



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
ENERGÍA

SEGURIDAD ENERGÉTICA EN MÉXICO, CENTROAMÉRICA Y EL CARIBE EN EL MARCO DE LA  
AGENDA 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN INGENIERIA

PRESENTA:  
DAYNIER ESCALANTE PEREZ

TUTOR PRINCIPAL  
DR. VICTOR RODRIGUEZ PADILLA  
FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR  
DRA. CECILIA MARTÍN DEL CAMPO MÁRQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DRA. ROSÍO VARGAS SUÁREZ  
CENTRO DE INVESTIGACIONES SOBRE AMERICA DEL NORTE

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX, JUNIO 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

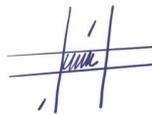
**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dra. Cecilia Martín Del Campo Márquez  
Secretario: Dr. Pablo Álvarez Watkins  
1<sup>er</sup>. Vocal: Dr. Víctor Rodríguez Padilla  
2<sup>do</sup>. Vocal: Dr. Daniel Romo Rico  
3<sup>er</sup>. Vocal: Dra. Rosío Vargas Suárez

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Ciudad Universitaria, CD. MX.

**TUTOR DE TESIS:**

Dr. VÍCTOR RODRÍGUEZ PADILLA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'V. Rodríguez Padilla', is written over a grid of four horizontal and four vertical lines.

-----  
**FIRMA**

## **Dedicatoria**

A mis padres, mi inspiración en todo momento

A todos los maestros y profesores  
que me han guiado hasta aquí

A México, por permitirme estos años  
ser parte de su cultura y sentirme como en casa.

A mi ahijado, que entre tantos por qués y convencido  
de mis respuestas, sé que será un hombre de ciencia.

A Alina, no te prometo que sea la última tesis que leas.

A Mayelín, donde quiera que estés,  
hice mío tu sueño de estar en México,  
sé que estarías muy feliz de ver este momento,  
tus consejos siempre los tendré presentes.

## **Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) por el apoyo económico brindado en estos años lo cual me permitió desarrollar esta investigación y enamorarse de la cultura de este hermoso país.

A los profesores y trabajadores del Posgrado en Ingeniería por el apoyo brindado en estos años.

A mi comité tutorial que desde el inicio me apoyó para poder realizar la investigación y me orientó en todo momento.

A la Unidad de Energía y Recursos Naturales de la Sede Regional de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en México, por la ayuda brindada durante la pasantía lo cual permitió acceder a datos no disponible a la población, realizar la encuesta a nivel regional para validar los indicadores propuestos. Además de las invitaciones a distintos eventos que sirvieron para mi preparación en materia de seguridad energética.

A Alina, por mantener el apoyo incondicional y ser certera en sus señalamientos, como siempre lo ha hecho.

A todas aquellas personas que de una forma u otra me ayudaron para que la investigación tuviera la calidad requerida.

## **Siglas y abreviaciones**

ACP: Análisis de Componentes Principales

AF: Análisis Factorial

APEC: Cooperación Económica Asia-Pacífico

BEL: Belize Electricity Limited

BNE: Belize Natural Energy

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

CEP consumo total de energía primaria (CEP)

CEN: Central Nuclear (en Juraguá, Cuba)

CENACE: Centro Nacional de Control de Energía

CEPAL: Comisión Económica Para América Latina y el Caribe

CFE: Comisión Federal de Electricidad (México)

CITMA: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Cuba)

CNE: Comisión Nacional de Electricidad

CNLV: Central Nuclear Laguna Verde

CP: Consumo de Petróleo

CUPET: Unión Cuba Petróleo

DIN: Dependencia de las importaciones netas de petróleo

DNP: Distribuidora Nicaragüense de Petróleos

DoR: Reservas nacionales de petróleo

Ds: Diversificación de las fuentes de suministro

ECPA: Alianza de Energía y Clima de las Américas

EDE: Empresas Distribuidoras de Electricidad

EEH: Empresa de Energía de Honduras

EIA: Agencia Internacional de Energía

ENEE: Empresa Nacional de Energía Eléctrica (Honduras)

Enicom: Empresa nicaragüense de importación, transporte y comercialización de hidrocarburos

Eniplanh: Empresa nicaragüense de planteles de almacenamiento y distribución de hidrocarburos

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GLP: Gas Licuado de Petróleo

IHH: Índice de Concentración del Mercado Herfindahl-Hirschman

IP: Intensidad del petróleo

IPCC: Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

ISE: Índice de Seguridad Energética

KMO: Media de adecuación muestral (Kaiser-Meyer-Olkin)

LM: Liquidez del mercado

MARN: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)

Mbd: Millones de barriles diarios de petróleo

MEM: Ministerio de Energía y Minas (Guatemala)

MER: Mercado Eléctrico Regional

MOSES: Modelo de Seguridad Energética a Corto Plazo

MR: Margen de Reserva

MRO: Margen de Reserva Operativo

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OEA: Organización de los Estados Americanos

OEC: Observatorio de Complejidad Económica

OLADE: Organización Latinoamericana de Energía

OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica

OMM: Organización Meteorológica Mundial

ONU: Organización de Naciones Unidas

OP: Oferta de Petróleo

OVI: Índice de Vulnerabilidad en Petróleo

PEMEX: Petróleos Mexicanos

PIB: Producto Interno Bruto

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

POB: Población

PRODESEN: Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional

Ps: Participación del petróleo en el suministro total de energía

RCGp: Riesgo de Concentración Geopolítica del mercado petrolero

RECOPE: Refinadora Costarricense de Petróleo

REFPAN: Refinería Panamá S.A.

RGp: Riesgo geopolítico del petróleo

RM: Riesgo de Mercado

Rosatom: Corporación Estatal de Energía Atómica de Rusia

RP: Riesgo político en países que suministran petróleo

SEGOB: Secretaría de Gobernación

SENER: Secretaría de Energía (México)

SEN: Secretaría Nacional de Energía (Panamá)

SIN: Sistema Nacional Interconectado

SICA: Sistema de la Integración Centroamericana

SIEPAC: Sistema de Interconexión Eléctrico de los Países de América Central

SNE: Secretaría Nacional de Energía

SNR: Sistema Nacional de Refinación

TA: Terminales de Almacenamiento

TAR: Terminal de Almacenamiento y Reparto

Tep: Toneladas equivalentes de petróleo

TLCAN: Tratado de Libre Comercio de América del Norte

WEC: Consejo Mundial de la Energía

WTI: West Texas Intermediate

## Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1: La energía en el desempeño de políticas hacia 2030.....	5
1.1 Energía en el cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible.....	5
1.1.1 Energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.....	6
1.1.2 Cambio climático y sus efectos.....	9
1.2 Seguridad energética.....	16
1.2.1 Concepciones de la Seguridad Energética.....	16
1.2.2 Modelos de Seguridad Energética.....	21
1.2.3 Seguridad energética en la política energética de los países en estudio.....	25
1.3 Conclusiones.....	30
Capítulo 2: Diagnóstico de la situación energética de los países de la región.....	32
2.1 Situación del sector energético en cada país.....	32
México.....	32
Centroamérica.....	38
Belice.....	38
Guatemala.....	42
Honduras.....	47
El Salvador.....	50
Nicaragua.....	54
Costa Rica.....	58
Panamá.....	61
El Caribe.....	68
Cuba.....	68
República Dominicana.....	73
2.2 Conclusiones.....	80
Capítulo 3: Métodos para determinar el Índice de Seguridad Energética y el Índice de Vulnerabilidad en Petróleo.....	81
3.1 Evaluación multicriterio de opciones o método Delphi (Criterios de expertos).....	81
3.1.1 Metodología para la aplicación de las encuestas.....	82
3.1.2 Resultados obtenidos de la aplicación de las encuestas.....	85
3.2 Indicadores.....	87
3.2.1 Metodología para la estimación de indicadores.....	87
3.2.2 Análisis de Componentes Principales.....	92
3.3 Cálculo del Índice de Vulnerabilidad en Petróleo.....	94
3.4 Conclusiones.....	96
Capítulo 4: Análisis y discusión de la evaluación del Índice de Seguridad Energética y el Índice de Vulnerabilidad en Petróleo.....	98
4.1 Resultados del Análisis de Componente Principales.....	98

México .....	98
Centroamérica .....	102
Belice .....	104
Guatemala.....	107
Honduras.....	110
El Salvador .....	114
Nicaragua.....	117
Costa Rica.....	120
Panamá.....	122
El Caribe .....	125
Cuba .....	127
República Dominicana.....	130
4.2 Resultados del Índice de Vulnerabilidad en Petróleo .....	133
México .....	133
Belice .....	134
Guatemala.....	135
Honduras.....	136
El Salvador .....	137
Nicaragua.....	137
Costa Rica.....	138
Panamá.....	139
Cuba .....	139
República Dominicana.....	140
4.3 Conclusiones.....	141
Capítulo 5: Escenarios 2030 de Seguridad energética para los países de la región .....	143
5.1 Metodología para la creación de los escenarios 2030.....	143
5.2 Resultados y análisis de la confección de los escenarios .....	144
México .....	145
Centroamérica .....	149
Belice .....	149
Guatemala.....	152
Honduras.....	155
El Salvador .....	157
Nicaragua.....	160
Costa Rica.....	163
Panamá.....	165
El Caribe .....	168

Cuba .....	168
República Dominicana.....	170
5.3 Proyección de la energía nuclear en los países de la región.....	173
5.4 Conclusiones.....	177
Conclusiones generales.....	179
Recomendaciones.....	181
Bibliografía.....	182
Anexos .....	203
Anexo 1: Las “cinco Ss” de la seguridad energética (Kleber, 2009).....	203
Anexo 2: Las “cuatro As” de la seguridad energética (Intharak, 2007).....	204
Anexo 3: Las “cuatro Rs” de la seguridad energética (Hughes, 2009).....	205
Anexo 4: Ejemplo de la Ficha metodológica de los indicadores .....	206
Anexo 5: Encuesta para la selección de indicadores para evaluar la seguridad energética.....	207
Anexo 6: Encuesta para la selección de indicadores para evaluar la seguridad energética en México .....	208
Anexo 7: Coeficiente de competencia para la selección de los expertos en México.....	215
Anexo 8: Evaluación de los expertos en México. Matriz de Frecuencia.....	216
Anexo 9: Evaluación de los expertos en México. Matriz de frecuencia acumulada .....	217
Anexo 10: Evaluación de los expertos en México. Matriz de valores de abscisas .....	218
Anexo 11: Encuesta para la selección de indicadores comunes para evaluar la seguridad energética en Centroamérica y el Caribe.....	219
Anexo 12: Coeficiente de competencia para la selección de los expertos en Centroamérica y el Caribe.....	225
Anexo 13: Evaluación de los expertos en Centroamérica y el Caribe. Matriz de Frecuencia .....	226
Anexo 14: Evaluación de los expertos en Centroamérica y el Caribe. Matriz de frecuencia acumulada .....	227
Anexo 15: Evaluación de los expertos en Centroamérica y el Caribe. Matriz de valores de abscisas .....	228
Anexo 16: Tabla de las comunalidades. Caso de estudio México .....	229
Anexo 17: Matriz de componentes <sup>a</sup> . Caso de estudio México.....	230
Anexo 18: Matriz de componente rotados <sup>a</sup> . Caso de estudio México .....	231
Anexo 19: Tabla de las comunalidades. Caso de estudio Centroamérica .....	232
Anexo 20: Matriz de componentes <sup>a</sup> . Caso de estudio Centroamérica .....	233
Anexo 21: Matriz de componente rotados <sup>a</sup> . Caso de estudio Centroamérica .....	234
Anexo 22: Tabla de las comunalidades. Caso de estudio El Caribe.....	235
Anexo 23: Matriz de componentes <sup>a</sup> . Caso de estudio El Caribe.....	236
Anexo 24: Matriz de componente rotados <sup>a</sup> . Caso de estudio El Caribe .....	237

## **Introducción**

Desde inicio de la industrialización, el uso y acceso de la energía ha sido un componente influyente en la historia de la humanidad. Desde finales de 2006, cuando el precio del petróleo rompió récord en más de dos décadas, y acontecieron fenómenos meteorológicos impresionantes que llamaron la atención y corroboraron la acción cambiante del clima, todos los países se centraron en torno a las relaciones entre cambio climático, el desarrollo sustentable y el uso inadecuado de los fósiles (Lamy, 2006). Estos elementos se unieron para ser calificados por la sociedad como vitales en su progreso y considerarlos como posibles amenazas, riesgos y desafíos en el entorno global en que se ubican, por lo que comienza una nueva denominación: la “seguridad energética”. La política del nuevo concepto comenzó a preocuparse por la seguridad del suministro de energía, llegando a reflexionar sobre las inquietudes geopolíticas y la confiabilidad operativa de los sistemas de energías nacionales, por lo que en primera instancia, la seguridad energética debe ser capaz de asegurar un suministro de energía disponible y asequible en satisfacción de la demanda interna (Blyth & Lefèvre, 2004).

La manera de cómo los países buscan garantizar su seguridad energética es variada y multidimensional, pues dependen de la naturaleza, magnitud, diversidad y temporalidad de los riesgos. Las respuestas también dependen del balance energético, el eslabón de la cadena energética, la organización de los mercados, la disponibilidad de medios de intervención del Estado, las políticas de desarrollo, los objetivos estratégicos, las estructuras sociales, la historia y la cultura. Los sistemas están expuestos a fallas técnicas, errores humanos, fenómenos naturales y efectos globales de la actividad humana. Las fallas de mercado y las fallas regulatorias, junto con la mala gobernanza se agregan a los factores de riesgo. Los peligros también aparecen por el lado de la geopolítica, los conflictos bélicos y los problemas sociales (Rodríguez, 2018).

De un estudio de la literatura realizado al inicio del milenio, Sovacool detectó no menos de 45 definiciones referidas a lo mismo, pero con matices diferentes. Aunque los especialistas no logran ponerse de acuerdo en una definición que capte la complejidad del tema, hay consenso en reconocer que la naturaleza de la seguridad energética es multidimensional, que la preocupación se manifiesta en cada una de las etapas de la cadena de suministro. La definición de seguridad energética es considerada como un concepto difuso y cada quien ve lo que quiere ver. Aunque algunos autores se inclinan por establecer una definición amplia e integral, aplicable a todo tipo de países, otros sostienen la necesidad de una definición adaptada al caso de estudio para ayudar realmente a los países a mejorar su seguridad energética (Chester, 2010; Vivoda, 2010; Sovacool & Mukherjee, 2011; Cherp & Jewell, 2014).

Los estudios para determinar y cuantificar la seguridad energética han aumentado y desarrollado en correspondencia con los avances tecnológicos, la diversificación de las fuentes de energía, las preocupaciones ambientales, el peso de la sociedad en las decisiones públicas, entre otros elementos. La mayoría de las técnicas de estimación, en dependencia de la definición retenida, utiliza indicadores numéricos e índices que concentran datos complejos en estándares reconocibles, además que reflejan confiabilidad, suficiencia, asequibilidad, sostenibilidad y otros atributos deseables en el suministro de energía. La brecha entre indicadores para países desarrollados y en desarrollo es amplia debido a las asimetrías en las características de los países y en el sector energético de cada uno, así como en la disponibilidad de información; es por eso que no se pueden establecer indicadores comunes entre ellos (Abdalla, 2005; Jansen & Seebregts, 2010; Kemmler & Spreng, 2007; Kruyt et al., 2009;

Schipper & Haas, 1997; Sovacool & Brown, 2010; Sovacool & Mukherjee, 2011; Unander, 2005; Herrera, 2016; Rodríguez, 2018).

Desde hace años se insta a adoptar medidas urgentes y concertadas para asegurar la prosperidad de América Latina y el Caribe en materia de energía. El llamado se realiza a que se avance a una eficiencia energética y se promocióne la integración energética y la cooperación en este campo entre todas las naciones con iniciativas de energía renovable con el propósito de alcanzar una sostenibilidad energética. Desde la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible<sup>1</sup> por los 193 Estados Miembros de la Asamblea General de las Naciones Unidas, en septiembre de 2015, el papel de la energía se hizo más visible. Aunque la seguridad energética no es mencionada en ninguno de sus 17 objetivos, se vincula al ODS 7 (energía asequible y no contaminante) y al 13 (acción por el clima). Ambos objetivos comparten las metas de garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos; aumentar la introducción de energía renovable; mejorar la eficiencia energética y ampliar la infraestructura energética; así como adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (OEA, 2010, 2014; CEPAL, 2018).

Los países de Centroamérica enfrentan importantes desafíos para la implementación de la Agenda 2030 y el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible. Los desafíos son locales y regionales, económicos y sociales, ambientales e institucionales (Soto et al 2018). Atender con oportunidad y efectividad esos desafíos depende de contar con un suministro de energía seguro y económico. Detrás del avance en los sistemas de alimentación, salud, educación, agua, vivienda, producción e infraestructura, está y seguirá estando el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento en combustibles y electricidad. Superar la pobreza y la marginación conlleva a elevar el consumo de energía, de preferencia lo más limpia posible (UNDP, 2020).

El acceso universal a la energía es esencial, y lo mismo es válido para la energía sostenible, por ser una oportunidad para transformar la vida, la economía y el planeta. Por esa razón tiene sentido diseñar y apoyar iniciativas que aseguren el acceso universal a los servicios de energía modernos, que mejoran el rendimiento energético y que aumentan el uso de fuentes renovables de energía. Sin embargo, no basta con formular estrategias para garantizar la seguridad energética, sino que también sean compatibles con otros objetivos de la Agenda 2030. Los países de la región en estudio tienen contemplado en sus políticas energéticas la necesidad de garantizar el acceso a servicios energéticos asequibles. Se aprecia cómo han desviado la matriz de generación hacia energías limpias y más eficientes, trazando metas para que en la matriz energética sea mayormente de energías renovables y menos dependiente de combustibles fósiles.

En los planes de política energética consultados, de los países de la región, apenas se menciona el concepto de seguridad energética, sin darle mucha atención e importancia. Aunque se manifiestan los avances en materia de energía, existen todavía millones de personas que no tienen acceso a servicio eléctrico, a combustibles y tecnologías limpias y modernas que mejoren su calidad de vida; son países importadores netos de combustibles fósiles, por lo que están expuestos a la volatilidad de los precios en el mercado internacional y al riesgo en el suministro; Estados Unidos es el principal suministrador de productos derivados, además de imponerle un bloqueo económico y comercial a Cuba que ha

---

<sup>1</sup> En la investigación, para referirse a sostenible, se tomó en consideración el concepto de sostenibilidad propuesto por la ONU, que la define como “lo que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias”. Disponible en: [www.un.org/es/impacto-académico/sostenibilidad](http://www.un.org/es/impacto-académico/sostenibilidad).

afectado a su situación energética, es por eso que el escenario geopolítico juega un papel fundamental en el desarrollo de las políticas energéticas; todos los países son vulnerables a los efectos del cambio en los patrones del clima, lo cual repercute en la generación a partir de energías renovables.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en materia de energía y ambiente, en conjunto con las preocupaciones alrededor de la seguridad energética, se pueden asociar y trascienden en las proyecciones de las políticas energéticas de México, los países de Centroamérica y el Caribe. Teniendo en cuenta los aspectos mostrados anteriormente, es viable y de gran utilidad analizar la seguridad energética en la perspectiva de una transición hacia sistemas energéticos de baja huella de carbono, tomando como periodo base de 2000 a 2017, lo cual será el propósito de esta investigación.

Para el desarrollo del estudio se tuvieron en consideración las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál ha sido el desempeño de los países latinoamericanos para garantizar su seguridad energética y transitar al mismo tiempo hacia energías menos intensivas en emisiones de gases de efecto invernadero? ¿Qué problemas han enfrentado y cómo han sido resueltos? ¿Qué nuevos desafíos se perfilan en el horizonte?

Para el desarrollo del trabajo se planteó el Objetivo General:

Analizar la evolución y perspectivas de seguridad energética en México, Centroamérica y el Caribe de 2000 al 2017 en el marco de Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas que permitan sugerir pautas de política energética que contribuyan a garantizar niveles razonables de seguridad al mismo tiempo que se realiza la transición energética hacia un sistema de baja huella de carbono.

Los Objetivos específicos son los siguientes:

- Poner en perspectiva el papel fundamental de la energía en el cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS).
- Discutir el significado y alcances del concepto seguridad energética en el contexto de la transición hacia sistemas de producción y consumo de baja huella de carbono.
- Analizar y seleccionar un conjunto de indicadores que permitan caracterizar y evaluar las cuatro dimensiones de la seguridad señaladas explícitamente en los ODS: asequibilidad, confiabilidad, sostenibilidad y modernidad<sup>2</sup>.
- Establecer un método cuantitativo para estimar la evolución de la seguridad energética en la región, tomando como periodo base de 2000 a 2017.
- Realizar un análisis prospectivo de la seguridad energética en la región y establecer escenarios alternativos que permitan sugerir pautas de política energética.

La novedad científica de esta investigación reside en que hasta la fecha no se tiene conocimiento de la existencia de una investigación referente al estudio de seguridad energética en la región, por lo que se puede alegar que es el primero que se realiza. Este estudio hace un análisis cualitativo de la seguridad energética por medio de indicadores que son sometidos al criterio de expertos de México y de todos los países centroamericanos. No sólo se determina el comportamiento de la seguridad energética de 2000 a 2017, sino que se realiza una proyección hacia 2030, lo que serviría como

---

<sup>2</sup> Aunque en la Agenda 2030 no se esclarece el término modernidad, en este estudio se toma en consideración como la inserción de nuevas tecnologías, elementos o equipamientos modernos en el mercado de hidrocarburos y electricidad.

instrumento para establecer estrategias, que las políticas propuestas cumplan con las expectativas previstas y que los decisores puedan generar pautas de política energética. La principal limitación que se tuvo durante la investigación fue la disponibilidad y confiabilidad de los datos estadísticos.

El documento cuenta con una introducción, cinco capítulos, conclusiones generales, bibliografía y anexos. En el Capítulo 1 se destaca el papel de la energía en cumplimiento de la Agenda 2030 y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se analiza la seguridad energética, tanto por sus concepciones como por sus métodos para determinarla, así como la importancia que tiene la definición en los planes de política energética de los países. El Capítulo 2 ofrece un diagnóstico de la situación energética de los países de la región, enfocándose en los problemas que la afectan.

En el Capítulo 3 se explican las metodologías para la obtención y manejo de datos, así como para la selección y estimación de indicadores. El Capítulo 4 expone los principales resultados obtenidos del cálculo del Índice de Seguridad Energética y del Índice de Vulnerabilidad en Petróleo de los países y de la región en general. En el Capítulo 5 se proyectan los escenarios tendencial y alternativos hacia 2030. Las conclusiones de cada capítulo ayudan a derivar conclusiones generales y establecer las recomendaciones. La bibliografía refleja las referencias consultadas para el desarrollo de este trabajo y en los anexos se incluye información, cálculos y análisis realizados como parte de la investigación.

## **Capítulo 1: La energía en el desempeño de políticas hacia 2030**

La percepción de seguridad energética ha cambiado con el paso del tiempo, en razón de los avances tecnológicos, la diversificación de las fuentes de energía, las inquietudes sociales, las preocupaciones ambientales, el peso de la sociedad en las decisiones públicas, así como la multiplicación de amenazas y retos en materia de energía (Herrero, 2016). Durante la mayor parte del siglo XX el foco central de la política de la seguridad energética se concentró en evitar el desabasto de petróleo, pero ahora la atención se concentra en la disponibilidad de recursos suficientes, asequibles y sostenibles para satisfacer la demanda no sólo de petróleo sino de energía (Intharak, 2007; UNDP, 2000; WEC, 2012).

En este capítulo se realizará una revisión bibliográfica sobre los estudios cuantitativos y cualitativos de la seguridad energética, teniendo como referencia el papel que juega la energía en la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El enfoque de la investigación se fundamenta en los objetivos 7 y 13 de la Agenda, por lo que se hace una breve descripción del contexto de cada país en torno al cumplimiento de los objetivos en el primer acápite. En el acápite 2, después de analizar algunas de las definiciones de la seguridad energética, así como modelos contemplados para su determinación, se ejemplifica cómo los países en estudio tienen contemplado este tema en su cartera energética.

### **1.1 Energía en el cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible**

El 1 de enero de 2016 entraron en vigor los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Los ODS llaman a la acción de todos los países para originar la prosperidad y la protección al planeta, al sostener que la erradicación de la pobreza debe ir acompañada de estrategias que impulsen el crecimiento de las economías y aborden el cambio climático y la protección del medio ambiente (Coviello & Ruchansky, 2017).

Como bien se establece en el informe de Coviello & Ruchansky (2017), para que el mundo se desarrolle de manera sostenible, es necesario asegurar el acceso a servicios energéticos asequibles, fiables, sostenibles y modernos, así como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la huella de carbono del sector energético, plasmados en los objetivos 7 y 13, respectivamente, en los cuales se centra esta investigación.

El ODS número 7 (Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos), con 5 metas a desarrollar, se refiere al papel de la energía ante la transformación del mundo actual y al concepto de “energía sostenible” como una oportunidad ante las nuevas transformaciones. En las metas se propone aumentar la eficiencia energética, el uso de tecnologías limpias y menos contaminantes, y lo más importante, es que los países en vía de desarrollo puedan cooperar entre sí para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles.

El ODS número 13 (Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos), está enfocado en los impactos negativos que se prevén en los cambios en los patrones climatológicos, así como en los que ya se perciben, hace un llamado para que la comunidad internacional trabaje de forma coordinada y que los países en desarrollo avancen hacia una economía baja en carbono. En sus cinco metas, se hace hincapié de incorporar en las políticas y estrategias de cada país medidas relativas a este tema, cumplir con los acuerdos internacionales, aumentar la planificación y gestión efectivas ante los riesgos concernientes con el cambio climático (CEPAL, 2016a).

### 1.1.1 Energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

La Administración de Información de Energía de los Estados Unidos define a la energía como “*la capacidad para realizar un trabajo, medida por la capacidad de realizar un trabajo (Energía potencial) o la conversión de esta capacidad en movimiento (Energía cinética). La mayor parte de la energía convertible del mundo proviene de combustibles fósiles que se queman para producir calor que luego se utiliza como medio de transferencia a medios mecánicos u otros para realizar tareas. La energía eléctrica generalmente se mide en kilovatios (kW), mientras que la energía térmica generalmente se mide en unidades térmicas británicas (Btu)*” (EIA, 2018).

La revisión de estudios de Heres (2015) permite señalar cómo el crecimiento económico tiene impactos sobre el consumo de energía, aunque esta relación, cuando se compara países, también puede presentarse en dirección opuesta: el aumento en el consumo de energía puede generar crecimiento económico. También señala que la relación entre consumo energético y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) es unidireccional del primero hacia las segundas, no obstante, recalca que entre las emisiones y el crecimiento económico también es posible encontrar una relación en ambas direcciones.

El acceso universal a servicios de energía asequibles, fiables y sostenibles requiere ampliar el acceso a la energía eléctrica, a combustibles limpios y tecnologías más eficientes, mejorar la eficiencia energética y aumentar el uso de las energías renovables. En el informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017 se hace referencia que al finalizar el 2014 el 85.3 % de la población mundial tenía acceso a la energía eléctrica, un 96 % en zonas urbanas y un 73 % en las zonas rurales; el acceso a combustibles y tecnologías poco contaminantes para cocinar había aumentado a un 57 % con respecto al año anterior, aunque más de 3 mil millones de personas seguían sin acceso a combustibles y tecnologías para cocinar poco contaminantes y expuestas a altos niveles de contaminación del aire en sus hogares; el porcentaje de energía renovable en el consumo de energía final creció de 2010 a 2014 de 17.5 a 18.3 %, siendo la energía solar, eólica e hidroeléctrica las que más contribuyeron; aunque la intensidad energética primaria mejoró entre 2012 y 2014, el aumento seguía siendo insuficiente para duplicar la tasa mundial de mejoras en eficiencia energética (ONU, 2017).

Según el informe “Situación Mundial de las Energías Renovables, 2016”, elaborado por la Academia REN21, los países de América Latina y el Caribe siguen posicionándose entre los líderes mundiales en el despliegue de energías renovables. Costa Rica, Guatemala y Honduras son los que más han contribuido en los últimos años a incrementar la capacidad mundial de generación eléctrica con energías limpias, especialmente con la solar (DGE, 2018).

A continuación, se presentan algunas de las acciones de los países en la región de estudio que contribuyen al cumplimiento del ODS 7.

#### ➤ México

Aunque es un país rico en recursos energéticos, tanto renovables como no renovables, existe una gran dependencia de combustibles fósiles. De Buen & García (2018) comentan que en México se avanza hacia una matriz energética menos dependiente de los combustibles fósiles a partir de compromisos globales, como los Objetivos de Desarrollo del Milenio y los ODS. En el Balance Nacional de Energía 2017 (SENER, 2018a) se analiza cómo el país muestra dependencia de las importaciones de energía para satisfacer la demanda. También se aprecia disminución en la producción de energía primaria, los hidrocarburos aportaron 11.3 % menor a lo observado en el 2016. Las energías renovables tuvieron

un aumento considerable, la solar, presentó en 2017 un salto de 36.68 % respecto al año anterior, la producción de biogás mostró un incremento del 31.94 % y la eólica aumentó en un 2.33 %.

➤ Guatemala

Guatemala es un país importador y exportador de energía. Las energías primarias con que cuentan son el petróleo, el carbón mineral, la hidroenergía, la geoenergía, el gas natural, la leña, el bagazo de caña, las energías solar y eólica. Aunque tiene una cantidad considerable de recursos renovables y se promueven inversiones en proyectos para su explotación, aún siguen siendo pocos aprovechados. Esto ayudaría a diversificar la matriz de generación eléctrica y estabilizar los precios de la energía eléctrica en el mediano y largo plazo (DGE, 2018). El Plan Nacional de Energía refleja la premisa de aprovechar los recursos renovables y la eficiencia y ahorro energéticos, además de reconocer la necesidad de inversión en la electrificación de zonas rurales para mejorar la cobertura eléctrica que en 2016 era de 92.06 % (MEM, 2017b).

➤ Honduras

En 1994 Honduras vivió una de las peores crisis eléctricas de su historia, donde miles de hogares estuvieron sin servicio hasta 14 horas diarias. Gracias al proyecto innovador “Luz y Fuerza de San Lorenzo, S.A.” (mejor conocido como Lufussa) se fortaleció el sector productor de la energía eléctrica y se logró solventar la necesidad energética de la nación. Esta empresa cuenta con gran eficiencia en la producción de energía eléctrica y ha dejado líneas para la transmisión de electricidad como parte del patrimonio de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) (Lufussa, 2017b). En los últimos años la dependencia energética de Honduras ha disminuido considerablemente, consiguiendo invertir su matriz energética a partir de fuentes renovables<sup>3</sup>. En el país se aprecia considerablemente el constante crecimiento en la generación de energías limpias, como es la creación del parque solar fotovoltaico más grande de América Latina y el Caribe y la perspectiva de poner en funcionamiento nuevas hidroeléctricas y plantas generadoras a partir de la energía eólica (Yayi, 2017).

➤ El Salvador

La matriz energética de este país al cierre del año 2013 era altamente dependiente del petróleo, alcanzando casi un 50 % en la capacidad instalada, seguido por la hidroeléctrica con 31 %, geotérmica con 13 % y biomasa con 7 %. El Estado, con el fin de garantizar que la mayor parte de la población no se afecte con el alza de los precios de la energía eléctrica, ha subsidiado desde el 2011 a más del 86 % de los usuarios residenciales que consumen menos de 200 kWh, manteniéndoles una tarifa eléctrica fija (CNE, 2014). Gracias a los avances en la diversificación de la matriz energética y la introducción de fuentes como la solar, eólica, biomasa, biogás e hidráulica en la generación eléctrica, la capacidad instalada aumentó en 31.4 % de 2014 a 2018 (SIGET, 2018).

➤ Nicaragua

Entre las acciones que implementa el país se destacan la aprobación de una Ley de Promoción de Energía Renovable, el establecimiento de un subsidio para consumidores de bajos ingresos, el incremento en el uso de fuentes renovables y el significativo mejoramiento de la cobertura eléctrica (CONICYT, 2017). Cabe destacar el incremento vertiginoso que obtuvieron las energías renovables dentro de la matriz energética, pues en 2006 representaban apenas el 25 % y al finalizar el 2018 se encontraban en 58.9 % (Informe Pastrán, 2019). Desde el 2016, Nicaragua tiene la puesta en marcha

---

<sup>3</sup> Entre las fuentes renovables, lidera la generación hidroeléctrica con un 36.8 %, seguido de la eólica (13.2 %), la solar (11.2 %), la biomasa (10.7 %) y la geotérmica (3.1%) (La tribuna, 2018).

del Sistema de Interconexión Eléctrico de los Países de América Central (SIEPAC) y de las operaciones del Mercado Eléctrico Regional (MER), las que han creado condiciones favorables para que el país pueda comercializar el excedente de la producción nacional de energía en el mediano plazo y dinamizar el proceso de integración energética regional (Redacción Central, 2016).

➤ Costa Rica

El consumo total de energía en Costa Rica en el 2015 fue a partir de la biomasa (representó el 16 %), la electricidad (21 %) y derivados del petróleo (63 %), siendo el sector transporte el de mayor consumo de energía, con más del 50 %. Es por eso que la principal fuente de energía de la matriz energética son los productos derivados del petróleo y su principal uso es el sector transporte (Zárate & Ramírez, 2016). El sistema nacional de energía se ha adaptado a una generación limpia de electricidad. El país cerró el año 2018 con una generación eléctrica de 98.6 % producida con fuentes renovables<sup>4</sup> (Madrigal, 2019). Según el VII Plan Nacional de Energía 2015-2030 (MINAE, 2015) algunas de las prioridades en el sector energético son introducir cambios en el Sistema Eléctrico Nacional para elevar la eficiencia energética y promover sistemas eficientes de transporte colectivo como el uso de combustibles alternativos (que no sea el combustible de petróleo convencional) en el sistema de transporte.

➤ Panamá

El modelo actual de mercado de energía se basa principalmente en fuentes convencionales; el petróleo y sus derivados representan alrededor de dos tercios del suministro de energía primaria, lo que hace que sea vulnerable a la volatilidad de los precios mundiales y al aumento de los costos de importación del combustible. En los últimos años se destaca la ampliación de la capacidad de generación del país, especialmente con fuentes renovables, como la hidroeléctrica, la eólica y la solar, por lo que se diversifica la generación de electricidad y se satisface la demanda aprovechando el abundante potencial de recursos de energía renovable. Plasmado en el Plan Energético Nacional, el país aspira en el 2050 que en el sector eléctrico el 77 % de la capacidad instalada proceda de energías renovables (SNE, 2017). No obstante a esta información, de 2016 a 2019 no se habían aprobado licitaciones para construir nuevas plantas de energía eléctrica, por lo que el país tenía que recurrir a un mercado ocasional donde los precios eran elevados y afectaban a la tarifa eléctrica (Díaz, 2019).

➤ Cuba

Este país, vulnerable por su posición geográfica ante eventos meteorológicos extremos, ha demostrado tener una política energética de alta resiliencia, basada esencialmente en la generación distribuida, lo que propicia una recuperación muy rápida. En el 2014, el 96 % de la generación de electricidad era por combustible fósil. El cambio de matriz energética es una de las prioridades económicas, por lo que se han ampliado, modernizado y creado proyectos de inversiones en el sector renovable gracias a la inversión extranjera, como parques eólicos y bioeléctricas. La estrategia es aprovechar al máximo los recursos hídricos, solar, eólico, bagazo de caña y biomasa forestal (Roca & Roca, 2014). La proyección del país para el 2030 es que las fuentes renovables de energía en la matriz eléctrica tengan una participación del 24 % y que puedan cubrir el 60 % del incremento del consumo (Labrador, 2018).

---

<sup>4</sup> En Costa Rica la mayor producción de energía limpia en 2018 provino del agua con un 73.48 %, el viento con 15.84 %, la geotermia con 8.52 %, y en menor medida, la biomasa con 0.67 % y la solar con 0.09 % (Madrigal, 2019).

### ➤ República Dominicana

Dados los altos precios del petróleo en el mercado internacional, la dependencia de la importación de energía, los altos costos y el uso ineficiente de la energía, el Plan Energético Nacional 2010-2025 propone incrementar la oferta de energía doméstica; disminuir el costo de la energía; desarrollar una oferta energética segura y confiable; incrementar la eficiencia energética y el uso racional de energía; así como la protección al medio ambiente (Betancourt, 2010). El país ha diversificado su matriz de generación hacia energía limpia y más eficiente con la puesta en marcha de nuevos proyectos de generación de energía eléctrica. En el 2000, la generación eléctrica dependía en un 88 % de derivados del petróleo (Caraballo, 2018), al cierre de 2017, el 33.55 % fue abastecida por combustibles líquidos derivados del petróleo, superados por el gas natural con un 34.68 %, el carbón contribuyó con un 13.86 %, la hidroeléctrica con 14.24 %, eólica con 2.47 %, la solar con el 0.31 % y la biomasa con el 0.90 % (Medina, 2018).

#### 1.1.2 Cambio climático y sus efectos

El clima es el estado del sistema climático en términos tanto clásicos como estadísticos, es decir, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes<sup>5</sup> durante un periodo de 30 años (IPCC, 2013). Para adaptarse a un clima diferente se necesita conocer cómo está cambiando el clima a diferentes escalas (global, regional y local). Desde 1988 fue creado el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), por la coordinación entre la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el cual presenta periódicamente evaluaciones del sistema climático, la variabilidad climática y el cambio climático (INECC, 2018).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) hace una comparación con el contraste que existe entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad del clima atribuible a causas naturales. En su artículo 1, para efectos de esa Convención, se define el cambio climático como “*cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables*”.

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático reconoce al cambio climático como la “*variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos periodos de tiempo, generalmente decenios o periodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo*” (IPCC, 2014).

Existe una estrecha relación entre energía y cambio climático pues el sector energético es el principal emisor de gases de efecto invernadero (GEI). El desarrollo de políticas energéticas donde se relacione la seguridad energética con el cambio climático, conlleva a una reducción en el consumo de combustibles que son responsables de las emisiones de GEI (Hughes, 2009). El cambio climático es

---

<sup>5</sup> Las magnitudes son casi siempre variables de superficie, como por ejemplo temperatura, precipitación o viento.

una de las principales preocupaciones ambientales y con importantes implicaciones energéticas al surgir como un impulsor de la política energética.

La primera respuesta política internacional para lograr la disminución de las emisiones antropogénicas de GEI se realizó en 1992 con la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El objetivo final de la Convención fue estabilizar “las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida la interferencia antropogénica peligrosa en el sistema climático”, respaldado posteriormente en 1997 por el Protocolo de Kyoto, el que establece un calendario para la reducción de emisiones en países industrializados.

Ante la incertidumbre sobre los impactos económicos directos por el cambio climático, los gobiernos tienden a evaluar sus políticas en términos de su efecto en la reducción de las emisiones de GEI. El IPCC ha desarrollado enfoques estandarizados y cada país los ha refinado como parte de su proceso nacional de inventario de emisiones de GEI. El dióxido de carbono es el gas de efecto invernadero antropogénico más importante y se origina principalmente en la producción y el uso de energía (Blyth & Lefèvre, 2004).

El planeta requiere un mayor esfuerzo para lograr resiliencia y limitar los peligros asociados con el clima y los desastres naturales, así como obtener un cambio de enfoque hacia la implementación de acciones para el clima y el desarrollo sostenible, objetivos que pueden ser consumados con la entrada en vigor del Acuerdo de París el 4 de noviembre del 2016.

A pesar del avance en la implementación de estrategias de minimización de riesgos en desastres, el número de muertes atribuidas a peligros naturales continúa aumentando, por lo que muchos países han comenzado a implementar estrategias de minimización de riesgos de desastre a nivel local y nacional. Para la minimización de los factores de riesgo subyacentes, la mayoría de los países han puesto en marcha la ejecución de evaluaciones de impacto ambiental, la legislación sobre zonas protegidas, los proyectos y programas para la adaptación al cambio climático y la planificación (ONU, 2017).

Centroamérica es una de las regiones más afectadas y vulnerable ante los efectos del cambio climático, los que se agrandan con factores ambientales locales, como la deforestación. La región está haciendo esfuerzos para adaptarse y mitigar los efectos de este fenómeno global, dirigidos a alcanzar las metas del Acuerdo de París (EFE, 2018). En esta región la temperatura aumentó entre 0.7 °C y 1 °C desde 1970, mientras que las lluvias decrecieron un milímetro por día desde 1950 (Soto et al., 2018). A continuación, se muestran algunos de los principales impactos atribuidos al cambio climático en cada uno de los países en estudio, así como las varias medidas que se han tomado para la mitigación y adaptación ante este fenómeno.

#### ➤ México

Desde la década de 1960, los estudios indican que el país se ha vuelto más cálido; las temperaturas promedio han aumentado 0.85 °C y las temperaturas invernales 1.3 °C; se ha reducido la cantidad de días más frescos desde los años sesenta del siglo pasado y hay más noches cálidas; y la precipitación ha disminuido en el sureste desde hace medio siglo (INECC, 2018). En el 2018 la mitad de los estados de la República registraron temperaturas superiores a los 40 °C en el mes de mayo. La pérdida de bosques se ha acelerado por los efectos de la desertificación, el aumento de las temperaturas, la explotación agrícola y los incendios forestales. Los glaciares más importantes del país (Pico de Orizaba, Popocatepetl e Iztaccíhuatl) están disminuyendo considerablemente su extensión (Noticieros Televisa, 2018).

México ha trabajado intensamente a nivel internacional para hacer frente a los efectos del cambio climático. Entre las acciones para combatirlo se encuentran la Reforma Urbana, que contempla la dimensión ambiental, la sustentabilidad y la eficiencia energética, además de ser pionero en trabajar en las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés) de vivienda. El país va encaminado al cumplimiento del Acuerdo de París COP-21 así como los ODS hacia el 2030 (Robles, 2017). Se han realizado modificaciones a la Ley General de Cambio Climático para coordinar acciones e incluir en las políticas de adaptación el atlas de riesgo, se financian proyectos sustentables, de energía eléctrica, bonos verdes, componente carbono del impuesto, Certificados de Energía Limpia (CEL), subastas de energía eléctrica y mercado de carbono. Se tiene un Inventario Nacional de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI) para el conocimiento y estadísticas sobre las emisiones a la atmósfera de GEI y de carbono negro (NOTIMEX, 2018). Además, se tienen inversiones en energías limpias, en 2017 fue el país con mayor crecimiento en este rubro (más de 500 %); la capacidad instalada de generación de energía limpia pasó de 26 % en 2012 a 30 % en 2017 (SEMARNAT, 2018).

➤ Guatemala

Guatemala es fuertemente vulnerable a los efectos del cambio climático. En el país ya es evidente un aumento de la variación del clima, la cual ha aumentado en las últimas décadas. El periodo lluvioso ha establecido su comienzo en el mes de junio, por lo que los agricultores han tenido problemas en sus planes de cosecha y determinación de siembras, incrementando el problema de inseguridad alimentaria y hambrunas, especialmente en el llamado corredor seco del país. Además, en varias regiones existe un aumento considerable de estrés hídrico, particularmente en el oriente de la nación (Castellanos, 2016). Algo alarmante es que se han reportado incendios forestales en la selva húmeda de Petén (Méndez, 2016).

Méndez (2016) destaca que Guatemala fue uno de los países que se comprometió a tomar acciones encaminadas a evitar el aumento de la temperatura del mundo en la Conferencia de las Partes (COP 21) celebrada en París a finales de 2015. Rodríguez et al. (2016) hacen relevancia del Plan Nacional de Desarrollo K'atún 2032<sup>6</sup> como un esfuerzo para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de las iniciativas políticas para dar cumplimiento a las metas dispuestas para el 2030, entre las que se pueden citar la “Política Nacional de Cambio Climático y una de las primeras leyes de cambio climático a nivel mundial: Ley Marco de Cambio Climático”, el proyecto Guatecarbon, la instauración del Consejo Nacional de Cambio Climático, la Ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energías renovables y su reglamento, la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, una Política Energética 2012-2027 vinculada a la reducción de emisiones de GEI y la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones (LEDS).

➤ Honduras

Los efectos del cambio climático se han intensificado en los últimos años en este país al modificar el régimen de precipitación (mucha irregularidad en las precipitaciones) que ha llevado fuertemente a seguías y erosión de los suelos, que perjudica a la agricultura, y por ende a la economía, la producción

---

<sup>6</sup> En dicho documento se origina un amplio consenso sobre el impacto que el deterioro ambiental puede ocasionar a los medios de vida de las comunidades y de los sectores económicos clave; y que por ende impedirían avanzar en la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria, especialmente en las comunidades del interior del país.

comercial y la seguridad alimentaria. Las sequías más prolongadas y extensas han ocurrido al este y al sur, porque en otras áreas, sobre todo al norte, hay ocurrencia de precipitaciones fuertes con inundaciones frecuentes. Otros impactos son: la elevación del nivel medio del mar, que ha afectado directamente a los procesos de la dinámica costera e incrementado el riesgo de inundaciones en zonas bajas, así como efectos adversos en el sistema arrecifal Mesoamericano al norte del país (el segundo más grande del mundo).

Honduras es uno de los 20 países que participa en el Proyecto Global del PNUD “Fortalecimiento de las capacidades de los encargados de la formulación de políticas para hacer frente al cambio climático”. Para hacerle frente a los impactos de este fenómeno, el gobierno tiene la “Estrategia Nacional de Cambio Climático en Honduras” (ENCC), promovida por la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, la Cooperación Alemana y el PNUD (El Pulso, 2017). La ENCC aborda las interacciones entre los diferentes aspectos del cambio climático: causas, manifestaciones, efectos adversos y medidas de respuesta; así como las dimensiones social, económica y ambiental de la sociedad hondureña. Incorpora estrategias y medidas apropiadas y oportunas encaminadas a reducir la vulnerabilidad socioambiental y económica, así como mejorar la capacidad de adaptación, particularmente de las poblaciones, sectores y territorios más expuestos a las amenazas climáticas (SERNA, 2010).

Otro esfuerzo es la Tercera Comunicación Nacional, un instrumento de toma de decisiones para conocer los avances que el país ha tenido en materia de cambio climático y para planificar una gestión sostenible de los recursos a futuro, para evitar daños provocados por los cambios esperados por el clima (PNUD, 2018). También cuenta con la “Fundación Iniciativas de Cambio Climático de Honduras” (Fundación MDL), la cual promueve acciones para reducir las emisiones de GEI y minimizar la vulnerabilidad ante el cambio climático, con miras a optimar las condiciones de vida de las comunidades directamente vinculadas con los recursos naturales (UNEP-REGATTA, 2019).

#### ➤ El Salvador

El sistema hídrico en El Salvador se ha visto alterado por los efectos del cambio climático, disminuyendo en ciertos casos los caudales de algunos ríos, mientras que, en otros, se presentan altas precipitaciones e inundaciones. Tanto la prevalencia de la sequía como las inundaciones han traído consigo grandes pérdidas en la agricultura. Por el aumento del nivel medio del mar, existe vulnerabilidad en las poblaciones rurales de la planicie costera central (expuestas a una pérdida del territorio entre el 10 % y 19 %); además de que puede traer consigo un incremento en la salinidad de la zona costera con el consecuente deterioro de los manglares, pérdida y desplazamiento de especies debido a sus niveles de tolerancia a la salinidad, salinización de los mantos acuíferos, entre otros (Paz & Gutiérrez, 2009).

El Salvador ratificó la CMNUCC en agosto de 1995 y el Protocolo de Kioto (PK) en 1998. En el año 2000 presentó su Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático (PCNCC), la segunda en el 2013 y la tercera en el 2018. En el año 2012 el Consejo de Ministros aprobó la nueva Política del Medio Ambiente con los objetivos de revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático. En el mismo año se hicieron importantes reformas a la Ley del Medio Ambiente, incorporando instrumentos que facilitan la implementación de acciones para impulsar la adaptación y afrontar el cambio climático.

En 2013, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) lanzó la Estrategia Nacional de Cambio Climático, y en junio de 2015 se oficializó el primer Plan Nacional de Cambio

Climático, cuyo objetivo es construir una sociedad y una economía resiliente al cambio climático y baja en carbono. Durante noviembre de 2015, previo a la Conferencia de las Partes COP 21, se presentó ante la Convención las Contribuciones Tentativas Nacionalmente Determinadas (INDC, por sus siglas en inglés) el establecimiento de un marco de legislación y arreglos institucionales que orientaran el desarrollo económico y social hacia las bajas emisiones y la adaptación al cambio climático (MARN, 2018).

➤ Nicaragua

En este territorio se han notado cambios en los patrones climatológicos, como es el aumento de la temperatura atmosférica (valores superiores a los 37 °C) y la reducción e inestabilidad del régimen de precipitación. Estos dos elementos traen consigo que se afecte el sector de la agricultura al ser vulnerable, pues depende de la lluvia y es un sector poco tecnificado, por lo que se afecta el uso de los terrenos y el rendimiento de los cultivos Ponce et al. (2016). Algunos cambios que se prevén son la degradación de los suelos, déficit en la disponibilidad de agua, riesgos de inundaciones en zonas bajas en la costa Pacífica por la elevación del nivel del mar, daños a manglares (en el Pacífico y el Atlántico), falta de disponibilidad de agua potable en la costa del Pacífico, en la región de occidente y en el Atlántico, entre otros (Milián, 2009).

En el 2003 se realizó el Plan de Acción Nacional ante el Cambio Climático con los objetivos de contribuir a la reducción de los efectos adversos del cambio climático (a través de medidas de adaptación orientadas hacia los sectores más vulnerables: agricultura y recursos hídricos) y a la mitigación de gases de efecto invernadero (mediante el control de emisiones, especialmente en el sector energía, y la conservación y creación de sumideros) (MARENA, 2003). Diez años después, la FES-Nicaragua comenzó a trabajar con dos temas relacionados: el primero referente al Cambio climático, orientado a la elaboración de propuestas de adaptación, y el segundo, Economía Sustentable, con énfasis en el modelo de crecimiento y desarrollo de los países centroamericanos (Artola & López, 2017).

La “Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático. Plan de acción 2010-2015” se realiza con la finalidad de garantizar la participación del pueblo y las instituciones de gobierno en desarrollar acciones de conservación y preservación de los recursos (MAGFOR, 2010). En el 2015 el país participa en la COP 21, pero rechazó el acuerdo internacional por dos años porque consideraba que los estándares para reducir emisiones contaminantes no eran suficientemente estrictos con las naciones más ricas y las economías más grandes del planeta; en el 2017 reconoció que es el único instrumento internacional que ofrece las condiciones para enfrentar el calentamiento global y sus efectos (BBC Mundo, 20017). Con la implementación del Plan de Adaptación a la variabilidad y el Cambio Climático en el Sector Agropecuario, Forestal y Pesca en Nicaragua, se refuerzan elementos básicos para impulsar el Plan de acción 2010- 2015 (MAGFOR, 2018).

➤ Costa Rica

La temperatura es una de las variables con mayores cambios en los patrones climáticos en Costa Rica y que ha sido una de las principales causas del incremento de enfermedades, plagas y alteraciones en las especies silvestres. También se observan: erosión costera (principalmente en el Pacífico Central), sequías (Pacífico Norte y la región Norte) y aumento del número de fenómenos climáticos extremos, como los ciclones tropicales (Valverde, 2018). Las áreas de mayor riesgo son las montañas, manglares y arrecifes; al igual que los bosques en áreas cálidas (como los bosques costeros del Atlántico y el

Pacífico). De igual forma, los bosques tropicales del país están altamente afectados por las altas temperaturas, lo que podría tener consecuencias sociales y ecológicas muy graves (AIESEC, 2017).

