/>
- ENEL. (2018). *Planta Hidroeléctrica Centro América en la modernización*. Obtenido de <https://enel.gob.ni/planta-hidroelectrica-centro-america-en-la-modernizacion/>
- ENEL. (2021). *Nicaragua cerró el 2021 con mayor cobertura energética y capacidad instalada*. Obtenido de Empresa Nicaraguense de Electricidad: <https://enel.gob.ni/nicaragua-cerro-el-2021-con-mayor-cobertura-energetica-y-capacidad-instalada/?form=MG0AV3>
- ENEL. (15 de Marzo de 2022). *Nicaragua entre los 10 países que lideran el cambio energético a nivel mundial con fuentes renovables*. Obtenido de <https://enel.gob.ni/nicaragua-entre-los-10-paises-que-lideran-el-cambio-energetico-a-nivel-mundial-con-fuentes-renovables/>
- enel Green Power. (s.f.). *Energías renovables*. Obtenido de <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables>
- ENEL. (s.f.). *Hidroeléctricas*. Obtenido de <https://enel.gob.ni/hidroelectricas/>
- ENEL. (s.f.). *Historia Jurídica*. Obtenido de <https://enel.gob.ni/historia-juridica/>
- ENEL. (s.f.). *Plantas Hidroeléctricas*. Obtenido de <https://enel.gob.ni/planta-hidroelectrica-larreynaga-continua-generando-energia-limpia/>
- Energías renovables en Nicaragua: Proyecto de electrificación rural en zonas aisladas*. (4 de Octubre de 2007). Obtenido de https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/74329454/ENERGAS_RENOVABLES_EN_NICARAGUA_PROYECTO20211107-27987-qt0jvd-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1668959112&Signature=ZyeU6XZlTqHibYqyXWND~RbWMf2yRAAdHRZFpYEr41eCReYAAGFl21IJ9zhX7-9Mmg-VGDM3pxribn1wPV9BWuWd9m3FK7O
- Escobar Torres, B. d., & Martínez, A. J. (2013). *"Plantas Hidroeléctricas Estatales" "Su aporte al desarrollo del país"*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería.
- EUROPA PRESS. (2021 de Julio de 2021). *Europa Press Economía Finanzas*. Obtenido de Casi el 76% de la energía que se genera en Nicaragua es renovable, 50 puntos más que hace trece años.: <https://www.europapress.es/economia/energia-00341/noticia-casi-76-energia-genera-nicaragua-renovable-50-puntos-mas-hace-trece-anos-20210707130855.html>
- EVWIND. (23 de Julio de 2017). *Eólica en Nicaragua: Ampliarán el parque eólico Camilo Ortega*. Obtenido de <https://www.evwind.com/2017/07/23/eolica-en-nicaragua-ampliaran-el-parque-eolico-camilo-ortega/>
- Factorenergia. (23 de 07 de 2018). *Energía eólica. Qué es, cómo funciona, ventajas y desventajas*. Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>
- FERROVIAL. (2023). *FERROVIAL*. Obtenido de FERROVIAL: <https://www.ferrovial.com/es/innovacion/digital-hub/tecnologias-emergentes/>