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) es una de las primeras iniciativas del Estado para responder a la problemática mundial del cambio climático con una fuerte participación de los diferentes actores y sectores. Entre sus objetivos se encuentran reducir los impactos sociales, ambientales y económicos de este fenómeno; promover el desarrollo sostenible mediante el crecimiento económico, el progreso social y la protección ambiental por medio de iniciativas de mitigación y acciones de adaptación; así como dirigir una economía carbono neutral competitiva para el 2021 (MINAE, 2008). Desde el 2017 se han desarrollado acciones por un transporte público verde, aunque los vehículos individuales más limpios también son importantes. También se han proporcionado incentivos financieros para la adopción de vehículos eléctricos (Morales, 2017).

En el 2018 se lanzó una política de adaptación al cambio climático con el objetivo de transitar hacia un modelo de desarrollo resiliente, que evite pérdidas humanas y modere los daños materiales generados por los efectos adversos del cambio climático, integrándose a las políticas y medidas que establece el Acuerdo de París (EfeVerde, 2018). Se tiene inversiones en energías limpias como hidroeléctrica, geotérmica, solar y eólica, las cuales han ayudado a que sea el primer país en vías de desarrollo en producir 100 % de energía eléctrica a partir de energías renovables. En los últimos años, el gobierno ha construido plantas hidroeléctricas y ha invertido en energía eólica y plantas geotérmicas. Costa Rica, es el primer país en firmar un pacto nacional para los Objetivos de Desarrollo Sostenible de 2030 y desarrolla proyectos para la reforestación y capacitación a las comunidades indígenas de cómo mitigar los impactos del cambio climático (AIESEC, 2017).

#### ➤ Panamá

Los efectos del cambio climático amenazan el desarrollo del país por ser un importante territorio costero-marino (FES, 2019), algunos de los casos que se han presentado son el aumento del nivel medio del mar, que ha traído consigo que una isla de la comarca de San Blas haya sido desalojada a tierra firme, que la isla de Bastimentos haya perdido alrededor de 20 metros de playa y que en la provincia de Panamá Oeste existan fuertes oleajes. También ha habido un aumento de la sensación térmica diurna y nocturna (temperaturas máximas y mínimas). Los estudios pronostican bajo rendimiento de ciertos productos por la variabilidad climática en sectores agropecuarios; que las tormentas y eventos extremos, además de intensificarse, serán más seguidos, por lo que se incrementarán las sequías y las inundaciones, como ya han sucedido en ocasiones en los últimos años.

Las políticas públicas son clave en la mitigación de los efectos de la variabilidad climática, al fortalecer la investigación, la predicción de los efectos del cambio climático y los impactos en la demografía, en el ambiente, en la economía y en la gestión de la conservación de la biodiversidad. Es por eso que, el país necesita estrategias sociales y ambientales viables, así como económicamente puntuales y de escala local. Los municipios deben gestionar la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático, gestionar el riesgo e implementar planes de adaptación (Cárdenas, 2019).

A inicios del 2019 en el país no había una política integral de adaptación al cambio climático, ni diagnósticos integrales que permitieran proyectar escenarios de riesgo futuros. Pese a lo crucial del tema, el cambio climático no ocupa un lugar relevante en la agenda política, ciudadana, ni de los medios de comunicación. La cooperación FES sobre cambio climático en Panamá, realiza diferentes procesos para apoyar al país a que avance en el tema. Algunas de las iniciativas son el apoyo a la construcción de una agenda ambiental y del cambio climático por parte de un conjunto de

organizaciones ambientales; la sistematización del estado de avance y cumplimiento de leyes, políticas y compromisos frente al cambio climático y la política ambiental; el seguimiento nacional a la posición centroamericana en las deliberaciones internacionales del cambio climático; la asesoría para la construcción de propuestas alternativas de adaptación al cambio climático, entre otras (FES, 2019).

➤ Cuba

Las investigaciones ratifican que el clima de la isla es cada vez es más cálido y extremo. La temperatura media anual aumentó en 0.9 °C desde mediados del siglo pasado. Se ha observado gran variabilidad en la actividad ciclónica, desde el 2001 a 2017 el país ha sido afectado por nueve huracanes intensos, sin precedentes en la historia. Desde 1960 el régimen de lluvias ha cambiado, incrementándose significativamente las sequías; y el nivel medio del mar ha subido 6.77 centímetros hasta el 2017 (CITMA, 2017). Estudios realizados en el país evidencian que hay un retroceso de la línea de costa de 1.5 a 2 metros anualmente, mientras que la Red Mareográfica Nacional reporta incremento del nivel medio del mar de 2.14 milímetros (Agencia Cubana de Noticias, 2018).

Las inundaciones costeras ocasionadas por la sobreelevación del mar y el oleaje, producidos por huracanes, frentes fríos y otros eventos meteorológicos extremos, representan el mayor peligro por la destrucción que causan al patrimonio natural y el construido en la costa. Desde 1960 a 2017 la elevación el nivel medio del mar aumentó en 6.77 centímetros, las proyecciones futuras indican que puede alcanzar hasta 27 cm en el 2050 y 85 cm en el 2100, provocando la pérdida paulatina de la superficie emergida del país en zonas costeras muy bajas, así como la salinización de los acuíferos subterráneos abiertos al mar por el avance de la “cuña salina” (CITMA, 2017). Además, se vaticina que el clima será más árido y áspero y que avancen hacia el occidente del país los paisajes secos de la zona oriental, lo cual representa una mayor amenaza del proceso de desertización (Prensa Latina, 2018).

Desde 1991 la Academia de Ciencias de Cuba inició investigaciones acerca del cambio climático, las que se intensificaron a partir de 2004 con el comienzo de los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (PVR) territoriales para la reducción de desastres, con el empleo del potencial científico-tecnológico del país. En el 2007 se priorizaron las investigaciones científico-tecnológicas a través del Macroproyecto sobre peligros y vulnerabilidad costeras para los años 2050-2100, dirigido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), aprobándose directivas a partir de los resultados y las recomendaciones de este Macroproyecto en el 2011.

En 2015 se comenzó un proceso de actualización de los documentos ya aprobados para el enfrentamiento al cambio climático (CITMA, 2017). En diciembre de 2016, Cuba ratificó el Acuerdo de París. Para su cumplimiento, el gobierno aprobó en 2017 la Tarea Vida la cual contiene 5 acciones estratégicas y 11 tareas, entre las que sobresalen las orientadas a reducir los asentamientos poblacionales en zonas costeras, diversificar y adaptar los cultivos a los nuevos escenarios, conservar las playas arenosas y asegurar la disponibilidad y uso eficiente del agua (Prensa Latina, 2018).

➤ República Dominicana

El análisis de los Puntos Críticos de Vulnerabilidad al cambio climático en la República Dominicana muestra que 13 provincias (alrededor del 40 %) presentan niveles de vulnerabilidad de alta a muy alta (MIMARENA, 2016). En 2015 el país sufrió una de las peores sequías de los últimos veinte años, debido al fenómeno El Niño. La ausencia de precipitaciones de años anteriores provocó que las reservas de agua registraran una situación crítica y se llamara a una racionalización del preciado

líquido, también trajo problemas en la agricultura por causa de la sequía. Al contrario de eso, a finales del 2016 y principio del 2017 se produjeron fuertes y prolongadas lluvias en la zona norte causando pérdidas económicas y apareciendo de repente enfermedades desconocidas por los dominicanos, como el zika y la chikungunya. La fauna y la flora también han tenido su impacto: en el país, existiendo más de 70 especies de animales amenazadas (Quiroz, 2017).

República Dominicana responde a la vulnerabilidad de su población y ecosistemas. En el 2015 se establece la Política Nacional de Cambio Climático (Decreto 269-15) y se presenta la Contribución Prevista y Determinada (INDC –RD). En el 2016 mediante el Decreto 23-16 se conforma la Comisión Interinstitucional de Alto Nivel para el Desarrollo Sostenible y se presenta la Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Además, se elaboró el Plan Nacional de Adaptación al cambio climático (PNACC-RD) 2015-2030 que retoma la perspectiva del Plan de Acción de Adaptación al Cambio Climático (PANA) del 2008 y las siete líneas transversales se centran en respuesta a dos objetivos: reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y facilitar la integración de la adaptación al cambio climático en las políticas nuevas y existentes, programas y actividades, en particular los procesos y estrategias de planificación del desarrollo (MIMARENA, 2016).

## **1.2 Seguridad energética**

La definición de seguridad energética ha cambiado con el tiempo. Después de la crisis ocurrida en la década de 1970, esta definición se relacionó con el riesgo de suministro de petróleo. A partir de estudios del presente siglo, se han agregado a la definición otros factores que afectan la estabilidad del suministro de combustible y aumentan el precio de la energía, como conflictos políticos, desastres naturales inesperados, preocupación por el terrorismo y desafíos ambientales relacionados con la energía (Intharak, 2007).

Rodríguez (2018) resalta la abundancia de bibliografía sobre seguridad energética y cómo los estudios y análisis se incrementan al ocurrir crisis geopolíticas, escasez o aumento de precios de forma desmesurada. Este autor destaca también el significado, el alcance, la naturaleza y las dimensiones de seguridad energética, así como los indicadores, métricas y técnicas de cuantificación de la seguridad energética. En otras palabras, los estudios cualitativos exploran temas como la geopolítica y la gobernabilidad que son difíciles de cuantificar. Los estudios cuantitativos proponen indicadores numéricos o índices para la seguridad energética y atributos medibles, como los precios de la energía y la intensidad energética. Éstos se pueden tratar como una extensión de los estudios cualitativos (Ang et al., 2015).

### **1.2.1 Concepciones de la Seguridad Energética**

La seguridad se puede definir como la sensación de total confianza que se tiene en algo o alguien, o bien como la ausencia de peligro o riesgo. A pesar de las diferencias en los conceptos de seguridad energética, las políticas de seguridad energética en varios países muestran tendencias de “convergencia”, que no elimina las diferencias regionales y nacionales, pero es una señal alentadora para minimizar el conflicto potencial que puede surgir de las discrepancias en los conceptos que se adoptan por cada país (Sovacool, 2012).

Sovacool & Mukherjee (2011) se refieren a la definición de seguridad energética como difusa e incoherente en ocasiones, por lo que hay que definirla de manera consistente, es decir, expresar lo que se quiera ilustrar con este concepto. Explican cómo los estudios para medir y cuantificar la

seguridad energética han aumentado y, sin embargo, difieren para ser aplicados entre países desarrollados y los países en desarrollo porque los indicadores no son comunes.

Algunos de los cambios fundamentales en los conceptos vienen dados por el impulso tecnológico, la diversidad de fuentes de energía y tipos de recursos (convencionales y no convencionales), la creciente complejidad<sup>7</sup> de la sociedad global, entre otros (Herrero, 2016). Algunas de las definiciones de seguridad energética tratadas por diferentes autores y organizaciones son presentadas a continuación:

- ✓ El Grupo de Trabajo sobre Energía y Seguridad de Asia en el Centro de Estudios Internacionales del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) definió a la seguridad energética en tres objetivos: reducir la vulnerabilidad a amenazas o presiones extranjeras, prevenir que ocurra una crisis de suministro y minimizar el impacto económico y militar de una crisis de suministro una vez que ha ocurrido. (Samuels, 1997, citado por Sovacool, 2012). Sovacool (2012) comenta que estos objetivos asumen implícitamente que una “crisis de suministro de petróleo” es el foco central de la política de seguridad energética.
- ✓ El documento sobre evaluación mundial de la energía (UNDP, 2000) define la seguridad energética como: “la disponibilidad continua de energía en formas variadas, en cantidades suficientes y a precios razonables”. Estas condiciones deben prevalecer a largo plazo para que la energía contribuya al desarrollo sostenible. Además, refiere a aspectos como la disponibilidad de recursos locales e importados para satisfacer la creciente demanda a lo largo del tiempo y a precios razonables, lo que significa una vulnerabilidad limitada a interrupciones transitorias o más prolongadas de suministros importados.
- ✓ El Gobierno de la India define que existe una seguridad en energía “cuando se puede suministrar energía vital a todos los ciudadanos, independientemente de su capacidad para pagarla, así como cumplir con la demanda efectiva y conveniente para satisfacer las diversas necesidades a precios competitivos en todo momento y con un nivel de confianza teniendo en cuenta los choques y las interrupciones que se pueden esperar” (Government of India, 2006).
- ✓ El Centro de Investigación de Energía de Asia-Pacífico (APEREC, por sus siglas en inglés), define la seguridad energética como “la capacidad de una economía para garantizar la disponibilidad del suministro de recursos energéticos de manera sostenible y oportuna, con un precio de la energía en un nivel que no afecte negativamente el desempeño económico” (Intharak, 2007).
- ✓ Navarrete (2008) detalla la seguridad energética como “la capacidad de un país para satisfacer la demanda nacional de energía con suficiencia, oportunidad, sustentabilidad y precios adecuados, en el presente y hacia un futuro, que suele medirse por lustros y decenios más que por años”.
- ✓ El Departamento de Defensa de los Estados Unidos considera a la seguridad energética como “la capacidad para evitar el impacto adverso de las interrupciones energéticas causadas por eventos naturales, accidentales o intencionales que afectan los sistemas de suministro y distribución de energía y servicios públicos” (Kleber, 2009).
- ✓ Sovacool & Mukherjee (2011) proporcionan claridad y enfoque a esta definición al argumentar que la seguridad energética es un objetivo complejo que “implica preguntas sobre

---

<sup>7</sup> Herrero (2016) se refiere a la inestabilidad que pueden afectar a países productores de recursos energéticos, al peso de la sociedad civil en las decisiones de los gobiernos (por ejemplo, en temas medioambientales) y a la proliferación de nuevas amenazas (acciones terroristas) y retos (seguridad alimentaria).

cómo proporcionar equitativamente servicios de energía disponibles, asequibles, confiables, eficientes, ambientalmente benignos, gobernados adecuadamente y socialmente aceptables”.

✓ El Consejo Mundial de la Energía (WEC, por sus siglas en inglés) se refieren a la seguridad energética como la gestión eficaz del suministro energético primario proveniente de fuentes nacionales y extranjeras, la integridad de las infraestructuras energéticas y la capacidad de satisfacer la demanda actual y futura por parte de los proveedores energéticos (WEC, 2012).

✓ La Agencia Internacional de Energía (EIA, por sus siglas en inglés) expresa que la seguridad energética es “la disponibilidad ininterrumpida de fuentes de energía a un precio asequible”. Según este organismo, la seguridad energética a corto plazo se centra en la capacidad del sistema de energía para reaccionar rápidamente ante cambios repentinos en el equilibrio entre la oferta y la demanda, mientras que a largo plazo se ocupa principalmente de las inversiones oportunas para suministrar energía de acuerdo con los desarrollos *económicos y las necesidades ambientales* (EIA, 2018).

Ang et al. (2015) analizaron 104 publicaciones, de las cuales 83 proporcionaron definiciones específicas de seguridad energética y llegaron a la conclusión que los términos dominantes son la disponibilidad, incluida en 82 conceptos (99 %), la accesibilidad en 60 (72 %) y la asequibilidad en 59 (71 %). Otros términos que también fueron empleados: efectos ambientales (en 28 conceptos, 34 %) y sociales (en 31 conceptos, 37 %), gobernanza y eficiencia energética, que se incluyen en 21 (25%) y 18 (22%), respectivamente.

En el 2009, la Estrategia de Implementación de Seguridad Energética del Ejército (de Estados Unidos), describe a la seguridad energética como una situación en la que el combustible, los sistemas de producción / distribución de energía y los dispositivos de usuario final poseen cinco características: *surety* (garantía), *survivality* (supervivencia), *supply* (suministro), *sufficient* (suficiencia) y *sustainable* (sostenibilidad) (Kleber, 2009), consideradas como las “cinco Ss” de la seguridad energética (Anexo 1).

La Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) manifiesta que la seguridad energética puede sintetizarse en cuatro términos: *availability* (disponibilidad), *accessibility* (accesibilidad), *acceptability* (aceptabilidad) y *affordability* (asequibilidad) (Intharak, 2007), considerados como las “cuatro As” de la seguridad energética (Anexo 2).

Para ayudar a explicar algunos de los conceptos asociados con la seguridad energética, Hughes (2009) presenta las “cuatro Rs” de la seguridad energética: *review*, *reduce*, *replace* y *restrict*, explicando las acciones necesarias para mejorar la seguridad energética, al comenzar con la comprensión del problema (revisar), usar menos energía (reducir), cambiar a fuentes seguras (reemplazar) y limitar la nueva demanda a fuentes seguras (restringir) (Anexo 3). Esta metodología, según el mismo autor, puede aplicarse a los servicios energéticos utilizados por individuos y organizaciones y emplearse como un método para desarrollar políticas energéticas de una jurisdicción y mejorar su seguridad energética.

Las “cuatro R” pueden fungir como un instrumento educativo para iniciar el desarrollo de políticas mejoradas de seguridad energética. Este concepto se ha empleado como un medio para explicar la seguridad energética y los problemas climáticos y puede ser más exitoso si se incorpora herramientas de medición y visualización para ayudar a identificar el estado actual de seguridad energética de una jurisdicción e indicar vías para mejorarla (Hughes, 2009). Ya se traten de las “cinco Ss”, las “cuatro As” o las “cuatro Rs” de la seguridad energética, esta multitud de definiciones tiene un valor

estratégico al permitir a los actores políticos progresar en sus acciones y políticas en materia de seguridad energética (Sovacool & Mukherjee, 2011).

WEC (2012) describe que la energía “segura” es fundamental para impulsar el crecimiento económico, que la energía debe ser accesible y asequible en todos los niveles de la sociedad, y el impacto de la producción de energía y su uso en el medio ambiente debe minimizarse para combatir el cambio climático y mantener una buena calidad del aire y el agua. Estos aspectos se resumen en tres objetivos de sostenibilidad energética: seguridad energética, equidad energética y sostenibilidad ambiental, lo que el WEC define como el "trilema energético".

El WEC se refiere con “seguridad energética” a la gestión efectiva del suministro de energía primaria de fuentes domésticas y externas, la confiabilidad de la infraestructura energética y la capacidad de los proveedores de energía para satisfacer la demanda actual y futura; la “equidad energética” es la accesibilidad y asequibilidad del suministro de energía en toda la población, y la sostenibilidad ambiental es el logro de la eficiencia energética del lado de la oferta y la demanda y el desarrollo del suministro de energía a partir de fuentes renovables y otras bajas en carbono (WEC, 2012).

Cherp & Jewell (2011) comentan que los desafíos de seguridad energética están cada vez más enredados, por lo que no se pueden analizar dentro de los límites de una perspectiva única y sugieren tres perspectivas distintas: “soberanía”, con sus raíces en la ciencia política; “robustez”, con sus raíces en las ciencias naturales y la ingeniería; y “resiliencia” con sus raíces en la economía y el análisis de sistemas complejos (Figura 1). Además, aluden que los desafíos clave para los estudios de seguridad energética interdisciplinarios son trazar los límites creíbles del campo, formular preguntas de investigación plausibles y desarrollar un conjunto de herramientas metodológicas aceptable para las tres perspectivas.

Muchas de las preocupaciones mostradas en la Figura 1 no sólo se superponen, sino que las soluciones deben integrarse cada vez más, sobre todo en las transiciones de energía. Esta creciente interacción entre los desafíos de seguridad energética define la agenda de seguridad energética contemporánea y requiere un nuevo nivel de interacción entre las tres perspectivas. Cada una de las tres formas de formular el problema implica diferentes formas de buscar y formular respuestas (Cherp & Jewell, 2011):

- La perspectiva “soberanía” se centra en las amenazas a la seguridad energética planteadas por actores externos, ya sean estados hostiles o terroristas, exportadores no confiables o compañías energéticas extranjeras demasiado poderosas. Las principales amenazas provienen de acciones intencionales como embargos, actuación malintencionada del poder de mercado o actos de sabotaje o terrorismo. Las estrategias de minimización de riesgos dentro de esta perspectiva incluyen cambiar a proveedores más confiables o debilitar el rol de un solo agente a través de la diversificación, sustituir los recursos importados por los nacionales y ejercer el control militar, político y/o económico sobre los sistemas energéticos.
- Desde la “robustez”, las amenazas a la seguridad energética se consideran factores “objetivos”, en gran parte cuantificables, como el crecimiento de la demanda, la escasez de recursos, el envejecimiento de la infraestructura, las fallas técnicas o los eventos naturales extremos. Minimizar los riesgos de tales interrupciones dentro de este marco implica mejorar la infraestructura, cambiar a fuentes de energía más abundantes, adoptar tecnologías más seguras y administrar el crecimiento de la demanda.

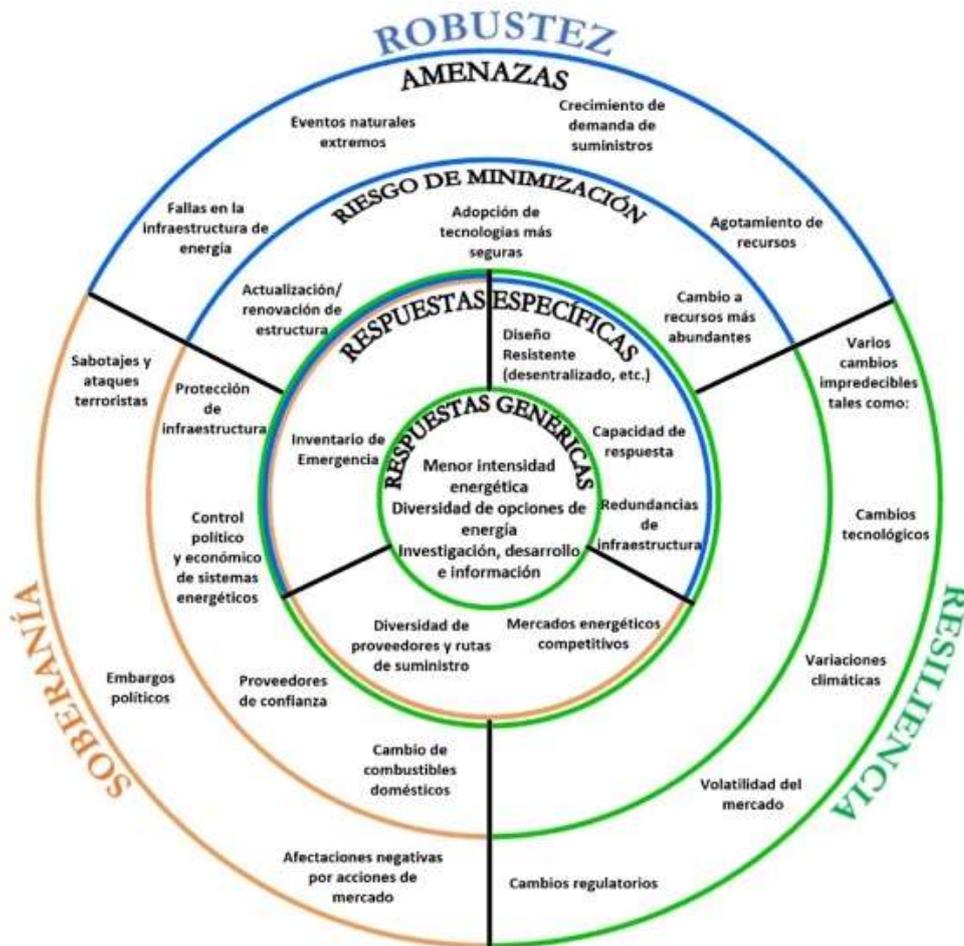


Figura 1: Las tres perspectivas de la seguridad energética. Fuente: (Cherp & Jewell, 2011)

- Con la “resiliencia” se observa el futuro como impredecible e incontrolable debido a la incertidumbre que existe por crisis económicas imprevisibles, cambio de regímenes políticos, tecnologías disruptivas y fluctuaciones climáticas. Esta perspectiva no se enfoca en analizar, cuantificar o minimizar estos riesgos inciertos, más bien busca características más genéricas de los sistemas de energía (flexibilidad, adaptabilidad, diversidad) que aseguren la protección contra cualquier amenaza al difundir los riesgos (conocidos y desconocidos) y prepararse para las sorpresas.

El concepto de seguridad energética es multifacético. Para mejorar la toma de decisiones y la gobernanza energética, los enfoques y políticas nacionales de energía necesitan una nueva perspectiva para adaptarse a una definición de seguridad energética que se extienda a temas como la seguridad de los suministros de combustibles fósiles y la eficacia de mercados de energía, la generación de señales de precios estables y claras, la prestación de servicios de energía a precios asequibles y la mejora de la sostenibilidad de las tecnologías energéticas, investigación y desarrollo de sistemas energéticos nuevos e innovadores (Sovacool et al., 2011).

Vivoda (2010) sostiene la necesidad de una definición operativa más completa para lograr una mayor seguridad energética en un sentido más amplio e integral tanto para los exportadores como para los importadores de energía. Von Hippel et al. (2011) se refieren a cuatro desafíos principales que deben

agregarse a un nuevo concepto de seguridad energética: medioambiente, tecnología, gestión de la demanda y factores socioculturales y políticos internos. Vivoda (2010) sostiene que se deben incorporar nuevos desafíos a los propuestos por von Hippel et al. (2011)<sup>8</sup>, como son seguridad humana, implicaciones internacionales, relaciones públicas, y política.

Sovacool (2012), con la finalidad de obtener esta definición integral, presenta cinco componentes clave: medioambiente, tecnología (riesgos nacionales e internacionales asociados con las tecnologías avanzadas), gestión de la demanda, factores socio-culturales y las relaciones internacionales – militares. En cada uno se presentan aspectos que son mostrados a continuación:

- La necesidad de proteger el medio ambiente quizás es el desafío más serio para el pensamiento de la política energética tradicional (orientado a la seguridad de suministro), por lo que deberán reformularse las políticas energéticas y estar orientadas a problemas internacionales relacionados con el consumo de energía como lo son la lluvia ácida y el cambio climático global.
- Los riesgos tecnológicos por la globalización de los mercados de tecnologías avanzadas pueden exportarse, pero son subestimados y no son visto a largo plazo, entre los que se incluyen accidentes nucleares, desastres naturales con impactos en la infraestructura energética y el fracaso de los esfuerzos de I + D.
- Aunque se busca asegurar el suministro mientras se asume que la demanda está dada, la gestión de la demanda de energía ha llegado al mismo nivel que la gestión de la oferta y no elimina las incertidumbres inherentes a la planificación de la política energética. Los riesgos son presentados principalmente por los aumentos de demanda y las recesiones largas.
- Los riesgos “sociales y culturales” deben reconocerse en las agendas de formulación de políticas por el desafío en el pensamiento actual sobre la política energética, pues si bien las personas reconocen la necesidad de la instalación de centrales eléctricas, refinerías de petróleo, o terminales de gas natural licuado, por solo citar ejemplos, muchas comunidades prefieren no tener estas plantas cerca en su vecindario (*not in my back yard*), lo que ha permitido que se incremente la importancia de la política local en la planificación de la política energética.
- Las nuevas dimensiones en las relaciones internacionales y los nuevos riesgos militares están desafiando la formulación tradicional de políticas energéticas. La amenaza de choques regionales ha aumentado, así como la política internacional del desarrollo del ciclo del combustible del plutonio, que, con sus riesgos asociados de terrorismo nuclear y proliferación, sigue siendo un área donde se encuentran las seguridades energética y militar.

### **1.2.2 Modelos de Seguridad Energética**

En este acápite se considerará algunos métodos para cuantificar la seguridad energética. Para ello se analizarán indicadores, métricas y técnicas estudiados por distintos autores. Al concentrar incontables datos complejos en patrones reconocibles se puede mejorar la formulación de políticas y encontrar las mejores soluciones. Con la utilización de indicadores se pueden comparar, determinar las mejores prácticas y comprender mejor cómo las dimensiones de la seguridad energética mejoran o empeoran con el tiempo (Rodríguez, 2018).

---

<sup>8</sup> Vivoda lo cita en su documento como von Hippel, Suzuki, Savage y Hayes (2009) porque en ese entonces el artículo estaba en revisión.

### Modelo de la Cooperación Económica Asia-Pacífico

La APEC presenta cinco indicadores de suministro de energía para sus economías miembros: diversificación de la demanda de energía primaria, dependencia de importación de energía neta, cartera de combustibles no basada en carbón, dependencia neta de importaciones de petróleo y dependencia de importaciones de petróleo de Oriente Medio. Estos indicadores abarcan 13 categorías y su objetivo es examinar la energía de las economías, diversificación de recursos, en términos de carteras de combustibles, riesgo político de adquisiciones de suministros y dependencias de importación. Además, están diseñados para proporcionar a las economías una clasificación de riesgo relativo, que puede ayudar a determinar las prioridades de la política energética (Intharak, 2007).

### Modelo MOSES

El Modelo de Seguridad Energética a Corto Plazo (MOSES, por sus siglas en inglés) es una herramienta diseñada por la Agencia Internacional de Energía (EIA, por sus siglas en inglés) que tiene como objetivo ayudar a sus países miembros a identificar las prioridades de sus políticas energéticas y analizar la seguridad energética a corto plazo, la que se centra en la vulnerabilidad de las interrupciones físicas que pueden durar días o semanas. MOSES identifica un conjunto de indicadores para los riesgos externos y para los internos, así como para la resiliencia (considerada como la capacidad de los sistemas de energía para adaptarse o resistir y recuperarse de fenómenos adversos) (Tabla 1) (Jewell, 2011).

Tabla 1: Dimensiones de seguridad energética en el MOSES. Fuente: (Jewell, 2011).

	<b>Riesgos</b>	<b>Resiliencia</b>
<b>Externo</b>	Riesgos asociados a posibles interrupciones de las importaciones de energía.	Capacidad para responder a las interrupciones de las importaciones de energía mediante la sustitución con otros proveedores y rutas de suministro.
<b>Interno</b>	Riesgos derivados de la producción nacional y la transformación de la energía.	Capacidad para responder a las interrupciones en el suministro de energía, como las reservas de combustible.

Para analizar las cuatro dimensiones de la seguridad energética expuestas en la Tabla 1, MOSES analiza 36 indicadores en 8 fuentes de energía y combustibles de los sistemas energéticos nacionales, donde cada indicador se relaciona con al menos una de las cuatro dimensiones planteadas y se utilizan de uno a siete indicadores para cada combustible o fuente. Los indicadores se identifican en base a la literatura académica y profesional existente, a través de consultas de expertos dentro de la EIA y que son actualizados periódicamente (Jewell, 2011).

Jewell (2011) señala que a pesar de que los indicadores pueden proporcionar información sobre el estado de un sistema de energía, al analizar docenas de ellos se puede conducir a la sobrecarga de información y confundir, en lugar de facilitar la toma de decisiones, por lo que sugiere que un paso clave para trabajar con indicadores es combinarlos e interpretarlos de una manera transparente, lógica y relevante para la política. En el modelo, los indicadores se agregan en dos pasos:

- Primero, se establecen tres bandas de valores para cada indicador que corresponden a la vulnerabilidad baja, media y alta. Estas bandas se basan principalmente en los rangos observados de los valores de los indicadores en los países de la EIA. Por ejemplo, las

dependencias de importación de petróleo crudo se dividen en baja ( $\leq 15\%$ ), moderada (40 % - 65 %) y alta ( $\geq 80\%$ ). En algunos casos, los juicios de expertos se utilizan para determinar los niveles de riesgo “seguro” o las capacidades de resiliencia “adecuadas”<sup>9</sup>.

- En el segundo paso, esta categorización se utiliza para establecer un perfil de seguridad energética para cada país, al combinar los indicadores de una manera que tenga en cuenta los riesgos específicos y las capacidades particulares de resiliencia. Los países se agrupan en correspondencia a sus perfiles de seguridad energética para cada fuente de energía o combustible, en función de su riesgo general y su capacidad de resistencia.<sup>10</sup>

Jewell destaca el enfoque novedoso que implica MOSES al permitir, entre otras cosas, la comparación de los desafíos nacionales de seguridad energética que facilitan el intercambio de información y experiencia política entre los países. Sin embargo, al ser un modelo a corto plazo, descarta las visiones de mediano y largo plazo que garanticen la seguridad energética. Además, el modelo no toma en cuenta los mercados regionales, porque como se ha dicho anteriormente, sólo abarca indicadores nacionales. Tampoco genera un índice general de seguridad energética que comprenda varios combustibles y fuentes de abastecimiento.

#### Modelo de Vivoda

Este modelo está basado en una conceptualización nueva y ampliada de la seguridad energética, establece un “instrumento de evaluación de seguridad energética” para estados o regiones individuales en la región de Asia y el Pacífico (Vivoda, 2010). Esta herramienta se utiliza para dibujar un mapa completo de seguridad energética regional y reconoce que la seguridad energética de cada país se encuentra en las relaciones más amplias entre las naciones. El modelo consiste en 12 dimensiones de seguridad energética nacional y 46 atributos asociadas con el sistema energético global. Los atributos, cuantitativos y cualitativos de la política y la seguridad energética de un estado, incluyen las preocupaciones tradicionales de seguridad energética, factores nuevos como el medio ambiente y aspectos socioculturales y tecnológicos.

#### Modelo de von Hippel, Suzuki, Savage & Hayes

Von Hippel et al. (2011) diseñaron su modelo en un marco basado en una variedad de herramientas, incluida la elaboración y evaluación de “escenarios” alternativos de energía/medioambiente para una nación y/o región donde incorporan incertidumbre, con consideraciones de riesgo, comparación de costos / beneficios tangibles e intangibles, impactos a través de diferentes niveles espaciales y escalas de tiempo, entre otros aspectos. En el modelo se tratan 6 dimensiones: proveedor de energía, económico, tecnológico, ambiental, social y cultural y militar/seguridad, entre las cuales se incluyen 23 atributos. En el documento, además de exponer el modelo, se ejemplifica cómo evaluar las medidas objetivas y subjetivas de este, según los intereses y pretensiones del investigador.

#### Modelo de Sovacool y Mukherjee

En el artículo de Sovacool & Mukherjee (2011) se sugiere que la seguridad energética debe abarcar cinco dimensiones relacionadas con la disponibilidad, la asequibilidad, el desarrollo tecnológico, la

---

<sup>9</sup> Por ejemplo, en el caso del petróleo crudo, si un país cuenta con 5 o más puertos capaces de recibir importaciones, así como 9 o más oleoductos, se considera un nivel “alto” de resiliencia.

<sup>10</sup> Por ejemplo, el número de puertos o tuberías mitiga los riesgos de las importaciones, pero no es relevante para los países cuya producción es principalmente nacional. El almacenamiento de combustible se considera un factor de resiliencia para los riesgos relacionados con los combustibles de origen nacional e importados, ya que mitiga los riesgos de ambas fuentes.

sostenibilidad y la regulación. Los autores dividen las cinco dimensiones en 20 componentes, relacionados con la seguridad del suministro y la producción, la dependencia y la diversificación de la disponibilidad; estabilidad de precios, acceso y equidad, descentralización y precios bajos para la asequibilidad; innovación e investigación, seguridad y confiabilidad, resiliencia, eficiencia energética e inversión para el desarrollo de tecnología; uso de la tierra, agua, cambio climático y contaminación del aire para la sostenibilidad; y gobernanza, comercio, competencia y conocimiento para una regulación sólida. Además, cuenta con 320 indicadores simples y 52 indicadores complejos, los que se utilizan para analizar, medir, seguir y comparar el desempeño nacional en materia de seguridad energética.

#### Índice de riesgo de la SE para la Cámara de Comercio de los EE.UU.

El Índice de Riesgo de Seguridad Energética de EE.UU. (Índice de EE. UU.) incluye los datos de energía más recientes disponibles para proporcionar una evaluación actualizada de las métricas de suministro de energía y uso de energía que tienen el mayor impacto en Seguridad energética. Este índice se basa en 4 dimensiones (geopolítica, economía, confiabilidad, medio ambiente), comprende 9 categorías y combina 37 indicadores de seguridad energética diferentes, los cuales abarcan los años desde 1970 hasta 2040.

El subíndice geopolítico mide la seguridad de los suministros mundiales de petróleo, gas y carbón y otros factores que afectan la capacidad de la economía de los Estados Unidos para resistir las interrupciones del suministro por cualquier causa. El subíndice económico incluye métricas que miden las tendencias en los costos asociados con la energía, la intensidad y eficiencia del uso de la energía y los riesgos de suministro internacional. El subíndice de confiabilidad mide la producción e importación de combustibles fósiles a nivel mundial, el precio y la volatilidad del petróleo crudo, la refinación del petróleo y los niveles de existencias, el sector eléctrico y la investigación y el desarrollo energético. El subíndice ambiental incluye métricas de intensidad y eficiencia energética, transporte, energía, emisiones de dióxido de carbono e investigación y desarrollo (Institute for 21st Century Energy, 2016).

#### Índice de Sostenibilidad Energética

El Índice de Sostenibilidad Energética, preparado por el WEC, evalúa qué tan bien los países equilibran los tres objetivos del trilema energético, que en ocasiones suelen ser conflictivos: seguridad energética, equidad energética y sostenibilidad ambiental. El WEC (2012) utilizó 60 conjuntos de datos para desarrollar 23 indicadores en 129 países. Sobre la base de este análisis, el Índice facilita una clasificación comparativa y una puntuación de balance sobre cómo los países gestionan las compensaciones entre los tres elementos principales del trilema. El rango mide el rendimiento general en el Índice y el puntaje del balance destaca qué tan bien un país gestiona las compensaciones entre cada una de las dimensiones.

Las clasificaciones se basan en bases de datos a nivel de país que capturan tanto el rendimiento energético como el marco contextual. El rendimiento energético considera la oferta y la demanda, la asequibilidad y el acceso a la energía, y el impacto ambiental del uso de energía del país. Los indicadores contextuales tienen en cuenta las circunstancias más amplias del rendimiento energético, incluida la fortaleza y estabilidad social, política y económica.

#### Modelo de Rodríguez

Para evaluar la seguridad energética de manera retrospectiva, Rodríguez (2018) propone 4 dimensiones. La primera, denominado “dependencia externa”, busca estimar la dependencia y

vulnerabilidad del sistema energético con respecto a las importaciones de productos petroleros y gas natural, en su mayoría provenientes de los Estados Unidos. La segunda, llamada “agotamiento geológico y esfuerzo exploratorio”, está formada por indicadores relacionados con la oferta de hidrocarburos producidos localmente. La tercera y cuarta se denominan “seguridad en la producción y logística de combustibles” y “seguridad energética en la industria eléctrica”. Entre las cuatro dimensiones se examinan 41 indicadores.

Según Rodríguez, al evaluar el índice de riesgo de la seguridad energética en México en el periodo 1980-2014, estimado por el Instituto de Energía Global, los numerosos indicadores globales no permiten ver la realidad local, por lo que cree como necesario la construcción de un índice de seguridad energética específico para México. Para eso propone 15 indicadores básicos de seguridad energética y criterio de normalización.

Aunque plantea que no son suficientes, retoma que utilizar muchos, como los 80 que tenía en un inicio, puede crear confusión, por lo que propone combinarlos y poder interpretarlos de manera lógica. A partir de los indicadores propuestos, el autor construye un “índice general” de seguridad energética y tres subíndices: con el primero se toma en cuenta lo más relevante del sector externo, el segundo caracteriza la seguridad energética del sector petrolero y el tercero concentra la atención en el sector eléctrico.

### **1.2.3 Seguridad energética en la política energética de los países en estudio**

En las secciones anteriores se expusieron la conceptualización y modelos de la seguridad energética, conviene ahora presentar algunos ejemplos concretos de cómo los países definen y valoran el asunto.

#### ➤ México

En México, la Secretaría de Energía (SENER) define tres “elementos de integración” para alcanzar un sistema energético integral y generar una cultura compartida por todos: sustentabilidad, eficiencia energética y ambiental y seguridad energética, definiendo a este último concepto como la *“capacidad para mantener un superávit energético que brinde la certidumbre para continuar con el desarrollo de actividades productivas, además debe de incrementar la accesibilidad a los mercados, internación de los productos y almacenamiento preventivo, principalmente enfocado en aquellos energéticos cuya dependencia de las importaciones pueda crecer a niveles que impliquen riesgos asociados a la continuidad del suministro”* (SENER, 2014b).

En la Política Pública de Almacenamiento Mínimo de Petrolíferos de 2017 se refiere a la seguridad energética en la implementación de las políticas públicas, dependiendo de objetivos de temporalidad y estrategias para fortalecer la autonomía energética a largo plazo. La finalidad que se persigue es asegurar el suministro ante eventualidades que lo puedan afectar en el corto plazo<sup>11</sup>.

Para clasificar la dimensión temporal utilizan los conceptos de la EIA y clasifican a la seguridad energética en el corto plazo como *“la capacidad de respuesta de los mercados ante un posible desbalance entre la oferta y la demanda”*, mientras que, en el largo plazo, *“las condiciones de abastecimiento confiable y seguro están determinadas por la oportuna detonación de inversiones en producción e infraestructura que satisfaga la demanda en línea con el crecimiento económico y que garantice el abasto ante desbalances súbitos en las condiciones de mercado”* (SENER, 2017a).

---

<sup>11</sup> La SENER considera el corto plazo y mediano plazo a un periodo entre 3-5 años (SENER, 2017a).

En los demás planes y en las estrategias nacionales, el gobierno mexicano tiene pocas referencias sobre el concepto de seguridad energética:

- El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 apunta una sola vez a esta definición y sólo para relacionarla con la importancia de la contribución de las fuentes renovables de energía a los retos que trae consigo este concepto (SEGOB, 2013a).
- Aunque se menciona cinco veces en el Programa Sectorial de Energía 2013-2018, no se realiza una definición y se involucra el término en la sustentabilidad y la modernización del sector, en el almacenamiento de gas natural y el fortalecimiento y expansión en la red de almacenamiento y transporte de petrolíferos (SEGOB, 2013b).
- En la Estrategia Nacional de Energía 2014-2028, aunque se propone un concepto de seguridad energética, basado particularmente en el suministro nacional de energía, en las otras tres referencias que se hace alusión en el documento son para indicar la importancia de la seguridad energética como beneficio de la eficiencia energética, para la posibilidad de abrir la gama de inversiones estatales y privadas y en el impacto positivo del aprovechamiento de los recursos renovables (SENER, 2014b).
- Aunque el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2018-2032 habla en ocasiones de seguridad, no menciona el concepto de seguridad energética. Se refiere a la seguridad en la energía nuclear, en el desarrollo de la infraestructura y la red eléctricas y en el suministro (SENER, 2018d).
- En otros documentos oficiales, como Prospectiva de Energías Renovables 2017-2031 (SENER, 2017c) y Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031 (SENER, 2017b) tampoco hacen mención a una definición, aunque sí lo señalan en ocasiones, como en caso del primero para resaltar el acceso a mayores recursos que con la Reforma Energética se han alcanzado y que garantizan la seguridad energética del país, y en el segundo para resaltar la adaptación del nuevo modelo del sector eléctrico a este concepto.

➤ Belice

En el Plan de acción de Energía renovable “Belice 2014-2030” se plantea que la seguridad económica y energética va a mejorar a medida que el país pase de ser un importador neto de productos energéticos a un exportador neto (OAS, 2014). Estos son ejemplos de documentos donde se menciona la necesidad de que Belice logre despuntar su seguridad energética, pero en ninguno se expone el significado de este concepto para el país. Además, según ECPA (2017), Belice al cierre del 2017 carecía de una Ley de Energía que le sirviera como marco jurídico para sus asuntos energéticos, salvo la Ley de Electricidad. El país aboga por la necesidad de una estrategia nacional de energía sostenible, con el objetivo de que los proyectos del sector energético promuevan la seguridad energética a través del desarrollo de recursos de energía renovable y mejoren la eficiencia energética mediante la introducción de tecnologías (MESTPU, 2012). Belice tiene importantes recursos de energía renovable que pueden ayudar a aumentar la seguridad energética (Gischler et al., 2014).

➤ Guatemala

Guatemala exhibe documentos para desarrollar el uso los recursos energéticos del país en el marco de la sostenibilidad, como el de Koberle (2012), donde se alega una seguridad energética en el país, ya sea por medio de un plan integral con financiamiento garantizado o metas a largo

plazo, pero que no hacen una enunciación explícita de qué es para Guatemala la seguridad energética. Otros ejemplos son los siguientes:

- Programa Nacional de Eficiencia Energética: en sus metas llevan implícito que se quiere alcanzar una seguridad energética en la nación, pero no se menciona esta definición en el documento (CNEE, 2009).
  - Evaluación Rápida y Análisis de Brechas: aunque se menciona la seguridad energética en dos puntos, no se debate sobre esta explícitamente (Ortiz, 2014).
- Plan Nacional de Energía 2017-2032: refiere que *“la seguridad energética promueve la confiabilidad de las redes de energía para todos los sectores productivos del país y garantiza la estabilidad económica de las tarifas de energía eléctrica”*. Se menciona 4 veces seguridad energética pero no realizan una definición de la misma (MEM, 2017b).
- Plan de Política Energética 2019-2050: se hace alusión en 8 ocasiones a la seguridad energética para referirse a la importancia de la misma en los planes, metas y políticas con el fin de garantizar una buena calidad de vida, pero no se realiza una definición como tal de esta (MEM, 2019).

#### ➤ Honduras

En la revisión de documentos, como el Plan estratégico de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica 2016-2020 (CNEE, 2016), Perfil Sector Energía Honduras 2016 (Pro Honduras, 2016), Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia energética de Honduras 2018 (Marcos Antonio Flores, 2018), por solo citar algunos, aunque entre los objetivos se encuentre contribuir con el desarrollo sostenible de la nación, se puede apreciar que el país trabaja para alcanzar una seguridad energética, no se aborda esta definición ni se hace referencia a ella. Entre los planes de Gobierno, tampoco se encontró ninguno que fuera de este tema en específico.

#### ➤ El Salvador

Los planes consultados en este país provienen de la Comisión Nacional de Electricidad (CNE). Se tomaron algunos documentos significativos para ver la evolución de las políticas referentes al tema:

- Política Energética Nacional 2010-2024: se menciona la seguridad energética únicamente como un elemento importante para el desarrollo del Mercado Energético Regional y en la competitividad de la región centroamericana (CNE, 2010).
- Lineamientos de la Política Energética: en sus objetivos queda expuesto que quieren dejar la dependencia energética del petróleo, garantizando el abastecimiento de energía con el desarrollo del sector y minimización de los impactos ambientales y sociales de los proyectos energéticos, términos que reflejan el deseo de llegar a una seguridad energética, pero nunca exponen ese término en el documento (CNE, 2013b).
- Plan Indicativo de Expansión de la Generación 2018 – 2035: es un plan que se actualiza anualmente por la CNE, autoridad superior, rectora y normativa en materia de política energética del país, pero que aún no contempla el término de seguridad energética en sus documentos (CNE, 2018).

➤ Nicaragua

En ninguno de los textos consultados se aprecia la integración de seguridad energética a una política de estado. Ejemplo de documentos analizados son los siguientes:

- Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Nicaragua: con la transición a una política nacional de eficiencia energética se contribuye a la seguridad energética nacional. Es la única alusión que se hace a la seguridad energética (Membreño, 2015).
- Plan de gestión estratégica 2016-2021: elaborado por la Empresa Nacional de Transmisión eléctrica (ENATREL), establece proyecciones para en el futuro aumentar la eficiencia en el sector y avanzar en cobertura y calidad del servicio eléctrico para el desarrollo socioeconómico del país. No se hace referencia a seguridad energética (ENATREL, 2016).
- Políticas y Proyectos de Desarrollo para potenciar la Inversión 2019-2021: en este documento se puede apreciar como en el sector energético aparecen grandes proyectos y financiamiento para el desarrollo de las inversiones. En la “Política de Incentivos para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables” no se puede apreciar si la dimensión de esta podría garantizar una seguridad energética, concepto al que tampoco se refieren (Pro Nicaragua, 2019).

➤ Costa Rica

En ningún documento consultado se alude a la definición de seguridad energética, aunque sí reflejan la importancia del desarrollo del sector para un avance energético en el país. Algunos ejemplos son los siguientes:

- Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018: en el apartado de energía se expresa que *“lo deseable es suplir la demanda de energía del país mediante una matriz energética que asegure el suministro óptimo y continuo de electricidad y combustible, promoviendo el uso eficiente de energía para mantener y mejorar la competitividad del país con predominio de fuentes renovables y al menor costo”*. No se menciona seguridad energética como una meta a alcanzar (MIDEPLAN, 2014).
- Plan Nacional de Energía 2015-2030: no expone definición, pero sí apunta el desafío del país de una transición en busca de seguridad energética, empleando este concepto con el objetivo de favorecer el equilibrio macroeconómico a partir de la disminución de la factura petrolera. También enuncia que el nivel de seguridad energética se puede elevar con la optimización de la matriz eléctrica del país y a partir de las proyecciones de demanda a largo plazo para determinar las inversiones necesarias en el Sistema Nacional de Combustibles (MINAE, 2015).
- Situación energética de Costa Rica: En este documento se aspira a que el país logre aumentar su eficiencia energética, se reduzcan las emisiones de GEI, exista una mayor capacidad para evitar y mitigar los impactos ambientales de los procesos energéticos, se alcance una matriz eléctrica nacional capaz de satisfacer de manera sostenida el aumento en el tiempo de la demanda de energía, entre otros elementos, que demuestran el interés de la nación en alcanzar su seguridad energética, aunque no tengan esta definición ni concepto en el documento (Herrera, 2016).

➤ Panamá

El Plan Energético Nacional (PEN 2015-2050) fue aprobado en marzo de 2016 como una hoja de ruta a largo plazo para diversificar el sector energético. Uno de los objetivos fundamentales es lograr mayor seguridad energética, así como descarbonizar la matriz energética y hacer un uso racional y eficiente de la energía. No se expone concepto como tal, pero en el documento se enuncian planes, escenarios, proyectos, todos con el fin de que la nación pueda alcanzar su seguridad energética (SNE, 2016).

Otra proyecto del gobierno panameño enfocado en la seguridad energética es el Plan de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2017-2031, que es una estrategia del país centrada en fomentar la integración energética de los países para impulsar la competitividad y eficiencia que permita el crecimiento económico y sustentable de la región mediante un abastecimiento energético diversificado, seguro, confiable y amigable al medio ambiente (ETESA, 2017).

➤ Cuba

Mucha de la información energética en Cuba no se publica por el gobierno por cuestiones de seguridad nacional, por lo que no es posible encontrar un Plan de Política Energética publicado. No obstante, por publicaciones en revistas y medios de comunicación nacionales, se puede apreciar las intenciones del país por llegar a alcanzar su seguridad energética. Identificados los problemas fundamentales, algunas de las acciones que la nación tiene para incrementar la seguridad energética son: disminuir la dependencia externa en los portadores energéticos, seguir reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>, avanzar en la producción petrolera (especialmente *off-shore*) y elevar la generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía a 24 % del total hacia 2030 (Rodríguez, 2014). En la bibliografía consultada se pueden encontrar acciones y comentarios de la perspectiva de Cuba para lograr una seguridad energética, pero no se define qué significa este concepto para el país.