- FORBES. (14 de Julio de 2022). *Beneficios de energías renovables, sin precedente ante altos precios de combustibles fósiles*. Obtenido de <https://forbes.co/2022/07/14/economia-y-finanzas/beneficios-de-energias-renovables-sin-precedente-ante-altos-precios-de-combustibles-fosiles>
- G, G. B. (Julio de 2016). *REVISTA DE TEMAS NICARAGUENSES*. Obtenido de La planta de Energía solar de la Trinidad, Diriamba, Carazo.: <https://library.co/document/qogvkkkz-planta-energia-solar-trinidad-diriamba-carazo.html>
- G+ENERGY. (10 de 01 de 2023). *G+ENERGY*. Obtenido de Transformacion digital y su apoyo a la transicion energetica: <https://gmasenergy.co/transformacion-digital-y-su-apoyo-a-la-transicion-energetica-de-las-industrias/>
- GENCAT. (s.f.). *Tipos de energía geotérmica*. Obtenido de Instituto Catalán de Energía: <https://icaen.gencat.cat/es/energia/renovables/geotermica/tipus/index.html>
- GRUPO CENTRANS. (s.f.). *Parque Eólico AMAYO I & II*. Obtenido de <https://centransgroup.com.gt/division-de-energia/centrans-energy-services/parque-eolico-amayo-i-ii/>
- Gubangxa, K. (16 de octubre de 2023). *ELUM ENERGY*. Obtenido de Energía solar y almacenamiento: Tipos de baterías para sistemas solares: <https://elum-energy.com/es/blog/energia-solar-y-almacenamiento-tipos-de-baterias/>
- IDB INVEST. (s.f.). *IDB INVEST*. Obtenido de Nicaragua Sugar: <https://www.idbinvest.org/sites/default/files/revisi-n-ambiental-y-social-51791-es.pdf>
- IEA. (2020). Obtenido de Porcentaje de energías renovables en el consumo energético: <https://www.iea.org/countries/nicaragua/renewables>
- Instalan planta solar de 12,5 MW con módulos Recom en Nicaragua*. (22 de Mayo de 2017). Obtenido de <https://www.pv-magazine-latam.com/2017/05/22/instalan-planta-solar-de-125-mw-con-modulos-recom-en-nicaragua/>
- INTA. (s.f.). *Modelo a escala de la Tierra, la Luna y el Sol*. Obtenido de <https://inta.es/descubre-y-aprende/es/3-2-1-Accion/Astronomia/la-tierra-la-luna-y-el-sol/#:~:text=La%20distancia%20entre%20la%20tierra%20y%20el%20sol%20es%20150.000,veces%20el%20di%C3%A1metro%20del%20sol.>
- (2010). *Inventario Nacional de gases de efecto invernadero*. Managua.
- IRENA. (2019). *Energías renovables: Una perspectiva de genero*. IRENA.
- IRENA. (2019). *Energy renewable- Una perspectiva de género*.
- IRENA. (2020). *Perfil de estadísticas y SDGS*. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles/Central%20America%20and%20the%20Caribbean/Nicaragua_Central%20America%20and%20the%20Caribbean_RE_SP.pdf#:~:text=URL%3A%20https%3A%2F%2Fwww.irena.org%2F
- IRENA INSIGHTS. (5 de Enero de 2021). Obtenido de Thermal energy storage: a key enabler of increased renewables penetration in energy sistems: <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Events/2020/Jun/IRENA-Insights/Thermal-energy->

storage/IRENAInsights_TES.pdf?la=en&hash=A1DEACDF20763498766280946F40303D652E8FAA

Jorquera, C. (1 de Abril de 2020). *Piensa en Geotermia*. Obtenido de San Jacinto - Tizate en Nicaragua: <https://www.piensageotermia.com/la-planta-de-energia-geotermica-san-jacinto-tizate-en-nicaragua/>

La Asamblea Nacional. (13 de Febrero de 2020). *APROBAR EL ANEXO TÉCNICO DE LA NORMATIVA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE PARA AUTO CONSUMO*. Obtenido de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/a1c03bf36a48548806258512007db726?OpenDocument>

LA GACETA. (13 de Mayo de 2005). *Normas Jurídicas de Nicaragua*. Obtenido de LEY PARA LA PROMOCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES: <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aeea87dac762406257265005d21f7/525593f05f79d1bd062570a100584921?OpenDocument>

Legislación de Nicaragua. (18 de Dic de 2017). *NORMATIVA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE PARA AUTOCONSUMO*. Obtenido de NORMATIVA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE PARA AUTOCONSUMO: <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2017/12/g240.pdf>

Malagon, E. (20 de Julio de 2021). *Sistemas de almacenamiento de energía*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/energia/es/sistemas-de-almacenamiento-de-energia-descarbonizacion/>

Martinez, A. J., & Escobar Torres, B. D. (Enero de 2013). Obtenido de Plantas Hidroelectricas estatales, su aporte al desarrollo del pais: <https://ribuni.uni.edu.ni/276/1/38286.pdf>

MEM. (05 de Noviembre de 2018). *Plan de expansión de la generación electrica de 2019-2033*. Obtenido de <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2019/05/Plan-de-Expansion-de-la-Generacion-Electrica-de-2019-2033.pdf>

MEM. (Noviembre de 2019). *Balance energetico 2018*. Obtenido de <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/01/Informe-Balance-Energetico-Nacional-2018-Final.pdf>

MEM. (Diciembre de 2020). *BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2019*. Obtenido de <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2021/09/Balance-Energetico-Nacional-2019.pdf>

MEM. (Diciembre de 2021). *BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2020*. Obtenido de <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2022/05/Balance-Energetico-Nacional-2020-Vf-enviada-a-DS.pdf>

MEM. (Noviembre de 2022). *BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2021*. Obtenido de <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/07/Balance-Energetico-Nacional-2021-VF.pdf>

MEM. (Diciembre de 2023). *BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2022*. Obtenido de <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2024/09/Balance-Energetico-Nacional-2022.pdf>

- MEM. (s.f.). *Cobertura MEM*. Obtenido de https://energiayminas.mem.gob.ni/Imagen/ESCALERA_COBERTURA.png
- mem. (s.f.). *Proyecto de Generación de Energía a partir de Biomasa*. Obtenido de Proyecto de Generación de Energía a partir de Biomasa: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/03/Proyecto-Cogeneracion-35-MW.pdf>
- minas, M. d. (Diciembre de 2018). *Ministerio de energía y minas*. Obtenido de BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2017: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2019/01/Balance-Energetico-Nacional-2017.pdf>
- Molina, P. S. (21 de 11 de 2017). *Comienza el funcionamiento de la planta Solaris de 12 MW en Nicaragua*. Obtenido de <https://www.pv-magazine-latam.com/2017/11/21/comienza-el-funcionamiento-de-la-planta-solaris-de-12-mw-en-nicaragua/>
- MONDAQ. (06 de Abril de 2018). *Nicaragua: Energía Hidroeléctrica, expectativas de desarrollo e inversión 2017-2018*. Obtenido de <https://www.mondaq.com/water/587960/nicaragua-energ%C3%ADa-hidroel%C3%A9ctrica-expectativas-de-desarrollo-e-inversi%C3%B3n-2017-2018#:~:text=Nicaragua%20tiene%20un%20potencial%20de,hydroel%C3%A9ctrico%22%2C%20entre%20otras%20leyes.>
- Montelimar, C. (s.f.). *Corporacion Montelimar inaugura su zafra 2020-2021*. Obtenido de <http://www.montelimar.com.ni/index.php/noticias/104-corporacion-montelimar-inaugura-su-zafra-2020-2021#:~:text=El%20acto%20de%20apertura%20se,y%20el%20Pastor%20Antonio%20Miranda>
- Mundo, Revista Sputnik. (31 de Marzo de 2022). Obtenido de <https://sputniknews.lat/20220331/nicaragua-reducira-2600-toneladas-de-co2-a-traves-de-un-programa-de-energia-renovable-1123819973.html>
- NATIONAL GEOGRAPHIC. (26 de Mayo de 2022). *¿Qué es la energía hidroeléctrica?* Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-hidroelectrica>
- NICARAGUA RENOVABLE. (2020). *Generación Distribuida ¿Cómo catalizar el proceso? NICARAGUA RENOVABLE*, 4-5. Obtenido de https://issuu.com/renovablesnic/docs/revista_nicaragua_renovable_nov_20-1
- NonCommercial-ShareAlike. (23 de Marzo de 2022). *Perfil energético: Nicaragua - Global Energy Monitor*. Obtenido de https://www.gem.wiki/Perfil_energ%C3%A9tico:_Nicaragua
- ONU. (s.f.). *¿Qué son las energías renovables?* Obtenido de <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy#:~:text=Las%20energ%C3%ADas%20renovables%20son%20un,estas%20fuentes%20se%20renuevan%20continuamente.>
- OSPESCA, & SICA. (s.f.). *Santa Barbara*. Obtenido de <https://climapesca.org/2017/05/santa-barbara/>
- Pantaleon. (2020). *Planeta*. Obtenido de Transformando recursos responsablemente: <https://www.pantaleon.com/desarrollo-responsable/medio-ambiente/>