➤ República Dominicana

De acuerdo con Herrera & De la Cruz (2016), al crear el puesto de Viceministro de Seguridad Energética e Infraestructuras, República Dominicana es pionera en llevar la Seguridad Energética a rango ministerial, algo muy novedoso y de características revolucionarias. “La seguridad y los desafíos de la seguridad energética” es un documento bien estructurado sobre el tema donde se define que “*la Seguridad Energética, persigue salvaguardar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad y sensibilidad del sector energético, conjugando los campos de seguridad, defensa, economía y relaciones internacionales, contemplando los aspectos tangibles e intangibles del sector, garantizando la fiabilidad de las infraestructuras críticas, incluyendo la protección de la reputación empresarial y la gestión del conocimiento*”. Además de la conceptualización, se hace alusión de que este tema es de gran trascendencia para la Seguridad Nacional y se matiza de que sólo un entendimiento básico y responsable de la Seguridad Energética permitirá edificar progresivamente una verdadera Política de Estado en esta materia.

En el Plan Energético Nacional 2010-2015 pudiera considerarse las intenciones de alcanzar la seguridad energética, definición que no utilizan en el documento. Sus objetivos estratégicos establecen incrementar la oferta de energía doméstica; disminuir el costo de la energía; desarrollar

una oferta energética segura y confiable; incrementar la eficiencia energética y el uso racional de energía; y la protección al medio ambiente (Betancourt, 2010).

El documento “Eficiencia Energética en República Dominicana”, aunque no definen la seguridad energética, afirman que el potencial energético renovable, acompañado de un plan efectivo de eficiencia energética, puede contribuir a la seguridad energética de esa nación. También señalan como componentes de la seguridad energética nacional al aseguramiento del suministro confiable de electricidad y a la garantía de un abastecimiento confiable de combustibles, haciéndose énfasis en una mayor diversificación de la matriz energética, precios competitivos y responsabilidad ambiental (Figueroa, 2016).

### **1.3 Conclusiones**

En esta primera parte se abordó el papel de la energía, incluyendo el cumplimiento de la Agenda 2030 y los ODS en este sector. Se hizo un análisis de los países en estudio para conocer la situación existente en relación con los ODS 7 y 13. También se examinó la seguridad energética, tanto de forma cuantitativa como cualitativa, reflejando cómo los países ven este concepto en sus políticas energéticas.

Los países de la región tienen contemplado en sus políticas energéticas la necesidad de garantizar el acceso a servicios energéticos asequibles, mostrando adelantos en este sentido por las modificaciones en la matriz energética en cada uno de ellos. Se aprecia cómo han desviado la matriz de generación hacia energías limpias y más eficientes, trazando metas para que en la matriz energética sea mayormente de energías renovables y menos dependiente de combustibles fósiles. Los países de mayor avance son Costa Rica y Honduras, el primero cerró el año 2018 con una generación eléctrica de 98.6 % producida con fuentes renovables, y el segundo generó en 2017 el 75 % de su energía a partir de energías limpias. Al contrario de esto, Cuba y México son los que presentan una matriz energética más dependiente de los hidrocarburos.

México, Centroamérica y el Caribe no han estado exentos a los cambios experimentados en los patrones climatológicos, observándose efectos atribuidos al cambio climático en todos los países. Con el propósito de combatir el cambio climático e impulsar medidas e inversiones para un futuro bajo en emisiones de carbono, resiliente y sostenible, todos los estados firmaron el Acuerdo de París. Panamá es quien más rezagado está en este tema, a inicios de 2019 no contemplaba una política integral de adaptación al cambio climático y en la agenda política se aprecia que no tiene la importancia requerida, aunque la cooperación FES está apoyando al país a que avance en esa cuestión. En los demás territorios, las acciones son palpables, se pueden apreciar políticas de adaptación, proyectos sustentables, planes y estrategias nacionales de cambio climático, además de todas las inversiones en energías limpias para reducir las emisiones de GEI. Hay que reconocer que todos los países tienen establecidos el cumplimiento de su Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.

El tema de seguridad energética ha ganado relevancia en los últimos años, pero aún no se llega a un consenso para una definición estable e integral, por lo que sigue siendo difusa y multifacética. Aunque han aumentado los estudios para medirla y cuantificarla, al ser aplicados entre países desarrollados y los que están en vía de desarrollo, las formas de medición (indicadores, dimensiones, entre otras) varían pues no se maneja la misma información para todos los países. Por su importancia, se citaron 8 modelos, cada uno con indicadores distintos: simples o complejos, a corto, mediano o largo plazo. Excepto el modelo de Vivoda, que utiliza 12 dimensiones y el MOSES con 8, los demás utilizan de 4 a 6 dimensiones. El modelo de Sovacool & Mukherjee maneja complejos un total de

372, los demás utilizan mucho menos indicadores, y todos simples, para facilitar el análisis y realizar una mejor interpretación.

De los países en estudio, República Dominicana es el único que posee una definición de seguridad energética en un documento dedicado exclusivamente a este tema. Además, es el país pionero en llevar la seguridad energética a rango ministerial. Honduras es la única nación que no contempla esta definición en sus planes de política energética. En el caso de El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, apenas se menciona el concepto, sin darle mucha atención e importancia. Todos los países, de una forma u otra, reflejan explícita o implícitamente en sus planes de política energética, la necesidad de garantizar la seguridad energética en su territorio.

En las estrategias nacionales de energía se refleja a la eficiencia energética como un pilar en el desarrollo energético, insistiendo en la necesidad de satisfacer la demanda de energía con suficiencia, a precios asequibles y de manera sustentable. Todos los países apuestan por depender menos de los combustibles fósiles y diversificar su matriz energética con mayor aporte de las renovables. El gas natural, que también ha ganado interés por sus precios bajos, representa un aporte importante en la matriz de República Dominicana y México. Estos dos países son los que presentan a la seguridad energética como una necesidad de la estrategia del Estado para garantizar el suministro de energía.

Todas las naciones estudiadas están comprometidas al cumplimiento de los ODS de la Agenda 2030. Panamá es el único país que no presenta una política de adaptación al cambio climático ni diagnósticos integrales para proyectar escenarios de riesgo futuros. Por el contrario, Costa Rica es el que más avanzado está en el cumplimiento de los ODS, al ser el único país en vía de desarrollo que ha podido generar 100 % de electricidad a partir de energías renovables, como parte del cumplimiento de con sus políticas de prevención, mitigación y adaptación al cambio climático.

## Capítulo 2: Diagnóstico de la situación energética de los países de la región

Una economía que es capaz de disociar el crecimiento económico con el uso de la energía, a través de la eficiencia energética y la conservación, tendrá una ventaja en términos de su seguridad energética. Hay varios factores que pueden influir en la “seguridad” del suministro de energía, tales como: la disponibilidad de reservas de combustible; la capacidad de una economía para adquirir suministro; el nivel de diversificación de recursos e infraestructura de transporte de energía; y circunstancias geopolíticas relacionadas con la adquisición de recursos (Intharak, 2007). Teniendo en cuenta los factores anteriores, a continuación, se analizará la situación en el sector energético de cada país.

### 2.1 Situación del sector energético en cada país

Para este análisis, se tomarán en consideración tres regiones: México, Centroamérica y el Caribe, aunque se analizará cada país por separado, enfocándose en las dificultades existentes que conllevan a un problema de seguridad energética. Además, se propone un conjunto de indicadores regionales, para que, a partir de ellos, cada nación, a raíz de sus problemas, pueda evaluar su seguridad energética.

#### México

Desde los años 30 del siglo pasado, el sector energético, dominado por las fuentes no renovables de energía, ha tenido un papel determinante en el desarrollo del país. En la actualidad, la energía continúa siendo una de las actividades económicas más importantes de la nación. Aunque México es uno de los grandes productores de petróleo a nivel mundial, desde hace varios años se observa una fuerte caída de las reservas (SENER, 2020a).

El índice de relación entre producción y consumo de energía se ha reducido en los últimos años. A inicios del periodo tanto el consumo como la producción tenían tendencia al crecimiento, pero a partir de 2006 la producción comenzó a descender hasta llegar a 2017 con 1.37 % menos de lo que se producía en 2006 (Figura 2a). El país continúa dependiendo en gran medida de los combustibles fósiles, con el 89.6 % de su oferta primaria en el 2017. En ese mismo año, las renovables alcanzaron el 8.9 % y la nuclear apenas ocupaba el 1.5 % (Figura 2b).

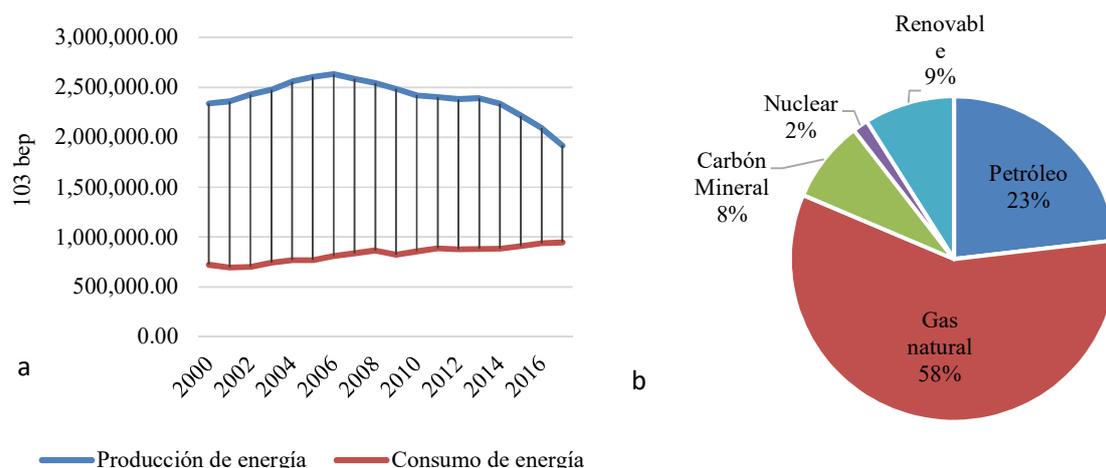


Figura 2: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en México, 2017. b) Oferta de energía primaria en México, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: OLADE (2019).

En cuanto a consumo final, en el 2017 el sector transporte representaba un 44 % del consumo, seguido por el sector industrial, con 35 %. Entre los dos, consumieron el 85.65 % de los petrolíferos. El transporte consumía el 100 % del kerosene, el 99.9 % de la gasolina y el 76.1 % del diésel oil, de los cuales se importaron el 51.4 %, el 68.1 % y el 65.5 %, respectivamente. El sector industrial consumía el 100 % del carbón mineral, el 93 % del gas natural y el 60.6 % de la electricidad, tanto el carbón como el gas fueron importados, un 49.8 y 44 % de la oferta. El sector residencial mostró gran dependencia de la leña, un 33.3 % y del gas licuado, un 33.1 %. La electricidad representó un 28 %, y apenas un 4.8 % fue de gas natural (OLADE, 2019).

Desde el 2009 la intensidad energética del país decae. Entre 2007 y 2017, el coeficiente de correlación lineal entre el PIB y el consumo nacional de energía fue 0.83; por lo que se observa la estrecha relación entre la demanda de energía y el crecimiento económico del país (SENER, 2018b).

La producción de petróleo crudo aumentó de 1960 a 2009, cuando comenzó la caída de la producción atribuida a la sobreexplotación, a la baja incorporación de reservas y perforación de pozos explorados, así como por el decaimiento de campos de “fácil extracción” (CIDAC, 2013). Después de 15 años consecutivos de caídas en la producción de crudo, Pemex eleva la cifra de producción de petróleo en el 2020 a 1,705,000 barriles diarios como promedio anual, superando en 4,000 barriles diarios a la producción promedio anual del año anterior. La producción representó el 98.8 % de la producción total de crudo a nivel nacional gracias a la explotación de nuevos campos (PEMEX, 2021).

Desde los años 90, la balanza comercial petrolera de PEMEX había significado ingresos netos de divisas para el país. La disminución del volumen de producción y el aumento de la demanda de energía, hizo que aumentaran las importaciones y se redujeran las exportaciones, lo que trajo consigo que el balance desde 2016 experimente un descenso (IMCP, 2017).

Hasta 1996, el Sistema Nacional de Refinación (SNR) compuesto por seis refinерías, lograba satisfacer la demanda nacional. La combinación de factores geológicos, financieros y administrativos, han conllevado que el SNR opere por debajo de sus niveles de capacidad debido a la disminución de la producción de petróleo, las ineficiencias de operación de las propias refinерías y el presupuesto precario a Pemex Transformación Industrial (Pemex TRI). La mayoría del petróleo extraído en México es aceite pesado, sin embargo, el SNR fue diseñado para procesar crudos ligeros. Además, la principal causa de que las refinерías operen por debajo de su capacidad instalada es el número de paros no programados que suceden por falta de suministro de hidrógeno, agua, vapor, electricidad, así como por fallas en los equipos y/o retrasos en mantenimiento. Durante 2017, el SNR operó, en su conjunto, al 49.6 % del total de su capacidad, muy por debajo del promedio mundial. Para satisfacer la demanda nacional, Pemex TRI ha aumentado el volumen de importación de petrolíferos (Limón, 2019a).

De los petrolíferos, México destinó en 2017 el 74.9 % al sector transporte (OLADE, 2019), lo que representa una vulnerabilidad ante la ocurrencia de una interrupción en la oferta porque se afectaría directamente la movilidad. En 2018 el país presentaba 73 Terminales de almacenamiento (TA<sup>12</sup>), 5 terminales marítimas (TM) (dos en la costa del Pacífico y tres en el Golfo de México) y 10 instalaciones portuarias (IP) (tres localizadas en el Golfo de México y el resto en la costa del Pacífico),

---

<sup>12</sup> Las TA son suministradas por auto tanque, carro tanque y por ducto. El transporte de petrolíferos vía marítima es la única alternativa de entrega en algunos puertos de las regiones Noroeste y Sureste del país, donde la rentabilidad de los proyectos no ha favorecido la construcción de ductos para el abastecimiento de la demanda de petrolíferos.

además de una longitud de 5,259 kilómetros de oleoductos y 8,883 kilómetros de poliductos, con una concentración importante en el Sistema Zona Sur-Golfo-Centro-Occidente<sup>13</sup> (SENER, 2018c). Las Terminales de Almacenamiento y Reparto (TAR) de la zona centro del país (Ciudad de México, Morelos, Hidalgo, Puebla, Querétaro y Estado de México) se alimentan en 96.8 % por ductos y reciben 83.9 % del producto de la refinería de Tula. La capacidad de almacenamiento de demanda para el país es de 7.5 días en el caso de las gasolinas y 6.9 para el diésel. En la zona centro se encuentra el 23 % de las estaciones de servicio del país y la capacidad de almacenamiento de combustibles en las TAR de esta región es menor a 3 días (2.2 para las gasolinas y 2.8 para diésel) (Limón, 2019b) .

El principal motivo por el que en ocasiones no se puede bombear la gasolina en ductos, ocasionando un desabasto, es por el robo de combustible o “huachicoleo”. La red de ductos ha resultado un blanco perfecto para los carteles. A raíz de las reformas al sector petrolero por parte del expresidente Enrique Peña Nieto (2012-2018), quien abrió la industria a la inversión extranjera, se considera que el huachicoleo aumentó, dando la oportunidad a los carteles de ganancias a través de las ventas de gasolina en el mercado negro debido al incremento de los precios minoristas (El Sol de México, 2019).

Durante 2017, el medio de transporte más utilizado para el movimiento de petrolíferos al mayoreo dentro de territorio nacional fue el ducto con 76 % del volumen transportado, seguido del auto-tanque con 12 %, el buque-tanque con 8 % y en menor proporción el carro-tanque, con el 4 %. La capacidad operativa de almacenamiento en las TM era de 8,589,414 barriles, donde el 77 % se concentraba en la región del Golfo. La existencia de 119 tanques daba una capacidad nominal de 10,009,000 barriles (SENER, 2018c).

Aunque muchas empresas extranjeras como Chevron, British Petroleum y Exxon Mobil, importan su propio combustible, muchos minoristas de gasolina mantienen a Pemex como principal suministrador debido a que posee la gran mayoría de las tuberías y terminales de almacenamiento. Otras como Shell, quieren aumentar sus importaciones, pero la falta de infraestructura energética limita esos propósitos (Stillman, 2020). Pemex depende en casi 70 % del combustible importado para suministrar al mercado nacional. La mayor parte que se importa viene de Estados Unidos. En julio de 2019 China había ganado territorio con el 7% del total de las importaciones, aunque muy por debajo del 85 % del vecino del norte, pero es un paso importante en la diversificación de los proveedores, además de que el precio de venta compite con el de EE.UU. (Sígler, 2019).

En 2017 se produjo en México el mayor incremento en el precio de los combustibles en casi 20 años, de hasta un 20 %. El descontento de la población produjo cortes de rutas, movilizaciones, toma de gasolineras y saqueos en tiendas, así como bloqueos a accesos a terminales de almacenamiento y distribución de combustible. Las expectativas de la presidencia de Peña Nieto de que los precios de los combustibles no iban a subir más y la energía sería más barata, fueron la mayor controversia de las protestas. El gobierno se defendió a partir de que el aumento de los precios era por causa del mercado y no de la Reforma Energética que se inició en ese sexenio, y que de haber mantenido un bajo precio hubiese significado más impuestos o más deuda, o recortes de gastos públicos

---

<sup>13</sup> La infraestructura existente de transporte, almacenamiento y distribución es de suma importancia para conectar los puntos de origen con las zonas de consumo final de petrolíferos. La construcción de ductos y terminales de almacenamiento mostraba un rezago significativo, ya que desde 2010 a 2018 solo entraron en operación 2 poliductos y 5 ramales, mostrando una cobertura geográfica insuficiente. Además, desde el 2000 Pemex sólo había construido la TA Tapachula II (entrando en operación en 2016) aportando menos del 1% a la capacidad de almacenamiento operativa nacional.

importantes. El país se encuentra entre los primeros consumidores de combustible por persona, que, aunado a los bajos salarios, es uno de los que más porcentaje de su ingreso anual destina al gasto de combustible (Paullier, 2017).

México es un país importador neto de gas natural, si bien cuenta con considerables recursos, su producción es modesta, además de la insuficiente capacidad de transporte y red de distribución, así como a las pérdidas debido a la quema, el venteo en los campos de producción y las fugas en la infraestructura. La demanda está aumentando debido a la expansión de la capacidad de generación de electricidad, por lo que sus importaciones seguirán ascendiendo, principalmente de los Estados Unidos (EIA, 2016). Antes de 2019, existían 16 interconexiones para la importación de gas natural de Estados Unidos, 4 de ellas interconectadas al Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado, aumentándose 8 interconexiones adicionales a inicios de 2019 (SENER, 2019).

Derivado del compromiso de México en el Acuerdo de París en 2015, la CFE aumentó a partir de 2014 la conversión de unidades de generación termoeléctrica que consumían combustóleo a plantas de ciclo combinado cuyo principal insumo es el gas natural. Esta estrategia ha permitido generar electricidad con costos significativamente menores y disminuir los GEI (SENER, 2018c). Desde 2016, el país presenta un proyecto de producción de electricidad dedicado a la exportación hacia Guatemala, en sincronización con el mercado regional del SIEPAC, aunque también realiza importaciones puntuales desde ese país (Rojas, 2018).

La producción de electricidad a partir de fuentes de petróleo, gas y carbón al cierre de 2015 era del 80.9 % y el 15.4 % a partir de renovables<sup>14</sup> (World Bank, 2019). La cobertura eléctrica en 2017 era de 98.6 % (CEPAL, 2019). En 2018 el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) estaba compuesto por cuatro sistemas eléctricos: Sistema Interconectado Nacional (SIN), que constituye la gran red eléctrica del país, el Sistema Eléctrico Baja California (BC), el Sistema Eléctrico Baja California Sur (BCS) y el Sistema Eléctrico Mulegé (SEM). El SEN está integrado por 10 regiones de control, de las cuales 7 se encuentran interconectadas y conforman el SIN. Existen 13 interconexiones internacionales en México con Norte y Centroamérica, de las cuales 11 se encuentran en la frontera con Estados Unidos de América y 2 con Centroamérica (SENER, 2018d). En cuanto a las pérdidas en las redes de energía eléctrica, se han reducido en los últimos años, descendiendo de 16 % en 2009 hasta un 11.7 % en el 2017. En 2018, CFE perdió 25,700 millones de pesos por el robo de electricidad (El informador, 2019).

Algunos de los desastres naturales más comunes en México son los sismos, inundaciones y ciclones tropicales. Según las estimaciones de impacto de desastres realizadas por CEPAL de 1972 al 2010, el país había tenido en ese periodo 8 impactos: 1 biológico, 5 climatológicos y 2 geofísicos. En el sector energía en cuanto a infraestructura, las afectaciones de daños por desastres climatológicos representaron el 10 % de las afectaciones totales y el 66 % de las pérdidas, mientras que los desastres geofísicos, conformaron el 4 % en daños y el 9 % en pérdidas (Bello et al., 2014). Entre los años 2000 y 2014 tuvieron un costo promedio de 2,147 millones de dólares en pérdidas para el país, de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred). En estas situaciones, lo más común

---

<sup>14</sup>Se denominan fuentes de electricidad a los insumos que se utilizan para generar electricidad. El petróleo se refiere al crudo y a los derivados del petróleo. El gas se refiere al gas natural, pero excluye los líquidos de gas natural. El carbón se refiere a todos los tipos de carbón y el carbón pardo, tanto primarios (como el carbón de antracita y el carbón pardo-lignito) como combustibles derivados (incluidos el aglomerado de hulla, el coque de horno de coque, el coque de gas, el gas de horno de coque y el gas de altos hornos). La turba también se incluye en esta categoría (World Bank, 2019).

que sucede en la población es el desabasto de energía, cuando las redes que proveen este servicio a grandes sectores de la población son dañadas y afectan a las necesidades básicas (Nárvaez, 2017). En cuanto al sismo del 19 de septiembre de 2017, la CFE reportó que 3.8 millones de hogares se quedaron sin energía eléctrica: 2 millones en el valle de México, 1 millón en Puebla, 708,000 en Morelos y 102,000 en Oaxaca (The New York Times, 2017).

La principal estrategia de México en los últimos años para garantizar su seguridad energética ha sido la integración con los Estados Unidos. A partir de una mayor integración económica con los Estados Unidos, plasmada en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), se aceptó importar energía de ese país sin pensar en la dependencia resultante. Además, el proceso político en los Estados Unidos tiene implicaciones y efectos sobre la dinámica en México, observándose inestabilidad y vulnerabilidad en el sistema energético mexicano ante la presencia de medidas imprevistas por los gobiernos de ese país al territorio mexicano (Rodríguez, 2018). Por otro lado, las relaciones comerciales con Centroamérica se enmarcan en los Tratados de Libre Comercio que se han firmado con Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, y otro con Panamá. Tanto las exportaciones de Centroamérica a México como las importaciones desde México a la región, han aumentado en los últimos años de forma gradual, no solo en términos de valor, sino también en la cantidad de productos comercializados (Cordero, 2019).

Con las observaciones realizadas anteriormente, algunos aspectos denotan un problema en la seguridad energética de México dado que:

- ✓ La matriz energética es altamente dependiente de combustibles fósiles.
- ✓ La autosuficiencia energética ha disminuido con el descenso de la producción y el aumento del consumo.
- ✓ La intensidad energética ha disminuido producto del aumento del consumo de energía y de la disminución del PIB.
- ✓ Los sectores transporte e industria dependen en gran medida de los petrolíferos, que son mayormente importados.
- ✓ El sector residencial aun muestra gran dependencia de la leña.
- ✓ La producción de crudo ha ido disminuyendo junto con la incorporación de las reservas, lo que ha repercutido también en el SNR, el cual no satisface las necesidades del mercado.
- ✓ El gran problema en el robo de combustible por parte de huachicoleros, puede ocasionar desabasto, interrupción en el bombeo de ductos, paralización de importaciones, y, por ende, una inseguridad energética y grandes pérdidas en la economía.
- ✓ Los días de almacenamiento de combustibles no son suficientes para suplir el suministro ante la interrupción de estos.
- ✓ Aunque existe diversificación de infraestructura para el transporte de petrolíferos, el peso mayor recae en el transporte por ductos. Si se presenta averías o inconvenientes por la delincuencia organizada en los ductos provenientes de la refinería de Tula, en la zona centro del país, se puede originar seriamente el desabasto de dicha región.
- ✓ Las empresas extranjeras que suministran combustibles quieren aumentar sus inversiones en el país a pesar de que los cambios regulatorios le dificultan la competencia, además, que, si quieren aumentar las importaciones, México no cuenta con la infraestructura energética suficiente.

- ✓ Aunque el mercado está diversificado (en cuestión de cantidad de países que abastecen), Estados Unidos es el principal suministrador de combustibles, lo que genera dependencia a sus importaciones.
- ✓ El 60 % de la demanda de gas natural, es provista por las importaciones, en su mayoría de Estados Unidos. Además, no se cuenta con un sistema de almacenamiento de este producto, lo que lo convierte en vulnerable ante cualquier interrupción de suministro.
- ✓ Aunque se tiene más del 98 % de cobertura eléctrica, el sector eléctrico necesita modernizar su red de transmisión para disminuir las pérdidas técnicas e incorporar más energía renovable a su generación, la que depende de su mayoría de combustibles fósiles.
- ✓ Los robos ocasionados en el sector eléctrico representan gran parte de sus pérdidas.
- ✓ El país es amenazado por desastres naturales, siendo los climatológicos y geofísicos los que más afectan al sector de energía, principalmente al sector eléctrico.
- ✓ El suministro de combustible proveniente de los Estados Unidos, aunque se considera confiable, crea la dependencia hacia ese país en materia de energía.

El análisis anterior permite proponer los siguientes indicadores para evaluar la seguridad energética del México:

- Autosuficiencia energética
- Dependencia externa de energía
- Diversificación de la producción de energía
- Diversificación en el consumo de energía
- Dependencia externa de los petrolíferos
- Dependencia de los petrolíferos en el sector transporte
- Dependencia de la leña en el sector residencial
- Duración de las reservas probadas de petróleo
- Diversificación de los proveedores (compañías) de petrolíferos
- Diversificación de fuentes externas (países) de suministro de petróleo y derivados
- Ingresos de divisas para la importación de petróleo (y derivados)
- Diversificación en el consumo de combustibles fósiles
- Almacenamiento de petróleo y derivados (crudo, gasolina, diésel, GLP, kerosene y fuel oil)
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos
- Diversificación de infraestructura para el transporte de petrolíferos
- Pérdidas de combustibles
- Intensidad energética
- Eficiencia en transformación
- Peso del petróleo y derivados en las importaciones de energía
- Asequibilidad de la energía
- Asequibilidad de los petrolíferos
- Dependencia externa del gas natural
- Diversificación de fuentes externas de suministro de gas natural
- Duración de las reservas probadas de gas natural
- Almacenamiento de gas natural
- Diversificación de infraestructura para el transporte de gas natural
- Interconexiones de sistemas de gas natural
- Diversificación de la generación de electricidad

- Margen de reserva operativo
- Margen de reserva de electricidad
- Tasa de cobertura eléctrica
- Pérdidas de energía eléctrica
- Infraestructura de redes eléctricas
- Interrupción del servicio eléctrico
- Interconexiones de sistemas eléctricos
- Asequibilidad de la electricidad en los distintos sectores (residencial, comercial e industrial).
- Afectación de fenómenos naturales extremos al sector de la energía

### **Centroamérica**

Esta región es importadora neta de petróleo y sus derivados. La tendencia en el mercado internacional de los precios de hidrocarburos es la que determina el mayor costo de la producción nacional de energía, pues en la mayoría de estos países existe gran dependencia hacia los combustibles derivados del petróleo, principalmente en el sector transporte y en la generación de electricidad por centrales termoeléctricas. Sin embargo, en los últimos años, se aprecia una mayor influencia en el desarrollo e inserción al sistema energético de tecnologías renovables, que permite la disminución del uso de fuentes convencionales y la reducción de las fugas de divisas en la importación de estos combustibles. La posición geográfica de la región hace que apueste por el impulso de las energías renovables, aunque también la convierte en vulnerable a eventos naturales extremos.

A continuación, se realizará el diagnóstico de la situación energética de Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. El enfoque está orientado hacia los problemas que tiene cada sector nacional, lo que permitirá realizar conclusiones sobre las insuficiencias que ponen en riesgo la seguridad energética en cada territorio. Al final, teniendo en cuenta las observaciones expuestas por cada país, se condensará el análisis a nivel regional, proponiendo indicadores para la evaluación de la seguridad energética de la región.

### **Belice**

Tanto la producción como el consumo de energía en Belice se han mantenido inestables en el periodo 2000-2017 (Figura 3a). La autosuficiencia energética estuvo por encima del 100 % de 2007 a 2012, pero en los demás años se mantuvo por debajo del 90 %. La oferta primaria de energía depende en 88.6 % de las renovables, principalmente de la caña de azúcar y sus derivados, seguidos de la leña y la hidroenergía. El 11.4 % restante lo cubre con combustible fósil, un 10.5 % de petróleo y el 0.9 % de gas natural (Figura 3b) (OLADE, 2019).

En cuanto a consumo final, el sector transporte representó un 45.4 % del consumo, seguido por el sector industrial con 29.3 % y el residencial con 18.9 %. El sector del transporte es el que consume el 80.4 % de los petrolíferos, seguido del residencial con 11.8 %, pues el industrial, el 68.5 % de su consumo es a partir de la industria azucarera y solo consume el 6.4 de los petrolíferos. El sector transporte utiliza el 100 % de la oferta de gasolina, el 98.8 % del kerosene/jet fuel y el 87.3 % del diésel oil, los cuales son importados en su totalidad.

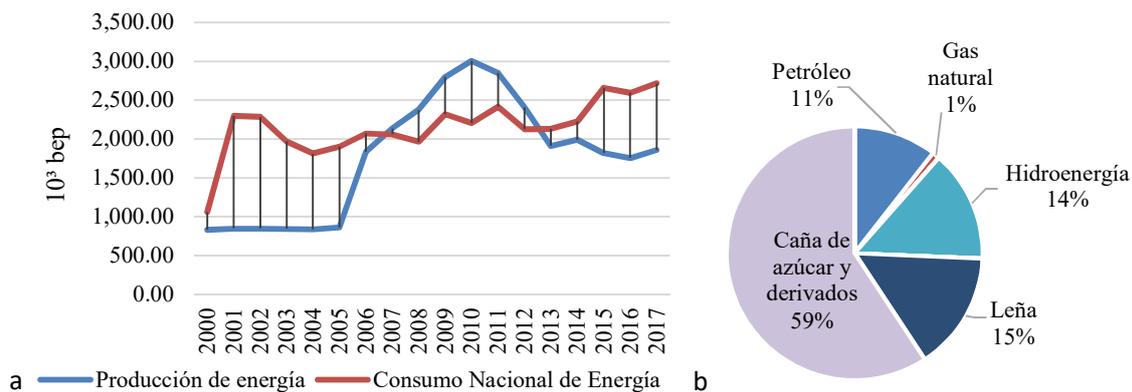


Figura 3: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en Belice, 2017. b) Oferta de energía primaria en Belice, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: (OLADE, 2019).

En 2017, los mayores consumos en el sector residencial eran a partir de electricidad (41.2 %) y de gas licuado (33.6 %). El consumo en el sector industrial era principalmente por petróleo, electricidad e industria azucarera (OLADE, 2019). La intensidad energética del país ha oscilado mucho en los últimos años, con una disminución durante el período 1996-2015, llegando a estar ese año en 5 MJ por dólar de PIB. Entre los principales objetivos del plan estratégico de energía se encuentra reducir la intensidad energética per cápita en al menos un 30 % para 2033 (International Monetary Fund, 2016).

En 2012 Belice poseía reservas estimadas en 500 millones de barriles en tierra y 1,200 millones de barriles en el mar, y en años anteriores se habían descubiertos reservas de gas y de carbón. Su producción estaba en 3,000 barriles diarios en 2018, muy por debajo si se compara con grandes productores. Permitir la exploración petrolera a lo largo de la costa podría poner en serio peligro la industria turística y la salud ecológica del país, por lo que a pesar de la importancia económica de las exportaciones de petróleo, el gobierno decidió que la preservación de sus aguas y arrecifes de coral eran más importantes a largo plazo que los petrodólares actuales, poniendo fin indefinidamente a toda nueva exploración petrolera en sus aguas (EcoInventos, 2018).

En 2017 existían dos terminales con una capacidad de almacenamiento combinada de 26,300 m<sup>3</sup>. La compañía *Puma Energy* era el único importador de productos derivados del petróleo en el país, operando 14 sitios minoristas de marca y dos tiendas de conveniencia. Para transportar el combustible de una terminal a otra era utilizada como preferencia una barcaza, que se demoraba de dos a tres semanas, aunque también recurrían al uso de camiones. En el país el combustible se distribuye a través de camiones, donde cada distribuidor hace entrega a los clientes por un precio regulado establecido por el gobierno (Paullin, 2017).

De 2006 a 2014, el suministro total en términos de concesión (precios del barril de petróleo por encima de 50 dólares) otorgado a la nación por Venezuela por ser país miembro de Petrocaribe, ascendía a 234,292,405 millones de dólares anuales, con un 50.5 % del total suministrado bajo la modalidad de concesión<sup>15</sup> (MEPyD, 2016). Los principales socios comerciales en productos importados al territorio beliceño son Estados Unidos, China, México, Curazao y Venezuela. De las importaciones, que han decaído en los últimos años, el mayor porcentaje lo tiene el refinado de petróleo

<sup>15</sup> Implica financiamiento a largo plazo, con tasas de interés de 1 % a 23 años y dos años de gracia (MEPyD, 2016).

(9.3 %), el gas de petróleo representa solo el 1.8 %. El refinado de petróleo es importado principalmente de Curazao (71 %), Estados Unidos (16 %), El Salvador (5.4 %) y Guatemala (3 %) (OEC, 2019)

Los impuestos sobre el combustible en 2017, con aranceles de importación incluidos, eran aproximadamente del 45.25 % y el margen comercial para los minoristas de combustible del 13.5 % (Paullin, 2017). En 2019 los precios de los combustibles tuvieron sus variaciones. En junio de ese año la gasolina Premium aumentó 24 centavos de dólar por galón, aunque el diésel oil disminuyó 21 centavos por galón (Government of Belize, 2019). En octubre, los precios volvieron a sufrir cambios, los de la gasolina y el diésel premium registraron aumentos, mientras que la gasolina regular registró una disminución. Todas estas medidas son el reflejo de las condiciones que pasa el país, en dependencia de la oferta y demanda del petróleo crudo en el mercado internacional, así como de la capacidad de refinación de los países desde los cuales se suministra los refinados al país (BBN, 2019a).

Desde 2013 esta nación viene estableciendo convenios de cooperación con México en el ámbito energético. Desde 1990, México le exporta electricidad a Belice a través de la CFE. En 2011 la *Belize Electricity Limited* (BEL) fue nacionalizada, por lo que se firmó un nuevo Convenio Normativo para Transacciones de Energía en 2013 con vigencia indefinida y que ampara a su vez el Convenio de Asistencia en Emergencia y Energía de Oportunidad. En ese año Belice le solicitó a México la reducción del 10 % del precio de la venta de electricidad, lo cual fue aceptada y gracias a eso, la tarifa de electricidad en el país ha disminuido en 5 % (SRE, 2019). Aproximadamente el 50 % de la electricidad que se consumía en 2012 se importaba desde México por la interconexión entre las redes nacionales de ambos países (REEEP, 2013).

Como país perteneciente al Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), contribuyó en el 2017 al 1 % del total de energía renovable producida en la subregión (Rojas, 2018). La producción de electricidad en el país a partir de fuentes de energía renovable en 2015 era de 45.2 % (World Bank, 2019) y en 2017 representaba el 74.4 %. La producción termoeléctrica convencional fue muy pequeña, por lo que no es representativa en las cifras de la subregión (Rojas, 2018).. La tasa de crecimiento de 2016 a 2017 del consumo de electricidad era de 1.3 %. Al cierre de 2017 el nivel de electrificación en el país era del 94.8 % (OLADE, 2019).

En cuanto a generación, los principales aportes corresponden a la producción de la central hidroeléctrica “El Mollejón” y a las importaciones desde México (SRE, 2019), que en 2017 fueron de 230 GWh, un 36.5 % de la oferta, y se han mantenido en niveles similares en los últimos años (Rojas, 2018). El Sistema Nacional Interconectado (SIN) se conformó a mediados de la década de los noventa y permitió a BEL integrar a los 8 principales centros de carga y mejorar la calidad, la confiabilidad y, en general, las condiciones y costos del suministro (SRE, 2019). Sin embargo, las interrupciones de electricidad son frecuentes en el país, van desde unos minutos hasta largas horas. Se realizan en ocasiones sin previo aviso y a veces se programan cuando la compañía eléctrica debe realizar mantenimientos. Las molestias también son causadas cuando cambian las horas de interrupción o cuando el tiempo programado se extiende más de lo permisible (Núñez, 2016).

Las pérdidas técnicas en generación y distribución se estimaban en 2012 de 11 % a 13 %, aunque la tendencia es a ir disminuyendo estos porcentajes, ambicionando reducir las pérdidas técnicas al 7 % (REEEP, 2013). Las pérdidas por robo y vandalismo en 2010 se reportaron como el 0.1 % de las

ventas anuales, mientras que el porcentaje de las empresas que experimentan pérdidas por robo fue de 7.6 %. Es considerado como un país con pérdidas por robo muy bajas, comparado con otros países de la región (Di Bella et al., 2015).

Además de importar electricidad, en la temporada lluviosa, el país le vende el excedente de electricidad a México al no poder utilizarse ni almacenarse. Los estudios recientes van encaminados a la implementación de energías solar y eólica, por lo que la venta al mercado mexicano puede estar dentro de márgenes competitivos (Solís, 2018). En diciembre de 2014, Belice y Guatemala firmaron el acuerdo sobre el comercio de energía eléctrica, interconexión de transmisión y conectividad de red con la finalidad de integrar el sistema eléctrico de Belice al Mercado Eléctrico Regional del Istmo Centroamericano (MER) mediante la interconexión de los sistemas de transmisión eléctrica entre ambos países (OEA, 2014).

Por su situación geográfica, el país es propenso a la afectación con frecuencia de tormentas y huracanes tropicales, algo que se espera se intensifique debido al cambio climático. Esto ha provocado cuantiosas víctimas humanas y daños generalizados, así como costosas interrupciones de servicios públicos vitales. El impacto del huracán Dean en 2007 generó daños por valor de 80 a 100 millones de dólares (equivalente al 6-8 % del PIB) y la interrupción de la energía en todo el país. El huracán Earl dejó otra ola de interrupciones en 2016 (FAO, 2016).

Belice conserva buenas relaciones con los países vecinos con quienes comparte intereses comunes en los ámbitos de la seguridad, emigración y comercio. Con Estados Unidos y México mantiene buenas relaciones, con una agenda marcada por la cuestión de la seguridad, la lucha contra el narcotráfico y la emigración ilegal, mientras que con Guatemala sostiene un reclamo territorial, insular y marítimo sobre una parte sustancial del territorio beliceño (OID, 2018).

El país se enfrenta a altos costos de la energía y a la dependencia de los combustibles fósiles, así como a altas importaciones de energía, aumento de los impactos ambientales, políticas energéticas inadecuadas, infraestructura y tecnologías anticuadas, técnicas de producción obsoletas, un mercado laboral poco calificado y datos energéticos inadecuados (REEEP, 2013). Todo lo anterior, unido a las observaciones realizadas en la revisión bibliográfica, denotan que en Belice:

- ✓ La oferta primaria de energía es poco dependiente de combustibles fósiles, apenas un 12 %. Tiene problemas de autosuficiencia energética, con valores por debajo del 90 %. La eficiencia energética ha disminuido en los últimos años.
- ✓ Con pequeñas reservas de petróleo, el país ha manifestado su negativa de las nuevas exploraciones en sus aguas, por lo que la producción disminuirá (las mayores reservas son en el mar), tendencia que se aprecia en los últimos años.
- ✓ Los principales consumidores de energía son los sectores transporte e industria, y que además dependen en gran medida de los petrolíferos.
- ✓ El consumo de la leña en el sector residencial es menos del 30 %, lo que más consume es electricidad y gas licuado.
- ✓ El sector del transporte consume el 80.4 % de los petrolíferos, por lo que se vuelve vulnerable ante la falta de suministro.
- ✓ Debido a la alta dependencia de las importaciones, el país está subordinado a los precios del mercado internacional, los que se afecta el precio nacional de los combustibles. Además de la inseguridad, esto puede traer consigo robo para el comercio en el mercado negro.

- ✓ No se tienen diversas infraestructuras para el almacenamiento de combustibles.
- ✓ La distribución del combustible por el país se realiza por camiones cisternas, mientras que *Puma Energy* utiliza también la barcaza para el intercambio entre sus terminales.
- ✓ Se denota la ausencia de diversificación de empresas y países suministradores de combustibles refinados, por lo que pudiera afectar la seguridad en el mercado petrolero del país.
- ✓ El suministro eléctrico mexicano ha sido muy favorable para Belice. Las importaciones de electricidad desde México son una opción segura y económica, por lo que seguirán las compras de electricidad. Lo negativo es que México es el único suministrador, aunque ya se firmaron acuerdos para el intercambio eléctrico con Guatemala.
- ✓ La cobertura eléctrica del país al cierre de 2017 era casi del 95 %. El país está realizando estudios para insertar dentro de las energías renovables, la solar y la eólica.
- ✓ El precio de la tarifa eléctrica ha disminuido, principalmente porque México le redujo el precio de venta de energía eléctrica al país.
- ✓ Las interrupciones de electricidad se deben a mantenimientos por la compañía eléctrica, las molestias son causadas porque se realizan en ocasiones sin previo aviso y/o se extienden más de lo convenido.
- ✓ Presenta bajos porcentajes de pérdidas de energía eléctrica, tanto técnicas como no técnicas (robo).
- ✓ Es un país vulnerable a las afectaciones de eventos meteorológicos, los cuales afectan directamente al sistema de energía con interrupciones en los servicios y grandes pérdidas económicas.
- Presenta buenas relaciones con los principales países abastecedores de energía, Estados Unidos, México y Guatemala.

## Guatemala

El consumo y la producción de energía en Guatemala muestran tendencias al crecimiento, aunque en el periodo mostrado en la Figura 4a, se denota inestabilidad en ambos comportamientos. En el análisis de la oferta de energía primaria solo el 1 % de la matriz en 2017 era por petróleo (el 81.7 % de su producción fue exportado). Como se aprecia en la Figura 4b, la mayor oferta es por leña (67 %), seguida por la caña de azúcar y derivados (12 %), carbón mineral, con 10 %, la hidronegía y la geotermia un 6 y 3 %, respectivamente, y en otras primarias, donde se incluye la solar y eólica, el aporte es insignificante, apenas un 1 % (OLADE, 2019).

El uso de leña es el principal renglón energético en las áreas rurales<sup>16</sup> por la situación socioeconómica de las familias guatemaltecas, convirtiendo al sector residencial en el de mayor uso. Esta práctica ha provocado la disminución del área forestal del país (MEM, 2019). En 2017, el sector residencial presentaba la mayor demanda energética, un 60.9 %, el uso de la leña concentraba el 90.9 % de su consumo, mientras que la electricidad representa el 4 % y los petrolíferos un 4.55 %, encabezados por el gas licuado, del cual este sector ocupa el 77 % de la oferta (OLADE, 2019). La intensidad energética de 2001 a 2016 experimentó una ligera tendencia a la baja como resultado del poco crecimiento del consumo de energía (1.9 % promedio anual en ese período) con relación a un crecimiento del PIB moderado (3.6 % promedio anual en el período) (Morales, 2018).

---

<sup>16</sup> La población rural representaba en 2017 el 49.3 % de la población de Guatemala (World Bank, 2019).

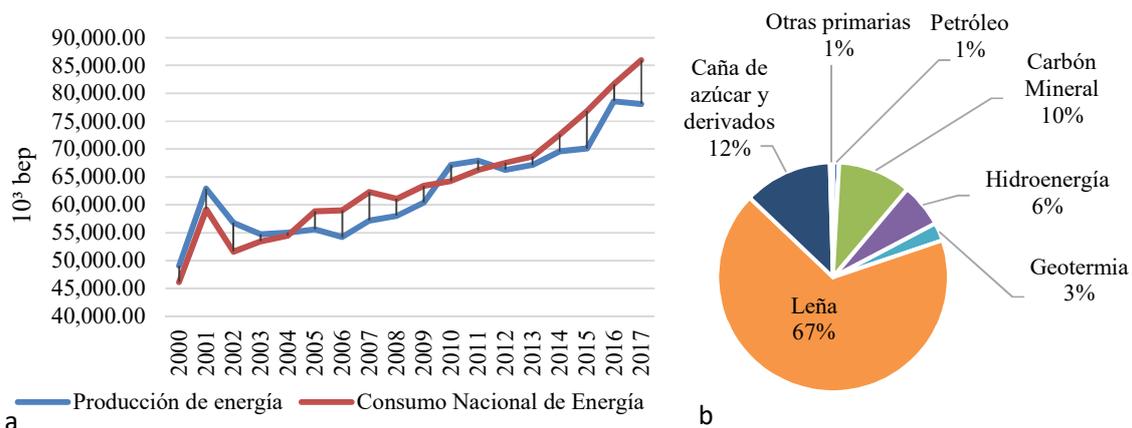


Figura 4: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en Guatemala, 2017. b) Oferta de energía primaria en Guatemala, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: (OLADE, 2019).

El sector transporte consume el 75.8 % de los petrolíferos, seguidos por el industrial con un 16 %. El transporte consume el 99 % de kerosene, el 97.5 % de la gasolina. y el 92 % del diésel oil, productos que son importados. Desde el 2003 la producción y exportación de petróleo en el país han ido decreciendo, dejándose de importar el crudo. En 2017, el carbón mineral, la electricidad y los petrolíferos eran los productos que más se importaban y que representaban el 40 % de la oferta total; los más importados eran la gasolina, el diésel y el carbón mineral, ocupando el 76.8 % de las importaciones de hidrocarburos (OLADE, 2019).

La producción y los ingresos petroleros en el país han declinado en los últimos años sin que se reevalúe los contratos petroleros. De 2003 a 2016 la producción experimentó un constante decrecimiento, la cual dependía en un 90 % del campo petrolífero Xan, que tras 40 años de explotación continua, está en decadencia, sumado a que tampoco se le han perforado nuevos pozos (Escalón, 2016). En 2015, las reservas iniciales de petróleo eran 242,101 millones de barriles y las reservas probadas de gas natural de 17,500,000 millones de pies cúbicos estándar (MMscf, por sus siglas en inglés). En los diez primeros meses de 2017 se había producido un 5 % menos que en el mismo periodo del año anterior (MEM, 2017c).

Uno de los problemas en la extracción es la ausencia de proyectos inversionistas extranjeros y nacionales, donde en ocasiones las licitaciones no han podido realizarse por dificultades con los procedimientos legales y de información a la sociedad. La mayoría del petróleo guatemalteco, según los estándares internacionales de clasificación, es un petróleo pesado, con alto contenido de azufre (6 % aproximadamente) por lo que es más difícil de refinar y las mayores fracciones que se obtienen son las más pesadas: lubricantes y parafinas, combustóleo pesado y asfaltos. En 2012 existía una sola refinería de petróleo crudo en el país, La Libertad, de donde se obtenía 3 productos<sup>17</sup> (Aguilar, 2012).

En cuanto a las pérdidas por robo de combustible, las empresas de transporte pesado sufren por el robo de diésel en los tanques de los cabezales, tanto por empleados o externos que abastecen las

<sup>17</sup> Los productos que se obtienen en la refinería la Libertad son: el combustible necesario para producir la energía que la misma refinería necesita para funcionar y bombear el petróleo de exportación (en pequeña cantidad), una fracción pesada para la fabricación de asfaltos para el mercado nacional e internacional, y la principal, el crudo que es bombeado al oleoducto de 475 km de longitud que conecta con la Terminal Piedras Negras para su exportación (Aguilar, 2012).

ventas ilegales de diésel en las carreteras del país. Muchas veces los extravíos ocurren dentro de la misma empresa. Las pérdidas monetarias son grandes. Este problema no solo afecta de forma directa al cliente (consumidor), sino a la empresa porque tendrá que aumentar sus costos de cada viaje para poder cubrir esa pérdida, además de que las empresas extranjeras no quieren invertir o dejan de trabajar por la inseguridad que existe (Maldonado, 2015).

La firma *Perenco Guatemala Limited* opera la red nacional de infraestructura de ductos de 477 km interconectando los campos de Xan y Rubelsanto con el terminal de Piedras Negras en la costa atlántica (bnamericas, 2019). La importación de petrolíferos en 2011 se realizaba principalmente por vía marítima, mediante las terminales de almacenamiento ubicadas en las costas del Pacífico (litoral con el 75% del total de almacenamiento) y del Atlántico. Una mínima parte (1 %) de gasolina regular, gasolina superior y diésel eran importados de México vía terrestre. Se cuenta con un total de 19 terminales de almacenamiento de productos petroleros, teniendo una capacidad total de almacenamiento de 6,104,305 barriles (MEM, 2011).

De 2010 a 2015 las importaciones de combustible aumentaron en 27.4 %. La baja registrada en los precios internacionales de combustibles desde finales del año 2014 ha permitido un ahorro importante a las empresas importadoras, reduciendo la factura petrolera del año 2015 en 33.04 % respecto a 2014 (MEM, 2016). Los precios promedio anuales para la venta al consumidor final mostraron una rebaja en los precios de las gasolinas y el combustible diésel de 2012 a 2016, aunque en 2017 se aprecia un leve aumento. El gas LP percibe irregularidades en este periodo, aumenta en unos años y disminuye en otros (MEM, 2017a).

El abastecimiento de combustibles se realiza por empresas privadas que operan en el país, las cuales se consideran pocas pero cubren la demanda del mercado guatemalteco (MEM, 2017a). Las importaciones netas en 2014 representaban un 32.8 % (World Bank, 2019). En 2017 las importaciones de refinado de petróleo (diésel, gasolina, gas, queroseno, combustible para aviones, aguarrás, aviación, combustible y aceite de betún) representaron el 18.6 % de las importaciones totales. Estados Unidos fue el principal socio comercial (40 % de las importaciones de Guatemala provinieron de ese país) y del total de las importaciones, el refinado de petróleo representó el 44 %. De los países cercanos, el refinado de petróleo representó de las importaciones totales un 0.29 % en el caso de México, 2.3 % de Belice, 1.5 % de Nicaragua y 1.6 % de El Salvador, que también abasteció de gas licuado (con el 2.8 %) (OEC, 2019).

A raíz de la crisis en 1993 en donde no existían condiciones óptimas en el servicio de energía eléctrica, en 1996 fue publicada la Ley General de electricidad (Decreto 93-96), que trajo consigo los acuerdos gubernativos 68-2007 y 69-2007, permitiendo una serie de modificaciones que disminuyeron los costos de contratación de energía. Debido a la influencia del precio del petróleo en el costo de la generación eléctrica, el mercado eléctrico estaba expuesto a la variación del precio internacional del petróleo. Con licitaciones de 2007 se adicionó al sistema potencia renovable con recursos propios y tecnologías más eficientes, así mismo como el carbón, lo que permitió brindar un precio intermedio (MEM, 2019).