- pastran, I. (27 de Noviembre de 2021). *La gente*. Obtenido de Nicaragua entre líderes mundiales en energías renovables: <https://radiolaprimerisima.com/nicaragua-entre-lideres-mundiales-en-energias-renovables/#:~:text=Latinometrics%20explica%20que%20Nicaragua%20%E2%80%9Cahora,electricidad%20proveniente%20de%20energ%C3%ADas%20renovables.>
- Piensaengeotermia. (s.f.). *Nicaragua: su potencial geotermico, utilizacion y posible desarrollo*. Obtenido de [https://www.piensageotermia.com/nicaragua-su-potencial-geotermico-utilizacion-y-posible-desarrollo/#:~:text=La%20geotermia%20\(1.700%20MW\)%20es,informe%20de%20Energ%C3%ADa%20Limpia%20XXI](https://www.piensageotermia.com/nicaragua-su-potencial-geotermico-utilizacion-y-posible-desarrollo/#:~:text=La%20geotermia%20(1.700%20MW)%20es,informe%20de%20Energ%C3%ADa%20Limpia%20XXI)
- Power Technology. (21 de Octubre de 2024). *Power plant profile: Eolo Wind Project, Nicaragua*. Obtenido de <https://www.power-technology.com/data-insights/power-plant-profile-eolo-wind-project-nicaragua/>
- power, G. (2022). *enel Green power*. Obtenido de Ingenio y evolucion para el almacenamiento de energia: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/almacenamiento>
- Prado, Y. (06 de Junio de 2021). *El 19*. Obtenido de <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:2431-en-el-2017-nicaragua-generara-el-80-de-la-energia-con-fuentes-renovables>
- Proyecto acelerando las inversiones en energía renovable en centroamérica y Panamá. (2010). *Análisis del Mercado Nicaragüense de Energía Renovable*. Obtenido de <https://www.bcie.org/fileadmin/areca/espanol/archivos/informacion-sector-energetico/estudios/2010648132.pdf>
- PV magazine. (18 de enero de 2019). *Pilar Sánchez Molina*. Obtenido de Entra en operación una planta fotovoltaica de 300kW en Nicaragua.: <https://www.pv-magazine-latam.com/2019/01/18/entra-en-operacion-una-planta-fotovoltaica-de-300-kw-en-nicaragua/>
- SICA. (2017 de 05 de 19). *Rivas, la meca de la energía eólica de Nicaragua*. Obtenido de <https://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=108059&IDCat=3&IdEnt=1225&Idm=1&IdmStyle=1#:~:text=En%20Nicaragua%20funcionan%20el%20parque,hondure%C3%B1o%2C%20ambos%20ubicados%20en%20Rivas>
- SICA. (25 de Agosto de 2017). Obtenido de Sistema de la integración Centroamericana: <https://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=109555&IDCat=3&IdEnt=1225&Idm=1&IdmStyle=1>
- SICA. (26 de Febrero de 2018). *Nicargua saca poco provecho a bondades de la energía solar*. Obtenido de <https://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=111732&IDCat=3&IdEnt=1225>
- SICA. (s.f.). *RIvas, la meca de la energia reolica de Nicaragua*. Obtenido de https://www.sica.int/noticias/rivas-la-meca-de-la-energia-eolica-de-nicaragua_1_108059.html#:~:text=Rivas%2C%20fronteriza%20con%20Costa%20Rica,que%20consume%20este%20pa%C3%ADs%20centroamericano

- software, T. (s.f.). *Los 5 avances tecnologicos en energia solar fotovoltaico que cambiaran las reglas del juego*. Obtenido de <https://www.trace-software.com/es/5-avances-tecnologicos-en-energia-solar-fotovoltaica/>
- SolarReviews. (13 de Diciembre de 2023). *Como se fabrican los peneles solares?* Obtenido de *Como se fabrican los peneles solares?:* <https://www.solarreviews.com/es/blog/como-se-fabrican-paneles-solares>
- Solartía Positive Energy. (s.f.). Obtenido de <https://solartia.com/portfolio-item/corn-island/>
- Solartía Positive Energy. (s.f.). *San Juan*. Obtenido de <https://solartia.com/portfolio-item/san-juan/>
- SOLARTIA. (s.f.). *San Juan*. Obtenido de <https://solartia.com/portfolio-item/san-juan/>
- TECH. (01 de 04 de 2023). *TECH*. Obtenido de *Electricidad producida por la energia estatica del mar.:* <https://elperiodicodelaenergia.com/electricidad-producida-por-la-energia-estatica-del-mar-asi-es-la-nueva-tecnologia-que-revolucionara-el-mundo-renovable/>
- Temasnicas. (s.f.). *La planta de energia solar de la Trinidad, Diriamba, Carazo*. Obtenido de <https://1library.co/document/qogvkkkz-planta-energia-solar-trinidad-diriamba-carazo.html>
- UNICA. (2 de Julio de 2015). Obtenido de *Revista Senderos Universitarios:* <https://revistasnicaragua.cnu.edu.ni/index.php/senderosu/article/view/2772/2705#:~:text=S%20proyecto%20se%20basa%20en,de%20la%20Carretera%20Frontera%20sur>
- VICTRON ENERGY. (7 de Octubre de 2022). *Planta Geotérmica instala energía solar*. Obtenido de <https://www.victronenergy.com/blog/2022/10/07/geothermal-plant-installs-solar-energy/>
- WEF. (28 de Junio de 2016). *World economic forum*. Obtenido de *Las 10 principales tecnologías emergentes de 2016:* <https://es.weforum.org/agenda/2016/06/las-10-tecnologias-emergentes-de-2016/>
- Whiteman, A. (2020). *IRENA*. Obtenido de *Nicaragua _Central America and the Caribbean:* https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles/Central%20America%20and%20the%20Caribbean/Nicaragua_Central%20America%20and%20the%20Caribbean_RE_SP.pdf