Las inversiones en el sistema de transmisión local han ayudado a elevar la cobertura en el país, reducir el precio del servicio y que Guatemala tenga una participación importante en el mercado regional. Desde 2016 se observa una estabilización en las tarifas, sobre todo en el interior del país, donde ha

mejorado la infraestructura de transmisión eléctrica por las licitaciones y las estrategias de los agentes distribuidores para obtener contratos más atractivos (MEM, 2019).

La cobertura eléctrica en 2017 era de 92.4 % (CEPAL, 2019). En 2015, el 60.4 % de la producción de energía eléctrica fue a partir de fuentes renovables, y de ellas el 35 % por hidroeléctricas (World Bank, 2019). Entre 2014 y 2015, el país incrementó su capacidad instalada en un 22 %, mayormente sobre la base de la fotovoltaica y eólica, reduciendo su producción basada en combustibles fósiles (Lagarda & Linares, 2017). Como país perteneciente a la SIEPAC, Guatemala generó el 16.9 % de la región y lideró las ventas con 966 GWh. Gracias al intercambio de energía eléctrica, las exportaciones de México se incrementaron 2.2 veces desde 2015 a 2017, lo que ha permitido fortalecer la posición exportadora de Guatemala hacia El Salvador y Honduras (Rojas, 2018). Las transferencias de electricidad entre los países del Sistema Eléctrico Regional pueden tener un impacto significativo en la estabilidad del sistema guatemalteco. En ocasiones, los niveles de transferencia de energía proveniente de México superan la capacidad de las líneas de conexión, por lo que ocurren apagones (Cea, 2018).

Entre los planes de Guatemala se encuentra modernizar la red de transmisión envejecidas para reducir las pérdidas, suministrando electricidad más confiable y eficiente, al mismo tiempo que expande la red a las áreas rurales que carecen de electricidad. Sin embargo, las pérdidas por las conexiones ilegales, aumentan cada año. Anualmente se generan unos 370 millones de quetzales de pérdidas a Energuate, empresa distribuidora de ese país. El servicio se ha tenido que suspender en varios municipios porque los clientes intentan reconectarse y afectan el sistema de distribución. En otras áreas es muy bajo el porcentaje de la población que paga por el servicio de energía, estimulando una cultura de impago (García, 2018).

Guatemala es el país latinoamericano con el mayor índice de riesgo ante crisis humanitarias y catástrofes, es el más vulnerable y el menos capaz de lidiar con estos peligros<sup>18</sup>. Tiene una “alta” peligrosidad por inundaciones fluviales, urbanas y costeras; terremotos, desprendimientos de tierra, tsunami, erupción volcánica, ciclón, calor extremo e incendios forestales (García, 2018). Estos desastres naturales pueden generar afectación en el sector energético, por ejemplo, entre mayo y septiembre de 2010 se tuvo la incidencia de lluvias torrenciales (posteriores al paso de la tormenta tropical Agatha) y la erupción del volcán Pacaya. Entre ambos fenómenos provocaron complicaciones en la infraestructura del sector energético, daños en generación y distribución, pues la crecida de los ríos por las lluvias abundantes forzó la salida de servicio de plantas hidroeléctricas y la apertura controlada de las compuertas de las represas para controlar los niveles de agua en los embalses, el arrastre de sedimentos, piedras y árboles (Gobierno de Guatemala, 2010).

Guatemala centra su mirada geopolítica en los países centroamericanos, donde la situación inestable de Nicaragua y la preocupante de Honduras conllevan a pensar sobre las nuevas inversiones y el futuro de las existentes. El mayor comercio en materia de energía proviene de los Estados Unidos, aunque la atención comercial se está desviando para el mercado chino, que tanto auge ha tenido en los países vecinos, pues la Unión Europea no promete ser un espacio de inversión económica mayor de lo que ha sido hasta el momento (Trujillo, 2019).

---

<sup>18</sup> Según la evaluación realizada en 2017 y 2018 por el Índice de Gestión de Riesgo (INFORM) del Comité Permanente Interinstitucional de la Unión Europea (García, 2018).

De la revisión anterior se derivan los siguientes señalamientos:

- ✓ Guatemala es un país netamente importador de combustibles derivados del petróleo.
- ✓ La fluctuación en la autosuficiencia energética ha promovido el cambio de su política nacional hacia el uso de fuentes nuevas y renovables de energía, las que aún presentan cifras bajas para concebir el cambio deseado de este indicador.
- ✓ La intensidad energética tuvo una leve depreciación en este periodo por el poco crecimiento del consumo de energía y el moderado aumento del PIB.
- ✓ El parque vehicular depende de los petrolíferos importados, como gasolina y diésel, por lo que se convierte en vulnerable ante un desabasto y/o problemas con las importaciones.
- ✓ Por la alta población rural, el sector residencial es muy dependiente de la leña, no presenta tecnologías eficientes en la combustión de esta y se observa afectación en los recursos forestales.
- ✓ A pesar de que existen pocas compañías importadoras de combustibles, se han incrementado las importaciones de petrolíferos, sobre todo de gas licuado, gasolinas y diésel.
- ✓ La producción de petróleo ha ido en descenso en los últimos años, existe limitaciones en la apertura de pozos nuevos, reevaluación de contratos petroleros y ausencia de proyectos inversionistas.
- ✓ La producción de la única refinería que existe es insuficiente ante las necesidades del país. Como el crudo que se extrae es muy pesado, con alto contenido de azufre y más difícil para refinar, los productos que se obtienen no son operados para el uso de los distintos sectores.
- ✓ Existen grandes pérdidas por el robo de combustibles, a veces por parte de los trabajadores de las empresas transportadoras, lo que crea inseguridad en los consumidores y en las demás empresas que quieren invertir en el país.
- ✓ Existe diversificación en el transporte de petrolíferos, el cual se realiza tanto de forma terrestre como por ambas costas del país.
- ✓ Aunque se cuenta con varias terminales de almacenamiento, la mayor capacidad la concentra por la zona del Pacífico.
- ✓ Los precios en el mercado internacional de combustibles repercuten en los precios nacionales, los cuales disminuyeron de 2012 a 2016.
- ✓ Estados Unidos es el principal suministrador de combustibles. De los países vecinos centroamericanos también tiene importaciones, pero representan un pequeño porcentaje.
- ✓ Las inversiones en el sector eléctrico (principalmente la modernización de la red de transmisión) han elevado la cobertura en el país.
- ✓ Guatemala tiene una participación importante en el mercado regional eléctrico, además de importar electricidad de México, exporta a Honduras, a El Salvador, a Nicaragua y a Costa Rica.
- ✓ Las interrupciones en el servicio de energía eléctrica por las transferencias de energía superan la capacidad de las líneas de conexión, además de los cortes a los municipios implicados en el impago y robo de electricidad.
- ✓ Las conexiones ilegales en el sistema eléctrico estimulan al robo de electricidad que se ha convertido en un negocio en algunas comunidades, atribuyendo grandes pérdidas a la empresa distribuidora.

- ✓ Es el país con mayor índice de riesgo ante crisis humanitarias y catástrofes. Los desastres naturales han dejado afectaciones en el sector energético en los últimos años, principalmente en la generación y distribución de energía eléctrica.
- ✓ La situación geopolítica inestable puede repercutir en el sector energético, tanto en la importación como en la exportación de energía.

## Honduras

Como se aprecia en la Figura 5a, el consumo nacional de energía de Honduras está muy por encima de la producción, mostrando valores de autosuficiencia por debajo de 75 % en todo el periodo. Desde el 2000 la tendencia de los dos es el crecimiento y la relación Consumo/Producción se ha mantenido constante. Honduras no tiene reservas probadas de combustibles fósiles, por lo que no tiene producción de ninguno, no cuenta con refinerías, solo con sistemas de almacenamiento de derivados de petróleo (Pro Honduras, 2018). Su oferta de energía primaria es principalmente a partir de leña (69.3 %), hidroenergía (10.6 %) y caña de azúcar (9.1 %) (Figura 5b), es por eso que para satisfacer la demanda tiene que recurrir a las importaciones, ocupando el 52 % de la oferta total (OLADE, 2019).

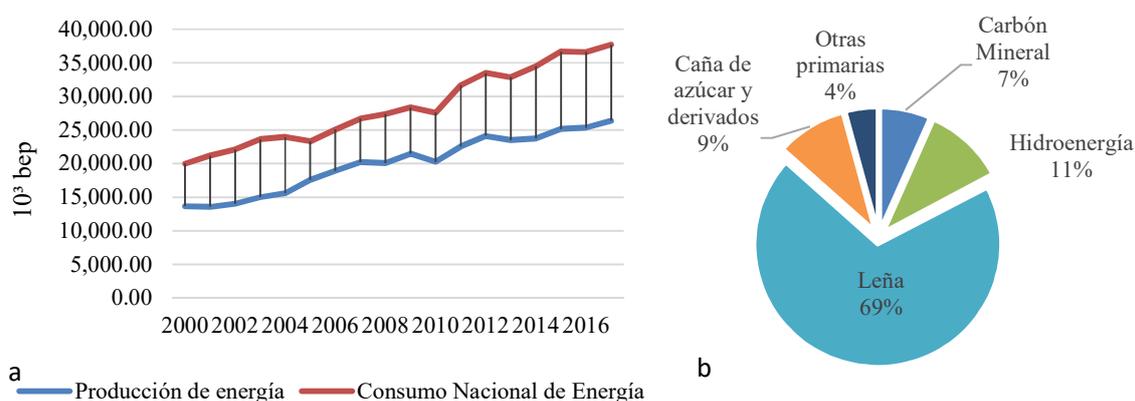


Figura 5: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en Honduras, 2017. b) Oferta de energía primaria en Honduras, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: (OLADE, 2019).

Las importaciones se duplicaron de 2000 a 2017, insertando al coque entre los productos. Excepto la electricidad, el carbón mineral y todos los petrolíferos son importados en su totalidad. El sector del transporte ocupó en 2017 el 70.1 % de los petrolíferos, consumiendo el 92.4 % de la gasolina, el 81.2 % del diésel oil y el 71.6 % del kerosene (OLADE, 2019). En 2017 el 46.8 % de la población de Honduras vivía en zona rural (World Bank, 2019), de ahí el alto consumo del sector residencial, el 84.1 % fue por leña, un 13 % de electricidad, 2 % de gas licuado y apenas un 0.9 % de kerosene. La industria ocupaba el 100 % del carbón mineral, pero que solo representa un 6.1 % de su consumo, siendo el 40.9 % por parte de petrolíferos (OLADE, 2019).

En 2013, Chevron restauró 26 tanques de almacenamiento, logrando reconstruir un 95 % de la capacidad instalada para acumular 711,000 barriles de productos derivados como gasolina, diésel y gas propano (La Prensa, 2013). Sólo las compañías importadoras poseen terminales para el almacenamiento de combustibles, mientras que el gobierno carece de estas. En 2013 las trasnacionales que existían en el país eran *Puma Energy* y *Texaco-Chevron*, así como la local *Uno-Honduras*. El regreso al país de la iniciativa de Petrocaribe, suspendido desde 2009 por el

derrocamiento del presidente de aquel entonces Manuel Zelaya, implica que se retome el combustible venezolano y se disminuya las importaciones de Estados Unidos, que es el principal abastecedor (Notimex, 2013).

Las importaciones netas de energía<sup>19</sup> en 2014 eran de 53 % (World Bank, 2019). En 2017, de todas las importaciones, el refinado de petróleo es lo que más se importaba, con un 11 % del total. Además de que también se importaban gas licuado, coque, mezclas de asfalto, electricidad, pero cada una por debajo del 1 %. Estados Unidos es el principal socio energético de Honduras, es el abastecedor del 95 % de refinado de petróleo, el 93 % de gas licuado y el 86 % del coque de petróleo. El refinado de petróleo también se importó de Panamá, Ecuador, El Salvador, México y Perú; el gas licuado de El Salvador, Aruba y Guatemala; y el coque de Guatemala, Nicaragua y Colombia (OEC, 2019).

Honduras no cuenta con ductos para el transporte de combustibles desde las plantas de almacenamiento hasta los centros de consumo, por lo que se realiza a través de camiones cisternas. Las empresas extranjeras no pueden integrarse al sistema de distribución con su propia flota de camiones, pues las operaciones de flete están reservadas a empresarios nacionales. Esto ocasiona retrasos en los servicios de transporte en las terminales de almacenamiento, y por ende, costos a la industria de los hidrocarburos (Domínguez, 2014).

La fluctuación en los precios y la escasez del suministro de los combustibles, han marcado problemas en los últimos años en la nación. En 2018 los dueños y trabajadores del transporte público paralizaron sus unidades para protestar por los elevados costos, el galón de combustible llegó a 4.25 dólares y se aumentó el cobro de la tasa vehicular. La falta de respuesta del gobierno hizo que los transportistas cumplieran su promesa de paralizar todo el país (Aguilar, 2018) . En 2019 se realizó un paro gradual de transportistas de carga en importantes ejes viales del país exigiendo prestaciones sociales, afectando el suministro en gran parte del territorio (EFE, 2019a).

En 2016 las pérdidas de las empresas comercializadoras de derivados de petróleo ascendían a 16,000 galones de gasolina y diésel por día, representando entre 950,000 y 1,100,000 de lempiras diarias. Eliminar el robo de combustible puede tornarse difícil por las innumerables formas en las que puede efectuarse, aunque la seguridad por parte del gobierno es la que debe ejercer un papel determinante para que no sucedan estos hechos ilícitos, comenzando con proporcionar un precio asequible de los combustibles, pues el aumento indiscriminado de los precios puede traer como consecuencia que continúen las ilegalidades (Carranza, 2019).

En 2016 la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), suministraba el 83 % de la demanda eléctrica del país. Por las constantes quejas de los consumidores de los altos e inestables precios de la factura (dependiente de los precios internacionales de petróleo, pues la mayor generación es por plantas termoeléctricas), el gobierno optó por el cambio de la matriz eléctrica y a la vez fortalecer, modernizar y ampliar el Sistema de Interconexión Nacional (SIN) (ENEE, 2016). En 2017 la cobertura eléctrica de Honduras era de 72.21 %, la más baja de los países en estudio (OLADE, 2019).

---

<sup>19</sup> Las importaciones netas de energía se calculan como el uso de energía menos la producción, ambos medidos en equivalentes de petróleo. Un valor negativo indica que el país es exportador neto. El uso de energía se refiere al consumo de energía primaria antes de la transformación en otros combustibles finales, lo que equivale a la producción nacional más las importaciones y las variaciones de existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a barcos y aviones afectados al transporte internacional (World Bank, 2019).

Ese año no hubo crecimiento en el consumo de electricidad, comparado con el anterior (Rojas, 2018).

En 2015, la intensidad energética de Honduras era la más alta de la región centroamericana, aunque la tendencia mostraba un decrecimiento (Flores, 2019). El gran potencial de recursos naturales con que cuenta el país, ha motivado a su aprovechamiento en la generación de energía, como la hidráulica (5,000 MW), eólica (1,200 MW), biomasa y geotermia. Con la evolución de las tecnologías, el futuro se puede categorizar por el aumento de proyectos de energías renovables (Lufussa, 2017a).

Gracias a su conexión con la SIEPAC, Honduras importó 304 GWh (Rojas, 2018). Las fuentes hidroeléctricas han sido las más utilizadas, pero se sigue considerando el uso de carburantes para la generación de energía porque cuentan con un mayor nivel de seguridad y eficiencia energética. El 57.7 % de la producción de electricidad en 2015 fue por combustibles fósiles y el resto por renovable (World Bank, 2019).

Si las pérdidas eléctricas totales exceden el 15 %, entonces se transcriben como pérdidas financieras. Las pérdidas por distribución y transmisión en los últimos años han superado cifras históricas, alcanzando el 41.1 % en 2018, aunado también a una sobrecontratación de energía (Rodríguez, 2019). Más allá de las pérdidas técnicas, el 75 % de las pérdidas totales son producto del robo. Los grandes consumidores residenciales, comerciales e industriales son los principales causantes de hurto al manipular los medidores de energía eléctrica (Proceso, 2019). Las interrupciones en el sistema se realizan para mejorar la red eléctrica y ofrecer al cliente un servicio de calidad, por lo que tanto la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) como la Empresa Energía Honduras (EEH) anuncian cuando se realizarán cortes para poner en funcionamiento equipos con tecnologías de punta y sustituir los que llevan más de 20 años trabajando (El Herald, 2019).

El desarrollo de las energías renovables está encabezado por la energía hidráulica, que es la principal fuente de aporte a la red eléctrica nacional. Sin embargo, tiene la desventaja que es afectada por fuertes sequías (La tribuna, 2018). En 2014 la sequía golpeó duramente a 10 departamentos y 64 municipios en el sur del país decretando al país de emergencia nacional. Fue necesario el racionamiento del servicio de agua potable, pues en junio y julio el déficit de precipitación llegó hasta el 50 %. Ante la baja de producción energética de fuentes hídricas, se recurrió más a la generación térmica e importación (GWP Centroamérica, 2016). Además de la sequía, el territorio también es afectado por los impactos de organismos hidrometeorológicos, y es considerado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como uno de los países que ya ha padecido las consecuencias del cambio climático, por las pérdidas humanas y económicas ante los eventos de este fenómeno (Rejón, 2017).

Con la firma del Protocolo de Tegucigalpa, fue creado el nuevo Sistema de Integración Centroamericana (SICA), primero con Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Panamá, a los que después se le unió Belice y República Dominicana. Esta integración le permite a Honduras integrarse a la consolidación de los intereses de la región, principalmente en temas energéticos, permitiendo a que la “solidaridad” regional se convierta en una sólida independencia (Demyk, 2005).

En los últimos años el gobierno de Honduras ha centrado sus esfuerzos en mejorar su imagen a nivel internacional. El objetivo principal es incrementar la inversión extranjera y la firma de nuevos convenios de cooperación, así como de obtener financiación para sus proyectos, principalmente de

los Estados Unidos, quien ha mostrado su inconveniente ante las asociaciones comerciales de países asiáticos con Honduras, así como con otros países de la región (Murillo, 2018).

De la revisión que se realiza en Honduras, se determina la existencia de un problema de seguridad energética:

- ✓ El país no cuenta con reservas de petróleo ni con refinerías. Los petrolíferos que se requieren son importados.
- ✓ Los sectores transporte e industria dependen altamente de las importaciones de los petrolíferos.
- ✓ Por su alta población rural, la leña es el principal energético consumido en el país.
- ✓ Las terminales de almacenamiento de combustibles sólo pertenecen a las compañías importadoras, que al cierre de 2013 eran solamente tres, dos transnacionales y una local.
- ✓ Las principales importaciones provienen de los Estados Unidos, siendo el país que más abastece de refinado de petróleo, de gas licuado y coque.
- ✓ La distribución de los combustibles se realiza mediante camiones cisternas, además de que sólo se permiten a las empresas nacionales que se encarguen de la comercialización.
- ✓ Se muestran altos e irregulares precios de los combustibles, causando oposiciones en los distintos sectores de la población, así como el robo de los petrolíferos.
- ✓ Tiene la menor cobertura eléctrica de la región, en los últimos años no hubo crecimiento en el consumo de electricidad y es uno de los que más importa electricidad entre los países del SIEPAC.
- ✓ Por la alta dependencia de la generación por plantas termoeléctricas, existen altos e inestables precios de la factura eléctrica.
- ✓ Las interrupciones en el servicio eléctrico se deben a los trabajos de mantenimientos organizados por la ENEE y la EEH, con previo aviso a la población.
- ✓ El gobierno ha optado por el cambio de su matriz energética, hacerla menos dependiente de los hidrocarburos, ampliar los proyectos de energía renovable (dado el gran potencial con que se cuenta) y a su vez, modernizar y ampliar el sistema eléctrico nacional.
- ✓ Presenta grandes pérdidas técnicas y no técnicas (por robo) de energía eléctrica.
- ✓ Los impactos del cambio climático se ven reflejados en el país, repercutiendo en el sector energético, principalmente en la producción de electricidad por hidroenergía ante los periodos de sequía.
- ✓ El crecimiento comercial con los países del SICA mantiene el interés del país de integrarse al intercambio con los demás países de la región, promoviendo la inversión extranjera. Los convenios con países de Asia podrían poner en riesgo las relaciones energéticas con los estadounidenses, pues estos han mostrado su descontento por las nuevas asociaciones de Honduras, sobre todo con China.

### **El Salvador**

El Salvador no tiene producción de combustibles fósiles y como se aprecia en la Figura 6a su consumo de energía desde 2003 está por encima de lo que se produce, llegando a finales del periodo a tener una autosuficiencia por debajo del 60 % (OLADE, 2019). En 2017 las importaciones ocupaban el 75 % de la oferta total. El 38.4 % de la oferta de energía primaria provenía de la leña y el 25.2 % de la caña de azúcar y derivados, la geotermia y la hidroeléctrica ocupaban un 35.2 % de la matriz (Figura 6b).

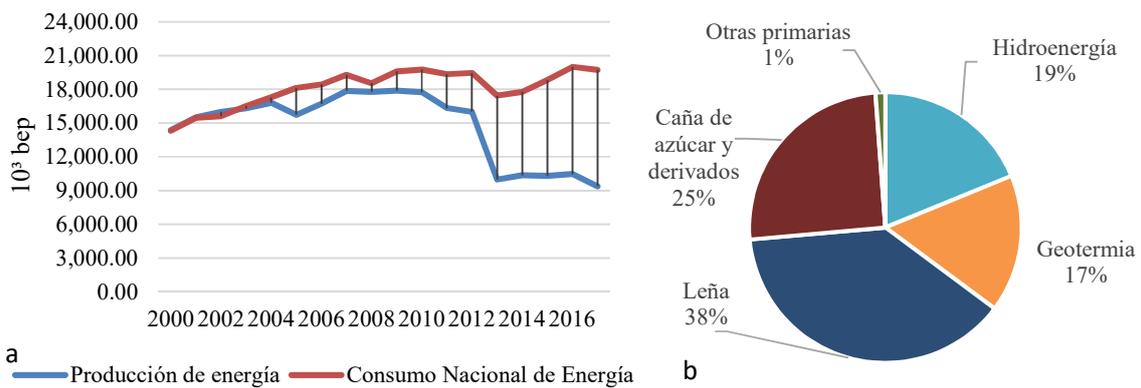


Figura 6: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en El Salvador, 2017. b) Oferta de energía primaria en El Salvador, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: (OLADE, 2019).

Desde el 2004, la intensidad energética final ha ido disminuyendo más rápido que la intensidad energética primaria, lo que trae consigo el incremento de las pérdidas de transformación. En 2008, debido a la crisis mundial, la intensidad energética disminuyó y ha mantenido su tendencia decreciente desde ese entonces, aun cuando la industria ha apoyado fuertemente la introducción de soluciones en eficiencia energética para disminuir su consumo y reducir los costos (CEPAL, 2016b).

El mayor consumo lo realiza en sector de transporte, con un 52.1 %, pero que a su vez consume el 70.8 % de los petrolíferos, el 100 % de toda la gasolina, el 100 % del kerosene y el 76.5 % del diésel. Aunque la población rural en 2017 representaba el 28.7 % (World Bank, 2019), existe alto consumo de la leña, el 91.4 % de la oferta lo consume este sector, pero representa un 37.5 % de los energéticos que utiliza, pues lo que más consume es gas licuado, un 41 % del total, la electricidad ocupaba un 20.8 % y apenas un 0.7 % de carbón vegetal. Desde 2000 a 2017 las importaciones se duplicaron, dejándose de importar el petróleo crudo, el coque y el carbón. El kerosene, la gasolina, el gas licuado y la electricidad son los productos que han incrementado en más de 2 veces sus importaciones (OLADE, 2019).

El país no produce petróleo y es importador neto. Los productos derivados de petróleo ingresan al país vía marítima o vía terrestre por cualquiera de las fronteras aduanales (CNE, 2013a). El transporte de los petrolíferos sólo por camiones cisternas (pipas) hace más proclives las pérdidas por robo, que puede ser maniobrado por el mismo conductor (SV Noticias, 2014), aunque otros casos de desfalso son por causa del desvío de vales de combustible (ES Noticias, 2019).

Los precios de los productos derivados del petróleo son uno de los más bajos en Centroamérica. Aunque están en correspondencia con la dinámica del mercado mundial, los de las gasolinas y el diésel son libres y no están regulados por el Estado. El incumplimiento ante los precios de referencia en las estaciones de servicio no implica sanción ni multa (CNE, 2013a).

En el 2013 existían cuatro compañías petroleras encargadas de la importación de combustibles líquidos: Inversiones *Chevron S.A.* de C.V. (posteriormente Texaco), Puma El Salvador S.A. de C.V. (Puma), Uno El Salvador S.A. (Uno) y Alba Petróleos de El Salvador, S.E.M. de C.V. (Alba), las cuales también participaban en el almacenamiento, distribución mayorista y minorista. Puma y Uno contaban con sus propios tanques de almacenamiento, para después despachar los combustibles en camiones cisternas para la distribución mayorista. La capacidad total de almacenamiento era de 64.3

millones de galones en ese año (Superintendencia de Competencia, 2015). En 2017 existían un total de 446 gasolineras, de las cuales el 99.97 % pertenecían a Texaco, Puma y UNO. El 75 % de dichas estaciones pertenecían a empresarios nacionales y el 25 % restante eran propiedad de las empresas petroleras (Perdomo, 2018).

El refinado de petróleo en 2017 en El Salvador representó un 9 % de sus importaciones, además de un 2.4 % de gas de petróleo y 0.95 % de electricidad. Su principal abastecedor fue los Estados Unidos, el 84 % del refinado de petróleo y el 95 % de gas de petróleo provinieron de ese país (OEC, 2019). A inicios de año las importaciones de hidrocarburos eran un 75 % de los Estados Unidos y un 25 % de Venezuela, la cual a mediados de año dejó de importar y las importaciones fueron en su totalidad de los estadounidenses. Una de las posibles causas fue la situación crítica que Venezuela atravesaba, lo cual causó un paro a las exportaciones que el país sudamericano realizaba hacia El Salvador (Perdomo, 2018).

A partir de la aprobación de la Ley General de Electricidad (LGE) en 1996, se consolida el proceso de reestructuración del sector, disminuyendo la participación del Estado en los diferentes segmentos de la industria, promoviendo la inversión privada y habilitando la competencia en la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. En el período 2009-2014 la energía distribuida creció un 4.2 % anual y la infraestructura básica presentó la siguiente evolución: extensión de la red (3.7 % anual), subestaciones (2.8 % anual), Megavoltiamperios (MVA) instalados (2.4 % anual), permitiendo al sector de distribución satisfacer el crecimiento del mercado (Costa & Ceballos, 2016).

En 2017 la cobertura eléctrica en el país era de 96.7 % y el 33.1 % del consumo de electricidad era por importación (OLADE, 2019). Entre 2014 y 2015 se incrementó la capacidad instalada en 6 %, centrada en fuentes renovables, tanto fotovoltaica como eólica, aunque la generación por fuente térmica representaba el 40 % de la total (Lagarda & Linares, 2017). Como país de la SIEPAC, en 2017 representó el 70.7 % de las compras de electricidad de la región, su producción fue una de las más bajas (7.3 % de la región) y su consumo de electricidad no tuvo crecimiento con respecto al 2016 (Rojas, 2018). Las interrupciones en el sistema se corresponden en ocasiones a mantenimientos programados para mejorar la red eléctrica, con previo aviso, aunque a veces son de varias horas (Calderón, 2020).

El precio de la factura eléctrica se ajusta trimestralmente, donde las distribuidoras lo calculan según el precio promedio de generación de la energía durante el trimestre previo. Al no responderle su principal fuente de generación, las hidroeléctricas (por periodos de sequía), se recurren a las importaciones y a la generación térmica, por lo que los precios en la tarifa eléctrica suelen aumentar (Belloso, 2018). El robo de energía eléctrica ha aumentado en el país en los últimos años, con grandes pérdidas económicas. Aunque se conocen los lugares específicos donde ocurren los mayores actos de hurto, por seguridad de los trabajadores de la empresa, no se enfrentan a los infractores, además de que no cuenta con los mecanismos para la suspensión del servicio o el cobro a los negligentes que se demoran en pagar la factura (La prensa gráfica, 2012).

Por su situación geográfica, las tormentas tropicales y los huracanes pueden causar intensas lluvias en el país, amenaza permanente por los graves daños que provocan los desbordes de los ríos. En el sector de energía estos fenómenos también causan daños, ejemplo: cuando el paso del huracán Mitch, en 1998, la infraestructura eléctrica se vio afectada por las inundaciones y los deslaves causados por

las precipitaciones pluviales, (COEN, 2000). Inversamente a las precipitaciones, es el país que más impactado está siempre por la sequía en el Istmo, debido a que todo el territorio se encuentra ubicado en el corredor seco de Centroamérica (Reyes, 2018). Su afectación al sector energético en este aspecto es en la generación de electricidad, pues el 22.6 % de la producción es partir de fuentes hidroeléctricas (World Bank, 2019).

El Salvador es considerado como uno de los países más vulnerables a riesgos en el mundo<sup>20</sup>, el 88.7 % del territorio se encuentra en zona de riesgo, donde habita el 95.4 % de la población. Anualmente, las mayores pérdidas económicas son por terremotos e inundaciones. Las pérdidas anuales por desastres naturales son de hasta un 60 % del valor de la inversión pública de cada año (comparado desde 2001) (Mendoza et al., 2017).

Según las observaciones anteriores, se puede inducir los siguientes señalamientos en cuanto a la seguridad energética en El Salvador:

- ✓ Es un país altamente dependiente de las importaciones. De 2000 a 2017 las importaciones se duplicaron y los niveles de autosuficiencia descendieron drásticamente.
- ✓ La intensidad energética experimenta una tendencia decreciente desde el año 2008.
- ✓ La leña es la mayor oferta de energía primaria, principalmente por el sector residencial.
- ✓ El sector del transporte es muy vulnerable ante la falta de suministro, pues no sólo es el de mayor consumo, sino que presenta alta dependencia por los derivados del petróleo.
- ✓ El ingreso de derivados de petróleo se realiza tanto por vía terrestre como marítima
- ✓ No existen grandes niveles de almacenamiento de hidrocarburos ni diversificación de lugares para ello.
- ✓ Aunque existe poca referencia sobre el hurto o robo de combustibles, la principal causa es la simulación del robo por el mismo chofer de los camiones cisternas, único transporte para el suministro de petrolíferos dentro del país.
- ✓ Los precios de los productos derivados del petróleo se presentan como uno de los más bajos en la región, los cuales no están regulados por el gobierno.
- ✓ Aunque las estaciones de gasolinas pertenecen en su mayoría a empresarios nacionales, las compañías Texaco, Puma y UNO ocupan el monopolio prácticamente de toda la distribución de combustibles.
- ✓ Más del 30 % de la electricidad que se consume es importada.
- ✓ La cobertura eléctrica no superaba el 97% al cierre de 2017.
- ✓ Los precios de la tarifa eléctrica están en correspondencia con la generación de las distintas fuentes de energía. En periodos de sequía, cuando las hidroeléctricas no aportan lo suficiente al sistema, se acude a las importaciones y a la generación térmica, por lo que los precios tienden a subir.
- ✓ Aunque se tiene conocimiento sobre el hurto de electricidad y los lugares donde ocurren este delito, la empresa no realiza acciones para suspender el servicio a los delincuentes y así eliminar las grandes pérdidas económicas que presenta, pues no quiere que sus trabajadores corran riesgo en su seguridad.

---

<sup>20</sup> De acuerdo con el Informe Nacional del Estado de Riesgos y Vulnerabilidades presentado por el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ante la Comisión Nacional de Protección Civil. En el estudio se explica la situación del país en cuanto a desastres por fenómenos naturales (Mendoza et al., 2017).

- ✓ Las interrupciones eléctricas, que pueden llegar a ser de varias horas, son realizadas con previo aviso para el mantenimiento de las redes.
- ✓ Los fenómenos meteorológicos extremos afectan al sector energético, sobre todo a la infraestructura eléctrica y a la generación de electricidad.

## Nicaragua

En 2005, tanto la producción como el consumo de energía tuvieron descenso, cuando el crecimiento de ambas había sido significativo desde inicios de 2001. Después de 2009 el consumo ha mantenido la tendencia del crecimiento, y aunque la producción desde 2005 se ha mantenido inestable sigue estando por encima del consumo (Figura 7a), lo que ha propiciado que el nivel de autosuficiencia energética esté por encima del 100 %. De la oferta primaria de energía, el 40.6 % le corresponde a la leña, seguida por el petróleo (31.1 %), la caña de azúcar y derivados (16.3 %), la geotermia (7.3 %), y el resto por otras primarias e hidroenergía (Figura 7b). El país no tiene producción de petróleo, por lo que el crudo es 100 % importado (OLADE, 2019).

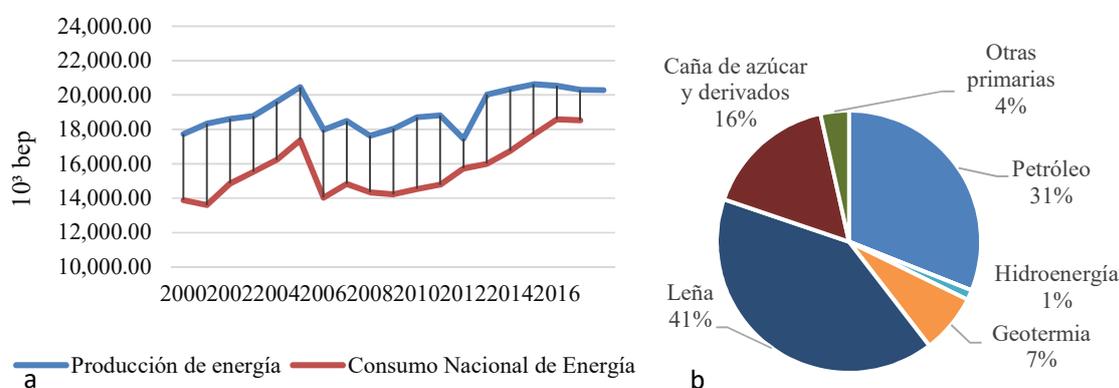


Figura 7: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en Nicaragua, 2017. b) Oferta de energía primaria en Nicaragua, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: (OLADE, 2019).

De 2007 a 2012 la intensidad energética mostró una tendencia decreciente, siendo el crecimiento económico superior al consumo nacional de energía (CEPAL, 2015). En cuanto a consumo de energía, el sector residencial es el mayor consumidor con el 42.6 %, el transporte, con 31.7 % y el industrial, con 11.9 %. La población rural en Nicaragua representa el 41.7 %, lo cual explica el alto consumo de leña en el sector residencial (83.4 %). El transporte consume un 66.6 % de los petrolíferos, principalmente diésel y gasolina. Este sector consume el 91.9 % de la gasolina y el 70.8 % de diésel, productos que son importados en más del 70 %. El sector industrial consume el 100 % del coque y el 96.7 % del fuel oil, aunque su mayor consumo es de electricidad y diésel, con 58.4 % del total. Las importaciones de 2000 a 2017 se han incrementado en 1.5. En 2017 el 94.7 % del petróleo fue importado, así como el 100 % del coque, el 83.8 % de gas licuado, el 71.6 % de diésel y el 71.3 % de gasolina. Los mayores incrementos se dieron en la gasolina, el gas licuado y la electricidad, así como en el kerosene y el coque que en el 2000 no se importaban (OLADE, 2019).

Nicaragua posee una sola refinería, la cual tiene una capacidad limitada y obsoleta que se queda por debajo de la alta demanda de hidrocarburos, por lo que se tiene que recurrir a las importaciones de derivados (Salgado & Pineda, 2010). La búsqueda de reservas ha sido un fracaso en el país. En el 2015, aun con la perforación de tres pozos, no se había encontrado petróleo. En 2018, la firma noruega *Statoil* comenzó la exploración frente a las costas del Pacífico de Nicaragua, con la posible existencia

de 300 millones de barriles de petróleo (EFE, 2019b). De las importaciones totales que realiza Nicaragua, el 4.4 % es de refinado de petróleo, el 3.5 % de petróleo crudo y el 1.4 % de gas de petróleo. La mayor cantidad de refinado de petróleo en 2017 provenía de Estados Unidos (73 %), Curazao (12 %) y Venezuela (9.3 %), las de petróleo crudo provienen de Bahamas (28 %), México (24 %) y Estado Unidos (21 %), y las de gas licuado de Estados Unidos y El Salvador (ambos con 48%), y el resto de Aruba (OEC, 2019).

En Nicaragua, el comportamiento de los precios locales de los derivados del petróleo está en dependencia de los precios internacionales. El aumento en los precios de los combustibles repercute más en el bolsillo de la población y no solo afecta el costo del transporte público y privado, sino a la mayoría de las actividades económicas del país (Salazar, 2017). En 2018, debido a las fluctuaciones, se registraron alzas y bajas de la gasolina súper, de la regular, del diésel y el kerosene, siendo más las veces de alza que de bajas (Bejerano, 2018).

Los precios altos de los combustibles se establecen por el puerto de origen, flete marítimo y seguro, gasto de muelle y costos de internación, pérdidas de almacenamiento del producto, gastos de terminal, gastos de transporte terrestre, otros gastos y el margen de ganancia que aplica el importador (Navarrete, 2021). En ocasiones, los barcos tienen que cruzar el Canal de Panamá, lo cual modifica al precio del galón. Además, la limitada capacidad de almacenamiento, impide traer cargamentos más grandes en un barco, por lo que se encarece el flete por galón (Navas, 2012). El transporte de los combustibles para su distribución se realiza por camiones cisternas o tanqueros (buques cisternas), así como por ducto o poliducto (de crudo o productos limpios). Algunas de las pérdidas de combustibles se realizan por derrames ocasionados por accidentes en la carretera o por rupturas de conductos superficiales o subterráneos (Tórrez, 2017).

En 2019 las sanciones impuestas por Estados Unidos a la compañía Petróleos de Venezuela (Pdvs) alcanzó a las nacionales Albanisa (Alba de Nicaragua S.A.) y a la Distribuidora Nicaragüense de Petróleos (DNP). Para esquivar estas sanciones y asegurar el abastecimiento de los combustibles y la energía eléctrica, fueron creadas en 2020 las empresas estatales: Enigas (Empresa Nicaragüense del Gas), Eniplanh (Empresa Nicaragüense de planteles de almacenamiento y distribución de hidrocarburos), ENIH (Empresa nacional de exploración y explotación de hidrocarburos) y la Enicom (Empresa nicaragüense de importación, transporte y comercialización de hidrocarburos) (Navas, 2020).

Con la finalidad de satisfacer la prestación de servicios públicos de energía y combustibles, el país ha aumentado la capacidad de almacenamiento de hidrocarburos, tanto en el Caribe como en el Pacífico. Esta función de mantener la soberanía energética de la nación, estaba a cargo de las empresas privadas Albanisa y DNP, las cuales fueron nacionalizadas y Eniplanh y Enicom son las que están a cargo de operar estas prioridades, así como controlar el combustible que es importado principalmente de los Estados Unidos (Navas, 2020). Sin embargo, con las sanciones estadounidenses a Albanisa, la refinería dejó de producir fuel oil, importando el 100 %, lo cual representa un nivel de riesgo al sistema ya que la capacidad de almacenamiento es limitada. El gobierno tuvo que comenzar a comprar el derivado a través de Petronic, principalmente del mercado ecuatoriano, pero que según los usuarios no es de buena calidad (Bow, 2019).

En el 2017 la cobertura eléctrica era de 92.3 % y se importaba el 9.5 % de la electricidad (OLADE, 2019). Entre 2013 y 2014 se tuvo un incremento de sólo 3 % en la capacidad instalada, principalmente

por la generación eólica, pero sin cambiar sustancialmente el panorama con respecto a la diversificación de la generación, que terminó en 2016 siendo del 55 % por plantas térmicas (Lagarda & Linares, 2017).

Como país del SIEPAC, fue el que menos producción de electricidad tuvo en la región en 2017, con solo el 6.9 %, y el segundo que más compras de electricidad tuvo, con 326 GWh. Su consumo de electricidad no tuvo crecimiento respecto al 2016 (Rojas, 2018). El margen de reserva del sistema interconectado nicaragüense aumentó de 2005 al 2014, llegando a cubrir la demanda con la potencia instalada (Blanco et al., 2015). En cuanto a las pérdidas en generación, desde 2012 se han incrementado, superando en 2018 los 5,412 millones de córdobas. En ese año las pérdidas representaban el 23 %, un 8 % correspondía a pérdidas técnicas (por fallas en la red de transmisión y distribución), mientras el restante 15 % se debía al robo, fraude y hurto por parte de consumidores, además de las ineficiencias administrativas de la empresa (clientes sin medidores, consumo estimado y transformadores subutilizados).

El Instituto Nicaragüense de Energía (INE), entre 2018 y 2019, autorizó un incremento tarifario del 25 %, basado en que los costos energéticos existentes no eran “reales” (Bow, 2019). Las interrupciones del sistema eléctrico en este país están dadas por fallas técnicas que afectan el servicio de distribución (ENATREL, 2017) o por fallas en el sistema interconectado eléctrico centroamericano, lo cual provoca la interrupción a nivel nacional. Sin embargo, en todas las contingencias, los esfuerzos de las instituciones del sector eléctrico nacional han logrado garantizar en el menor tiempo posible el restablecimiento del servicio (El 19 Digital, 2019).

El territorio nicaragüense está propenso a desastres naturales todo el año, por lo que su vulnerabilidad es grande. Entre las amenazas se encuentran los terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, las cuales pueden surgir en cualquier momento, aunque también están los huracanes, intensas lluvias, sequías, tornados e inundaciones, en dependencia de la época del año (ACAN-EFE, 2015). Todos estos fenómenos pueden afectar al sistema energético de la nación, principalmente al sistema eléctrico, pues la infraestructura del cableado es aérea y se encuentra muy frágil ante intensas lluvias con tormenta eléctrica. Cada vez que el sistema se interrumpe provoca pérdidas económicas, afectación de los servicios y actividades cotidianas. Según los expertos, ante un terremoto o huracán, el sistema eléctrico colapsaría. Al no tener planes de contingencia, el país se ve afectado ante fallas en el sistema de interconexión regional (Calero, 2017).

Nicaragua tiene una posición geográfica estratégica para el comercio regional. Su papel en el proceso de integración centroamericana ha sido modesto por su contexto político y la crisis económica por la que atraviesa. La situación de inestabilidad en el país que ha venido aumentando desde el 2018, ha traído pérdidas millonarias (Lima, 2018). Además del continuo hostigamiento impuesto por los Estados Unidos, imponiéndole a Nicaragua una serie de sanciones por “los abusos contra los derechos humanos” cometidos a su pueblo. Las medidas se realizan para afectar a funcionarios del gobierno (Laborde, 2018), pues los Estados Unidos no está de acuerdo con el régimen político que mantiene Nicaragua, y las sanciones afectan al suministro de energía y pone en riesgo la seguridad energética de la nación.

Según los problemas en el sector energético en Nicaragua, se puede señalar que:

- ✓ Aunque la producción y el consumo han estado inestables en el periodo, la tendencia de ambos es al crecimiento. El país tiene una autosuficiencia por encima del 100 % debido a que la producción de energía es mayor al consumo nacional.
- ✓ La intensidad energética ha ido disminuyendo debido a que el crecimiento económico ha aumentado más que el consumo nacional de energía.
- ✓ EL consumo nacional de energía se concentra en el sector residencial, el cual consume principalmente leña.
- ✓ El sector transporte tiene alta dependencia de gasolina y diésel, productos que son importados en más del 70 %.
- ✓ Las importaciones de energía han experimentado un gran aumento de 2000 a 2017, con mayores porcentajes en gasolina, gas licuado y electricidad.
- ✓ Hasta el momento no se han encontrado reservas de petróleo en el país y la única refinería no es capaz de satisfacer la alta demanda de derivados.
- ✓ Las importaciones de derivados del petróleo recaen en pocos países, principalmente en los Estados Unidos.
- ✓ Los precios de los derivados del petróleo dependen del comportamiento de los precios internacionales, además de que los costos de importación son elevados.
- ✓ Existe una diversificación en el transporte terrestre de los combustibles al contar con ductos, poliductos, camiones cisternas y tanqueros. Accidentes de los camiones o rupturas en los ductos son los que ocasionan las pérdidas de combustibles.
- ✓ Al no presentar compañías que aseguraran el control del mercado de los combustibles, la situación energética se vio amenazada ante las medidas impuestas por Estados Unidos en el 2019, por lo que el gobierno se vio obligado a crear nuevas compañías y nacionalizar las ya existentes.
- ✓ Aunque se ha aumentado la capacidad de almacenamiento por ambas costas (Atlántico y Pacífico), existe aún insuficiencia debido a la cantidad de combustibles que son importados.
- ✓ La cobertura eléctrica ha aumentado en los últimos años, pero sigue estando por debajo del 95 %. Se acude a las importaciones de electricidad por falta de producción de la misma. Además, la generación depende de los combustibles fósiles.
- ✓ El país ha tenido un sistema eléctrico con sobrecapacidad instalada.
- ✓ Las pérdidas no técnicas en el sector eléctrico representan casi las 2/3 partes de las pérdidas totales, trayendo consigo grandes mermas económicas.
- ✓ El precio de la electricidad sufre cambios, sobre todo en aumentos que no son justificados sobre costos energéticos reales en la generación.
- ✓ Las interrupciones de electricidad se deben por fallas técnicas en el sistema nacional o las ocasionadas en el sistema de interconexión regional. Ante cualquier caso, el nivel de respuesta para restablecer el servicio es rápido y efectivo, logrando garantizar en el menor tiempo posible el restablecimiento de la energía eléctrica.
- ✓ Ante la ocurrencia de desastres naturales extremos, el sistema de redes de distribución de energía eléctrica se encuentra vulnerable.
- El conflicto diplomático con los Estados Unidos ha repercutido en la seguridad energética del país. El suministro de energía importada es incierto y caro.

## Costa Rica

En la Figura 8a se aprecia como el consumo de energía y la producción han mantenido una tendencia al crecimiento. La autosuficiencia energética ha estado por encima del 100 % en casi todo el periodo. El país no es productor ni importador de petróleo crudo, sus fuentes primarias se basan en principalmente en geotermia (43.8 %) e hidroenergía (28.4 %) (Figura 8b) (OLADE, 2019). El crecimiento económico está por encima del crecimiento del consumo de energía, por lo que la intensidad energética exhibe una tendencia al decrecimiento en todo el periodo (García, 2018).

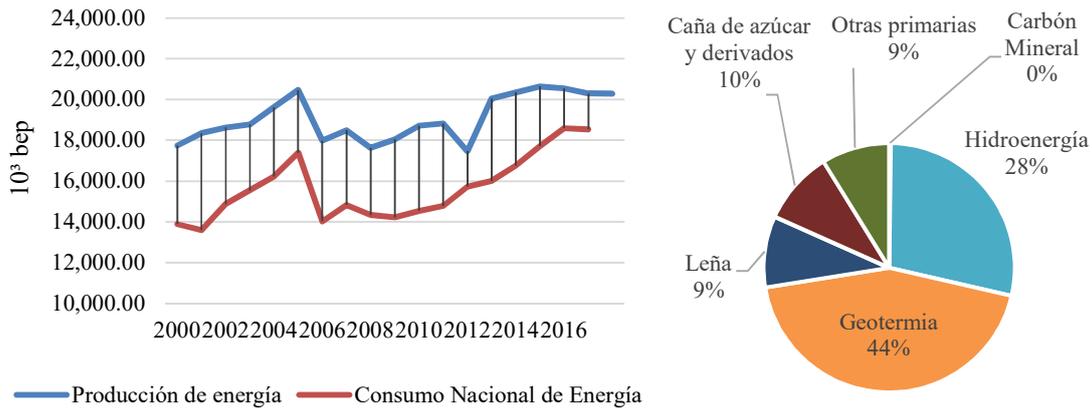


Figura 8: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en Costa Rica, 2017. b) Oferta de energía primaria en Costa Rica, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: (OLADE, 2019).

Los mayores consumidores de energía en el 2017 fueron los sectores transporte (52.1 %), el industrial (23.3 %) y el residencial (12.1 %). El transporte consumía un 79.7 % del consumo de petrolíferos, con un alto consumo de gasolina, kerosene y diésel oil, del 99.3, 95 y 85.6 %, respectivamente. En el sector residencial, el mayor consumo fue en electricidad, con 65.8 %, seguido por la leña, con 19.7 % y 14 % de gas licuado (OLADE, 2019).

El consumo de la leña en este sector llegó a alcanzar más del 50 % del consumo total en 2008, lo que con la introducción de la electricidad, el uso de la biomasa fue disminuyendo vertiginosamente (García, 2018). Las importaciones de 2000 a 2017 aumentaron en 1.6, se dejó de importar petróleo en 2011, pero los petrolíferos de 2012 a 2017 aumentaron en un 117.2 %. Los productos que más han aumentado su importación han sido el coque, el carbón mineral y la electricidad. Ésta última representa un 5.6 % de lo que se consume. El gas licuado, el fuel oil y el kerosene son totalmente importados (OLADE, 2019).

Lo que más importa Costa Rica es el refinado de petróleo, en 2017 representó un 14 % del total de las importaciones, donde el 94 % provinieron de Estados Unidos y el 3 % de Holanda. Antes de 2007, Venezuela era el principal proveedor de combustibles, hasta que drásticamente dejó de exportar al país, y se convirtió Estados Unidos el principal suministrador. RECOPE (Refinadora Costarricense de Petróleo), que es considerada como la empresa más grande de la región, orienta sus operaciones a atender las labores de importación y distribución de los combustibles que demanda el país. Es la que gestiona y conduce las actividades comerciales con los proveedores, demandando calidad en el producto, cumpliendo de las fechas y de los volúmenes requeridos (La nación, 2016).

La capacidad de almacenamiento en el país eleva los días inventario, con la construcción de tanques de almacenamiento de combustibles se fortalece la infraestructura para la importación, así como los sistemas de carga y venta de combustibles. El país está consciente de que el incremento de la capacidad instalada de almacenamiento es fundamental para elevar los días inventario de productos y es una garantía para mantener la seguridad energética (Editorial Construir, 2016). Desde agosto de 2011 RECOPE cerró su refinería, convirtiendo al país más vulnerable a los cambios del mercado internacional al tener que importar todos los derivados que el país demande. Desde ese entonces la empresa solo se dedica a importar y distribuir combustibles a nivel nacional. Reparar la planta (veterana después de tantos años de explotación) es más caro que mantenerla operando, al no tener capacidad para entregar productos terminados (Canales, 2013).

El Sistema Nacional de Combustibles está compuesto por una terminal portuaria del Caribe, un poliducto de 533 km, 5 estaciones de bombeo, 4 terminales de almacenamiento y ventas, y 4 terminales de ventas en aeropuerto. Este conjunto de instalaciones y equipos especializados están interrelacionados y permiten abastecer de manera continua las necesidades del mercado nacional de hidrocarburos, de forma eficiente, segura, con calidad y con cuidado del ambiente (RECOPE, 2019b). A partir de la aplicación de mecanismos de control a lo largo de toda la cadena de importación, desembarque, almacenamiento, proceso o mezcla, transporte y distribución de los combustibles, asfaltos y naftas, RECOPE vela porque se cumpla las normas de calidad establecidas en los procesos de entrega en su cadena de distribución. Para la distribución al mercado minorista, el transporte se realiza mediante camiones cisternas (RECOPE, 2019a).

Aun teniendo el diseño de una red de poliductos eficiente, segura, económica y confiable, el país no está exento al robo de combustibles. Entre octubre de 2016 y julio de 2019, RECOPE reportó la pérdida de 14,000 millones de litros, producto del robo por tomas ilegales. Anteriormente, eran perforaciones rústicas (seguetazos para llenar pichingas y baldes, que dejaban la fuga abierta), y que se han ido convirtiendo en estructuras profesionales (mangueras pequeñas de alta presión de hasta 500 metros de longitud, para llenar cisternas, camiones, etc.) (Solano, 2019). Estos robos trajeron como repercusión que la empresa solicitara en 2019 un ajuste a las tarifas de los combustibles por las pérdidas ocasionadas, es decir, cobrarles a los consumidores las pérdidas que se incurrieran por la sustracción en los poliductos. Todo ello por la justificación de los altos montos destinados a la seguridad y protección de la infraestructura, así como para respaldar la póliza de seguros que no se hará cargos de estas pérdidas porque no tienen un “carácter accidental e inesperado (Valverde, 2019).

La cobertura eléctrica en el país era de 99.4 % en 2017, una de las más altas de la región (OLADE, 2019). Las inversiones en energías limpias como hidroeléctrica, geotérmica, solar y eólica, han ayudado a que sea el primer país en vías de desarrollo en producir 100 % de energías renovables (AIESEC, 2017). En 2015 el 99 % de la electricidad fue a partir de fuentes renovables de energía, y el 75 % fue a partir de hidroeléctricas (World Bank, 2019). Las interrupciones en el sistema eléctrico nacional han estado disminuyendo en los últimos años, denotando el esfuerzo por mejorar los indicadores de calidad eléctrica. En 2018, los usuarios del servicio público experimentaron en promedio 7.6 interrupciones eléctricas, casi 3 eventos menos respecto al 2017, cuando se reportaron 10.4 interrupciones. El tiempo de interrupción promedio pasó de 15.1 horas en el 2017 a 8.8 horas en el 2018 (Martínez, 2019).

De 2011 a 2016 los casos de robo de energía eléctrica crecieron en casi cuatro veces, con grandes pérdidas millonarias. Las acciones ilícitas se realizan por estafas y hurtos. Las estafas representan

cerca del 80 % de los casos de robo y consisten en alterar el medidor de energía para que reporte un consumo menor de electricidad al real. El hurto ocurre cuando se conectan a la red por cables ilegales sin usar medidor. Aunque la mayoría de los clientes que cometen esa práctica son residenciales, el mayor impacto económico se genera por culpa de comercios e industrias que roban electricidad (Rodríguez, 2016).

Costa Rica era considerado por la ONU en 2016 como el quinto país entre los más expuestos a los desastres naturales, con un 42.6 % de exposición a desastres. Al sumarle otros factores como vulnerabilidad, susceptibilidad y capacidad para atender a la población afectada, el promedio es del 17 % de riesgo a desastres. Detrás de Guatemala, es el segundo país más vulnerable a desastres en América Latina, con un 19.8 %. Las afectaciones se pueden producir principalmente en el suministro de energía, alimento y agua (Garza, 2016). Algunos de los fenómenos son: terremotos y erupción volcánica (considerados como los peores, pero de baja probabilidad), derrumbes, inundaciones, sequías, tormentas y ciclones tropicales. Estos sucesos pueden traer consigo afectación a las plantas hidroeléctricas y a las líneas de transmisión, además de bloqueo de vías para el transporte de derivados del petróleo (OEA, 2010).

Ningún país de Centroamérica posee el potencial económico o político idóneo para ejercer un liderazgo transformacional en la región. Costa Rica, a pesar de ser un pequeño estado, ha buscado contrarrestar sus limitaciones materiales y proyectarse a nivel mundial. Su interés radica en lograr prestigio, ubicarse en posiciones de alto nivel, buscar equilibrios estratégicos y asegurar sus vínculos económicos, independientemente de sus vecinos centroamericanos. Autoconsiderada como la “Suiza centroamericana”, juzga a la región como una fuente de problemas, causante de amenazas a la paz y a la seguridad, debido principalmente a la inestabilidad, a la existencia de regímenes dictatoriales y conflictos fronterizos (Programa Estado de la Nación, 2008).

El Tratado de Libre Comercio, por Estados Unidos y del cual se beneficia toda Centroamérica, es el principal instrumento que promueve y fortalece las negociaciones de Costa Rica con ese país (COMEX, 2004). Los lazos históricos y hegemónicos de Estados Unidos sobre el territorio han sido amenazados por la materialización de vínculos comerciales de China con el país centroamericano. Entre los planes del tratado con el país asiático se encuentra el ambicioso proyecto de renovación de la refinería nacional (Valle, 2018).

Con los señalamientos anteriores en Costa Rica de su sector energético, se aprecia que:

- ✓ Es un país netamente importador de derivados de petróleo. El crecimiento del consumo de energía ha sido mayor que la producción, disminuyendo la autosuficiencia energética a finales del periodo.
- ✓ La intensidad energética ha disminuido en este periodo, pues el consumo de energía no ha aumentado de la misma forma que la economía.
- ✓ El sector de transporte es el más vulnerable al consumir casi el 80 % de los derivados, principalmente gasolina, kerosene y diésel oil.
- ✓ El aumento de consumo de electricidad en el sector residencial ha permitido que el consumo de la leña disminuya en este sector.
- ✓ Las importaciones de 2000 a 2017 tuvieron un aumento considerable, principalmente los derivados.
- ✓ Estados Unidos es el principal suministrador de refinados.

- ✓ RECOPE es la que presenta el monopolio nacional de importación y distribución de los combustibles.
- ✓ El nivel de almacenamiento es confiable ante la interrupción de suministro.
- ✓ La infraestructura del sistema nacional de combustibles solo abarca la zona centro del país.
- ✓ El robo de combustibles desatado a lo largo de toda la red del poliducto, ha traído consigo grandes pérdidas económicas al país. Además de una posible inestabilidad en los precios, porque RECOPE quiere recuperar mediante los consumidores las pérdidas ocasionadas por el desvío de hidrocarburos y las acciones para evitar los hurtos en su red de distribución.
- ✓ Ha logrado generar 100 % de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, aunque la dependencia hacia las hidroeléctricas hace que sea vulnerable ante eventos de sequía.
- ✓ Presenta una de las coberturas eléctricas más altas de la región.
- ✓ El sistema eléctrico nacional ha experimentado en los últimos años menos cortes en el servicio eléctrico y de menor duración, lo que está en correspondencia con la expectativa de mejorar los indicadores de calidad.
- ✓ Los robos de electricidad causan grandes pérdidas económicas, y se desarrollan a todos los niveles: residencial, comercial e industrial. Esto puede traer irregularidades en los precios tarifarios, pues la empresa puede subir la tarifa para recaudar las pérdidas ocasionados por las acciones ilegales.
- ✓ Las afectaciones al sector de energía por fenómenos naturales tienen una probabilidad y vulnerabilidad grandes ante la ocurrencia de los mismos, lo que pudiera traer consigo afectaciones en el suministro de combustibles y de transmisión de energía eléctrica.
- Existen pocas relaciones con los demás países de la región porque se consideran muy inestables. El país ha salido hacia adelante con el objetivo de su proyección a nivel mundial. Siendo Estados Unidos su principal socio comercial, está en desacuerdo que el país centroamericano construya relaciones con los países asiáticos.

## **Panamá**

La producción de energía fue decayendo desde el 2000 para ponerse por debajo del consumo en el 2003, momento en el que la autosuficiencia energética decae y se mantiene por debajo del 60 %. Desde ese año la tendencia de la producción ha ido en aumento, aunque el consumo está muy por encima (Figura 9a), por lo que hay que recurrir a las importaciones para satisfacer la demanda. En 2017 las importaciones representaron el 79 % de la oferta. Panamá no es productor de combustibles fósiles y solo importa carbón mineral. Su matriz primaria está compuesta principalmente por hidroenergía, seguido de la leña y caña de azúcar y derivados (Figura 9b) (OLADE, 2019).

Desde 1980 se registra una reducción de la intensidad energética. Esto se debe a la disminución de incentivos en el uso de la energía en el sector comercial y de servicios en la generación de la riqueza nacional (Secretaría de Energía, 2015). El mayor consumo de energía lo realiza el sector del transporte (46.7 %), seguido por el industrial (21.7 %) y el residencial (16 %). El transporte consume el 66.6 % de los petrolíferos importados, de la gasolina utiliza el 92.6 %, del kerosene el 93.5 % y del diésel oil el 58.7 %, el kerosene solo representa el 1.6 % de su consumo. El consumo de la industria se basa en un 80 % de hidrocarburos, siendo el diésel oil es que más peso tiene, con 58.6 %. El sector residencial depende en su generalidad de la electricidad, de la leña y el gas licuado, con un 44.4, 30 y 25 %, respectivamente, con un ínfimo 0.1 % de carbón vegetal. Las cantidad mayor de importaciones se realizan de diésel oil, kerosene y gasolina (OLADE, 2019). Con la proyección de insertar gas natural

en la generación eléctrica, se abre paso para que este combustible sea utilizado también en otros sectores y se diversifique la matriz energética (Secretaría de Energía, 2015).

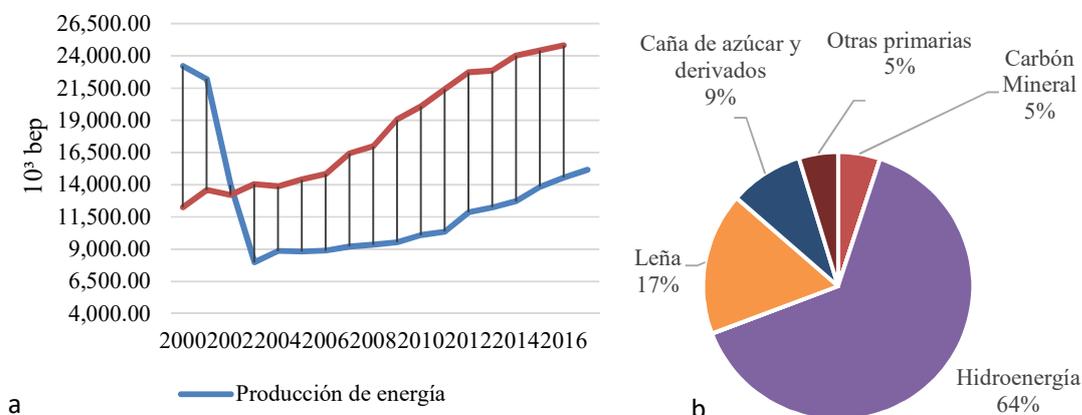


Figura 9: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en Panamá, 2017. b) Oferta de energía primaria en Panamá, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: (OLADE, 2019).

Los productos que más importa Panamá son refinados de petróleo (22 %) y petróleo crudo (11 %). El refinado de petróleo proviene principalmente de Estados Unidos (42 %), China (22 %) y Perú (15 %), mientras que el petróleo crudo proviene de Colombia (78 %), Ecuador (10 %) y Brasil (6.7 %) (OEC, 2019). En 2015 operaban dos compañías en la importación de productos refinados en el mercado local: *Chevron Texaco* y *Puma*, ambas con planes de expansión, sin mencionarse la inserción de otros consorcios (Redacción El Capital, 2015). En 2016, existía una capacidad de almacenamiento de 29.8 millones de barriles de petróleo, donde casi la mitad de esa capacidad estaba en la Zona Libre de Combustible (ZLC) Petroterminal de Panamá, aunque en 2017 existían proyecciones de ampliar las cifras de almacenamiento por parte de los grupos FCC y Royal Vopak (Redacción CentralAmerica, 2017). Los precios de los combustibles en el país se rigen por el comportamiento del mercado del petróleo intermedio de Texas (WTI). Si el precio del crudo cae en el mercado internacional, entonces el precio nacional de los combustibles registrará una variación paulatina (Rodríguez, 2020).

A través de la empresa SLS, Panamá ofrece un servicio de logística para el transporte terrestre de hidrocarburos a partir de una flota de camiones, aunque desde hace años existe el proyecto de la realización de un poliducto para llevar el combustible (petróleo, diésel o bunkering) de un lado de la costa al otro (Solís, 2015). EL robo de combustibles es muy frecuente en el país, principalmente en los vehículos que ofrecen la logística. Algunos de los casos identificados son el drenaje directo de combustibles desde el tanque del vehículo, la alteración de la factura antes de legalizar la compra del tanque de combustible en la empresa y la modificación del dispensador que hace que se entregue una menor cantidad de combustible de la que se registra en la factura final (Kriptón, 2020).

La cobertura eléctrica al cierre de 2017 era de 92.87 %. Sólo se importó 0.07 % de electricidad, por lo que prácticamente toda la electricidad se generó en el país (OLADE, 2019). En 2015, el 65.3 % de la electricidad fue generada a partir de fuentes renovables, y de ella el 60.8 % por hidroeléctricas (World Bank, 2019). La demanda máxima en 2017 fue de 1,657 MW, con una capacidad instalada anual de 3,291.12 MW, por lo que su margen de reserva fue de 98.62 % ese año. Esto demuestra el avance en el sector eléctrico, pues en el año 2000 el margen de reserva era de apenas 65.4 % (ASEP,

2018). Como país de la SIEPC, en 2017 representó el 16.1 % de la generación de la región, siendo el segundo de más ventas de electricidad, con 311 GWh.

Existen planes anuales de ampliación de generación y transmisión de energía eléctrica, que evalúan el desempeño del sistema en diferentes escenarios. El plan de ampliación de la generación es para indicar el desarrollo de políticas o decisiones de inversión a los encargados de formular políticas y a las partes interesadas del mercado (IRENA, 2018). En 2017 las pérdidas por robo de electricidad ascendían a 33.5 millones de dólares, las cuales iban desde barrios humildes hasta sectores con mayor nivel socioeconómico. Para reducir estos efectos y concientizar a la población de que se pague lo que se consume, se han habilitado nuevas formas de compra de energía, como la modalidad prepago y pago fraccionados de las facturas (Jiménez, 2018).

Además, unas de las reclamaciones de la población es la baja calidad del sistema eléctrico, que tendría que traducirse a una menor factura, pues los precios de la electricidad en Panamá son significativamente más altos que en el resto de América Latina (Lasso, 2017), contando con las frecuentes y largas interrupciones en los sistemas de distribución que perturban, no solo a los usuarios domiciliarios, sino también al comercio y a la industria (Silva, 2019). En enero de 2020, existió una interrupción en el suministro eléctrico, lo cual afectó a algunas regiones de Nicaragua, Costa Rica, El Salvador y Guatemala, debido a un “evento en el sistema integrado nacional”. Este incidente hizo que todos los países implicados activaran sus protocolos de emergencia y brigadas para recuperar el sistema energético. La interconexión eléctrica en la región, facilita el comercio más fácil de la energía entre los países, reduciendo los gastos de generación, pero a su vez, si uno de los ellos sufre una falla grave en su sistema, el resto también pueda afectarse (BBC News, 2019).

Panamá, aunque ha tenido poco impacto de fenómenos naturales, está ubicado en una región con gran ocurrencia de desastres naturales, siendo además vulnerable a eventos naturales como terremotos, ciclones tropicales, sequías e inundaciones. El sector de la energía es afectado, principalmente a la generación hidroeléctrica, al variar el régimen de distribución de las precipitaciones en correspondencia con la condición sinóptica (o climática) imperante (Leis, 2015).

Desde la devolución del Canal en diciembre de 1999, Panamá no solo recibió una infraestructura, sino el control de su geografía. La expansión económica ha sido notable desde entonces, creando una plataforma logística infalible para los inversores extranjeros (Prados, 2013). Los panameños se sienten únicos, por el Canal y por estar en el medio de Centroamérica y América Latina, considerados como un punto clave en el comercio mundial. Estados Unidos tuvo que ver mucho con la formación de la identidad panameña, que hizo que el país centrara su mirada en el mundo en lugar de Centroamérica, buscando beneficios económicos que les sirvieran para sus negocios, los cuales no estaban en los países centroamericanos. A pesar de los procesos de integración, la separación entre Panamá y el resto de Centroamérica se ha mantenido. La economía panameña se distancia mucho de sus vecinos del norte del istmo, es la más dinámica y su PIB per cápita es superior; esto ha incentivado a que empresas, compañías y grandes multinacionales con presencia en la región muevan sus infraestructuras hacia el país para aprovechar su crecimiento económico, además de que se observan más empresas de capital panameño haciendo negocios en el resto de Centroamérica (Wallace, 2017).

A partir del análisis anterior, se determina que:

- ✓ Panamá no cuenta con reservas de petróleo ni de gas natural, tampoco posee una refinería, lo que lo convierte en un país netamente importador de petróleo y de productos derivados.

- ✓ La autosuficiencia energética está por debajo del 60 % en casi todo el periodo. En 2002 dejó de funcionar su sistema de refinación, y aunque la producción muestra una tendencia positiva desde ese año, está muy por debajo del consumo nacional.
- ✓ En las últimas décadas la intensidad energética ha disminuido en el país.
- ✓ El sector de transporte, además de ser el de mayor consumo de energía, es el de mayor vulnerabilidad ante desabasto de combustible, pues consume casi el 70 % de la oferta de petrolíferos, de los cuales se importan todos en su totalidad.
- ✓ El sector industrial también es vulnerable a la importación de petrolíferos, pues el 80 % de su consumo es a partir de estos.
- ✓ El sector residencial tiene alto consumo de energía eléctrica, así como del uso de la leña.
- ✓ Las importaciones de derivados de petróleo aumentaron en 5 veces en el periodo que se analiza, señal de la gran dependencia externa y la fuga de divisas en estas compras.
- ✓ El país no tiene diversificación en compañías y países que le suministren petróleo y sus derivados.
- ✓ Se necesita aumentar los niveles de almacenamiento de hidrocarburos.
- ✓ La distribución de combustibles en el país se realiza por camiones cisternas, lo cual hace vulnerable el suministro ante interrupciones en las vías terrestres, ya sean por causas accidentales o inducidas.
- ✓ El precio nacional de los combustibles está sujeto a las tendencias del mercado internacional.
- ✓ Existe insuficiencia en la capacidad en el almacenamiento de derivados, la gasolina y el gas LP se encuentran muy vulnerables ante la interrupción de suministro.
- ✓ La generación de electricidad satisface el consumo del país, aunque al cierre de 2017 no superaba el 93 % de electrificación. Como aspecto positivo, las renovables han ganado territorio en la generación de energía eléctrica y es uno de los países que más ha suministrado energía eléctrica al sistema de interconexión regional.
- ✓ El sistema eléctrico no presenta un alto grado de confiabilidad y calidad en el suministro, a pesar de la restructuración del sistema de interconexión en los últimos años. Se presentan frecuentes y largas interrupciones que afectan a los usuarios residenciales, de comercio y la industria.
- ✓ Existen grandes pérdidas económicas por el robo de electricidad, realizado por distintos niveles socioeconómicos de la población.
- ✓ El precio de la electricidad es uno de los más altos en la región, amén de los cambios en el sistema que se han implementado en los últimos años.
- ✓ Aunque en el sistema de interconexión regional, Panamá sea uno de los que más aporte a las ventas de electricidad, pues fallas en su sistema puede provocar colapsos en otros países, los que tengan que salir de conexión para resguardar las infraestructuras nacionales y la seguridad de sus equipos.
- ✓ El sector energético es propenso a la afectación por desastres naturales, afectando principalmente a la generación de energía hidroeléctrica.
- ✓ Su relación con Centroamérica es insustancial, pues prefiere ampliar sus relaciones comerciales con el resto del mundo. Su economía es superior y la de mayor crecimiento comparada con los países de la región.

A partir del análisis realizado en todos los países de Centroamérica, se aprecia que:

- ❖ La región es importadora neta de derivados del petróleo. Excepto Belice y Guatemala, los demás países no tienen reservas probadas de petróleo. La producción de estas dos naciones es muy pequeña. Además, en Belice las principales reservas se encuentran en el mar y no va a realizar nuevas exploraciones; mientras que, en Guatemala, ante la carencia de proyectos inversionistas, no se han realizado apertura de pozos nuevos. La autosuficiencia e intensidad energéticas han disminuido en todos los países en los últimos años.
- ❖ En la oferta de energía primaria, Honduras, Guatemala, Nicaragua y El Salvador presentan altos porcentajes en el uso de la leña, lo que hace que en los primeros tres países el principal consumidor de energía sea el sector residencial. El uso desmedido del consumo de la leña se asocia a la alta población rural que existe en estos países. El sector transporte es el que mayor consumo de energía presenta en las demás naciones. Este sector es el más vulnerable ante el corte de suministro de combustibles, pues el 100 % de su consumo es a partir de los derivados.
- ❖ En el periodo que se analiza, las importaciones de los hidrocarburos habían aumentado de forma considerable, especialmente gasolinas, diésel y gas licuado. En 2017, las importaciones de energía en todos los países, menos Guatemala con un 40 %, superaban el 50 % de la oferta total, llegando Panamá a tener un 82.1 %. Al cierre de 2017, solo en Guatemala y Nicaragua existían refinerías. En el caso del primer país, solo se producía diésel, sin llegar a un 3 % de la oferta. En el segundo país, se producían todos los derivados, pero con producciones bien pequeñas, y menos el kerosene, por debajo de la oferta.
- ❖ Estados Unidos es el principal suministrador de refinados del petróleo en todos los países centroamericanos, por lo que no existe una diversificación de proveedores. Además, en los territorios existen una o varias compañías que exhiben el monopolio nacional de importación y distribución de los combustibles, pero que a su vez, están asociadas a entidades norteamericanas.
- ❖ El principal medio de distribución terrestre de los combustibles es a partir de camiones cisternas. Nicaragua y Costa Rica presentan además una red de ductos y poliductos que favorecen la diversificación, en Panamá desde hace años se proyecta realizar un poliducto para trasladar el combustible de una costa a la otra. Los demás países se indican como vulnerables, pues al ser interrumpidas las vías para el transporte de los hidrocarburos, se dificulta el abastecimiento, y, por ende, aportaría un problema en la seguridad energética.
- ❖ No existen variadas infraestructuras para el almacenamiento de combustibles, el cual es un objetivo muy importante dada la condición importadora de todos los países. Los niveles de almacenamiento de hidrocarburos se consideran bajos, aunque se observan proyecciones para aumentar la capacidad de almacenaje y distribuirla en las diferentes terminales de entrada.
- ❖ Debido a la alta dependencia de las importaciones, los precios de los combustibles en el mercado internacional repercuten en los precios nacionales, por lo que no presentan una estabilidad. En ocasiones, los precios altos e irregulares son excusas para que se cometan hechos ilícitos, como el hurto de los combustibles para la venta en el mercado negro, a partir del robo en los camiones cisternas (en ocasiones con previo acuerdo con choferes que los transportan) o por tomas ilegales en toda la red de los ductos o poliductos. Las pérdidas también pueden ser ocasionadas por derrames en accidentes en la carretera o por rupturas de conductos superficiales o subterráneos. Todas esas acciones concurren a que las empresas transportadoras y el país en general, tengan grandes pérdidas económicas.

- ❖ En los últimos años ha aumentado la cobertura eléctrica en la región. Excepto Honduras, todos los países en el 2017 superaban el 90 % de electrificación, destacando a Costa Rica con un 99.4 %. Una de las acciones para alcanzar estos resultados son las inversiones para ampliar y modernizar la red de transmisión. La dependencia de los combustibles fósiles en la generación eléctrica ha ido disminuyendo. Menos en Honduras, las energías renovables son las que aportan al sistema, lográndose en Costa Rica, generar 100 % de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y ser el primer país en vía de desarrollo en conseguirlo. Dado el gran potencial de energía renovable que presenta la región, todos los gobiernos están insertando en su matriz energética tecnologías renovables, disminuyendo el uso de hidrocarburos, principalmente en la generación de electricidad.
- ❖ La región se destaca por su Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central, lo cual permite el intercambio eléctrico en todos los países (Belice está en vías de integración, aunque importa gran cantidad de electricidad desde México). Guatemala es quien más ventas realiza en el sistema, al contrario de El Salvador, que posee la mayor cifra de compras, seguido en menos medida de Honduras y Nicaragua. Estas transacciones internacionales son importantes en la oferta y suministro de cada territorio, aunque en la interconexión pueden existir fallas (provocadas desde una nación) y promover colapsos en varios países, los cuales tengan que salir de conexión para preservar sus infraestructuras y la seguridad de sus equipos.
- ❖ Las interrupciones en el servicio eléctrico se deben en ocasiones por fallas técnicas en el sistema. Honduras, Nicaragua y Costa Rica presentan un nivel de respuesta rápida y efectiva para restablecer la energía eléctrica en el menor tiempo posible ante la ocurrencia de fallas, además, realizan avisos previos para la paralización o cortes de la electricidad por mantenimientos en la red. Al contrario de esto, Belice y Panamá exhiben frecuentes interrupciones sin previo aviso, que se extienden más de lo previsto y que afectan principalmente al sector residencial. Otra causa de las interrupciones puede estar proporcionada por el impago y robo de electricidad.
- ❖ Las pérdidas no técnicas de energía eléctrica, causadas principalmente por robo, representan el mayor por ciento de las pérdidas totales en el sector. Excepto en Belice, en todos los demás países, se reportan grandes pérdidas económicas debidas al hurto de electricidad, el cual se debe por conexiones ilegales e impagos de la población. Las acciones para revertir esta situación van de un extremo a otro: existen gobiernos que han implementado medidas para disminuir las ilegalidades, mientras otros, aunque conocen el lugar del delito y las personas implicadas, no toman medidas por preservar la seguridad de los trabajadores de la empresa.
- ❖ Los precios en la tarifa eléctrica son muy distintos y con diferentes comportamientos en los países de la región. En Belice y Guatemala, los precios han disminuido por los bajos de los costos de contratación de energía. Panamá posee la tarifa más alta de la región, aun cuando se ha mejorado el sistema. En Costa Rica, los cambios se deben principalmente a que la empresa toma medidas para contrarrestar las pérdidas ocasionadas por acciones ilegales. En los demás países, por el alto uso de la generación por plantas termoeléctricas (que están en correspondencia además con el precio internacional del petróleo y sus derivados), así como por las compras en el mercado eléctrico regional, la tarifa es muy inestable.
- ❖ Centroamérica es una región propensa a las afectaciones por fenómenos naturales: sismos, ciclones tropicales, sequía, intensas lluvias, entre otros. El sector energético se puede ver afectado por la ocurrencia de los mismos, interrumpiendo la generación y transmisión de electricidad, así como el suministro de combustibles. En algunos países, principalmente en Guatemala, la vulnerabilidad es

grande. Las pérdidas económicas y materiales en el sector energético que se han reportado ante estas eventualidades son significativas.

❖ Estados Unidos ha fortalecido su hegemonía y dominación sobre los países centroamericanos. La necesidad de garantizar los recursos energéticos provenientes de la región y a la vez, ser el principal proveedor, le ha asegurado al gigante del norte todo un imperio en las importaciones de combustibles a todas las naciones. Es por todo eso que Centroamérica es vulnerable en su seguridad energética ante cualquier conflicto con Estados Unidos.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores sobre la región, se proponen los siguientes indicadores para medir la seguridad energética en Centroamérica:

- Autosuficiencia energética
- Dependencia externa de energía
- Diversificación de la producción de energía
- Diversificación en el consumo de energía
- Dependencia externa de los petrolíferos
- Dependencia de los petrolíferos en el sector transporte
- Dependencia de la leña en el sector residencial
- Diversificación de los proveedores (compañías) de petrolíferos
- Diversificación de fuentes externas (países) de suministro de petróleo y derivados
- Ingresos de divisas para la importación de petróleo (y derivados)
- Diversificación en el consumo de combustibles fósiles
- Almacenamiento de petróleo y derivados (crudo, gasolina, diésel, gas LP, kerosene y fuel oil)
- Diversificación de infraestructura para el transporte de petrolíferos
- Pérdidas de combustibles
- Intensidad energética
- Eficiencia en transformación
- Peso del petróleo y derivados en las importaciones de energía
- Asequibilidad de la energía
- Asequibilidad de los petrolíferos
- Diversificación de la generación de electricidad
- Tasa de cobertura eléctrica
- Pérdidas de energía eléctrica
- Infraestructura de redes eléctricas
- Interrupción del servicio eléctrico
- Interconexiones de sistemas eléctricos
- Asequibilidad de la electricidad en los distintos sectores (residencial, comercial e industrial).
- Afectación de fenómenos naturales extremos al sector de la energía

Como bien se ha expresado, estos indicadores están en correspondencia a los problemas que presenta cada país, por lo que cada uno de ellos puede determinar su seguridad energética en dependencia de los datos disponibles por sus respectivos ministerios de energía, pues muchos indicadores no se pueden determinar porque no se publican los datos por estrategias de seguridad nacional. En el caso de Belice y Guatemala, que presentan reservas probadas de petróleo, se le puede agregar el indicador “Duración de las reservas probadas de petróleo”. Los países de Guatemala y Nicaragua conservan aún sus refinerías, pero en El Salvador, Costa Rica y Panamá, se cerraron hace años, Belice y

Honduras no presentan datos de refineras en el periodo que se analiza. Para un nivel de comparación y observar lo que representan un antes y después de las refineras, se tiene en cuenta el indicador “Peso de las refineras en el consumo de petrolíferos” al analizar la región.

### El Caribe

Para analizar esta región se consideran los países de Cuba y República Dominicana por pertenecer a la subregión de la CEPAL. Son dos naciones con muchas similitudes en su sector energético, altamente dependientes de los combustibles fósiles e importadores de energía, pero con la diferencia que Cuba produce petróleo y República Dominicana no. Los sectores industria y transporte son los que más energía demandan y los más sensibles ante la ausencia de abastecimiento de los derivados de petróleo. En ambas naciones se aprecia el propósito de aprovechar los recursos naturales con el aumento tecnologías de energía renovable, y a su vez, ir disminuyendo las importaciones y la dependencia de los fósiles. Como países insulares del Caribe, son vulnerables ante la presencia de fenómenos naturales, los cuales pueden afectar al sistema energético con grandes pérdidas económicas.

Para analizar el Caribe se realiza el diagnóstico de la situación energética de estas dos naciones. El enfoque está orientado hacia los problemas que tiene cada sector nacional, lo que permitirá realizar conclusiones sobre las insuficiencias que ponen en riesgo la seguridad energética en cada territorio. Al final, teniendo en cuenta las observaciones expuestas por cada país, se sintetizará el análisis como región del Caribe, proponiendo indicadores para la evaluación de la seguridad energética.

### Cuba

El consumo de energía en Cuba está por debajo la producción, por lo que en todo el periodo su autosuficiencia energética se mantiene por encima del 100 %. Desde 2007 la tendencia del consumo era el crecimiento, sin embargo, desde el 2015, de denota un descenso, tanto en el consumo como en la producción (Figura 10a). En 2017, la oferta de energía primaria en Cuba era el 82.2 % a partir de combustibles fósiles, un 71.1 % de petróleo, el 11 % de gas natural y 0.02 de carbón mineral. El resto era a partir de energía renovable, basándose prácticamente el sector azucarero que aporta el 15.7 % y en la leña con un 1.5 %, la hidroenergía y otras primarias aportaban apenas un 0.4 % (Figura 10b) (OLADE, 2019).

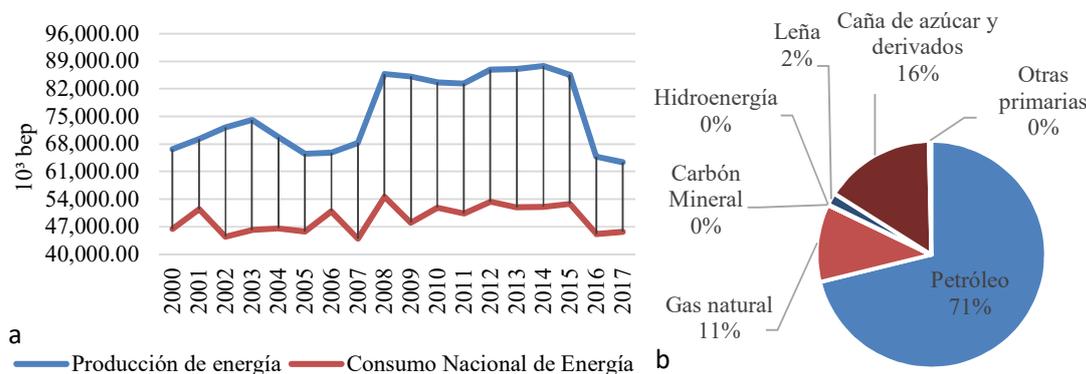


Figura 10: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en Cuba, 2017. b) Oferta de energía primaria en Cuba, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: (OLADE, 2019)

En 2017, el sector industrial era el de mayor consumo (42.7 %), debido principalmente al sector del azúcar (que representa el 31.9 % de su consumo y el 100 % de la oferta de la caña de azúcar y derivados se queda en el sector). Los sectores que le siguen son el residencial (18.9 %), la construcción (14.7 %) y el transporte (14.3 %). En 2017 el 58.6 % del petróleo fue importado. El 3.65 % de la oferta total fue la que se consumió (de ella el 98.2 % por el sector industrial), el resto fue utilizado en las refinerías y centrales eléctricas.

El sector industrial era el de mayor consumo de petrolíferos (36.2 %), consumía el 100 % del coque que se produce y el 100 % del carbón mineral que se importa. Este era el mayor consumidor de fuel oil y diésel oil (48.4 y 38.6 % de la oferta, respectivamente), además de que son dos de los petrolíferos que más se importan. El transporte era el segundo sector que más petrolíferos consumía, con 24.9 %, su mayor consumo es kerosene (61.8 %), que a la vez es el de mayor importación (el 81.3 % es importado). El residencial es el segundo que menos petrolíferos consume, pero es el mayor consumidor de gas licuado y alcohol. También se nota dependiente de las importaciones, pues el gas licuado es mayormente importado (77.7 %) (OLADE, 2019).

Desde los años 90 se ha observado una reducción de la intensidad energética en Cuba (Somoza et al., 2014). Como país productor de petróleo y gas natural, en 2010 se produjeron 21.4 millones de barriles de petróleo, el 46 % de lo que consumía, el resto, unos 100.000 barriles diarios, los importó de Venezuela (AFP, 2012b). En 2019, se producían 57,500 barriles diarios de hidrocarburos, lo cual cubría el 60 % de la demanda nacional para generar electricidad. Además de 2.7 millones de metros cúbicos de gas, utilizados principalmente para consumo doméstico. Desde el 2013, los niveles de producción de petróleo han decrecido entre un 4 y un 7 % anuales, debido en gran medida a los bajos índices de nuevos pozos que se perforan, incorporando que no se cuenta con la tecnología requerida para ello (Xinhua, 2019).

En la Zona Económica Exclusiva en el Golfo de México se estiman acumulaciones de alrededor de 15,000 millones de barriles de petróleo extraíbles. La cartera de oportunidades de negocios ostenta que se tiene un potencial de producción de crudo y gas equivalente a 22 millones de barriles al año, de los cuales más de 16 millones serían de petróleo. Cuba proyecta para los próximos años el incremento de sus reservas certificadas, explotar nuevos yacimientos y, por consiguiente, aumentar la producción nacional de crudo para alcanzar la autosuficiencia energética al satisfacer la demanda del país con crudo y suprimir las cuantiosas importaciones de petróleo (Xinhua, 2019).

El país solo posee la empresa Unión Cuba Petróleo (CUPET) para la extracción, producción, refinación y distribución de productos petrolíferos y derivados a nivel nacional. Tiene acuerdos de negocios y capacitación con varios países como Canadá, Venezuela, Angola, Rusia, China, Vietnam, México, Trinidad y Tobago, Brasil y Noruega. Además, presenta asociaciones económicas internacionales con Sherrit International Cuba y PDVSA Cuba, y cuenta con las empresas mixtas Castrol, Empresa Cubana de Gas S.A. y Energas (CUPET, 2020).

La isla cuenta con cuatro refinerías de petróleo distribuidas por toda la isla. Tres de ellas llevan más de 60 años en funcionamiento: la Níco López, la Sergio Soto y la Hermanos Díaz. La Camilo Cienfuegos comenzó a funcionar en el 1991 pero detuvo su producción por falta de financiamiento, en el 2008 comienza a funcionar nuevamente con financiamiento de la empresa mixta cubano–venezolana Cuvenpetropol S.A. (Foresightcuba, 2019). La refinería Sergio Soto era la única que en

2018 procesaba el crudo nacional, aumentando su capacidad de procesamiento después de recibir una profunda reparación (Agencia EFE, 2018).

Aunque Cuba tiene actividades comerciales con varios países, las principales importaciones provienen de Venezuela, por lo que ante la difícil situación que atraviesa ese país, Cuba se ha visto perjudicada: las importaciones se han reducido en más de la mitad del envío de crudo bajo condiciones preferenciales de pago y de los 115,000 barriles diarios que suministraba disminuyó a 55,000, lo que forzó a reanudar las importaciones de crudo desde Rusia y Argelia (Xinhua, 2019). En medio de las sanciones de Estados Unidos a Venezuela que le impedían realizar importaciones a Cuba, el gobierno cubano ha tenido que hacer constantes negociaciones para ver cómo hace entrar combustible al país, aplicando un plan de racionamiento de combustible y energía que ha ocasionado apagones, esperas para movilidad en el transporte público, colas para la compra de combustibles, entre otras afectaciones (La Prensa, 2019).

El aumento de la capacidad de almacenamiento de combustibles es un objetivo estratégico del país. En 2012 fueron incorporados casi un cuarto de millón de metros cúbicos de almacenaje en depósitos de alta confiabilidad en Matanzas, como parte del programa de completamiento y remodelación de la llamada base de supertanqueros de esta provincia (Solís, 2012). Con la inauguración de la terminal de gas LP en Cienfuegos en 2019, se incrementó las capacidades de almacenamiento en 2,400 m<sup>3</sup> para este combustible, contando con 12 depósitos en cuatro provincias, lo que permitirá un mayor abastecimiento y garantía del servicio a los principales clientes (Martínez, 2019).

Desde el año 2000, se cuenta con un oleoducto de 42 km, de Cárdenas a Matanzas, que, tras 11 años de explotación, el deterioro de la tubería ha demandado incontables reparaciones por averías. Al llegar a puerto de supertanqueros de Matanzas, parte otro oleoducto hasta Cienfuegos, en el centro-sur de la Isla, donde Cuba y Venezuela operan una refinería (AFP, 2012b). En el traslado para los centros de distribución, son empleados los camiones cisternas (pipas, como se le conoce en Cuba), los cuales usan sistemas GPS. para frenar los desvíos hacia el mercado negro (Beatón et al., 2017).

El robo de combustible en la isla sucede principalmente por el desvío de diésel para la reventa, lo cual sucede en su mayoría en grupos electrógenos. Los trabajadores encargados de activar los sistemas para la generación de energía eléctrica, manipulaban fraudulentamente el mecanismo diseñado para la actividad, con el fin de emplear menor cantidad de petróleo que la planificada y reportarla como consumida para apoderarse de la diferencia. En 2017 sucedió un caso de desvío de casi 2.5 millones de litros de diésel en un grupo electrógeno de La Habana. Al cierre de junio de 2019 se habían ocupado 117,463 litros de combustible de diferentes tipos, entre ellos 85,823 de diésel y 21,016 de gasolina (ADN, 2019). Todas estas acciones ilícitas están en correspondencia con los altos precios de los combustibles, el más alto de toda Latinoamérica si se realiza una comparación con el salario medio, pues en la isla no se estima salario mínimo. Llenar el tanque de gasolina cuesta más del doble de lo que gana en un mes un trabajador promedio.

En 2017, Cuba presentaba el nivel más alto de electrificación de los países de Centroamérica y el Caribe, con un 99.7 % (OLADE, 2019). El 3.95 % de la generación de la electricidad en 2015 era por fuentes renovables de energía y un 60.5 % por gas natural, crudo y sus derivados (World Bank, 2019). Las fuentes renovables son a partir tecnología bioeléctrica, parques eólicos, hidroeléctricas y parques solares. Para 2030 se prevé extender el uso de las renovables hasta un 24 %, insertando en el sistema 19 bioeléctricas, 18 parques eólicos, 74 pequeñas centrales hidroeléctricas e incrementar los parques

solares, todo con la ayuda de inversión extranjeras y empresas mixtas. Con esta diversificación de las fuentes de energía, se comienza a sustituir el uso e importación de combustibles, pudiéndose reducir el 13 % del costo de la electricidad (Díaz, 2016).

Las interrupciones en el servicio eléctrico nacional se deben por mantenimientos, los cuales son con previo aviso a la población. Sin embargo, en 2019, mientras se encontraba en mantenimiento dos unidades térmicas, varias del sistema nacional presentaron averías, afectando al servicio eléctrico en todas las provincias del país por el déficit de capacidad de generación. A pesar del incidente, se trató de no perjudicar circuitos con servicios básicos a la población y mantener un ciclo de rotación, aunque las afectaciones fueron mínimo de tres horas (Radio Cadena Agramonte, 2019).

En 2015, las pérdidas por robo de la energía eléctrica representaban el 18 % de la energía que se producía. Entre los principales métodos para burlar el consumo eléctrico en el sector residencial se encontraban el uso de un diminuto y potente imán, el simple descuelgue del reloj contador, las llamadas “tendederas nocturnas”, así como el soborno de cliente a inspector. Además, también existen las quejas de los consumidores que se le confieren en su cuenta mensual más kilowatts/horas de lo que en realidad consumieron. Con la Revolución energética (iniciada en 2006), la tarifa eléctrica ascendió, que, junto con el salario bajo de la población y la incorporación de nuevos electrodomésticos en la cocina cubana, pues las ilegalidades subieron, tratando de pagar menos en la factura eléctrica. Estas pérdidas en el sector residencial, sumadas al despilfarro estatal, son compensadas en su mayoría con apagones programados de corta duración (Alfonso, 2015).

Por su ubicación geográfica, la isla está expuesta con frecuencia a los fenómenos naturales, como huracanes y tormentas tropicales; así como a inundaciones, sequía en sus distintas manifestaciones, incendios en la vegetación y los bosques, procesos de desertificación, fenómenos de erosión; salinización de los suelos y deslizamientos de tierra. En menor escala también se han producido sismos y tsunamis. Ante el impacto de los fenómenos hidrometeorológicos, todos los sectores económicos y productivos se ven afectados: el sector energético presenta problemas en la generación de electricidad, principalmente en la distribución al perder gran parte de las líneas por los fuertes vientos, y algunas comunidades quedan incomunicadas sin ningún servicio de energía. Ante la ocurrencia de sismos se pueden interrumpir las líneas de abastecimiento de electricidad y de gas. Las pérdidas económicas ante estas afectaciones son millonarias, costándole al país reponerse ante las adversidades, aunque la parte positiva de la recuperación es en el sector energético, pues el nivel de respuesta antes las afectaciones es rápido y eficiente (Ponvert-Delisle & Lau, 2006).

Desde el triunfo de la Revolución Cubana, la política hostil de Estados Unidos hacia la isla, ha impuesto un cerco económico y comercial en la economía cubana, imposibilitando que terceros países puedan establecer relaciones comerciales. Una de las principales acciones en los últimos años es el impedimento de la entrada de combustibles, chantajeando a las empresas y los cargueros que hacen negocios con el país. Esto ha provocado que desde mediados de 2019 se tenga una baja disponibilidad de diésel para la producción y los servicios. El gobierno ha tenido que afianzar sus alianzas con países y bloques del mundo, como la Unión Europea, así como tomar medidas internas para las afectaciones en el transporte de la población y en la generación de electricidad (Figueredo et al., 2019).

Los esfuerzos cubanos para estrechar lazos con la región y en África, Asia y Europa son en parte por el uso de *soft power*: apoyo humanitario, misiones médicas, de alfabetización, entre otras. La isla ha centralizado contactos con organizaciones sudamericanas y caribeñas con exclusión de los Estados

Unidos, como la Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América (ALBA) y la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (Celac). Sin embargo, en los últimos años ha dejado de ser un país influyente en la región latinoamericana dado los cambios en el panorama político y la desaparición de gobiernos de izquierda (Kruijt, 2019).

Con el análisis anterior se puede evidenciar que en Cuba:

- ✓ La matriz energética es muy dependiente de combustibles fósiles.
- ✓ La intensidad energética ha disminuido en los últimos años.
- ✓ Hasta el 2017, las energías renovables ocupaban una ínfima parte de la oferta de energía primaria.
- ✓ El mayor consumo de energía lo exhibe el sector industrial, principalmente por la industria azucarera. Además, es el que más consume combustibles fósiles.
- ✓ Aunque el sector transporte es el segundo consumidor de petrolíferos, el residencial es el que más gas licuado y alcohol demanda, productos importados en gran porcentaje.
- ✓ La producción de petróleo y gas natural han decrecido en los últimos años. Los nuevos pozos no presentan altos índices. La proyección para los años venideros es explorar nuevos yacimientos para incrementar las reservas.
- ✓ Presenta una sola empresa para la producción, extracción refinamiento y abastecimiento nacional de combustibles, la que tiene sus contactos de negocios y capacitación con varios países del mundo.
- ✓ Las refinerías en Cuba han recuperado su producción en los últimos años, aunque no cumplen con los niveles de demanda del país.
- ✓ Entre los planes del país se encuentra aumentar el nivel de almacenamiento de los combustibles y descentralizar los depósitos.
- ✓ Se cuenta con una red de oleoductos en la región occidental, que se también llega a la región sur central, y debido a la falta de mantenimiento, presenta averías.
- ✓ El suministro a las fuentes de abastecimiento se realiza sólo por camiones cisternas, con el riesgo de desvíos para la venta en el mercado negro, aunque el principal desvío se realiza en los grupos electrógenos, distribuidos a lo largo de la isla.
- ✓ El robo de combustible ocasiona grandes pérdidas económicas. Las acciones ilícitas más recurrentes acontecen en los grupos electrógenos distribuidos a lo largo de la isla, principalmente por los mismos trabajadores para revender el combustible en el mercado negro.
- ✓ Los precios de los combustibles no están de acorde al salario medio de los trabajadores, por lo que muchos acuden al mercado negro en busca de precio más bajos.
- ✓ La generación de energía eléctrica es muy dependiente de los combustibles fósiles. La estrategia del país es insertar tecnología renovable, sobre todo para disminuir las importaciones de los combustibles.
- ✓ La cobertura eléctrica en el país abarca a casi toda la población.
- ✓ Las pérdidas de electricidad se deben principalmente a acciones ilícitas por los clientes residenciales, los que buscan cómo pagar menos debido a la alta tarifa y bajos salarios.
- ✓ Por su posición geográfica, la isla es muy proclive a la afectación de fenómenos naturales, afectando al sector energético, principalmente al subsector de electricidad, aunque el nivel de respuesta en la fase recuperativa es alto.

- ✓ Bajo el nuevo contexto latinoamericano y caribeño, así como con las políticas de Estados Unidos sobre la isla, Cuba se ha visto afectada en el sector. El bloqueo económico y comercial por más de seis décadas no le ha permitido al país poder afianzar relaciones con diversas naciones y compañías, por lo que está expuesto a crisis y situaciones coyunturales.

### República Dominicana

El consumo nacional de energía siempre ha estado por encima de la producción. Aunque la tendencia de la producción es al decrecimiento, es muy inestable en este periodo. La tendencia del consumo es al crecimiento, aunque desde 2012 también ha sido inestable (Figura 11a). La autosuficiencia del país es baja, la cual tiene un promedio en el periodo de 75.6 %. No es un país productor de combustibles fósiles. En 2017, la oferta de energía primaria se basaba en un 69.3 % de combustibles fósiles, llegando ser el gas natural el de mayor uso, con 24.6 %, seguido del petróleo, con 24.3 y del carbón mineral, con 20.3 %. El uso de la leña era alto, representando el 13 % de la matriz. El uso de tecnologías renovables no superaban el 10 % (Figura 11b) (OLADE, 2019).

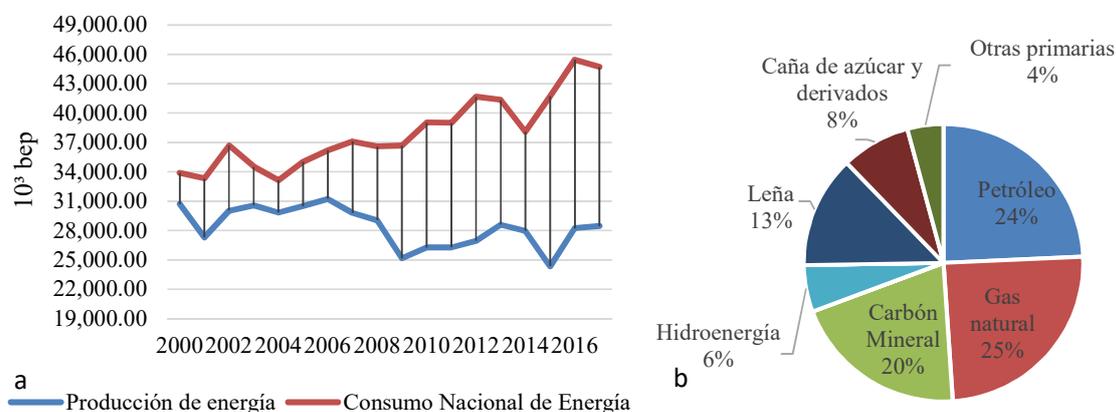


Figura 11: a) Relación entre Producción y Consumo Nacional de energía en República Dominicana, 2017.  
 b) Oferta de energía primaria en República Dominicana, 2017. Elaboración propia. Datos tomados de: (OLADE, 2019).

Según datos de OLADE (2019), República Dominicana es importadora y exportadora de gas natural y kerosene/jet fuel. En 2017 el gas natural fue 100 % importado. Las importaciones de energía de 2000 a 2017 aumentaron en 124.5 %, insertando al gas natural, que en el 2000 no se importaba. El mayor consumidor de energía es el sector del transporte, con un 37.2 %. Consume el 61.5 % de los petrolíferos y el 15.4 % de gas natural. Es el mayor consumidor de gasolina, diésel oil, kerosene y gas licuado, que, aunque se produzcan en el territorio, las importaciones representan el mayor porcentaje, el gas licuado un 98.7 %, la gasolina el 81.9 % y el diésel 81.1 %, mientras que el 96.9 % de la oferta de kerosene/jet oil es exportado. El sector industrial lo que más consume es electricidad, además de ser el sector que tiene mayor consumo de esta. En 2017 consumió el 100 % de carbón mineral (el cual el 99.6 % fue importado) y el 100 % de fuel oil (84.8 % importado). Además, consume el 84.6% del gas natural. El sector residencial basa su consumo en un 32.7 % de gas licuado, un 30.7 % de electricidad, un 30 % de leña, y apenas el 5.3 % de carbón vegetal y el 0.5 % de kerosene.

Durante 2000-2015 se observa una disminución significativa de la intensidad energética. Además, se consideran mejoraría en la eficiencia de la energía por la introducción de electrodomésticos y equipos industriales más eficientes, así como cambios en los patrones de consumo (OLADE, 2017).

La economía dominicana es una de las de más rápido crecimiento en la región. Sus tres principales socios comerciales encierran a los Estados Unidos, China y Haití. Aunque intenta potenciar sus exportaciones, siendo una pequeña nación insular, depende ampliamente de las importaciones y del transporte marítimo de mercancías.

En 2015, los productos minerales, los derivados del petróleo y el crudo, representaron el 14.5 % del total importado. La mayor dependencia de importaciones es de los Estados Unidos. Entre enero y agosto de 2019 el 61.4 % del petróleo, gasolinas y otros combustibles fueron de ese país, además de Países Bajos (9.7 %), Trinidad y Tobago (9.1 %) y Nigeria (7.9 %), que en los últimos años dejó de ser el principal socio, el restante 12 % provinieron de Bahamas, Puerto Rico, Islas Vírgenes (tanto las estadounidenses como las británicas), Canadá y Rusia. Venezuela y México ese año dejaron de importar (Tejero, 2019). En cuanto al gas natural, el principal proveedor es Trinidad y Tobago, con el cual presenta buenos lazos comerciales (Caraballo, 2017). El país cuenta con alrededor de 21 empresas encargadas en la distribución, transporte y ventas de combustibles, así como 14 para la distribución y venta de gas licuado de petróleo (Livio, 2020).

En 2004, existían seis distribuidores autorizados para el transporte de gasolina y diésel, pero entre Shell, Texaco, Esso e Isla poseían el 90 % del mercado, constituyendo un mercado oligopolio. En dependencia de los tipos de consumo, el transporte del combustible se realiza en correspondencia de la distancia, conveniencia técnica y cuestiones relativas al costo. El transporte se realiza por camiones cisternas (tanto por empresas independientes y distribuidoras como por empresas organizadas en asociaciones de transportistas), por barcazas (para transportar por río el fuel oil desde la refinería Dominica hasta la planta *Sea Board* para la generación eléctrica) y por sistemas de ductos (oleoductos y gasoductos) (CNE, 2005).

El aumento del precio del petróleo en el mercado internacional provoca, como efecto inmediato, una subida de la inflación ya que se incrementan los costos en casi todos los sectores (electricidad, transporte, industria, etc.), por ejemplo, los precios de las gasolinas, diésel, GLP y otros derivados aumentaron rompiendo récord después de que los huracanes Katrina y Rita golpearan la región de la Costa del Golfo de Estados Unidos, punto de referencia de los precios de estos combustibles en el mercado local. La una capacidad de refinación de crudo es muy limitada en el país. En el 2004, la Refinería Dominicana de Petróleo REFIDOMSA abastecía el 28 % del mercado nacional e importaba las dos terceras partes de los combustibles derivados de petróleo (CNE, 2005).

Garantizar el almacenamiento de combustibles es una importancia estratégica para el país ante la ocurrencia de desastres o contingencias naturales. Además de aumentar los niveles, lo más vital es distribuir los depósitos por toda la isla. En 2004 el 70 % del total nacional se encontraba en la región sur y solo el 30 % en la parte norte, donde deberían existir más depósitos por ser una región turística y de gran aporte a la economía. En ocasiones, con la interrupción de las vías ante contingencias, se ha impedido el suministro y se ha afectado la dinámica económica de la nación. Las compañías distribuidoras no poseen depósitos para almacenar combustibles. Se estimaba que en 2004 existían alrededor de 15 de días de “inventario de seguridad” de capacidad de almacenamiento de combustibles y en el caso del gas LP, la nafta y el avtur, la capacidad de almacenamiento era muy baja (CNE, 2005).

En 2017, República Dominicana tenía un 97.6 % de cobertura eléctrica (OLADE, 2019). El 88.4 % de su generación de electricidad era por combustibles fósiles y el resto por fuentes renovables de

energía (World Bank, 2019). A raíz de las inversiones en los últimos años, la generación por derivados del petróleo disminuyó a 41.6 % para el primer semestre del 2019, aumentando el gas natural al 29.3 %, la eólica a 4.6 %, la biomasa a 1.3 % y la solar a 1 %. Al contrario de las demás, la producción de hidroeléctricas pasó de un 9 % en 2000, a un 6.1 % en 2019 producto de la sequía que afecta al país (de Jesús, 2020).

Desde el 2004 el sector eléctrico ha experimentado un deterioro en sus finanzas y en el subsidio directo, demandando cada vez más recursos financieros inversiones para infraestructura de generación, subestaciones, líneas de transmisión y distribución. Sin embargo, las pérdidas totales no cesan, se justifica la pésima gestión del sector, ineficiencia y derroche de los recursos que el gobierno ha puesto en disposición (Adames, 2014). En 2016, el 12 % de las pérdidas totales en el sector eléctrico correspondían a los robos de energía, lo que era equivalente a un promedio anual de 50 a 60 millones de dólares al año. No solo la población está implicada en el desvío, los mismos trabajadores de la empresa se brindan para arreglar (manipular) medidores, ofreciendo a ajustes a cambio de dinero (Paso a paso, 2016).

Las interrupciones del servicio eléctrico causan quejas en la población por los prolongados apagones, en ocasiones porque las plantas de generación se encuentran fuera de servicio por averías, falta de combustibles y problemas administrativos. Las diferentes empresas distribuidoras de electricidad (EDE) presentan excusas a los clientes por estas situaciones sin informar claramente del problema acento (Acento, 2019). Las pérdidas monetarias por distintos comercios han sido notables, pues al faltarle el servicio eléctrico algunas de sus mercancías se dañan, optando por comprar plantas eléctricas para no perder a sus clientes. El metro de Santo Domingo también se ha visto afectado en su operación, teniendo que recurrir a una plata propia. Las protestas son recurrentes por la falta de energía en distintas provincias. La connotación de este problema es tan grande y recurrente, que hasta en los principales acontecimientos del país ha existido interrupción de energía eléctrica como en los procesos electorales (desde 2008 hasta 2020 los apagones han estado presentes el mismo día de las elecciones, en días anteriores o en el transcurso del mes) (Ramírez, 2020).

Las EDE fijan para las para las residencias y los comercios en baja tensión escala de precio por kilowatts consumido en las tarifas. Los precios son determinados mediante resoluciones publicadas por la Superintendencia de Electricidad (SIE) de acuerdo a la escala de consumo del contrato, mientras el usuario que esté ubicado en renglones de bajo consumo, recibirá el subsidio por parte del estado (Santos, 2017). El subsidio tiene como objetivo mantener invariables los precios de la energía eléctrica para estos usuarios. En dependencia del comportamiento de las variables que intervienen en el cálculo de la tarifa, es que se regulan los precios, y como la matriz eléctrica depende grandemente de los combustibles importados, pues están sometidos a la tendencia del mercado internacional (Forbes, 2019).

Esta nación, por su ubicación geográfica, no está exenta a las amenazas de los fenómenos hidrometeorológicos y geofísicos, como tormentas o ciclones tropicales, inundaciones, sequías y sismos. Ante la presencia de algunos de estos, los mayores impactos en el sector energético ocurren en el sistema eléctrico, con la afectación de la infraestructura de transmisión, pues las autoridades aseguran que las centrales de generación están preparadas para resistir los golpes. Desde 1998 hasta el 2019, las mayores ocurrencias han sido de tormentas tropicales y/o huracanes, que han afectado a todos los sectores de la economía con cuantiosas pérdidas económicas, y provocado largos apagones como resultado de los cables caídos que sacan de servicio al sistema (de Jesús, 2020).

La República Dominicana tiene una ubicación estratégica desde el punto de vista geográfico para abastecerse de crudos y sus derivados, gas natural y carbón (CNE, 2005). Estados Unidos ha sido un aliado histórico, además que es el mayor y mejor socio que tiene el país. El gigante del norte es el destino de casi la mitad de las exportaciones y la mitad de las importaciones provienen de él. Aunque China se ha convertido en el tercer socio comercial, la enorme disparidad en los lazos con respecto a los Estados Unidos podría sugerir que el interés nacional prioritario debe enfocarse en este último (Llado, 2019).

Dominicana cuenta con oportunidades de comercio, inversión y asociaciones estratégicas con los países de Centroamérica y el Caribe. El intercambio comercial ha aumentado gradualmente, aunque aún se aprecia un desbalance en cuanto a variedad de bienes disponibles, precios y calidad (Faxas, 2019). Como país perteneciente al SICA, tiene proyectos de cooperación energética con los países de la región, lo cual le facilita el desarrollo y despliegue de la energía renovable, le alivia las barreras a nivel de mercado y le permite establecer mecanismos, herramientas y estrategias para asegurar la colaboración e integración (SG-SICA, 2019).

Con las observaciones anteriores se puede concluir que:

- ✓ Tiene una autosuficiencia por debajo del 80 %. Es un país importador de crudo y derivados. Los combustibles fósiles representan casi el 70 % de su oferta primaria de energía.
- ✓ Las importaciones han aumentado en los últimos años, principalmente de gas natural.
- ✓ El transporte es el sector de mayor consumo, y muy vulnerable a las importaciones, pues consumió más del 60 % de los petrolíferos, los que se importaban en más del 80 %.
- ✓ El sector industrial también es muy sensible ante la falta de suministro, pues depende en su mayoría del gas natural, el carbón mineral, el coque y fuel oil, siendo los tres primeros 100 % importados, y el cuarto casi el 85 % se importa, aunque el mayor consumo es de electricidad.
- ✓ El sector residencial no se escapa ante la dificultad de abastecimientos, pues depende en gran medida del gas LP y la electricidad, además de que su consumo de leña es muy alto.
- ✓ El crecimiento económico y las mejoras en la eficiencia tecnológica ha permitido que la intensidad energética disminuya en los últimos años.
- ✓ Se tiene diversificación de los proveedores de combustibles, aunque las mayores importaciones recaen en los Estados Unidos. Trinidad y Tobago es el principal suministrador de gas natural, combustible que va en ascenso tanto el consumo como las importaciones, por lo que se piensa que las negociaciones con ese país aumenten. También se cuenta con variadas empresas nacionales para la distribución y venta de combustibles, así como de gas LP.
- ✓ El transporte de combustible es variado en toda la isla, aunque no se denota el por ciento de participación de ellos, que también puede generar vulnerabilidad. En la distribución de gasolina y diésel existen pocos competidores principales, por lo que cada uno puede influir en el precio final de estos.
- ✓ Los precios de los combustibles en el mercado nacional están en correspondencia con las tendencias del mercado internacional, afectando a varios sectores por la importancia de las importaciones de derivados en ellos.
- ✓ La refinación nacional no desempeña su rol en la disminución de las importaciones, su producción apenas satisface una tercera parte de la demanda interna.

- ✓ Los niveles de almacenamiento de combustibles se consideran por debajo y están centralizados los depósitos por toda la isla. El gas LP, que es el más utilizado en los sectores residencial y transporte, presentaba un bajo nivel, por lo que es un riesgo elevado al quedarse sin abastecimientos.
- ✓ Como se ha apreciado, el sector eléctrico dominicano se caracteriza por intentos de progresos, llenos de éxitos y fracasos. Al menos se observa la disminución del uso de derivados de petróleo en la generación, aumento de carbón y gas natural e inclusión de tecnologías renovables, como eólica, solar y biomasa, aunque representan menos del 15 % de la generación.
- ✓ El sector eléctrico se considera de mala calidad debido a las pérdidas injustificadas que presenta. Aunque el gobierno deposita cada año una gran contribución para las inversiones en el sector, la realidad despunta hacia un derroche de los recursos, sin apreciarse los avances.
- ✓ En las pérdidas no técnicas, debido principalmente por el robo, están involucrados tanto la población como trabajadores de la empresa eléctrica, envolviendo con grandes pérdidas económicas.
- ✓ El servicio eléctrico es considerado como malo por los diferentes sectores de la población, la que llega a casi un 98 % de electrificación. Se ha recurrido a la tenencia de plantas eléctricas propias para evitar las largas jornadas sin electricidad. Las EDE no toman medidas pertinentes para lograr que se cumpla con la demanda y evitar las interrupciones.
- ✓ Los precios de la tarifa eléctrica en el país están de acorde a los recursos con que se cuenta. Como la matriz de generación eléctrica continúa dependiendo de los combustibles fósiles (los cuales son mayormente importados), el precio de la electricidad depende de la tendencia de los precios internacionales.
- ✓ Por su posición en el Caribe, la nación no está absuelta a los impactos por fenómenos naturales, los cuales pueden afectar al sistema eléctrico y dejar a la población grandes periodos de tiempo sin energía eléctrica.
- ✓ Las relaciones históricas y dominantes de los Estados Unidos con el país dominicano interfieren en la decisión de insertar otro socio comercial. El intercambio con los países de la región centroamericana ha aumentado en los últimos años, sobre todo en materia de energía.

Con las indagaciones realizadas en Cuba y República Dominicana, se aprecia que estos dos países del Caribe:

- ❖ Son considerados como países importadores de combustibles fósiles, teniendo una matriz primaria de energía muy dependientes a ellos. República Dominicana tiene la matriz más diversificada que Cuba. Ambas naciones están obligadas a aprovechar sus recursos naturales y desplegar las tecnologías renovables, estrategias que han ganado territorio en los últimos años.
- ❖ Aunque se difiere el orden de los sectores que más consumen energía entre ambos países, el industrial y el de transporte son los dos de mayor demanda y que más dependencia presentan a las importaciones de combustibles.
- ❖ Otro sector vulnerable a los derivados del petróleo es el residencial, consumidor en gran medida de gas LP, aunque también ambas naciones son dependientes de la electricidad. República Dominicana presenta alto consumo de leña, mientras que en Cuba es muy bajo.
- ❖ Las mejoras tecnológicas han propiciado que aumente la eficiencia energética, a medida que ha disminuido la intensidad energética en estos países.

- ❖ Cuba solo cuenta con una empresa nacional para la producción, extracción, refinamiento y abastecimiento de combustibles. República Dominicana ostenta varias compañías que se dedican a la distribución, transporte y venta de los derivados.
- ❖ Cuba no ostenta diversos países suministradores de crudo y derivados, y al ser Venezuela su principal proveedor, el país ha tenido crisis en su seguridad por la situación que atraviesa el país sudamericano. República Dominicana tiene diversificación de proveedores, pero su principal socio es Estados Unidos, con quien cuenta con excelentes relaciones para que sus negociaciones aumenten. Ambos países han buscado diversificar sus proveedores, afiliándose al mercado asiático.
- ❖ En los dos países se debe incrementar los niveles de almacenamiento de los combustibles y descentralizar los depósitos, pues la distribución por todo el territorio le permite ser menos vulnerable ante alguna interrupción que impida el transporte de los derivados.
- ❖ Los camiones cisternas son utilizados para el transporte de combustible en los dos territorios. Cuba, aunque presenta oleoductos, no son de extensiones significativas ni están distribuidos por toda la isla. República Dominicana tiene más diversificación en este aspecto.
- ❖ El salario medio de los trabajadores cubanos no está en correspondencia con los elevados precios de los combustibles, por lo que recurren al mercado negro para su compra. Los dominicanos, al ser dependientes de las importaciones, pues dependen de la tendencia de los precios en el mercado internacional.
- ❖ El robo de combustible ocasiona grandes pérdidas en ambas economías. El principal motivo del hurto es por el elevado precio de los derivados y el bajo salario de la población, lo que hace que se acuda al mercado negro para satisfacer la demanda.
- ❖ Las refinerías existentes en estos países no satisfacen la oferta de la demanda interna, aunque la producción de las de Cuba son superiores y al menos aportan a la demanda en mayor porcentaje que las de República Dominicana.
- ❖ El sector eléctrico cubano es considerado como uno de los mejores de la región y el mejor país con cobertura eléctrica. Sin embargo, la generación es muy dependiente de los combustibles fósiles, igual que en República Dominicana, aunque en este país se tilda al sector de malo, con más fracasos que éxitos en los últimos años. En ambos territorios se aprecia la inclusión de tecnologías renovables como la eólica, la solar y la biomasa.
- ❖ Ante problemas de averías, ambos países no tienen la capacidad de satisfacer la demanda, generando molestias en los distintos sectores de la población por los apagones. El nivel de respuesta de Cuba es muy superior al de la República Dominicana, donde las EDE sólo se justifican y generan el descontento por su mal trabajo.
- ❖ La tarifa eléctrica ha aumentado en ambos países en los últimos años, aunque la dominicana fluctúa en dependencia de los precios de los combustibles fósiles en el mercado internacional.
- ❖ Las pérdidas por hurto en el sector eléctrico se corresponden principalmente por las ilegalidades del sector residencial, que roban electricidad sin pagar por su consumo o pagan menos de los que deberían por manipular los contadores.
- ❖ Ambos países, por su situación geográfica, son vulnerables ante los impactos de fenómenos naturales, como organismos tropicales, inundaciones por extensas lluvias, sequías o sismos. Cada sistema energético puede verse afectado, principalmente el eléctrico, al dañarse la infraestructura de distribución.
- ❖ Estados Unidos juega un papel determinante en las relaciones geopolíticas de ambos países, afectando al sistema energético de cada uno, pero de formas indistintas: Cuba posee hace casi seis

décadas un bloqueo comercial y económico que le afecta el suministro de combustibles, además de que las relaciones con otros proveedores se ven negadas por miedo a represalias del país norteamericano. República Dominicana es muy dependiente de los intercambios comerciales con el gigante del norte, quien se ha convertido en su principal socio, principalmente en el suministro de petróleo y sus derivados.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se proponen los siguientes indicadores para medir la seguridad energética en el Caribe:

- Autosuficiencia energética
- Dependencia externa de energía
- Diversificación de la producción de energía
- Diversificación en el consumo de energía
- Dependencia externa de los petrolíferos
- Dependencia externa de gas natural
- Dependencia de los petrolíferos en el sector transporte
- Dependencia de la leña en el sector residencial
- Diversificación de los proveedores (compañías) de petrolíferos y gas natural
- Diversificación de fuentes externas (países) de suministro de petróleo y derivados
- Diversificación de fuentes externas (países) de suministro de gas natural
- Ingresos de divisas para la importación de petróleo (y derivados)
- Diversificación en el consumo de combustibles fósiles
- Reservas probadas de petróleo y gas natural
- Almacenamiento de petróleo y derivados (crudo, gasolina, diésel, gas LP, kerosene y fuel oil)
- Almacenamiento de gas natural
- Diversificación de infraestructura para el transporte de petrolíferos
- Diversificación de infraestructura para el transporte de gas natural
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos
- Pérdidas de combustibles
- Intensidad energética
- Eficiencia en transformación
- Asequibilidad de la energía
- Asequibilidad de los petrolíferos
- Diversificación de la generación de electricidad
- Margen de reserva operativo
- Margen de reserva de electricidad
- Tasa de cobertura eléctrica
- Pérdidas de energía eléctrica
- Infraestructura de redes eléctricas
- Interrupción del servicio eléctrico
- Asequibilidad de la electricidad en los distintos sectores (residencial, comercial e industrial).
- Afectación de fenómenos naturales extremos al sector de la energía

Con la propuesta de estos indicadores, cada país puede determinar su seguridad energética, en dependencia de la disponibilidad de datos y que algunos no son publicables por cuestiones de seguridad nacional. Cuba, como es productora de petróleo y gas natural, puede agregar los indicadores

“Duración de las reservas probadas de petróleo” y “Duración de las reservas probadas de gas natural” para su evaluación. República Dominicana puede considerar además de los ya propuestos, los indicadores “Dependencia externa del gas natural” y “Diversificación de fuentes externas de suministro de gas natural”, dada la importancia de las importaciones en la oferta nacional de gas natural en ese país.

## **2.2 Conclusiones**

En este capítulo se analizó la situación energética de cada país, a partir de los problemas que se presenta en el sector, permitiendo proponer indicadores comunes para determinar un índice regional. El procedimiento utilizado permite agrupar a los países con características energéticas similares para cuando se realice el análisis tengan variables afines para su comparación. A partir de esto, es que se divide la región CEPAL en tres subregiones para determinar un Índice de Seguridad Energética (por cada región), demostrando que, si se consideran todos los países como una sola región, se estarían omitiendo indicadores que no cumplen con las características energéticas de estos.

Todos los países han puesto más énfasis en el suministro de electricidad que en el abasto de combustibles. En los países centroamericanos pudiera ser principalmente porque cuentan con compañías públicas operando en el subsector eléctrico, mientras que el petrolero ha estado tradicionalmente dominado por empresas internacionales, sobre las cuales las autoridades no tienen ningún control más allá de la regulación. La integración regional a través del SIEPAC ha contribuido significativamente a mejorar la seguridad energética en materia de electricidad. Los países de la región la consideran como un mecanismo ideal para mejorar la disponibilidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica.

El precio de los combustibles los hace poco asequibles a la población, comparados con el salario mínimo y la amplitud de la pobreza y la marginación. Algunos países subsidian el gas LP con la finalidad de favorecer el acceso de la población a energía moderna e incitar el remplazo de la leña, principal energético en casi todos los países, aun cuando se está incentivando el consumo de un combustible fósil e importado y que a la vez ejerce presión sobre las finanzas públicas.

A pesar de los esfuerzos para incrementar el aprovechamiento de las fuentes renovables, el petróleo sigue siendo la base del suministro de energía. Debido a la elevada dependencia, las economías de los países de la región son altamente sensibles al costo de importación del combustible. La volatilidad de los precios del petróleo es un factor de inestabilidad permanente para la seguridad energética. Los países han buscado disminuir esa dependencia mediante el aprovechamiento de energías locales, tradicionalmente hidroeléctrica y más recientemente energía eólica y solar. También se han realizado esfuerzos para racionalizar el consumo y hacerlo más eficiente.

Producir hidrocarburos reconforta la seguridad energética porque disminuye los riesgos comerciales y geopolíticos de las importaciones. De igual forma, contar con una refinería, pública o privada, es considerado como un factor de seguridad energética. Además, refinar internamente permite ofrecer precios por debajo del mercado internacional, sin contar que importar crudo es más barato que importar productos terminados. Paradójicamente, las refinerías de la región han cerrado y a fines de 2017, solo en México, Guatemala, Nicaragua, Cuba y República Dominicana habían refinerías. Las compañías petroleras han dejado el negocio de la refinación para dedicarse a la importación de productos refinados, sobre todo de aquellos provenientes de los Estados Unidos que han mejorado su competitividad a raíz del boom de los hidrocarburos no convencionales en ese país.

### **Capítulo 3: Métodos para determinar el Índice de Seguridad Energética y el Índice de Vulnerabilidad en Petróleo**

Las necesidades y características de cada país o región son diferentes, por lo que no se puede implementar el mismo tipo de políticas o medidas para evaluar los temas relacionados con la energía. Además, las evaluaciones existentes sobre el desempeño de tales políticas o medidas son pocas. Las acciones técnicas necesarias para mejorar la situación actual pueden enfrentar grandes barreras institucionales para ser implementadas (Tanaka, 2011). Es por eso, en respuesta para revertir esta situación, el capítulo aborda dos parámetros con los cuales se puede estimar la seguridad energética de la región en estudio: la primera a partir de la propuesta de un Índice de Seguridad Energética (ISE) y la otra, con el Índice de Vulnerabilidad en Petróleo (OVI, por sus siglas en inglés), presentado por Gupta (2008).

Para construir un índice representativo de seguridad energética se realizó una encuesta entre especialistas para determinar los indicadores más convenientes. Para establecer los indicadores se tuvieron en cuenta la metodología de los modelos citados en el capítulo 1, proponiendo un modelo nuevo y específico para esta área. En cuanto a la determinación del OVI, se toma como ejemplo la metodología propuesta por Gupta (2008), haciendo las modificaciones pertinentes, las cuales serán explicadas más adelante.

#### **3.1 Evaluación multicriterio de opciones o método Delphi (Criterios de expertos)**

En la presente investigación, se asume como experto, tanto al individuo en sí como a un grupo de personas y organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas del problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a los momentos fundamentales con un máximo de competencia (Cerezal, 2004, citado por Díaz, 2010).

El Método Delphi brinda la opinión subjetiva o basada en la experiencia de un grupo de especialistas, la que siempre será de mayor calidad en comparación con la opinión de uno solo; el anonimato y la confidencialidad que deben mantenerse permite discurrir de opiniones generalizadas; se permite la participación simultánea de expertos geográficamente muy distantes; es un método que cuenta con muchos años de experiencia y que ha evolucionado utilizando los canales de comunicación más expeditos que brindan las nuevas tecnologías, haciéndolo más flexible, cómodo y rápido, entre otras (Andaru Pharma, 2018). Al confiar en el conocimiento y en la experiencia de expertos, Delphi es de gran utilidad para resolver situaciones en las que no existe evidencia definitiva disponible (Thangaratinam & Redman, 2005).

Con un número pequeño de participantes (entre 6 y 30), el Delphi no procesa resultados estadísticamente significativos, aunque no existe un número estándar de participantes. Como método al fin, tiene sus desventajas: se requiere de un número considerable de expertos a los que no siempre se acceden fácilmente, los que además deben tener la disposición para participar; el cuestionario debe tener un buen enfoque para su éxito (ideas concisas y tiempo limitado para responder la encuesta); no existe intercambio de criterios entre los entrevistados, que pueden experimentar dudas para interpretar las propuestas y argumentar sus respuestas; el medio de comunicación para la encuesta tiene que ser adecuado para que el tiempo de participación no se prolongue; muchas rondas puede causar decepción del proceso de los participantes; el uso de pagos monetarios o la persuasión moral para convencer a los participantes pueden introducir sesgos en los resultados; es difícil determinar qué constituye un consenso suficiente en el procedimiento Delphi; entre otros (Fink-Hafner et al., 2019).

Para el diseño y aplicación de las encuestas se ejecutaron cuatro etapas: diagnóstico, elaboración, ejecución y evaluación:

1. El Diagnóstico tuvo como objetivo establecer las particularidades del sector energético de cada país para determinar los problemas en las regiones y proponer los indicadores para evaluar la seguridad energética en cada una de ellas, apoyándose en los resultados expuestos en el capítulo 2. Algunas de las acciones realizadas fueron establecer los problemas que afectan al sector energético en cada país, determinar los problemas del sector energético a nivel regional, proponer el conjunto de indicadores para evaluar la seguridad energética de cada región y valorar los indicadores propuestos para ser sometidos al criterio de expertos.
2. La Elaboración consistió en confeccionar dos encuestas para el criterio de expertos, una para México y la otra para Centroamérica y el Caribe, dadas las diferentes características de los sectores energéticos de los países en estudio, así como la disposición de expertos para realizar la investigación. La metodología utilizada es el método Delphi. Se recopiló información actualizada para la elaboración de las encuestas, se confeccionaron las encuestas en los diferentes formatos (plataformas tecnológicas) a los que serían sometidas para su consulta y se presentaron las propuestas de encuestas en las distintas plataformas para su aprobación.
3. La Ejecución fue para aplicar las encuestas a los expertos seleccionados y recopilar los criterios en las distintas plataformas en que fueron respondidas las encuestas. En esta etapa se definieron los especialistas que podían fungir como expertos para la consulta de cada encuesta; se decidió el consenso de las respuestas de las encuestas; se indicó a los expertos la interacción con la herramienta que seleccionarían para responder la encuesta, así como el objetivo de la misma, la necesidad de su participación y el agradecimiento por sus aportes; se seleccionaron los expertos con el coeficiente adecuado para tener en consideración sus criterios, se tabularon los resultados obtenidos a partir de las respuestas de los expertos por las plataformas brindadas; además, se repitió la invitación a los expertos que tras cierto periodo de tiempo no contestaron las encuestas.
4. La Evaluación radicó en analizar los resultados según los criterios de los expertos, elaborándose las distintas tablas de frecuencia (observada, acumulativa, acumulativa relativa), se le otorgó los respectivos rangos de valoración a cada aspecto (indicador) analizado, se descartaron los indicadores que estaban fuera del consenso establecido y se propusieron los indicadores resultantes a partir de los criterios consensuados.

### **3.1.1 Metodología para la aplicación de las encuestas**

Para la selección de expertos se tomaron en cuenta los años de experiencia en el sector, conocimientos acerca del tema que se investiga, formación académica, potencialidades para participar en la investigación y el criterio generalizado de capacidad de análisis.

Para la determinación de la competencia de los expertos, la técnica empleada fue la obtención del coeficiente  $K$ , el cual se establece de acuerdo con la opinión del candidato sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo y con las fuentes que le permiten argumentar sus criterios (Díaz, 2010). El coeficiente se calcula como:

$$K = \frac{1}{2}(k_c + k_a) \quad (1)$$

Donde  $k_c$  es el coeficiente de conocimiento que tiene el experto sobre la temática que se aborda y es calculado mediante la autovaloración del propio experto en una escala del 0 al 10 (tabla 2) y multiplicado por 0.1.

Tabla 2: Medición del grado de conocimientos de los expertos sobre el tema ( $k_c$ )\*

Experto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

\* El valor 0 indica absoluto desconocimiento de la problemática que se evalúa y el valor 10 indica pleno conocimiento.

$k_a$ : es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto, determinado como resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de una tabla patrón (Tabla 3). Para calcularlo, se tomaron los criterios de cada experto según las fuentes de argumentación y después se evaluaron con respecto a la tabla patrón.

Tabla 3: Autovaloración de los niveles de argumentación del tema por los expertos.

Fortalezas	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por el experto sobre problemas directamente relacionados con la seguridad energética	0.3	0.2	0.1
La experiencia que ha adquirido al respecto	0.5	0.4	0.2
Conocimiento de la literatura nacional sobre la seguridad energética	0.05	0.05	0.05
Conocimiento de la literatura extranjera sobre la seguridad energética	0.05	0.05	0.05
Conocimiento del estado actual de la seguridad energética en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su percepción de este tema	0.05	0.05	0.05

Al obtener los datos de los coeficientes de conocimientos  $k_c$  y de argumentación  $k_a$  se determinó el coeficiente de competencia de cada experto ( $K$ ) de la siguiente forma:

- Si  $0.8 \leq K \leq 1.0$  entonces el coeficiente de competencia es Alto
- Si  $0.5 \leq K < 0.8$  entonces el coeficiente de competencia es Medio
- Si  $K < 0.5$  entonces el coeficiente de competencia es Bajo

Si el valor de  $K$  fue entre 0.8 y 1, la selección de expertos se consideró confiable, con una experiencia profesional de alta calificación científico-técnica, de reconocido prestigio profesional y con conocimientos profundos del tema de investigación.

La encuesta se presentó por los aspectos a valorar previamente determinados, a través de una tabla de Aspectos / Rangos de Valoración (Tabla 4). Se le pidió a los encuestados que calificaran el elemento y que escribieran sus comentarios (opcional), es decir, que explicaran su calificación o expresaran su desacuerdo con la relevancia de la declaración.

Tabla 4: Evaluación de los indicadores

Aspectos/Valoración	Muy Adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	No Adecuado
Elementos por evaluar (indicadores) <i>Comentario (observaciones de los expertos)</i>					

A menudo se usa una escala Likert<sup>21</sup> de 9 puntos para la calificación, aunque también se han usado escalas de 3, 5 y 7 puntos (McMillan et al., 2016). Para este estudio se decidió utilizar una escala de 5 puntos, que como refiere (Hurtado de Mendoza, 2012), generalmente se utilizan los rangos de valoración propuestos en la tabla 4. De acuerdo a las habilidades, la encuesta se elaboró de forma tal que, ante cada aspecto que se evaluara, las respuestas fueran lo más cerradas posibles y al mismo tiempo, ofrecieran la posibilidad de argumentar con amplitud.

Una vez plasmados los criterios de los expertos, se siguieron los siguientes pasos establecidos hasta llegar a concluir qué valoración tiene cada aspecto (indicador):

1. Obtención de la tabla de frecuencia observada
2. Obtención de la tabla de frecuencia acumulativa
3. Obtención de la tabla de frecuencia acumulativa relativa
4. Asignación a partir de la tabla de la distribución normal, del valor de la imagen que corresponde a cada frecuencia acumulativa relativa obtenida.
5. Obtención de los puntos a través del cálculo de N-P, donde:

$$N = \frac{\sum \text{Aspectos}}{\text{No. de rangos de valoración} * \text{No. de aspectos}} \quad (2)$$

$$P = \text{Promedio por aspectos}$$

Se dividió la recta por categorías a partir de los Puntos de Corte y se ubicaron los puntos N-P para determinar la categoría de cada aspecto.

$$\text{Puntos de Corte} = \frac{\sum \text{Rangos de valoración}}{\text{No. de aspectos}} \quad (3)$$

Al obtener los resultados se otorgan los respectivos rangos de valoración a cada aspecto analizado: Muy Adecuado (MA), Bastante Adecuado (BA), Adecuado (A), Poco Adecuado (PA) o No Adecuado (NA).

Algunas referencias señalan que lo ideal sería que, si existiera variación respecto a lo planteado inicialmente, se realicen las vueltas pertinentes hasta que los expertos decidan no variar más su opinión y se procesen los rangos de valoración con el mismo procedimiento. Ishikawa et al (1993) indican la probabilidad que dos y más encuestas repetitivas causan una disminución en la tasa de respuesta, lo que puede producir efectos negativos en los análisis posteriores, lo que puede convertirse en una debilidad. McMillan et al. (2016) describen que el número de rondas de encuestas generalmente se decide de antemano y depende del nivel de discrepancia esperado. En la mayoría de los estudios, se utilizan dos rondas, pero ocasionalmente, solo se ha ejecutado una sola. Más de dos

<sup>21</sup> La escala de Likert es un método de investigación de campo sobre la opinión de un individuo sobre un tema. Emplea generalmente 5 niveles de opinión en un cuestionario que identifica el grado de acuerdo o desacuerdo de los especialistas por cada pregunta (McMillan et al., 2016).

rondas aumentan el desgaste del panel (conjunto de expertos), por lo que esto rara vez se hace. Tampoco existe un método estándar para calcular el tamaño de encuestados. Se sugiere una muestra de 30 especialistas como mínimo, aunque también se han utilizado paneles más grandes, lo cual aumenta la variedad de experiencia, pero conduce a rendimientos decrecientes.

Desde la tercera etapa para la aplicación de la encuesta se tomó en consideración una única vuelta, por lo que se diverge con la peculiaridad de ser proceso iterativo, además de limitar la retroalimentación de cada ronda (información estadística), pero se coincide con no desgastar al panel y que los resultados no sean desajustados.

### **3.1.2 Resultados obtenidos de la aplicación de las encuestas**

A continuación, se muestran los resultados de las encuestas para México y Centroamérica y el Caribe. Solamente de los expertos que cumplieron con la condición de los niveles de competencia Medio y Alto, fueron tomadas las respuestas para la validación de la propuesta.

#### **Encuesta para México**

La encuesta fue enviada a 49 especialistas del sector energético en México (Anexos 5 y 6), de los cuales respondieron 30, para un 61.2 % de participación. De las personas participantes, el 6.7 % presenta el grado académico de Licenciado, el 40 % de Máster y el 53.3 % restantes de Doctor, englobando diferentes especialidades. El 26.7 % de los expertos llevan menos de 20 años trabajando en el sector, un 40 % entre 20 y 30 años, y el 33.3 % lleva más de 30 años. El 86.7 % son investigadores y el 60 % trabaja para el sector gubernamental. Todos son de reconocido prestigio y calidad en su desempeño profesional. El coeficiente de competencia  $K$  de todos los expertos es Alto (Anexo 7), con un promedio de 0.87, según de la autovaloración en la metodología empleada (Anexo 5).

El cuestionario estuvo conformado por 49 indicadores con una escala valorativa de: Muy Adecuado (MA), Bastante Adecuado (BA), Adecuado (A), Poco Adecuado (PA) y No Adecuado (NA). Además de la escala alternativa que debían marcar, se le pedían observaciones (opcional) en cada uno de los indicadores, y al final de la encuesta, tenían la elección de sugerir otros, explicando la razón de la propuesta (Anexo 6). La invitación para contestar la encuesta fue mediante correo electrónico por parte del Sr. Víctor Hugo Ventura, Jefe de la Unidad de Energía y Recursos Naturales de la Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Se disponía de dos formas para responder el cuestionario, a través de un enlace (el cual debería ser llenado una vez abierto y que guardaba los criterios automáticamente), y otro por un documento Word anexo, que se podía descargar, llenar y enviar escaneado posteriormente, o simplemente llenarlo de forma digital.

Las respuestas fueron recopiladas por las dos vías: 8 por el enlace y 22 por documentos adjuntos vía correo electrónico. Como resultado, se obtuvo la recepción de 35 observaciones para 47 de los indicadores, permitiendo la reflexión de cómo realizar mejor la medición de 10 de ellos. Fueron propuestos 15 indicadores, los cuales ya estaban enunciados de otra manera y distinta forma de determinarlos.

Los criterios emitidos por los expertos fueron tabulados y procesados estadísticamente como se muestra en los Anexos 8, 9 y 10, donde los puntos de corte (C1 a C5) se corresponden con las 5 categorías evaluativas mencionadas con anterioridad. Una vez introducidos los datos en la tabla del Anexo 8 en la hoja de cálculo de Excel, automáticamente se realizaron los cálculos para obtener un consenso de opiniones entre los expertos. Se obtuvo como resultado que el 24.5 % de los indicadores

fueron reconocidos como MA y el 75.5 % como BA (Anexo 10), por lo que todos los indicadores son tomados como referencia para evaluar la seguridad energética en México, criterio fuertemente avalado por la experiencia y el conocimiento del conjunto de expertos consultados.

### **Encuesta para Centroamérica y el Caribe**

La encuesta fue enviada a 45 especialistas del sector energético centroamericano, logrando la participación de todos los países de Centroamérica (Anexos 5 y 11). De los 45 solo respondieron 39 personas, pero 4 se abstuvieron de participar, por lo que se tabuló la respuesta de 35 especialistas, un 77.8 % de participación con respecto a la cantidad inicial. Al utilizar la metodología empleada en el Anexo 5, excepto un experto, que tuvo un coeficiente de competencia “Bajo”, los demás fueron calificados con un coeficiente Medio y Alto (Anexo 12), con un promedio general de 0.81, calificado como Alto, por lo que existirá una calidad en las respuestas. De las personas participantes, el 23.5 % presentan el grado académico de Ingeniero, el 53 % de Máster y 23.5 % de Doctor, abarcando diferentes especialidades. El 41.2 % de los expertos llevan menos de 20 años trabajando en el sector, el mismo por ciento entre 20 y 30 años, y el 17.6 % lleva más de 30 años. El 41.2 % son investigadores y el 88.2 % trabajan para el sector gubernamental.

En esta encuesta se tuvieron en consideración 41 indicadores, con una escala valorativa de MA, BA, A, PA y NA (Anexo 11), pudiendo hacer comentarios en cada indicador y proponer al final otros indicadores si así fuese estimado. La invitación para contestar la encuesta fue mediante correo electrónico por parte del Sr. Víctor Hugo Ventura, Jefe de la Unidad de Energía y Recursos Naturales de la Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Se disponía de dos formas para responder el cuestionario, a través de un enlace (el cual debería ser llenado una vez abierto y que guardaba los criterios automáticamente), y otro por un documento Word anexo, que se podía descargar, llenar y enviar escaneado posteriormente, o simplemente llenarlo de forma digital.

Las respuestas fueron recopiladas por las dos vías: 8 por el enlace y 26 por documentos adjuntos vía correo electrónico. Se logró la recepción de 30 comentarios para 33 de los indicadores, donde el 45 % de las opiniones incurrieron en cómo realizar otro tipo de medición en algunos de ellos. Fueron propuestos 18 indicadores nuevos, pero las fundamentaciones de estas propuestas no eran convincentes en cuanto a la forma de cálculo.

Los criterios emitidos por los expertos fueron tabulados y procesados estadísticamente como se muestra en los Anexos 13, 14 y 15, donde los puntos de corte (C1 a C5) se corresponden con las 5 categorías evaluativas mencionadas anteriormente. Una vez introducidos los datos en la tabla del Anexo 13 en la hoja de cálculo de Excel, automáticamente se realizaron los cálculos para obtener un consenso de opiniones entre los expertos. Se obtuvo como resultado que el 36.6 % de los indicadores fueron reconocidos como MA, el 61 % como BA y el 2.4 % como A (Anexo 15), por lo que en esta encuesta son tomados también todos los indicadores.

Como señalamiento de los expertos, además que es referencia del diagnóstico realizado en el área del Caribe, existen indicadores para evaluar la seguridad energética de esa región que no fueron contemplados en la encuesta, pero dada la importancia que representan son insertados en el análisis del Caribe. Estos indicadores son:

- Reservas probadas de petróleo y gas natural en Cuba
- Dependencia, diversificación de proveedores y transporte del gas natural en República Dominicana.

En el caso de las reservas probadas de petróleo en Belice y Guatemala, que fueron consideradas en el análisis del sector energético de estos países, no fueron apreciadas en la encuesta, pues la idea de los indicadores que se proponen es que sean comunes para todos los países de la región, y solo esas dos naciones son las que presentan reservas, además, que la producción no es significativa para realizar un análisis regional.

### **3.2 Indicadores**

Con el uso de indicadores se determina un Índice de Seguridad Energética (ISE), permitiendo establecer comparaciones entre los países. El comportamiento del ISE se realiza a partir del desempeño de los indicadores, demostrando los aspectos que se necesitan mejorar. Analizar todos los indicadores de modelos ya propuestos sería un trabajo bien complejo, teniendo en cuenta que no todos cumplen con las características de los países de la región. Es por eso que se propusieron indicadores o variables para determinar el ISE, según las particularidades de la región, y que fueron aprobados por el criterio de expertos.

Para no trabajar con tantos indicadores, se realiza un Análisis de Componentes Principales (ACP), con el objetivo identificar un conjunto  $m$  de variables, tal que  $m < p$  (siendo  $p$  el conjunto original). Este conjunto  $m$  son variables no directamente observables, llamadas factores, siendo menores en números que  $p$ , se pierde la menor cantidad de información y se arroja una solución interpretable. El software escogido para hacer el ACP fue el *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), no solo por ser un paquete estadístico utilizado a nivel mundial, sino también por los descriptivos que presenta, que fueron factibles para el análisis de los resultados finales.

#### **3.2.1 Metodología para la estimación de indicadores**

A partir del análisis de los resultados de las encuestas para el criterio de expertos, se decide analizar la seguridad energética de la subregión CEPAL en tres sub-zonas: México, Centroamérica y el Caribe. Para la confección de la ficha metodológica de los indicadores (Anexo 4) se tomó como referencia la metodología propuesta por Quiroga (2009), formulando los siguientes campos:

- Nombre: Es un nombre claro y conciso que define exactamente lo que muestra el indicador.
- Descripción corta: Se realiza una descripción corta de lo que muestra el indicador, sobre todo cuando éste recibe un nombre más bien científico o técnico; utilizando un lenguaje claro y simple.
- Relevancia o pertinencia: Se especifica la importancia que tiene el indicador propuesto, definiendo la variable o las variables que lo componen.
- Direccionalidad: Se aclara, explícitamente, cuál es la interpretación de cambios (aumentos o disminuciones) en el indicador, es decir, las condiciones actuales en la que se desarrolla.
- Alcance (qué mide el indicador): Se especifica qué dinámicas son las que “captura” o “muestra” el indicador.
- Limitaciones: Se aclara las otras dimensiones y dinámicas que no pueden ser capturadas o vistas a partir del indicador y que pudiesen dar por contenidas.
- Fórmula de cálculo: Se especifican las operaciones y procesamientos de las variables que son necesarios para obtener el valor del indicador, mostrando la unidad de medida en que se expresará el mismo.
- Definición de las variables: Cada una de las variables que es definida con detalle, de forma que no quede lugar a “interpretaciones”, mostrando la referencia que fue tomada para la misma.

- Fuente de los datos: Queda estipulada para cada una de las variables.
- Disponibilidad de los datos (cualitativo): Se refiere a que tan fácil o difícil es el acceso sistemático al dato, más allá de que formalmente se encuentre producido, por ejemplo: si es disponible en formato físico o electrónico, disponible en forma restringida a organismos públicos o es información reservada.
- Periodicidad de los datos: Se especifica la periodicidad para cada variable que compone el indicador. Esta se entiende como el período de tiempo en que se actualiza el dato. Por ejemplo: “Cada cuatro años”, “anual”, “bimensual”, etc.
- Período de la serie tiempo: Se especifica el periodo que será tomado para la investigación, independientemente que la serie disponible sea mayor.

El periodo de la serie de tiempo considerado fue 2000-2017. Se utilizaron datos de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE, 2019), de la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL, 2019) y del Banco Mundial (World Bank, 2019). El acceso a todos los datos fue en formato electrónico, en el caso de la base de datos de la OLADE está disponible en forma restringida a organismos públicos.

Las variables, al tener distintas unidades de medidas y diferentes escalas, fueron normalizadas de manera unidireccional (positiva) en relación con el ISE, como propone Gupta (2008), es decir, a medida que aumenta el valor de la variable, también lo hace el ISE. El ajuste transforma todas las variables seleccionadas en la escala 0 – 1, el valor 0 se le asigna al valor más bajo del indicador que represente inseguridad energética, mientras el valor 1 constituye el valor más alto para la seguridad energética. Los indicadores relacionados positivamente al ISE fueron normalizados a partir de la ecuación 4 y los relacionados negativamente por la ecuación 5:

$$Z_{ijk} = \frac{X_{ijk} - MIN(X_{ik})}{MAX(X_{ik}) - MIN(X_{ik})} \quad (4) \quad Z_{ijk} = \frac{MAX(X_{ik}) - X_{ijk}}{MAX(X_{ik}) - MIN(X_{ik})} \quad (5)$$

Donde  $Z_{ijk}$  es el valor normalizado,  $X_i$  es el indicador del país “k” en el año “j”;  $MIN(X_{ik})$  es el valor cero de seguridad energética considerado para  $X_{ik}$  y el  $MAX(X_{ik})$  es el valor que representa la seguridad energética. Los criterios de normalización se presentan al final de la ficha metodológica de cada indicador (Anexo 4).

Para evaluar la seguridad energética de México, de los 49 indicadores sólo se encontraron información para todo el periodo en 29 de ellos, los que están señalados con paréntesis y asterisco al final:

- Autosuficiencia energética (\*)
- Dependencia externa de energía (\*)
- Dependencia externa de gasolina (\*)
- Dependencia externa de diésel (\*)
- Dependencia externa de gas natural (\*)
- Dependencia externa de electricidad (\*)
- Dependencia de los petrolíferos en el sector transporte (\*)
- Dependencia de la leña en el sector residencial (\*)
- Ingresos de divisas para la importación de petróleo (\*)
- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos (\*)
- Intensidad energética (\*)

- Eficiencia en transformación (\*)
- Diversificación de la producción de energía (\*)
- Diversificación del consumo de energía (\*)
- Diversificación del consumo de combustibles fósiles (\*)
- Diversificación de los proveedores de petrolíferos (\*)
- Diversificación de los proveedores de gas natural
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados (\*)
- Diversificación de fuentes externas de gas natural (\*)
- Diversificación de transporte de petrolíferos
- Diversificación de transporte de gas natural
- Almacenamiento de petróleo crudo
- Almacenamiento de gasolina
- Almacenamiento de gas natural
- Almacenamiento de diésel
- Almacenamiento de GLP
- Almacenamiento de kerosene
- Almacenamiento de fuel oil
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos (\*)
- Tasa de utilización de las refinerías
- Pérdidas de hidrocarburos
- Tiempo de interrupción en el suministro de gas natural
- Duración de las reservas probadas de petróleo (\*)
- Duración de las reservas probadas de gas natural (\*)
- Diversificación de la generación de electricidad (\*)
- Margen de reserva en el sistema eléctrico (\*)
- Margen de reserva operativo (\*)
- Pérdidas de energía eléctrica (\*)
- Tasa de cobertura eléctrica (\*)
- Interrupción del servicio eléctrico (\*)
- Asequibilidad de la energía
- Asequibilidad de la gasolina (\*)
- Asequibilidad del diésel (\*)
- Asequibilidad del GLP
- Asequibilidad del kerosene
- Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial (\*)
- Asequibilidad de la electricidad en el sector comercial
- Asequibilidad de la electricidad en el sector industrial
- Afectación de fenómenos naturales extremos al sector energético

Para Centroamérica se consideraron sus siete países: Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. De la propuesta inicial sólo se encontraron datos para 29 indicadores, en el periodo de tiempo en estudio, señalados a continuación con un paréntesis y asteriscos al final de cada uno:

- Autosuficiencia energética (\*)
- Dependencia externa de energía (\*)
- Dependencia externa de gasolina (\*)
- Dependencia externa de diésel (\*)
- Dependencia externa de electricidad (\*)
- Dependencia de los petrolíferos en el sector transporte (\*)
- Dependencia de la leña en el sector residencial (\*)
- Ingresos de divisas para la importación de petróleo (\*)
- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos (\*)
- Intensidad energética (\*)
- Eficiencia en transformación (\*)
- Diversificación de la producción de energía (\*)
- Diversificación del consumo de energía (\*)
- Diversificación del consumo de combustibles fósiles (\*)
- Diversificación de los proveedores de petrolíferos (\*)
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados (\*)
- Diversificación de transporte de petrolíferos
- Almacenamiento de petróleo crudo (\*)
- Almacenamiento de gasolina (\*)
- Almacenamiento de diésel (\*)
- Almacenamiento de GLP (\*)
- Almacenamiento de kerosene (\*)
- Almacenamiento de fuel oil (\*)
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos (\*)
- Tasa de utilización de las refinerías
- Pérdidas de hidrocarburos
- Diversificación de la generación de electricidad (\*)
- Margen de reserva en el sistema eléctrico
- Margen de reserva operativo
- Pérdidas de energía eléctrica (\*)
- Tasa de cobertura eléctrica (\*)
- Interrupción del servicio eléctrico (\*)
- Asequibilidad de la energía
- Asequibilidad de la gasolina (\*)
- Asequibilidad del diésel (\*)
- Asequibilidad del GLP
- Asequibilidad del kerosene
- Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial (\*)
- Asequibilidad de la electricidad en el sector comercial
- Asequibilidad de la electricidad en el sector industrial
- Afectación de fenómenos naturales extremos al sector energético

En el caso del Caribe, solo se trabajó con Cuba y República Dominicana. Entre las dos naciones fueron propuestos 48 indicadores, 6 de ellos se refieren a un país en específico. De los indicadores iniciales se encontró información en 24 de ellos, teniendo en cuenta que abarcara todo el periodo. Los señalados con paréntesis y asterisco al final son los que presentan datos:

- Autosuficiencia (\*)
- Dependencia externa en energía (\*)
- Dependencia externa en gasolina (\*)
- Dependencia externa en diésel (\*)
- Dependencia externa del gas natural (República Dominicana) (\*)
- Dependencia de los petrolíferos en el sector transporte (\*)
- Dependencia de la leña en el sector residencial (\*)
- Ingresos de divisas para la importación de petróleo (\*)
- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos (\*)
- Intensidad energética (\*)
- Eficiencia en transformación (\*)
- Diversificación de la producción de energía (\*)
- Diversificación del consumo de energía (\*)
- Diversificación del consumo de combustibles fósiles (\*)
- Diversificación de los proveedores de petrolíferos
- Diversificación de los proveedores de gas natural (República Dominicana)
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados (\*)
- Diversificación de fuentes externas del suministro de gas natural (\*)
- Diversificación de transporte de petrolíferos
- Diversificación de transporte de gas natural (República Dominicana)
- Almacenamiento de petróleo crudo
- Almacenamiento de gasolina
- Almacenamiento de gas natural
- Almacenamiento de diésel
- Almacenamiento de GLP
- Almacenamiento de kerosene
- Almacenamiento de fuel oil
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos (\*)
- Tasa de utilización de las refinerías
- Pérdidas de hidrocarburos
- Tiempo de interrupción en el suministro de gas natural (República Dominicana)
- Duración de las reservas probadas de petróleo (Cuba) (\*)
- Duración de las reservas probadas de gas natural (Cuba)
- Diversificación de la generación de electricidad (\*)
- Margen de reserva en el sistema eléctrico
- Margen de reserva operativo
- Pérdidas de energía eléctrica (\*)
- Tasa de cobertura eléctrica (\*)

- Interrupción del servicio eléctrico
- Asequibilidad de la energía
- Asequibilidad de la gasolina (\*)
- Asequibilidad del diésel (\*)
- Asequibilidad del GLP
- Asequibilidad del kerosene
- Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial (\*)
- Asequibilidad de la electricidad en el sector comercial
- Asequibilidad de la electricidad en el sector industrial
- Afectación de fenómenos naturales extremos al sector energético

### 3.2.2 Análisis de Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales (ACP) permite representar óptimamente las observaciones de un espacio  $p$ -dimensional en otro espacio de dimensión pequeña. Componentes principales es el primer paso para identificar las posibles variables latentes o no observadas que generan los datos. Además, transforma las variables originales, en general correlacionadas, en nuevas variables incorrelacionadas, lo cual facilita la interpretación de los datos (McGraw-Hill Education, 2015).

Las técnicas de componentes principales fueron desarrolladas por Pearson a finales del siglo XIX y estudiadas después por Hotelling en los años 30 del siglo XX. Con la aparición de los ordenadores fue ganando popularidad. Se les llaman componentes principales a las variables resultantes de las variables  $p$  correlacionadas (que miden información común) del conjunto original y que son incorrelacionadas entre sí (que no tienen repetición o redundancia en la información). Estas nuevas  $m$  variables ( $m < p$ ) son combinaciones lineales de las anteriores, las que se construyen según el orden de importancia en cuanto a la variabilidad total que recogen de la muestra y acopian la mayor parte de la información o variabilidad de los datos. Si las variables originales están incorrelacionadas, entonces no tiene sentido realizar un análisis de componentes principales (de la Fuente, 2011).

Algunas de las características de los componentes principales son: que conservan la variabilidad inicial, pues la suma de las varianzas de los componentes es igual a la suma de las varianzas de las variables originales; la proporción de variabilidad explicada por un componente es el cociente entre su varianza, el valor propio asociado al vector propio que lo define, y la suma de los valores propios de la matriz; y que las  $m$  componentes principales ( $m < p$ ) proporcionan la predicción lineal óptima con  $m$  variables del conjunto de variables  $X$  (McGraw-Hill Education, 2015).

Para realizar el ACP, se utilizó el SPSS que es un programa que se utiliza para análisis estadísticos aplicados a las ciencias sociales. Tiene más de 30 años de existencia y es el paquete estadístico con más difusión en el mundo. El método empleado en SPSS fue la Reducción de datos/Análisis factorial (AF) debido a que es una técnica de reducción que busca explicar el máximo de información contenida en sus datos con la menor cantidad de dimensiones. Además, una condición es que todas las variables son independientes, es decir, que no existe una dependencia conceptual de unas variables sobre otras (Alva, 2014). En el SPSS un método de extracción del AF es el de componentes principales. Para saber si el análisis por este método era idóneo se utilizaron algunos descriptivos:

- Comunalidades: valora la proporción de la varianza de una variable que puede ser explicada por el modelo factorial obtenido. Si el valor es igual a 0, los factores comunes no explican nada la variabilidad de una variable, si es igual a 1, entonces se explica totalmente (de la Fuente, 2011).

- Varianza explicada: La varianza asociada a cada factor se utiliza para determinar cuántos factores deben retenerse. En la tabla de porcentajes de la varianza explicada se ofrecen los autovalores retenidos que expresan la cantidad de varianza total expuesta por cada factor. Por defecto se extraen los factores con autovalores mayores a la unidad (regla K1), aunque también se puede elegir el número exacto de factores que se desea incluir en la solución (Alva, 2014).
- Matriz de correlación: algunos estadísticos asociados a ellas que ofrecen información importante son los siguientes:
  - Determinante: es el determinante de la matriz de correlaciones, en una nota al pie de la tabla. Los valores próximos a cero indican que las variables que se utilizan están linealmente relacionadas, lo que significa que el análisis factorial es una técnica pertinente para analizar esas variables (Alva, 2014).
  - Matriz de correlaciones reproducidas: se obtiene a partir de la solución factorial hallada. Si el modelo es bueno, y el número de factores adecuados, entonces la estructura factorial debe ser capaz de reproducir esta matriz. Junto a ella se muestra la matriz de residuos, la que contiene las diferencias entre las correlaciones observadas y las correlaciones reproducidas. Si la mayoría de las correlaciones reproducidas se parecen a las observadas y los residuos son pequeños, el análisis que se está realizando se puede considerar como fructífera (Alva, 2014).
  - La media de adecuación muestral KMO (Kaiser-Meyer-Olkin): comprueba si las correlaciones parciales entre las variables son suficientemente pequeñas, toma valores entre 0 y 1, e indica que el análisis factorial es más adecuado cuanto mayor sea su valor. Kaiser propuso en 1974 el siguiente criterio para decidir sobre la adecuación del análisis factorial de un conjunto de datos (de la Fuente, 2011):
    - ✓  $0.9 \leq KMO \leq 1.0$  = Excelente adecuación muestral.
    - ✓  $0.8 \leq KMO \leq 0.9$  = Buena adecuación muestral.
    - ✓  $0.7 \leq KMO \leq 0.8$  = Aceptable adecuación muestral.
    - ✓  $0.6 \leq KMO \leq 0.7$  = Regular adecuación muestral.
    - ✓  $0.5 \leq KMO \leq 0.6$  = Mala adecuación muestral.
    - ✓  $0.0 \leq KMO \leq 0.5$  = Adecuación muestral inaceptable.
- Matriz de componentes: es la matriz de la estructura factorial que es llamada así porque se utiliza en este análisis el método de componentes principales como método de extracción (Alva, 2014). Cuando las cargas factoriales de la matriz de componentes no son lo suficientemente claras, entonces se recurre a la matriz de componentes rotados.
- Matriz de componentes rotados (Varimax): permite simplificar la interpretación de los factores optimizando la solución por columna al minimizar el número de variables con altas cargas factoriales en un factor. Utiliza el método de rotación ortogonal Varimax que asume que los factores son independientes entre sí (Alva, 2014).

En dependencia de las variables utilizadas, se obtienen la misma cantidad de componentes principales, con valor propio mayor a 1, como bien lo propone la bibliografía actualizada, y apoyándose en la tabla de la Varianza Explicada resultante del SPSS. Sin embargo, McGraw-Hill Education (2015) refiere que, si el autovalor es cercano a la unidad, también puede considerarse para la interpretación y relacionarlo con más variabilidad de los datos.

En cuantos a las cargas factoriales, los valores próximos a 1 son considerados como una relación fuerte y positiva, los próximos a -1 como una relación fuerte y negativa, y los próximos a 0 no tienen correlación. En la bibliografía consultada no se encontró una similitud de criterios sobre el intervalo para clasificar las correlaciones: (Morales, 2011) considera que si es mayor a 0.85 existe una relación grande, (Vinuesa, 2016) que a partir de 0.5 es fuerte o alta, (Ramírez, 2014) que entre 0.5 y 0.7 es moderadamente alta, entre 0.8 y 0.9 es alta y superior a 0.9 es muy alta, y (Mondragón, 2014) considera que superior a 0.75 es una correlación considerable y superior a 0.9 es fuerte. Todas estas consideraciones están en dependencia de las investigaciones que se realizan y de los datos que se utilizan. En esta investigación se consideró como una correlación fuerte a los valores superiores a 0.7<sup>22</sup>.

Para la determinación del ISE, tanto regional como por países, se utilizó la ecuación 6, y fue calculado como una suma ponderada de los componentes (los pesos son las variaciones de los componentes principales sucesivos) entre la variación total (suma de todos los valores propios). Los componentes son calculados como un promedio lineal (Gupta, 2008):

$$ISE = \frac{\lambda_1 C_1 + \lambda_2 C_2 + \dots + \lambda_n C_n}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n} \quad (6)$$

### 3.3 Cálculo del Índice de Vulnerabilidad en Petróleo

Los altibajos de producción, la geopolítica y la economía de mercado darán como resultado incrementos de precios y riesgos de seguridad. La capacidad de reserva disminuye continuamente y los mercados se vuelven cada vez más volátiles y vulnerables a las interrupciones. El alto costo de las importaciones, el riesgo de interrupciones repentinas del suministro y la inseguridad sobre las condiciones del mercado hacen que los países importadores sean extremadamente vulnerables a tales interrupciones. Es por esto que Gupta (2008) cuantifica y evalúa la vulnerabilidad relativa del petróleo de 26 países importadores netos sobre la base de varios indicadores, los cuales combina en un Índice compuesto de Vulnerabilidad en Petróleo (OVI, por sus siglas en inglés).

El OVI captura la sensibilidad relativa de varias economías hacia los desarrollos del mercado petrolero internacional, con un índice más alto se indica una mayor vulnerabilidad. Con análisis de sensibilidad apropiado del OVI se puede enfocar claramente las opciones políticas y estrategias específicas de cada país. Gupta utiliza en su documento 7 indicadores, los que son divididos en dos grupos, el primero sobre la base de riesgo de mercado (4) y el segundo, riesgo de suministro (3)<sup>23</sup>. El OVI es interpretado como una variable no observada o latente, es decir, que no se puede observar directamente.

Tomando en consideración la forma de cálculo propuesta por Gupta, en esta investigación se decide determinar el OVI de la siguiente forma:

$$OVI = \alpha_1 \text{Riesgos de suministro} + \alpha_2 \text{Riesgo de mercado} \quad (7)$$

<sup>22</sup> Los valores fueron tomados de la matriz de componentes o matriz de componentes rotados, resultantes del análisis en el SPSS.

<sup>23</sup> Existen tres riesgos principales que contribuyen a la vulnerabilidad general del petróleo de una economía: riesgo de mercado (riesgos de los efectos macroeconómicos debido a las fluctuaciones erráticas de los precios en los mercados petroleros), riesgo de suministro (riesgos de interrupciones físicas en los suministros de petróleo) y riesgo ambiental (riesgos relacionados con el cambio climático, el calentamiento global, los accidentes y las emisiones contaminantes debidas a un mayor uso de petróleo) (Gupta, 2008).

Donde  $\alpha_i$  representa el peso de las variables en la ecuación.

Los Riesgos de suministro (RS) son determinados según la ecuación 8:

$$RS = \beta_1 \frac{CP}{OP} + \beta_2 RGP \quad (8)$$

Donde:

$\beta_i$ : son el peso de las variables en la ecuación

$\frac{CP}{OP}$ : Relación entre el consumo de petróleo<sup>24</sup> (CP) con respecto a la oferta de petróleo (OP)<sup>25</sup>.

Está relacionado positivamente con la vulnerabilidad del suministro de petróleo y se expresa como la relación entre el consumo nacional de petróleo y la oferta de este.

El  $RGP$  es el Riesgo geopolítico del petróleo<sup>26</sup> el cual explica la vulnerabilidad del suministro de petróleo. La exposición a riesgos geopolíticos se mide sobre la base de cuatro factores: Dependencia de las importaciones netas de petróleo ( $DIN$ ), la Diversificación de las fuentes de suministro ( $Ds$ ), el riesgo político en países que suministran petróleo ( $RP$ ) y Liquidez del mercado ( $LM$ ).

Aunque Gupta calcula su  $RGP$  a partir de dos componentes, del Riesgo de Concentración Geopolítica del mercado petrolero ( $RCGP$ ) y la liquidez del mercado ( $LM$ ), donde el primero se determina como la versión modificada del Índice de Concentración del mercado Herfindahl-Hirschman ( $IHH$ ), en este trabajo el  $RGP$  se deduce como el  $IHH$  de los cuatro factores (Ecuación 9):

$$RGP = IHH (DIN, Ds, RP, LM) \quad (9)$$

Donde:

$DIN = \frac{IN}{OP}$  donde IN sería Importaciones netas y OP Ofertas de Petróleo

$Ds$ : Se utiliza la versión modificada del IHH.

$RP$ : Se calcula a partir del RP de cada país suministrador por su porcentaje de participación en el abastecimiento de cada país.

$LM$ : se mide como la relación entre las importaciones mundiales de petróleo ( $Im$ ) y las importaciones netas de petróleo ( $IN$ ) de un país determinado:

$$LM = \frac{Im}{IN} \quad (10)$$

El Riesgo de mercado se calcula de la siguiente forma:

$$RM = \gamma_1 \frac{IN}{PIB} + \gamma_2 IP + \gamma_3 \frac{PIB}{Pob} + \gamma_4 Ps \quad (11)$$

Donde se asume que:

---

<sup>24</sup> Se refiere al petróleo y derivados

<sup>25</sup> En este caso, Gupta utiliza en vez de OP, DoR (Reservas nacionales de petróleo). Como la mayoría de los países no tienen reservas, se decidió utilizar la relación de CP y OP para todos, para que hubiese homogeneidad en los datos y los resultados.

<sup>26</sup> El riesgo geopolítico del petróleo se define como la exposición de una economía a distorsiones físicas del suministro debido a un control del suministro motivado estratégicamente por los países exportadores de petróleo o averías en los sistemas políticos y económicos (como la guerra o las fallas del gobierno en las estructuras políticas centralistas de los estados productores) (Gupta, 2008).

$\gamma_i$ : son el peso de las variables en la ecuación

$\frac{IN}{PIB}$ : Relación entre las importaciones netas de petróleo y PIB

Se mide como la relación entre el valor de las importaciones netas de petróleo y el PIB medido al tipo de cambio del mercado. Su unidad es el porcentaje.

$IP$ : Intensidad del Petróleo: Consumo de petróleo por unidad de PIB

La intensidad del petróleo es la relación del petróleo consumido (CP) con respecto a su PIB. Se expresa como toneladas de equivalente de petróleo por unidad de PIB o toe / GDP:

$$IP = \frac{CP}{PIB} \quad (12)$$

$\frac{PIB}{Pob}$ : PIB per cápita

Se expresa como una relación del PIB (medido en dólares estadounidenses al tipo de cambio existente) con respecto a la población.

$Ps$ : Participación del petróleo en el suministro total de energía

Se expresa como la relación del consumo de petróleo (CP) en el consumo total de energía primaria (CEP). Su unidad es el porcentaje:

$$Ps = \frac{CP}{CEP} \quad (13)$$

Todos los indicadores seleccionados se normalizan y se relacionan positivamente con el OVI, utilizando la Ecuación 4 en el caso de  $DIN, Ds, RP, \frac{IN}{PIB}, IP$  y  $Ps$ , y la Ecuación 5 para los demás indicadores. El ajuste transforma todas las variables seleccionadas en la escala 0 -1, donde el valor de 0 se asigna al país con el valor más bajo de vulnerabilidad y el valor de 1 se asigna al país con el valor más alto de vulnerabilidad.

Tomando en consideración la propuesta de Gupta en clasificar los países en Muy Vulnerables y Poco Vulnerables mediante una agrupación univariante, se propone clasificar el OVI de los países en estudio de la siguiente forma:

- ✓  $OVI = 1$ : *Muy Vulnerable*.
- ✓  $0.8 \leq OVI < 1$ : *Bastante Vulnerable*
- ✓  $0.55 \leq OVI < 0.8$ : *Vulnerable*.
- ✓  $0.35 \leq OVI < 0.55$ : *Poco vulnerable*
- ✓  $OVI < 0.35$ : *No vulnerable*

### 3.4 Conclusiones

En el capítulo se expone una de las formas para estimar la seguridad energética de los países en estudio, que es a través de indicadores. Como existen muchos indicadores, una de las mejores formas para seleccionarlos es utilizar el método Delphi, el cual recopila la opinión de un conjunto de especialistas con alto nivel de competencia. Las encuestas permiten que participen expertos de varios países. Para que la encuesta cumpla el propósito y la calidad requerida, se recomienda la ejecución de cuatro etapas.

Con la elaboración de una ficha metodológica para los indicadores se posee mayor conocimiento sobre la determinación de los mismos, además de que los revisores perciben a detalle en qué se fundamentan. La normalización permite llevar a todas las variables a una unidad de medida y así sintetizarlas en un índice general para un análisis superior del problema. Al acudir al método de componentes principales, las nuevas variables (que no están relacionadas), en una proporción menor a las originales, acumulan la mayor variación de los datos y facilita la interpretación de los mismos. Aunque se puede utilizar cualquier paquete estadístico para el ACP, los descriptivos del SPSS son más factibles para el esclarecimiento de la idoneidad del estudio. La determinación de las cargas factoriales están en correspondencia con el tipo de datos e investigación, por lo que para determinarlas hay que tener referencias acordes al estudio que se realiza.

Se mantuvieron los mismos indicadores de la propuesta sometida al criterio de expertos. Fue suficiente una sola ronda para que todos los indicadores fueran aprobados, con una serie de recomendaciones para el tratamiento de estos. Cada país puede ser capaz de calcular su propio ISE con los indicadores que fueron presentados y avalados por los especialistas, así como por la metodología presentada en este documento. Con el ACP se trabaja con menos variables, se pierde poca información y se proyecta una solución interpretable, por lo que se recomienda este método como herramienta estadística en el software que se tenga disponible para ello.

#### Capítulo 4: Análisis y discusión de la evaluación del Índice de Seguridad Energética y el Índice de Vulnerabilidad en Petróleo

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de los indicadores seleccionados, justificando el comportamiento de estos y cómo inciden en el resultado final de los índices.

##### 4.1 Resultados del Análisis de Componente Principales

En el ACP en el SPSS fueron empleados los indicadores de los cuales se encontraron datos en el periodo seleccionado (2000-2017). A continuación, se presentan los resultados por cada región y país. No se hace un análisis de la proyección de la tendencia del índice, solo una pequeña descripción de su comportamiento en el periodo señalado y posibles causas que lo determinan.

##### México

De las 48 variables propuestas se encontraron datos para 29. En la tabla de las comunalidades (Anexo 16) se aprecia que el modelo factorial obtenido explica más del 77 % de la variabilidad de las variables originales, 19 variables (65.5 %) explican más del 90 % de esa variabilidad. Si se asumiera la consideración de los autovalores mayores a la unidad, serían tomados 5 componentes principales, explicando alrededor del 86.5 % de la varianza, pero como el sexto componente está próximo a la unidad, se toman entonces esa cantidad de exponentes principales para explicar un 91.4 % de la varianza (Tabla 7):

Tabla 7: Varianza total explicada. Caso México

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado			Sumas de cargas al cuadrado		
	Total	% de	%	Total	% de	%	Total	% de	%
1	16.059	55.377	55.377	16.059	55.377	55.377	11.156	38.467	38.467
2	5.577	19.232	74.609	5.577	19.232	74.609	5.417	18.678	57.145
3	1.456	5.020	79.629	1.456	5.020	79.629	3.816	13.159	70.304
4	1.289	4.445	84.074	1.289	4.445	84.074	3.104	10.703	81.007
5	1.201	4.143	88.217	1.201	4.143	88.217	1.585	5.464	86.471
6	0.931	3.209	91.426	0.931	3.209	91.426	1.437	4.954	91.426
7	0.755	2.603	94.029						
8	0.567	1.954	95.983						
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
16	0.016	0.056	99.960						
17	0.012	0.040	100.000						
....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
29	-2.666E-15	-9.193E-15	100.000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Al tomar 6 componentes principales, en la matriz de residuos del análisis factorial existen 49 residuos (12 %) no redundantes con valores absolutos mayores a 0.05, por lo que el análisis es fructífero, es decir, que la mayoría de las correlaciones reproducidas se parecerán a las correlaciones observadas. En la matriz de correlación el valor el determinante es cero, lo cual es buen síntoma de la idoneidad del análisis que se está realizando. Como las cargas factoriales de la matriz de componentes no eran lo suficientemente claras (Anexo 17), entonces se recurrió a la matriz de componentes rotados (Anexo

18). Al elegir las variables que tuvieran una carga superior a  $\pm 0.7$ , quedaron 21 variables, distribuidas de la siguiente forma: 11 en el primer componente, 4 en el segundo, 2 en el tercero, 2 en el cuarto y 1 en cada uno de los dos restantes, como se observa en el Anexo 18.

Una vez normalizadas las variables y calculados los factores de pesos (Tabla 8), el ISE es calculado como la suma ponderada de los seis componentes, siendo 0.917 la variación total del índice.

Tabla 8: Pesos de los componentes principales

<i>Componente</i>	<i>Autovalores</i>	<i>Peso (<math>\lambda</math>)</i>
1	11.156	0.385
2	5.417	0.187
3	3.816	0.132
4	3.104	0.107
5	1.585	0.055
6	1.437	0.050
<i>Variación total</i>		0.914

La ecuación del ISE para México queda de la siguiente forma:

$$ISE_{México} = \frac{\lambda_1 C_1 + \lambda_2 C_2 + \lambda_3 C_3 + \lambda_4 C_4 + \lambda_5 C_5 + \lambda_6 C_6}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6} \quad (8)$$

$$= \frac{0.385 * C_1 + 0.187 * C_2 + 0.132 * C_3 + 0.107 * C_4 + 0.055 * C_5 + 0.05 * C_6}{0.914}$$

Entonces:

$$ISE_{México} = 0.421 * C_1 + 0.204 * C_2 + 0.144 * C_3 + 0.117 * C_4 + 0.06 * C_5 + 0.054 * C_6 \quad (9)$$

De 2000 a 2004 el ISE de México (Figura 12) iba en ascenso, desde 0.74 a un valor de 0.78. El aumento es debido principalmente a que en ese periodo disminuyeron las importaciones de diésel y gasolina y los márgenes de reserva (MR) y de reserva operativo (MRO) crecieron. Otros indicadores como la autosuficiencia, dependencia externa de energía, dependencia externa de electricidad, generación de divisas por el subsector hidrocarburos, peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos y la tasa de cobertura eléctrica mantuvieron valores elevados.

En esos 5 años, el Sistema Nacional de Refinación (SNR) mostró un incremento de su producción, principalmente de gasolinas y diésel (PEMEX, 2008), pudiéndose asociar a esto la disminución de las importaciones de petrolíferos, especialmente de los dos antes mencionados, pues las gasolinas disminuyeron un 40 % su importación de 2000 a 2003, y el diésel un 89.4 % de 2000 a 2004 (SENER, 2020b). A principios de los años 2000, entraron en operación varios proyectos de generación, que unidos con una menor demanda de energía eléctrica, permitió aumentar la capacidad de reserva del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y llegar a niveles superiores del MR y el MRO de los que históricamente se tenían (SENER, 2013). En los años restantes, debido al alto grado de confiabilidad del SIN, estos márgenes se mantienen con números cercanos e iguales a la unidad.

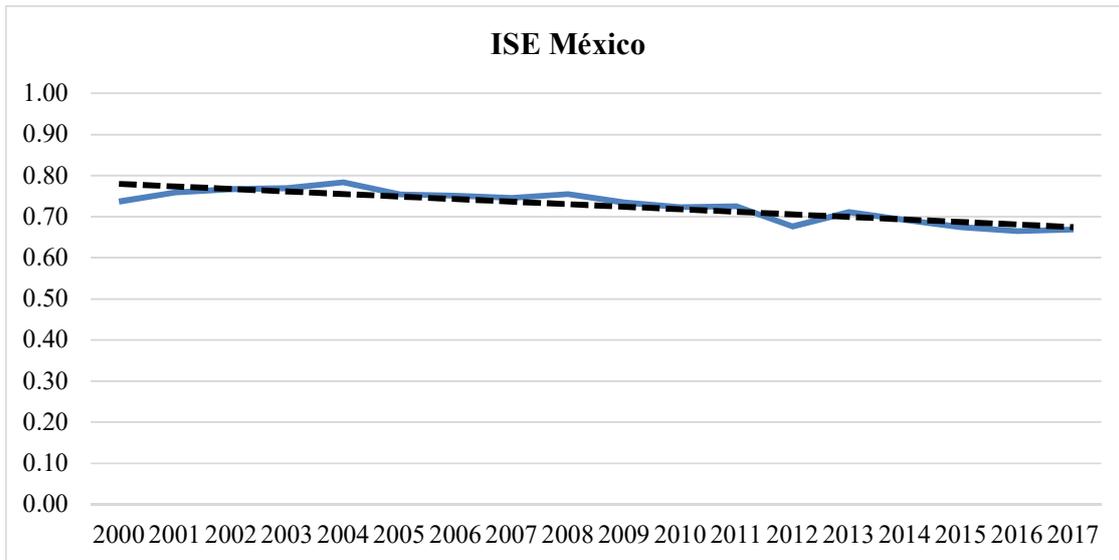


Figura 2: Índice de Seguridad Energética en México

La producción de energía en todo el periodo que se analiza va a ser mayor que el consumo, por lo que la “Autosuficiencia energética” del país va a tener el máximo valor en todo momento, al igual que la “Dependencia externa de electricidad” por considerarse un país exportador neto (SENER, 2020b). Hasta el 2015, las importaciones de energía son superiores a las exportaciones, por lo que no existirá hasta ese año dependencia de energía; además, la balanza petrolera se comportará positiva también hasta ese año (Banxico, 2019). Es por eso que hasta el 2015 los indicadores “Dependencia externa de energía” y “Generación de divisas por el subsector hidrocarburos” tendrán el máximo permisible.

A partir de 2004 la tendencia del índice es a una depreciación, pues en ese periodo algunos indicadores sufren modificaciones significativas relacionadas negativamente al ISE: la producción de las refinerías y las reservas probadas de petróleo disminuyen su valor (por la declinación natural de los yacimientos petroleros), crecen las importaciones y precios de gasolina y diésel, así como la dependencia al gas natural.

Las reservas probadas de hidrocarburos disminuyeron en un 65.8 % de 2000 a 2017 (SENER, 2020b). La mayoría de los campos del país son pequeños y el de mayor tamaño, que es Cantarell, desde el 2004 ha venido declinando, al alcanzar ese año el 59 % de sus reservas originales (Lajous, 2009). Desde ese mismo año, el SNR muestra un descenso de la producción (PEMEX, 2008). La falta de eficiencia del SNR se aprecia hasta el final del periodo, cuando en 2017 fue necesario importar el 68 % de las gasolinas para compensar el consumo nacional (SENER, 2020b). La tasa de crecimiento de la producción de petróleo ha descendido como promedio 4 % cada año, lo que genera que exista una menor disponibilidad para refinar, además que entre el 40 % y 60 % es lo que se destinada para la refinación, mientras que el resto se exporta (SENER, 2018b).

En el 2000 se consumieron 572 Mbd de petrolíferos y para 2009 fue de 248 Mbd más (Granados et al., 2013). La dinámica mostrada por el aumento de la demanda ha estimulado que el suministro del mercado nacional se complemente con importaciones de manera creciente, principalmente desde 2004, afectando también a la balanza comercial de petrolíferos, que muestra un déficit acentuado desde 2003 (PEMEX, 2008). Las importaciones de los combustibles continuarán incrementándose, puesto que como los plazos para la construcción de nuevas refinerías son largos, el país apuesta por

el bajo costo al importar los petrolíferos, aunque esto demuestre dependencia del exterior. Además, aunque se pudiera refinar todo el petróleo que se produce, no sería suficiente para abastecer la demanda del país (Gil & Chacón, 2008).

Todo esto repercute en los precios al consumidor final y en su economía, pues los productos petrolíferos han mostrado mucho incremento: la gasolina y el diésel desde 2005 no han dejado de ampliar su precio, en 2016 el 5.8 % de los ingresos trimestrales de los hogares se gastaban en la compra de combustibles para vehículos (INEGI, 2016).

El consumo de gas natural ha aumentado vertiginosamente en los últimos años, aunque la producción en el país ha quedado muy atrás. Es por eso que casi el 70 % del gas que se consume en México es importado, principalmente de los Estados Unidos. La proyección del país sobre el gas natural es que la producción nacional se duplique para 2032, disminuyendo la importación, mientras que el pronóstico del gobierno americano anticipa más exportaciones al país, como mismo lo demuestra las estadísticas de los balances de energía en México. Los problemas presupuestarios y de ejecución que presenta PEMEX le imposibilita aumentar la producción de gas, además de que a la empresa le es más rentable extraer un barril de petróleo que el equivalente en gas (Irastorza & McNeece, 2019).

En el año 2012 se aprecia una disminución del ISE con respecto al año anterior de 0.73 a 0.68, principalmente por:

- Los incrementos en los precios internacionales del petróleo y sus derivados (González, 2012), por lo que la “Asequibilidad de la gasolina” y la “Asequibilidad del diésel” mostraron una disminución de sus valores.
- El consumo de 260,000 toneladas más de GLP en comparación con el 2011 hicieron que el indicador “Diversificación del consumo de combustibles fósiles” aumentara su índice, que se relaciona negativamente con el ISE. Este aumento de la demanda de GLP se debió a que 40 empresas migraron del gas natural (producto del desabasto) a este hidrocarburo (Oil & Gas Magazine, 2012).
- En relación al año anterior, disminuye la cantidad de países que le suministra petróleo y derivados y aumenta de las importaciones de Estados Unidos de 81.2 % a 86.8 % (OEC, 2019), por lo que la “Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados” aumentó su índice.
- Una disminución del consumo nacional de energía en 4.89 % respecto al 2011, lo que provoca que la “Intensidad energética” se contraiga de un año a otro (SENER, 2012, 2014a).
- La disminución del indicador “Margen de reserva operativo”, pues el MRO fue inferior al 6 % ese año como consecuencia del retiro de operación de 17,000 MW de generación por falta de mantenimiento y escasez de gas natural (CIDAC, 2013).

En 2013 el ISE vuelve a aumentar hasta llegar a 0.72, debido en gran parte a los indicadores:

- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos: Pemex aumentó en 5 % su producción de gasolina y elaboró en las seis refinerías del sistema una producción superior en 4 % respecto al año previo, gracias a las inversiones realizadas en las refinerías del SNR (Notimex, 2014).
- Dependencia externa de diésel: la importación anual se ubicó 20 % por debajo de las compras realizadas en 2012 al reportarse un incremento en su elaboración de casi 5 % más que en el año anterior (Forbes, 2014).

- Margen de reserva operativo: recupera un valor superior al 6 % y su seguridad lograda en el sistema desde 2004, que solo se vio afectada en 2012 por las causas anteriores expuestas.
- Interrupción del servicio eléctrico: el tiempo de interrupción del servicio ha disminuido desde el 2005, llegando a reducirse más de 2012 a 2013 por las diversas acciones para fortalecer y modernizar la infraestructura eléctrica, como es la sustitución y mantenimiento de la infraestructura, incluyendo nuevos y más eficientes circuitos que permiten menos afectaciones generalizadas y un restablecimiento más rápido de los servicios. También se han modernizado subestaciones eléctricas de distribución para garantizar la correcta operación de los transformadores y se han podado árboles para disminuir las fallas ocasionadas por ramas que podrían derribar el cableado ante la presencia de vientos fuertes (Notimex, 2015).
- Diversificación de fuentes externas de suministro de gas natural: De 4 países que le suministraron en 2012, principalmente de Perú y Estados Unidos, en 2013 fueron 11 países (OEC, 2019).

A partir de 2013 el ISE tiende a disminuir, propiciado esencialmente por el aumento de la dependencia de energía, el descenso de las reservas de petróleo, de la refinación de productos y de los países suministradores de gas natural, el ascenso de las importaciones de gasolina y diésel y de los precios de estos combustibles en el mercado nacional, que hace que los valores de los indicadores de asequibilidad se reduzcan.

Al realizar el análisis del comportamiento del ISE en México, se observa como en el periodo la tendencia es a su disminución. Un aspecto interesante es la diferencia de los indicadores del sector hidrocarburos con respecto al eléctrico. En las observaciones realizadas, los indicadores que pertenecen al sector eléctrico no interactúan con el bajo valor del ISE, excepto la diversificación de la generación de electricidad (que presenta un valor por debajo de 0.5 en casi todo el periodo), los demás se acercan o mantienen el máximo valor que atribuye una seguridad energética. La declinación de las reservas probadas de petróleo ha conllevado a un decrecimiento de la producción nacional de crudo y aumento de las importaciones de los derivados, principalmente de los Estados Unidos. Estos elementos repercuten en los indicadores asociados a los hidrocarburos, los cuales disminuyen su valor y hacen que el ISE también se contraiga en estos años.

### **Centroamérica**

Se hallaron datos para 29 variables de las 40 propuestas. Al procesarlas en el SPSS, el 86.2 % del total (25 variables) expresaron más del 70 % de la variabilidad de las variables originales, según la tabla de las comunalidades (Anexo 19). Para explicar el 82.2 % de la varianza de los datos originales, se tomaron 7 componentes principales (Tabla 9). En la matriz de residuos del análisis factorial existen 62 residuos (15 %) no redundantes con valores absolutos mayores a 0.05, por lo que el análisis es fructífero, es decir, que la mayoría de las correlaciones reproducidas se parecerán a las correlaciones observadas. En la matriz de correlación el determinante tiene un valor de 2.697E-18, menor que cero, y al analizar el KMO, este arroja un valor de 0.761, por lo que presenta una aceptable adecuación muestral. Todas estas condiciones proyectan la idoneidad del análisis que se realiza.

Las cargas factoriales de la matriz de componentes no eran lo suficientemente claras (Anexo 20), por lo que se acudió a la matriz de componentes rotados (Anexo 21). Al elegir las variables que tuvieran una carga superior a  $\pm 0.7$ , quedaron 21 variables, distribuidas de la siguiente forma: 6 en el primer componente, 4 en el segundo, 4 en el tercero, 3 en el cuarto, en el quinto 2, y en los dos restantes, 1 en cada uno, como se observa en la matriz de componentes rotados (Anexo 21).

Tabla 9: Varianza total explicada. Caso Centroamérica.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	7.215	24.881	24.881	7.215	24.881	24.881	6.587	22.714	22.714
2	6.786	23.398	48.279	6.786	23.398	48.279	4.873	16.804	39.519
3	3.359	11.583	59.863	3.359	11.583	59.863	4.334	14.946	54.465
4	2.185	7.536	67.399	2.185	7.536	67.399	2.622	9.041	63.505
5	2.056	7.088	74.487	2.056	7.088	74.487	2.010	6.930	70.435
6	1.245	4.293	78.779	1.245	4.293	78.779	1.841	6.350	76.785
7	0.992	3.419	82.198	0.992	3.419	82.198	1.570	5.413	82.198
8	0.936	3.228	85.426						
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
28	0.013	0.045	99.966						
29	0.010	0.034	100.000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Al deducirse los factores de peso de los componentes principales (Tabla 10), el ISE para Centroamérica se determina como la suma ponderada de los siete componentes, siendo 0.82 la variación total del índice (Ecuación 10).

Tabla 10: Pesos de los componentes principales

Componente	Autovalores	Peso ( $\lambda$ )
1	6.587	0.227
2	4.873	0.168
3	4.334	0.149
4	2.622	0.090
5	2.010	0.069
6	1.841	0.063
7	1.570	0.054
<i>Variación total</i>		0.82

La ecuación del ISE para Centroamérica queda de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 ISE_{\text{Centroamérica}} &= \frac{\lambda_1 C_1 + \lambda_2 C_2 + \lambda_3 C_3 + \lambda_4 C_4 + \lambda_5 C_5 + \lambda_6 C_6 + \lambda_7 C_7}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_7} \quad (10) \\
 &= \frac{0.227 * C_1 + 0.168 * C_2 + 0.149 * C_3 + 0.09 * C_4 + 0.069 * C_5 + 0.063 * C_6 + 0.054 * C_7}{0.82}
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$\begin{aligned}
 ISE_{\text{Centroamérica}} &= 0.276 * C_1 + 0.204 * C_2 + 0.182 * C_3 + 0.11 * C_4 + 0.084 * C_5 \\
 &+ 0.077 * C_6 + 0.066 * C_7 \quad (11)
 \end{aligned}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación 11 y representándolos gráficamente (Figura 13) se aprecia como el ISE para esta región se mantiene entre los valores 0.53 y 0.57.

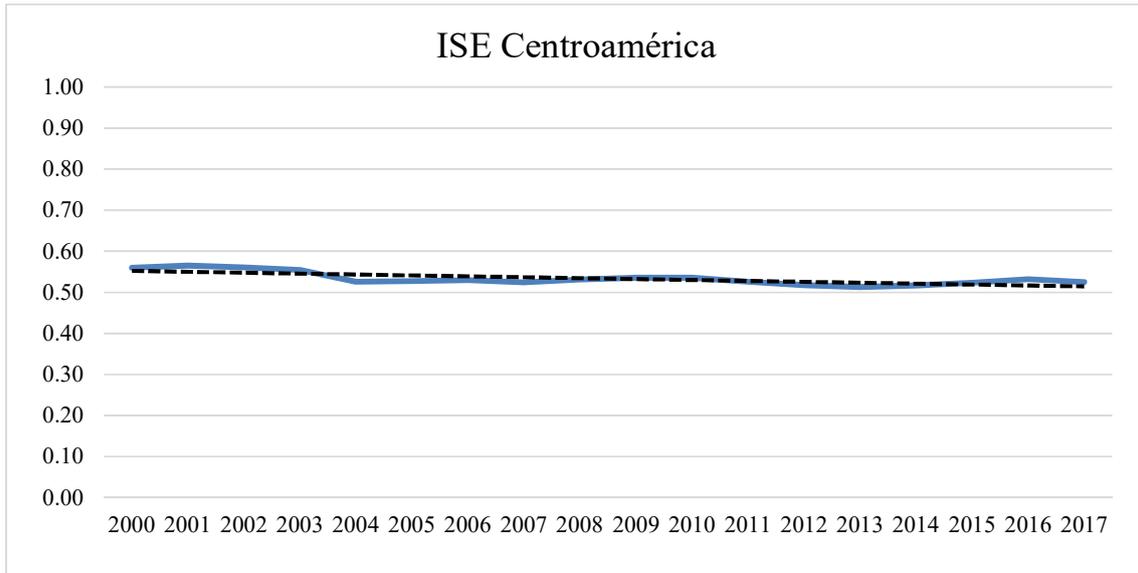


Figura 3: Índice de Seguridad Energética en Centroamérica

En la Figura 13, aunque el ISE es bastante estable, se observan varios ciclos de ascenso y descenso, con una tendencia a la disminución. La dependencia del precio del petróleo en el mercado internacional influye en todos los países por ser importadores netos, es por eso que cada fluctuación del índice está asociada al comportamiento de las crisis del petróleo. El cierre de las refinerías de varios países; el aumento de las importaciones, principalmente de los Estados Unidos; el crecimiento del parque vehicular; las crisis económicas internacionales y nacionales; el aumento de la generación de electricidad; la inclusión de otras fuentes de energía para el consumo residencial; son otros de los sucesos que inciden en la conducta del ISE de Centroamérica y que serán observados al examinar cada país.

### Belice

En Belice fueron encontradas 19 variables. Con el ACP, se explican el 90.9 % de la variabilidad de los datos originales, agrupados en 6 componentes. La ecuación del ISE para Belice quedó de la siguiente forma:

$$ISE_{\text{Belice}} = \frac{0.286 * C_1 + 0.202 * C_2 + 0.141 * C_3 + 0.112 * C_4 + 0.089 * C_5 + 0.079 * C_6}{0.909} \quad (12)$$

Al sustituir los valores, y representarlos gráficamente, se denota el crecimiento del ISE en este país, mostrado en la Figura 14. Aunque a principios de los 2000 es el país con el índice más bajo de la región, durante este periodo es el de mayor crecimiento. Al no contener refinerías, el 100 % de la oferta de los derivados del petróleo es importada, por eso que los indicadores “Dependencia de gasolina” y “Dependencia de diésel” tienen valor cero. El consumo de los petrolíferos por el sector

del transporte supera el 65 %, por lo que en todo el periodo el indicador es bajo. Estos son algunos de los indicadores que influyen en el comportamiento de la Figura 14 y que se analizarán a continuación.

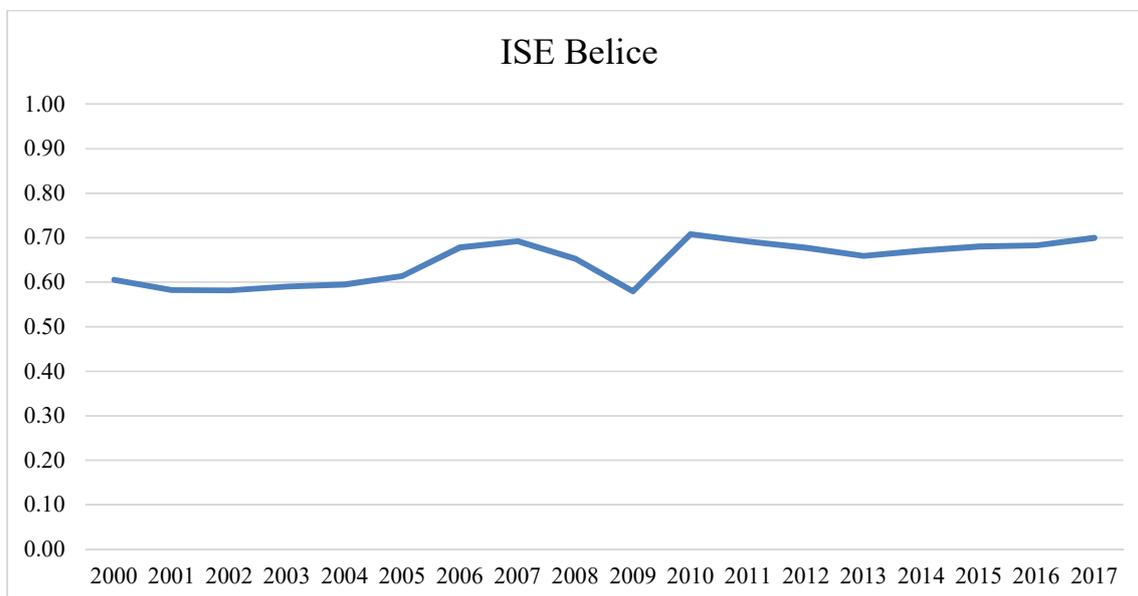


Figura 4: Índice de Seguridad Energética de Belice.

De 2000 a 2005 el índice se mantiene despreciable, precisamente por la alta dependencia en las importaciones de energía, que afecta a todos los indicadores. La Dependencia de la leña en sector residencial mantiene su valor de 0.73 como promedio en este periodo, y es que el consumo de la leña se mantiene estable, sobre el 27 % del consumo total de este sector.

Desde el 2005 hasta el 2007 se aprecia un crecimiento notable. Con el hallazgo en el 2005 de petróleo por la compañía *Belize Natural Energy Limited* juntos con otras europeas (SICA, 2005), la producción de petróleo aumenta en los años venideros. Debido a esto, se incrementa la producción de energía y se reducen las importaciones; en el 2006 se comienza a exportar petróleo, además de que una parte de la producción se destina para centrales eléctricas; con los aumentos de los precios internacionales del crudo en esos años y las exportaciones, la balanza petrolera se contrae y llega a ser positiva en 2008. A raíz de los anterior, indicadores como “Autosuficiencia energética”, “Dependencia externa de energía”, “Generación de divisas por el subsector hidrocarburos” y Diversificación del consumo de combustibles fósiles” aumentan su valor en esta etapa.

En 2007 la economía se vio afectada por el impacto del huracán Dean al país, lo cual afectó la producción agrícola y el turismo. Unida a la recesión económica mundial en 2008 y la caída del turismo nacional, la recuperación fue revertida en ese año, por lo que la economía se estancó en 2009, recuperándose en 2010 (The Commonwealth, 2020). Esta crisis se vio reflejada también en la seguridad energética, afectando a variables como:

- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos: las importaciones aumentaron, y unidas a los altos precios del petróleo en el mercado mundial, hizo que la balanza petrolera fuera negativa y con un valor muy bajo. A esto se le unió la caída de la balanza de bienes y servicios, por lo que el indicador, pasó del máximo valor a casi el mínimo (0.04).

- Diversificación del consumo de combustibles fósiles: en el 2009 los sectores Transporte e Industria aumentaron el consumo de petróleo, por lo que, al crecer su participación, el valor del indicador disminuyó.
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados: las mayores importaciones provinieron de Nigeria ese año (OEC, 2019), por lo que el valor del indicador decrece.

Al recuperarse el país en el 2010 del estancamiento de su economía, las exportaciones de petróleo crecieron un 71 % y ascendieron a 103.1 millones de dólares por el alza de los precios, así como la balanza de bienes y servicios. Además, se aprecia un notable incremento en la generación de electricidad, sobre todo por hidroeléctricas (CEPAL, 2011), por lo que se puede asociar a la disminución de las importaciones eléctricas (OLADE, 2019). Estos factores propiciaron que los indicadores “Generación de divisas por el subsector hidrocarburos”, “Dependencia externa de electricidad” y “Diversificación de la generación de electricidad” aumentaran su valor en ese año.

En 2011 la curva de producción de petróleo llega a su máxima capacidad (González, 2013), por lo que al comenzar a descender la producción nacional de crudo, también se limitan las exportaciones y se amplían las importaciones de combustibles. Esto repercute en los indicadores “Autosuficiencia energética”, “Dependencia externa de energía”, “Generación de divisas por el subsector hidrocarburos”, “Intensidad energética” y “Diversificación del consumo de combustibles fósiles”, que hacia 2013 disminuyen su valor, y, por tanto, también lo hace el ISE.

De 2013 a 2017 el ISE aumenta su valor de 0.66 a 0.70, pues algunos indicadores fueron propicios para eso:

- Dependencia externa de electricidad: las importaciones de energía eléctrica de México disminuyen de un 38.7 a 26.6 % en esos años debido al aumento de la producción nacional de electricidad de energía renovable, como parte de la estrategia para reforzar la independencia energética de la nación (ECPA, 2017).
- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos: debido a que en esos años el precio del petróleo en el mercado internacional baja (Torrijano, 2017), esto repercute positivamente en el indicador, que hace que aumente su valor.
- Intensidad energética: es una de las más bajas de la región según los parámetros regionales, por lo que el valor del indicador aumenta hacia 2017, esto se debe a las medidas del gobierno para mejorar la eficiencia energética, lo que hace regular el consumo de energía del país (ECPA, 2017).
- Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial: para el año 2017 el precio de la electricidad disminuye, así como el consumo medio por consumidor (Rojas, 2018), por lo que el valor de este indicador asciende.
- Diversificación del consumo de energía y Dependencia de la leña en el sector residencial: ambos están relacionados con el crecimiento del consumo de electricidad y GLP en el sector residencial, lo que hace que el por ciento de participación de este sector aumente en el consumo de energía, además de que se utilicen otras fuentes de energía en los hogares para la elaboración de alimentos. La acentuación del consumo de electricidad se debe a la progresión de la electrificación en el país, principalmente en las zonas rurales (ECPA, 2017) y el consumo de GLP por los precios módicos de este derivado (BBN, 2019b).

## Guatemala

El ACP distribuye las variables en 6 componentes, que representan el 90.8 % del total de varianza explicada. La ecuación del índice quedó de la siguiente forma:

$$ISE_{Guatemala} = \frac{0.292 * C_1 + 0.239 * C_2 + 0.113 * C_3 + 0.099 * C_4 + 0.083 * C_5 + 0.082 * C_6}{0.908} \quad (13)$$

En la Figura 15 se representa el ISE para Guatemala, siendo uno de los más altos de la región. Algunos de los indicadores que sobresalen en el periodo son la autosuficiencia energética, la dependencia externa de electricidad y el almacenamiento de combustibles. El primero, aunque tiene algunos descensos, en correspondencia con las caídas del índice (que se observarán más adelante) es superior a 0.91. El país es exportador neto de electricidad, y como se ha visto en secciones anteriores, es el que más aporta energía eléctrica al SIEPAC, por lo que es de esperar que tenga un valor máximo en este indicador en casi todos los años. Los días de almacenamiento de gasolina y GLP alcanzan en 2002 el valor ideal de su indicador para mantenerlo así durante todo el periodo, al igual que el almacenamiento de diésel, lo cual se debe a las acciones del país por poseer una infraestructura necesaria para el almacenamiento y distribución de los combustibles, como lo fue la suscripción a la adhesión a PETROCARIBE en julio de 2008, una alternativa más de suministro para la nación y disponibilidad de recursos para el financiamiento de proyectos, aunque en 2014 estaba inactiva por no ratificar su adhesión (OLADE, 2019).

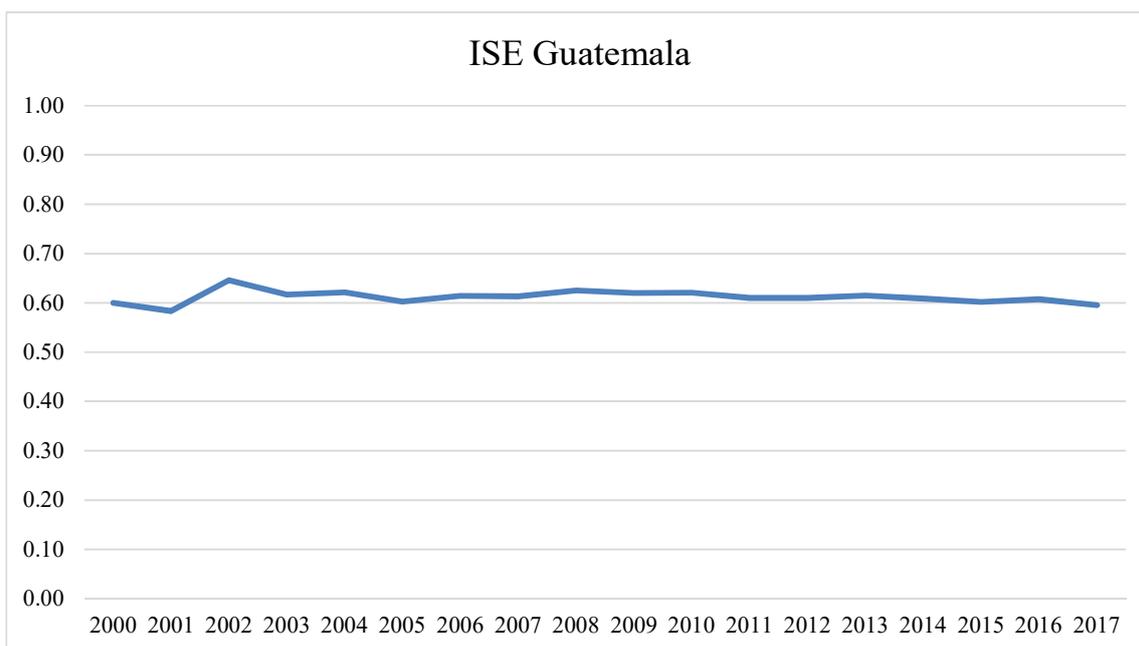


Figura 5: Índice de Seguridad Energética de Guatemala.

Como se observa en la Figura 15, la tendencia del ISE en Guatemala es a la disminución, una primera etapa de 2002-2005 y otra de 2008 en adelante. El máximo sucede en 2002 y el mínimo en 2001, los demás años se comportan en el rango de 0.60 y 0.62, por lo que se puede señalar que el ISE en Guatemala tiene un comportamiento estable.

El indicador “asequibilidad de la electricidad en el sector residencial” va a aumentar su índice en los primeros años hasta mantenerse con el máximo excelente, las razones son las siguientes:

- El salario mínimo y el poder adquisitivo en Guatemala se han elevado desde 2002, se ha eliminado el efecto de la inflación y disminuido la proporción de trabajadores que ganan el salario mínimo. El crecimiento de la economía guatemalteca, así como la generación de buenos empleos, es una prioridad para el país (Bolaños & Rivera, 2017).
- El gobierno guatemalteco<sup>27</sup> para amortizar el efecto del crecimiento de los precios del petróleo sobre las tarifas eléctricas residenciales, firma en el año 2000 la Ley de Tarifa Social mediante el Decreto 96-2000, donde se fijó un subsidio a la tarifa residencial para todos aquellos usuarios con consumos mensuales inferiores a los 300 kWh. El Instituto Nacional de Electrificación (INDE) se ha mantenido como la empresa responsable del financiamiento del subsidio desde entonces, y en varias ocasiones se han realizado cambios adicionales al diseño de la tarifa social (Ramón Espinasa et al., 2013a). A finales de 2017 era el país centroamericano de menor tarifa eléctrica (MEM, 2018a).

El descenso de 2002 al 2003 se produce principalmente por la reducción de la producción de crudo y por el aumento de las importaciones de productos derivados. En el año 2002 la compañía *Chevron Texaco* acordó con el gobierno guatemalteco cerrar la refinería Escuintla, por lo que el país dejó de importar petróleo crudo para la refinación. Desde el 2003 la producción de petróleo ha venido decreciendo en el país, además de que el 90% de la producción nacional se destina a la exportación, y el resto se utiliza mayormente en asfaltos, en el combustible necesario para la generación eléctrica y para las propias operaciones de las refinerías (Espinasa et al., 2013a). Por todo lo anterior es que disminuyen drásticamente los valores de los indicadores “Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos”, “Dependencia externa de gasolina” y “Dependencia externa de diésel”.

Desde el 2008 algunos indicadores tienen variaciones en su valor, por lo que hace que el índice muestre altas y bajas, algunos que influyeron son los siguientes:

- Dependencia externa de energía: el país es considerado como importador neto de petróleo y productos derivados, por lo que el consumo es cubierto casi de manera exclusiva por las importaciones. Desde 2009 también aumentan las importaciones de carbón mineral (OLADE, 2019), lo cual es debido en gran parte a la creciente demanda de la central termoeléctrica San José (Espinasa et al., 2013a). En dependencia del volumen de las importaciones respecto a la demanda, tendrá el indicador su comportamiento anual.
- Intensidad energética: Para normalizarlo, los límites extremos son tomados como referencia a nivel regional. Tanto el CNE como el PIB mantienen ascensos en cada año, por lo que no son considerados para su comportamiento, que se mantiene entre 0.53 y 0.60.
- Diversificación del consumo de energía: Su valor promedio es de 0.60 (oscila entre 0.57 y 0.64) y es que más del 60 % del consumo recae en el sector transporte. La causa principal es el aumento del parque vehicular, en 2015 se apreciaba un crecimiento de 131.33 % en 10 años (Bolaños, 2016), mientras que en el 2017, se registró un aumento de un cuarto de millón de vehículos, con un crecimiento del 8.78 % en comparación con 2016 (Marroquín, 2018).

---

<sup>27</sup> En diciembre de 1999 Alfonso Portillo ganó las elecciones presidenciales y asciende a la presidencia en enero de 2000. Su gobierno toma medidas para reducir el impacto de las políticas liberalizadoras en las poblaciones más vulnerables, entre las que se encontró la Ley de Tarifa Social dieciséis mediante el Decreto 96-2000 (Ramón Espinasa et al., 2013a).

- Diversificación del consumo de combustibles fósiles: Aunque se utilicen otros combustibles fósiles en refinerías, centrales eléctricas y autoprodutores, en el consumo final (por sectores) solo se maneja GLP, por lo que este indicador tiene un valor de cero (OLADE, 2019). Su utilización, que ha ido en aumento en los últimos años, principalmente en el sector residencial, es producto de ser un combustible que ayuda a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero debido a su bajo contenido de carbono (MEM, 2019).
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados: La dependencia de las importaciones de los Estados Unidos ha ido en ascenso, llegando en 2017 a ser del 80 % (CEPAL, 2019). El principal instrumento por el que se rige el abastecimiento de combustibles es el Tratado de Libre Comercio con ese país (CAFTA), con el fin de consolidar la relación comercial con uno de los principales mercados potenciales a nivel mundial, fortalecer el proceso de integración y reducir los costos de transacción (MINECO, 2013).
- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos: En 2011 la balanza petrolera tuvo su mayor valor negativo al subir la bolsa de las importaciones de hidrocarburos, pues el petróleo alcanzó su precio más alto en este siglo (Cascaer, 2012). Es por eso que en ese año este indicador bajó su valor (a 0.60), el más bajo en el periodo que se analiza. En los años sucesivos, principalmente desde 2014, la factura petrolera se reduce por la baja de los precios internacionales de combustibles (MEM, 2016), por lo que el indicador vuelve a ascender su valor.
- Asequibilidad de la gasolina y del diésel: ambos indicadores se mantuvieron con valores bien bajos, sin llegar a superar los 0.30 antes de 2016 por los altos precios de estos combustibles. Desde 2012 comienzan a ascender ambas variables, debido a que durante el período 2012-2014, el precio de las gasolinas y diésel se mantuvo estable. Con la caída del precio del crudo en 2014 (los precios del petróleo se redujeron 70 % como resultado de la producción petrolera no convencional de Estados Unidos y de la sobreoferta de crudo en el mercado internacional), las gasolinas nacionales redujeron su costo en 28 %. Para el año 2016, los precios nacionales de los combustibles fueron inferiores comparados a los reportados en 2014, los de las gasolinas se redujeron 35% y los del diésel un 45 % (Anaya, 2018).
- Dependencia de la leña en el sector residencial: este indicador no supera en todo el periodo el valor de 0.10. El uso de la leña como principal renglón energético, es debido a la ausencia y/o la dificultad de acceso a servicios energéticos modernos que obligan a su uso para satisfacer las necesidades de gran parte de la población guatemalteca. Dada la gran fluctuación de los precios del petróleo, la demanda de leña y madera para uso doméstico (cocinar los alimentos y calentar la vivienda) puede ser que se mantenga en un futuro, principalmente en el área rural. Aunque las estadísticas indican que el porcentaje de población que utiliza leña ha disminuido, el consumo se ha incrementado debido al crecimiento poblacional y a la agudización de las condiciones de pobreza en el país (MARN, 2013).
- Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte: Dada la alta dependencia de los derivados de petróleo en este sector, que son importados casi en su totalidad por razones expuestas anteriormente, este indicador presenta valores por debajo de 0.43 (en el año 2000), los cuales bajan a 0.22 en el año 2017.

## Honduras

Con 6 componentes principales determinados por el ACP, se explica el 85.2 % de la varianza de los 27 indicadores que fueron encontrados. A partir de la ecuación 14 se determina el ISE para este país.

$$ISE_{Honduras} = \frac{0.231 * C_1 + 0.191 * C_2 + 0.139 * C_3 + 0.133 * C_4 + 0.082 * C_5 + 0.075 * C_6}{0.852} \quad (14)$$

La tendencia del ISE en Honduras es al aumento (Figura 16), aunque está marcado por un ciclo de inestabilidad, de 2006 a 2010, donde se alcanza los valores máximo y mínimo. De 2000 a 2006 no existen cambios significativos, el aumento se debió a indicadores como Autosuficiencia energética, Dependencia externa de electricidad, Diversificación del consumo de energía, Diversificación de los proveedores y fuentes externas de petróleo y derivados, así como la Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial. Todas estas variables tienen un comportamiento inconstante que se analizarán a continuación.

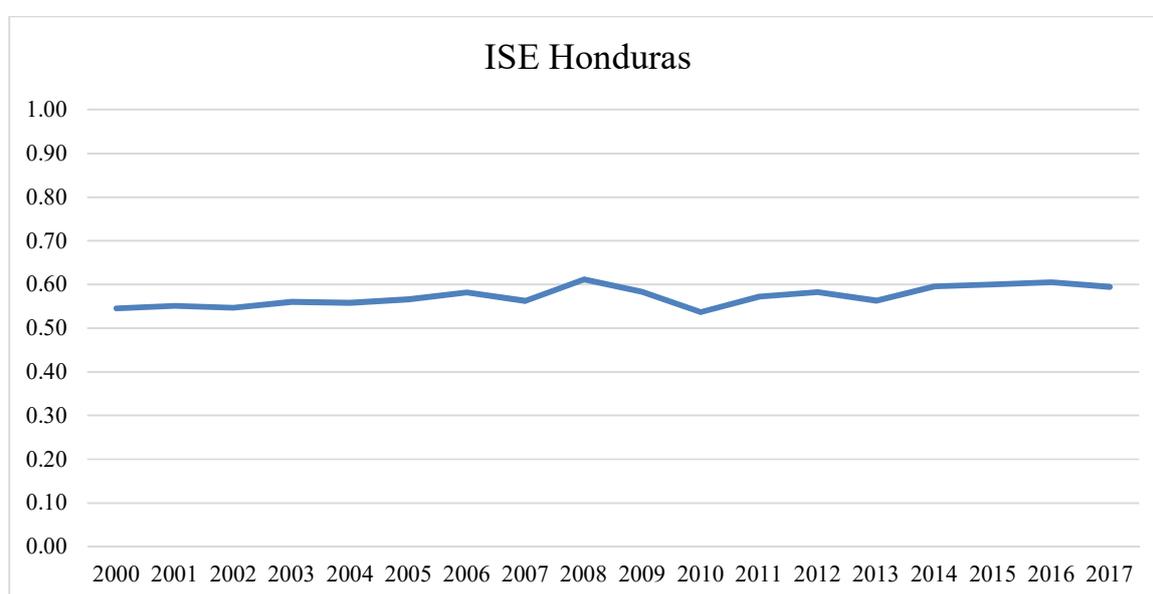


Figura 6: Índice de Seguridad Energética de Honduras.

El periodo 2006-2010 es inestable, por eso es que se analizará en tres etapas 2006-2007, 2007-2008 y 2008-2010. A partir de 2010 la tendencia es a aumentar, manteniéndose desde 2011 entre los valores de 0.56 y 0.59. Algunos de los sucesos que incidieron en el comportamiento de los indicadores fueron los siguientes:

➤ 2006-2007 (disminuye el ISE)

- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados: aunque se tenga convenios con varios países, el aumento de las importaciones de los Estados Unidos, llegando a ser en 2017 del 90 % del total de los combustibles, ha permitido que este indicador baje su valor. El cambio viene dado cuando desde el 2006 cuando entró en vigencia el Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica y EE.UU. (CAFTA, por sus siglas en inglés) (El Heraldo, 2014a).
- Almacenamiento de gasolina, de fuel oil y de diésel: las plantas de almacenamiento son muy importantes en el país dada su condición de importador de combustibles. No todas las empresas poseen sus propias instalaciones, por lo que las arriendan a otros importadores o a

la Empresa Nacional Portuaria, de ahí la importancia de la necesidad de inversión en infraestructuras de almacenamiento para los productos importados en las terminales marítimas (Domínguez, 2014). Con lo anterior se denota la incapacidad de tener grandes volúmenes de almacenamiento de reserva. De 2006 a 2007 aumentan las importaciones de estos combustibles, pero también el consumo (OLADE, 2019), por lo que los valores de almacenamiento de los tres derivados van a descender.

- Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte: de un año a otro aumenta un 14.1 % la dependencia de los combustibles en este sector, debido a que el consumo de las gasolinas y el diésel aumentan en un 35.8 y 37.8 %, respectivamente (OLADE, 2019). Esto se debe a que de 2006 a 2007 se matricularon un 15.4 % de nuevos vehículos (Benegas et al., 2012).
- Diversificación del consumo de energía: Aunque el sector transporte es el de mayor peso en el consumo de energía, su porcentaje disminuye con los años, dándole mayor participación a los demás sectores (OLADE, 2019).

➤ 2007-2008 (aumenta el ISE)

- Diversificación del consumo de energía: para el período 2008-2013 se presenta una caída de 7.2% del consumo de combustibles en el sector transporte, como resultado del bajo consumo reportado por la Comisión Administradora del Petróleo (Flores, 2018), por lo que este indicador aumenta su valor en este periodo.
- Diversificación del consumo de combustibles fósiles: En el 2008 el indicador aumenta debido a que en ese año disminuyó un poco el consumo en el sector transporte y aumentó el uso de gasolina y diésel en el sector Construcción, insertando también kerosene y fuel oil, aunque el consumo en este sector sigue siendo el menor entre los demás (OLADE, 2019).
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados: De 2007 a 2008 aumentaron los países suministradores, además de que ese año se importó menos de los Estados Unidos, por lo que hubo más participación de otras naciones, como Ecuador y Venezuela (OLADE, 2019).
- Almacenamiento de gasolina, fuel oil y diésel: los niveles de almacenamiento aumentan de un año a otro, cuando a la par también lo hace la oferta y el consumo, mientras que las importaciones de los combustibles tuvieron un aumento discreto con respecto al año anterior (OLADE, 2019).
- Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial: para 2008 el precio de la tarifa eléctrica sufre un aumento debido al “ajuste por combustible”: aunque el gobierno había mantenido una política de subsidios (tanto en la electricidad como en los combustibles), el incremento en el mercado internacional del precio de los carburantes conllevó a un aumento disfrazado de la tarifa (Proceso, 2007). Unido a esto, para 2008 el salario mínimo también aumentó, en un 9.7 % (ACAN-EFE, 2015). El aspecto más importante en el indicador es que para el 2008 el consumo medio por consumidor también disminuye, lo que se puede asociar a las acciones del país por exaltar su eficiencia energética, como la ayuda recibida en el marco de la Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA), al ser donadas al país alrededor de 4 millones de bombillas ahorradoras de energía para suministrar los hogares. Para 2017, el precio de la electricidad aumenta en un 27.2 % respecto a 2008, y el salario mínimo también, en casi el doble. El consumo medio por consumidor desciende considerablemente (CEPAL, 2019), por lo que este indicador alcanza el máximo valor en 2009, para mantenerse así durante el resto del período.

➤ 2008-2010 (disminuye el ISE)

El descenso del ISE se puede asociar a la desaceleración económica mundial derivada de la crisis financiera, así como a las sanciones económicas, comerciales y no económicas por la situación política del país generada por el golpe de estado en junio de 2009. Algunas de las disposiciones que afectaron al sector energético fueron: la suspensión de los subsidios petroleros por parte de Petrocaribe, la imposición de sanciones económicas por los Estados Unidos, la suspensión de todos los préstamos por el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y el Banco Interamericano de Desarrollo. La repercusión de ambas crisis manifestó una contracción en la producción nacional, en los niveles de consumo, en las importaciones, en los países y compañías suministradoras, entre otras (La Prensa, 2011), por lo que varios indicadores mostraron un descenso en sus valores, alterando al índice general:

- Diversificación del consumo de combustibles fósiles
- Diversificación de los proveedores de petrolíferos
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados
- Almacenamiento de gasolina
- Almacenamiento de diésel
- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos: afectado principalmente por el aumento del precio internacional del petróleo. El período más largo de aumento sostenido de los precios del petróleo fue de 2003 a 2008, con un promedio de crecimiento anual de 25 %. Los impactos de los altos precios de los combustibles empezaron a manifestarse desde 2004 (CEPAL, 2009). Es por eso que desde ese año el indicador muestra un descenso de sus valores, en correspondencia con el aumento de la factura petrolera en el país.

➤ A partir de 2010 (aumenta el ISE)

Hacia 2011 Honduras fue logrando restablecer las relaciones con la comunidad internacional. A medida que el entorno económico mundial va mejorando y la crisis política del país se va solucionando con una gradual reversión de los efectos económicos y políticos (El Herald, 2014b), los indicadores del ISE aumentan sus valores, y por ende, el índice general:

- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos: Este indicador asciende sus valores principalmente a finales del periodo. Dos causas son fundamentales: privilegios de pertenecer al esquema de suministro de petrolero venezolano Petrocaribe, que le ofrece una reducción de los precios y financiamiento preferencial de una parte de la factura petrolera (CEPAL, 2009); y el desplome de los precios del petróleo en 2014 en el mercado internacional, que se mantiene en descensos durante los últimos años del periodo (Nieves, 2018).
- Intensidad energética: Entre el 2010-2014 el consumo total de combustibles creció un 13.5 %, donde el GLP y el diésel reportaron las principales tasas de crecimiento, con el 58 y 14 % respectivamente (Vásquez et al., 2017).
- Diversificación del consumo de combustibles fósiles: El país comienza a consumir nuevamente el carbón mineral y el GLP. El crecimiento del GLP fue del 58 % entre 2010 y 2014 (Vásquez et al., 2017).
- Diversificación de los proveedores de petrolíferos: con la salida del mercado centroamericano de Shell y Exxon (que hizo que este indicador bajara su valor entre 2009 y 2011), se incorporan nuevas empresas para operar en el país (Texaco, Unopetrol y Puma), que se

encargan de la importación, distribución y comercialización de combustibles (El Heraldo, 2011), esto hizo que para final del periodo este indicador aumentara.

- Asequibilidad de la gasolina y del diésel: como país dependiente de las importaciones, los precios nacionales de estos combustibles dependen de los valores en el mercado internacional, utilizando como referencia el precio del barril de petróleo de *West Texas Intermediate* (WTI). La correlación que presentan los combustibles locales respecto al WTI son altas, por lo que el precio de las gasolinas y el diésel están a la par del aumento y/o disminución del precio del Barril WTI. Además, frente al alza de los precios internacionales del petróleo y sus derivados, la nación exhibe un ligero aumento debido a la política de fijación de precios que tiene el país (IIES, 2014).

Además del análisis anterior, hay que destacar otros indicadores:

- Dependencia externa de energía: Como en el territorio no existen refinerías, se depende de la importación de los combustibles, que en 2007 representaron un 13.1 % de las importaciones totales y en 2013 un 17.88 %. En el 2017, 53.9 % de la energía ofertada en el país provino de energéticos secundarios, de los cuales el 77 % eran derivados del petróleo (SNE, 2018a). Este indicador es muy variable, aunque se mantiene en un valor intermedio.
- Dependencia externa de gasolina y de diésel: ambos indicadores no llegaron a pasar de 0.1, llegando a presentar un nivel de inseguridad en todo el periodo. De 2010 a 2014 las importaciones de combustible se incrementaron en un 14.46 %, llegando a representar un 21 % de las importaciones totales entre 2008 y 2015 (Vásquez et al., 2017).. En 2017 las importaciones de gasolinas representaron un 25% del total de importaciones de combustible, y las del diésel un 30 % (SNE, 2018a).
- Intensidad energética: Durante el período se observa una tendencia al alza en el consumo total de los principales combustibles: tanto el fuel oil como el diésel presentan las mayores tasas de crecimiento, mientras que las gasolinas presentan un comportamiento estable durante el período de análisis y el GLP mostró un discreto aumento (Vásquez et al., 2017).. Los valores oscilan de 2011 a 2017 entre 0.71 y 0.77.
- Diversificación de la generación de electricidad: Se mantiene casi todo el periodo con valores entre 0.72 y 0.77. Gracias a los incentivos del gobierno para impulsar el desarrollo de tecnologías renovables y cumplir los convenios internacionales para combatir el cambio climático, a partir del cumplimiento de decretos como el de Promoción de Energías Renovables No. 70 – 2007 y el No. 138- 2013 de la Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, el uso de combustibles fósiles en la generación eléctrica se ha reducido, principalmente de carbón mineral. En 2005, el 64.8 % de la capacidad instalada estaba conformada por plantas térmicas y el resto por hidroeléctricas y biomasa. Para 2017 se identificó una reducción en la capacidad instalada de plantas térmicas (38.4%), mientras el restante 61.6 % se compuso por 25.4 % de hidroeléctricas y 36.2 % de fuentes renovables no convencionales, como: eólica, biomasa, fotovoltaica y geotérmica (SNE, 2018a).
- Dependencia de la leña en el sector residencial: con valores muy bajos, entre 0.12 y 0.16, este indicador demuestra el alto consumo de la leña en el país, principalmente como fuente de producción de energía por el 87.69 % de los habitantes rurales. Según la Secretaría de Energía (SNE, 2018a), esta situación se debe a que la leña tiene un costo accesible a la mayoría de los hogares, y los que presentan limitaciones económicas, pues la recolectan directamente de

los bosques aledaños a sus comunidades (un 77 % de los hogares rurales). En la zona rural existe el mayor consumo, principalmente para la cocción de los alimentos y para satisfacer las necesidades de iluminación y climatización, pues gran porcentaje de los hogares no tiene acceso a ningún tipo de energía eléctrica. En las zonas urbanas también se emplea la leña en ladrilleras, tejas, caleras, fabricación de artesanías, micro y pequeñas empresas dedicadas a la preparación de alimentos.

- Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte: aunque el país depende 100 % de los combustibles importados, este sector antes de 2015 consumía menos de la mitad de la oferta de los petrolíferos (OLADE, 2019). Desde 2007 el indicador ha descendido su valor, acentuándose más a partir de 2013, y es producto a que en los últimos años el parque automotriz ha mostrado un continuo aumento: durante el período 2009-2013 se expandió un 47 % (Vásquez et al., 2017). y de 2013 a 2017 fue del 25.3 % (INE, 2018).

### El Salvador

EL ACP se les realizó a los 28 indicadores a los que se le encontraron información, los que se agruparon en 6 componentes principales y explican el 90.5 % de la varianza de los datos originales. La ecuación resultante para determinar el ISE, mostrado en la Figura 17, es la siguiente:

$$ISE_{El\ Salvador} = \frac{0.358 * C_1 + 0.200 * C_2 + 0.103 * C_3 + 0.100 * C_4 + 0.094 * C_5 + 0.050 * C_6}{0.905} \quad (15)$$

El Salvador tiene una marcada tendencia a la disminución de su seguridad energética, la cual comienza a descender desde 2002 (Figura 17). En esos primeros años hay indicadores que mantienen valores elevados, los cuales van a disminuir e incidirán con la depreciación del ISE, por lo que serán analizados más adelante. El único que se mantiene con un máximo valor en casi todo el periodo es la “asequibilidad de la electricidad en el sector residencial”, dado el bajo precio de la tarifa eléctrica, aunque el consumo medio por consumidor no supera el 1.1 MWh/habitante (CEPAL, 2019).

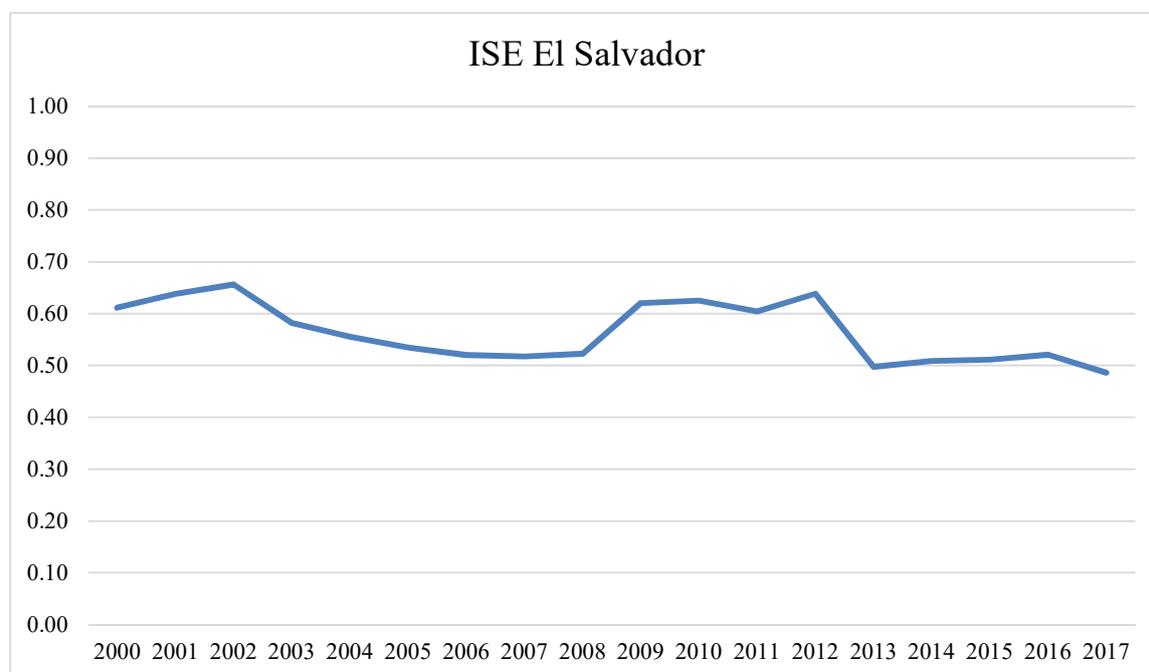


Figura 7: Índice de Seguridad Energética de El Salvador.

El comportamiento del bajo ISE de El Salvador se debe principalmente a indicadores como:

- Dependencia externa de energía: considerado como importador neto, el 70 % de la oferta total de energía es a partir de las importaciones, por lo que este indicador presenta un promedio de 0.31 en todo el periodo.
- Dependencia externa de gasolina y de diésel: así como las ofertas de ambos combustibles aumentan con los años, las importaciones también lo harán, creciendo de 2000 a 2012 de un 60 % a un 83 % de la oferta total, en el caso de la gasolina, y de un 72.8 a 82.6 % en el diésel. A partir de 2013, las importaciones de los dos derivados representan el 100 % de su oferta, en correspondencia con el cierre de su única refinería, ubicada en Acajutla.
- Intensidad energética: al realizar la comparación con los estándares de los países de la región, el valor del indicador es bajo (0.28 como promedio en todo el periodo), presenta un alto consumo de energía, que va en aumento en todo el periodo, pero su relación con PIB (que también crece) no es significativa.
- Diversificación del consumo de combustibles fósiles: solo se consume gas licuado (además de que es 100 % importado), principalmente por el sector residencial. Al cierre de 2017 no se había insertado otro combustible fósil para el consumo de los sectores.
- Asequibilidad de la gasolina y del diésel: al ser importador neto de estos derivados, su dinámica de precios depende de la tendencia en el mercado internacional. Sin embargo, el precio, tanto de las gasolinas como del diésel, es libre (no está regulado por el estado), aunque existe un sistema de precios de referencia locales que son calculados cada 15 días por la Dirección Reguladora de Hidrocarburos y Minas del Ministerio de Economía. En comparación con los países centroamericanos, posee uno de los precios más bajos de la región (CNE, 2017). No obstante, el indicador presenta un máximo en estos años de 0.33 para la gasolina y 0.41 para el diésel, casi siempre por debajo de 0.20 en los dos, y es debido a que el salario mínimo es muy bajo, aunque cada año se aprecia un pequeño incremento, con el salario mínimo apenas se alcanza para la canasta básica, en 2019 solo alcanzaba para cubrir un 42 % del costo de la vida salvadoreña (Linares, 2020).
- Dependencia de la leña en el sector residencial: hasta el 2012 el consumo de la leña era más del 50 % en este sector, cuando comienza a descender y, por ende, a aumentar el valor del indicador, llegando en 2017 a 0.63. Esto se debe a que se ha sustituido la leña por el GLP para la cocción de alimentos por el subsidio que el gobierno le ha otorgado al GLP (CEPAL, 2019).
- Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte: excepto en 2012, en los demás años se dependía en más del 50 %. La tendencia del indicador es a disminuir su valor a casusa de que el consumo de combustibles en otros sectores también se ha incrementado, como en el residencial y el industrial, con aumentos de GLP y diésel, respectivamente (OLADE, 2019).
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos: antes de 2008, la Refinería Petrolera de Acajutla (RASA) producía más del 50 % de la oferta de combustibles. A partir de ese año la producción comienza a disminuir, llegando a refinar en el 2011 solo el 38.4 % de la oferta nacional de petrolíferos (OLADE, 2019).
- Autosuficiencia energética: su valor desciende, pues al decaer la refinación de la RASA; pues la producción de derivados también lo hace y repercute negativamente en este indicador.

- Diversificación de los proveedores de petrolíferos: En 2011 este indicador cae, precisamente porque ExxonMobil deja de operar en el territorio, y le entrega sus acciones a Puma Energy (Moncada, 2011). Ese mismo año Shell también dejó de operar en la nación.
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados: De 2008 a 2011 se mantenían los suministros de los mismos países, solo que el nivel de participación cambió. Mientras que Estados Unidos y Venezuela aumentaron sus importaciones en 2011 (entre ambos un 50 % del total), otros como Ecuador y México disminuyeron sus operaciones (CEPAL, 2019).
- Almacenamiento de gasolina: este indicador decrece de 0.92 a 0.65 en este periodo. Este suceso se puede asociar a que en esos años las importaciones se mantuvieron prácticamente sobre el mismo valor, la producción nacional de gasolina desciende, mientras la oferta de gasolina aumenta (OLADE, 2019), por lo que los niveles de almacenamiento descendieron sus días de reserva (CEPAL, 2019).

Hacia 2012 el ISE aumenta debido a:

- Diversificación del consumo de energía: el sector transporte experimenta una disminución de su porcentaje en el consumo final, mientras que el industrial y el de comercio y servicios aumenta su consumo.
- Diversificación de los proveedores de petrolíferos: En 2012 comenzaron a operar Puma Energy y el Grupo Terra en el suministro de combustibles (CEPAL, 2019), que unidos a las demás compañías nacionales, pues aumentan la diversificación y el valor de este indicador.
- Almacenamiento de gasolina y fuel oil: ambos indicadores aumentan sus valores, principalmente a partir de 2012, y el diésel se mantiene con un valor elevado. La causa puede ser que al cerrar la RASA, esta comienza a funcionar como terminal de almacenamiento, pues según Puma (que controla los activos que compró de Esso), es más eficiente económicamente importar los combustibles que importar petróleo crudo y procesarlo (Cabrera, 2015).

Desde septiembre de 2012 la RASA dejó de procesar crudo, por lo que no se reporta refinación desde ese año y únicamente se compra en el exterior hidrocarburos ya refinados (La prensa gráfica, 2013). Es por eso que el indicador “Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos” desde 2013 su valor es cero. Al aumentar las importaciones (que se convierten en el 100 % de la oferta de los derivados), pues indicadores como “Dependencia externa de energía”, “Dependencia externa de gasolina” y “Dependencia externa de diésel” reducen su valor, al igual que la autosuficiencia, que, al decaer la producción, y aumentar el consumo de energía, pues este indicador también declina.

La “diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados” también disminuye su valor, cuando en 2017 el 73 % de las importaciones de combustibles provenían de los Estados Unidos, al mismo tiempo que Venezuela y Ecuador disminuyeron su participación en el mercado nacional, además de que varios países dejaron de suministrarle para ese año, como fue el caso de México (CEPAL, 2019). La “diversificación del consumo de energía” también desciende para 2017, pues ese año aumenta la participación del consumo del sector transporte, al crecer el parque vehicular, sobre todo de 2016 a 2017 cuando aumenta en un 7.6 % (Peñate, 2018).

Desde 2012 se aprecia un aumento de la importación de energía eléctrica, la cual compra a través del Mercado Eléctrico Regional (MER), siendo Guatemala el principal suministrador. Aunque el país genera la mayor parte de la energía que consume, la razón de importarla es porque es más barata y

permite ofrecer a los consumidores un precio más bajo por el servicio (Linares, 2019), es por eso que el indicador “dependencia de energía eléctrica” disminuye en estos últimos años.

### Nicaragua

Para este país fueron encontrados 28 indicadores. Al analizarlos en el SPSS fueron agrupados en 5 componentes que representan el 89.9 % de la varianza de los datos originales. EL ISE que se muestra en la Figura 18 se determinó mediante la ecuación 16:

$$ISE_{Nicaragua} = \frac{0.385 * C_1 + 0.179 * C_2 + 0.164 * C_3 + 0.094 * C_4 + 0.076 * C_5}{0.899} \quad (16)$$

Nicaragua tiene un ISE muy inestable, definido por varias etapas. En el periodo se mantienen estables los indicadores Autosuficiencia, Dependencia externa de electricidad, Diversificación del consumo de energía y Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte. El primero, conserva el máximo valor, al tener su producción por encima del consumo en todos los años. El segundo, en algunos años se reportan más importaciones que exportaciones, pero están por debajo del 2 % de la oferta, excepto en 2000, 2016 y 2017; el valor del indicador se mantiene por encima de 0.93. El tercero oscila entre 0.75 y 0.80, la estabilidad se debe a que los sectores Transporte, Industrial y el Comercial, Servicios, Público, van a mantener su por ciento de participación en el consumo de energía, dominada por el transporte, con más del 50 % del consumo. El cuarto, hasta el 2011 osciló entre 0.60 y 0.64, cuando comienza a descender y en 2017 llega a 0.50, debido a que se reporta un aumento del consumo, causado por el incremento del parque vehicular, que de 2012 a 2016 creció en un 56 % (Moncada & González, 2017).

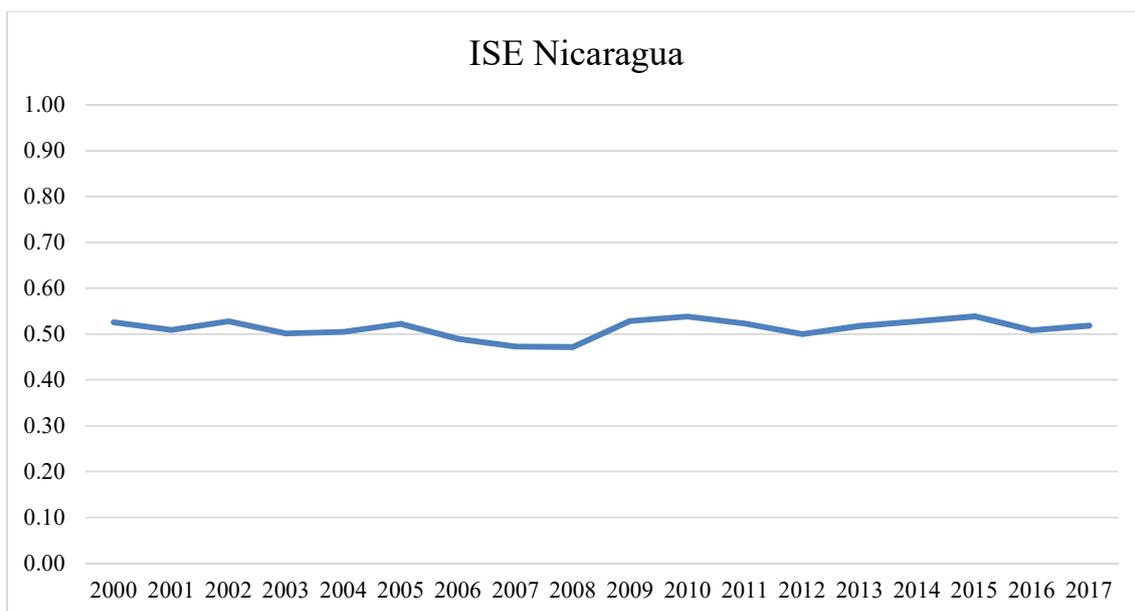


Figura 8: Índice de Seguridad Energética de Nicaragua.

Existen indicadores con valores bajos en todo el periodo:

- Diversificación del consumo de combustibles fósiles: tiene valor cero en todo el periodo, sus sectores solo consumen GLP, menos el de transporte y el de la construcción.
- Dependencia de la leña en el sector residencial: como presenta un alto porcentaje en el uso de la leña, este indicador se mantiene muy bajo en todo el periodo, aunque a partir de 2010 experimenta un ligero aumento, al ganar participación otras fuentes en este sector, como es

el GLP. Según el Centro Humboldt (Humboldt Center, 2018), el alto uso se debe por las formas tradicionales de vida, así como a factores económicos que no permiten acceder a otras fuentes de energía, siendo la única que utilizan los hogares con extrema pobreza. El GLP ha ganado territorio en los últimos años, con una mayor tasa de crecimiento y desplazando los consumos de carbón vegetal y kerosene, aunque en la zona urbana es el combustible más importante para la cocción de alimentos, en el sector rural es mucho menor que el de las viviendas que consumen leña.

- Asequibilidad de la gasolina y del diésel: con valores por debajo de 0.8, llegaron a 0.15 en 2017, cuando el salario mínimo subió y el precio de ambos combustibles bajaron. En el 2014, el precio de la gasolina y el diésel era un 45 % más caro que en 2004, siendo el país de Centroamérica con los precios más altos antes de impuestos (Álvarez, 2016). Para determinar los precios locales, los precios internacionales son la base para ese comportamiento, aunque no es el único elemento, pues en Nicaragua los precios son fijados libremente, sin una ley o reglamento que lo indique, y con la política de cambiarlos todos los domingos (Canales, 2019). Al caer los precios del petróleo en el mercado internacional desde el 2014 (Nieves, 2018), esto pudo repercutir en el descenso de los precios en el país. En cuanto al salario mínimo, desde septiembre de 2007 hasta enero de 2017, se había incrementado en 214 %, y en el 2017 todos los sectores tuvieron un incremento de 8.25 % respecto al 2016 (Radio La Primerísima, 2017), aunque sigue siendo el más bajo de Centroamérica (Cruz, 2018).

Desde el 2005 desciende su valor, iniciando el periodo de más bajos valores, al alcanzar en 2007 y 2008 un 0.47 (valor mínimo). El descenso del ISE se puede relacionar por el ambiente económico adverso desarrollado en ese tiempo, que conllevó a una recesión nacional como consecuencia del entorno internacional desfavorable, motivado por el fuerte incremento de los precios del petróleo. En ese periodo la nación atravesó una crisis energética, con encarecimiento de las condiciones de vida, constantes racionamientos de energía (apagones de hasta 15 horas en algunas regiones del país) y un gobierno incapaz de manejar la situación. La capacidad instalada existente, debido a la falta de mantenimiento y obsolescencia de equipos, expuso la insuficiencia de energía y los costos de generación altos por la dependencia del petróleo. A esta crisis económica se le unió una social, con enfrentamientos de los consumidores con el gobierno por no proteger a la ciudadanía, cuando a raíz de los problemas, se incrementó la tarifa de la electricidad en el sector residencial y se autorizó a métodos arbitrarios para la detección de consumidores ilegales (Ortega, 2007).

De 2004 a 2008 hubo un aumento de las importaciones de petróleo, gasolina y diésel; los incrementos de los precios del petróleo y sus derivados dominaron el desequilibrio en la balanza comercial; la intensidad energética era alta, demostrando la ineficiencia del país en el uso de la energía; aunque la única refinería aumentó su producción (operada por la transnacional ESSO), la capacidad era limitada y con la alta demanda de hidrocarburos, no se satisfacía el consumo nacional (SICE, 2007); el salario mínimo disminuyó (Aráuz, 2011), la tarifa eléctrica aumentó en un 41.2 % entre 2005 y 2008 (Baldivieso et al., 2012); y solo las empresas ESSO, DNP y PETRONIC eran las que poseían instalaciones de almacenamiento de combustibles (Polvorosa et al., 2009), por lo que le complicaba a otras empresas el nivel de almacenaje e importación de derivados. A partir de los argumentos anteriores, se puede justificar el descenso de los indicadores siguientes en estos años:

- Dependencia externa de energía
- Dependencia externa de gasolina

- Dependencia externa de diésel
- Absorción o generación de divisas por el subsector hidrocarburos
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados
- Intensidad energética
- Almacenamiento de diésel, gasolina y fuel oil
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos
- Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial

De 2008 a 2010 se recupera el índice por algunos hechos que incidieron en los valores de los indicadores:

- El alza continua del precio internacional del petróleo y sus derivados propició que las importaciones disminuyeran, siendo en el 2010 menor a 11.1 % que las realizadas en el 2009. Los principales productos que registraron disminución fueron crudo, gasolina, diésel y fuel oil. Efectivamente el aumento provocó un menor nivel de consumo interno, al contraerse en 2010 un 10.6 % con respecto a 2009 (BCN, 2011). Los indicadores que aumentaron su valor por estas razones fueron “Dependencia externa de gasolina”, “Dependencia externa de diésel” y “Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos”.
- El dominio de ESSO sobre las importaciones y comercialización de combustibles declina en estos años, mientras otras compañías aumentan su participación. Desde 2009, el consorcio DNP-PETRONIC toma buena parte del mercado de hidrocarburos, se convierten en los principales vendedores de combustible del país y ostentan el segundo lugar en importación de petróleo y sus derivados (por detrás de ESSO, quien años más tarde le entrega sus acciones a *Puma Energy*) (Expediente Público, 2019). Por este motivo aumenta el indicador “Diversificación de los proveedores de petrolíferos”.
- En 2009 fue inaugurado un nuevo complejo de tanques para almacenar fuel oil, gasolina y diésel, con el cual se duplica la capacidad de almacenaje instalada en el puerto de Corinto. El proyecto, con ayuda del ALBA y Petrocaribe, le dio al país una autonomía de 44 días en materia de suministro de hidrocarburos. Además, en agosto de 2008, habían entrado en operación seis tanques (con una capacidad de 180 mil barriles de combustible) en la localidad de Piedras Blancas, que fueron recuperados y puestos en servicio (PDVSA, 2009). Por tal razón, los indicadores de almacenamiento (gasolina, diésel y fuel oil) aumentan sus valores.
- Al notarse una mejoría en la economía nacional, el salario mínimo aumenta en 2009, y después en 2010 (Aráuz, 2011), que unido a que el precio de la electricidad se mantuvo constante en esos años (CEPAL, 2019), la “Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial” aumenta su valor.

En 2011 y 2012 decae principalmente porque en esos años aumentaron las importaciones de productos refinados, siendo en 2012 un 25 % superior a 2011. Las refinerías mostraron un descuento en su producción de un 33 % de un año para otro, cubriendo en 2012 el 35 % de su mercado nacional (Torrijano, 2013). Esto se puede asociar al incremento del crudo en el mercado internacional, lo cual repercutió en los indicadores “Dependencia externa de gasolina”, “Dependencia externa de diésel”, “Almacenamiento de diésel” y “Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos”, los cuales disminuyeron su valor. La “Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial” también tiene un descenso, y es que en 2012 aumentó en un 9 % en la tarifa eléctrica (AFP, 2012a) y el consumo medio por consumidor fue de 1.2 MWh (CEPAL, 2019).

A partir de 2012 la tendencia del ISE es al crecimiento, cuando indicadores como “Absorción o generación de divisas por el subsector hidrocarburos”, “Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados” y “Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos” aumentaron sus valores, lo que se puede asociar al desplome de los precios del crudo en el mercado internacional en esos años, lo cual hizo que la factura petrolera se redujera; al aumento de los suministros de derivados desde más países, mientras Venezuela fue perdiendo su monopolio sobre el territorio; y al realce de la refinación de derivados, la cual cubrió en 2015 el 43 % del mercado nacional (Torrijano, 2017).

### Costa Rica

Con el ACP, se agrupan los 28 indicadores en 6 componentes y se explica el 88.7 % de la varianza de los datos originales. Al resolver la ecuación 17 se determina el ISE para Costa Rica, representado en la Figura 19.

$$ISE_{Costa Rica} = \frac{0.286 * C_1 + 0.176 * C_2 + 0.148 * C_3 + 0.118 * C_4 + 0.088 * C_5 + 0.071 * C_6}{0.887} \quad (15)$$

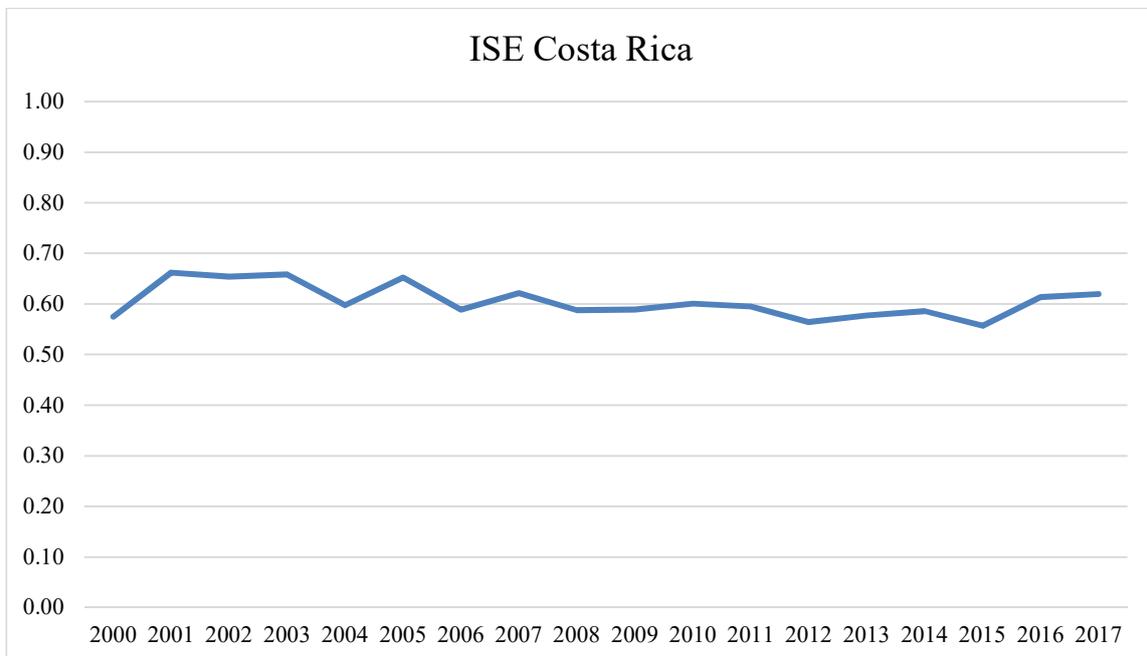


Figura 19: Índice de Seguridad Energética de Costa Rica.

Desde el 2003 el ISE en Costa Rica tiende a disminuir, después de un drástico aumento de 2000 a 2001. A partir de 2015 se aprecia otro aumento considerable. Existen indicadores que se mantienen con un valor elevado:

- Autosuficiencia energética: la producción va a ser mayor que el consumo nacional, excepto en el 2000 (0.94), 2005 (0.96), 2016 (0.98) y 2017 (0.97), cuando el consumo fue superior, los demás años mantienen el máximo valor permisible.
- Dependencia externa de electricidad: la consolidación de su modelo eléctrico, principalmente de energía renovable, hace que el país goce de una suficiencia en la generación de electricidad, por lo que el uso del MER para importar electricidad no es frecuente por la nación, la que mantiene en todo el periodo valores cercanos e iguales a la unidad.

- Almacenamiento de fuel oil: excepto en 2012, cuando desciende a 56 días la capacidad de almacenamiento, los demás años se mantiene por encima de los 60 días establecidos para garantizar una seguridad en el suministro en caso de interrupciones. Es por eso que mantiene el valor máximo este indicador en los demás años.
- Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial: la tarifa eléctrica en el país desde el año 2000 no ha dejado de subir, llegando a ser en el 2017 una de las más caras en la región. Sin embargo, el salario mínimo también ha aumentado, y el consumo medio por consumidor bajó de 2.7 a 2.5 MWh de 2000 a 2017, es por eso que este indicador se mantiene con un valor máximo en todos los años.

Existen también indicadores con valores bajos:

- Dependencia externa de gasolina y del diésel: como país importador neto, las importaciones en casi todos los años superaban el 90 % de la oferta, por lo que, además de valores bajos, en muchas ocasiones llegan a cero. La “Dependencia de energía” mantiene no supera el valor de 0.55, y su promedio en estos años es de 0.49.
- Intensidad energética: al considerar los límites de referencia regionales, la intensidad energética es alta, por lo que el país no es eficiente en el uso de la energía, y el indicador no se eleva a más de 0.18.
- Diversificación de los proveedores de petrolíferos: este indicador tiene valor cero, pues el país tiene una única empresa encargada de distribuir combustibles y derivados del petróleo en el territorio nacional, que es RECOPE, la que gestiona y orienta las actividades comerciales con los proveedores.
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos: la producción de la refinería no es suficiente para la gran demanda de derivados del país, por lo que el valor del indicador es bajo, y al cerrar la refinería en 2011 con la finalidad de hacerle mejoras y ponerla a funcionar en conjunto con una nueva planta refinadora (proyecto de RECOPE con una compañía china) (Canales, 2013), a partir del año entrando el indicador toma valor cero.
- Diversificación de la generación de electricidad: debido a las diversas fuentes de energía renovable, como geotermia, solar, eólica, biomasa e hidráulica, la generación de energía eléctrica proviene mayormente de estas, siendo la hidráulica la más importante al generar más del 70 % (L. D. García, 2018), demostrando total dependencia.
- Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte: este sector desde el año 2000 ha aumentado su dependencia a los petrolíferos, llegando a demandar en el 2017 el 80.4 % de la oferta de los derivados. La razón principal es el aumento del parque vehicular en el país, que de 2006 al 2016 aumentó en un 62.5 %, siendo el tercer país de Latinoamérica con mayor densidad vehicular (Arrieta, 2018). Es por eso que el valor del indicador se mantiene bajo y disminuye hacia 2017.

De 2000-2003 el ISE aumenta, manteniéndose sobre 0.66, valor más alto en todo el periodo. El país es consumidor de GLP, que, alternado con carbón mineral, son los únicos combustibles que consumen. En este periodo el sector industrial aumentó el consumo de carbón mineral, por lo que el indicador “Diversificación del consumo de combustibles fósiles” también, pero se va a mantener inestable en todo el periodo, por lo que en varias ocasiones puede hasta llegar a ser cero, al ser el GLP el único combustible que se utiliza. En esos años el nivel de participación de los países que le suministran petróleo y derivados al país cambian, cuando Venezuela disminuye sus importaciones y

aumentan las de Estados Unidos, por lo que aumenta la “Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados”. Los precios de la gasolina y el diésel se mantienen constantes en esos años, pero debido a que el salario mínimo aumenta, la “Asequibilidad de la gasolina” y la “Asequibilidad del diésel” también incrementa sus valores.

De 2004-2015 la tendencia del ISE es a la disminución, aunque existentes momentos que de un año a otro aumentan, pero después vuelve a disminuir. Esos años estuvieron marcados por los incrementos de los precios del petróleo y sus derivados en el mercado internacional (SICE, 2007); por la salida de operación de varios tanques por mantenimiento que admitieron irregularidades en la capacidad de almacenamiento (Torrijano, 2013); del descenso gradual de la producción de la refinería, hasta que cerró totalmente en 2011 (Canales, 2013); el uso dominante del GLP en los distintos sectores ante otros combustibles fósiles (OLADE, 2019); Venezuela dejó de tener el monopolio sobre el suministro de combustibles sobre el país, pero a su cambio, Estados Unidos es el que controla más del 90 % de las importaciones (La nación, 2016); los precios nacionales de las gasolinas y del diésel aumentaron debido al incremento del crudo en el mercado internacional. Todo lo anterior hizo que los siguientes indicadores tuvieran irregularidades en este periodo y disminuyeran:

- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos
- Almacenamiento de gasolina y de diésel
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos
- Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados
- Diversificación del consumo de combustibles fósiles
- Asequibilidad de la gasolina y del diésel

A partir del 2016 se observa un aumento gradual del ISE, debido principalmente a que los precios nacionales de las gasolinas y del diésel bajaron, a causa probablemente del desplome de los precios internacionales, por lo que la “Asequibilidad de la gasolina” y “Asequibilidad del diésel” aumentaron su valor, unido también al aumento del salario mínimo. Además, en el sector residencial, el uso de biomasa (leña) se va sustituyendo principalmente por electricidad, la que pasó de 42 a 63 % de 1990 a 2015, mientras la leña disminuyó de 49 a 25 % (García, 2018), por lo que “Dependencia de la leña en el sector residencial” aumenta su valor.

### **Panamá**

El estudio de los 29 indicadores en el ACP, los reagrupa en 6 componentes que explican el 90.2 % de la varianza de los datos iniciales. Con la ecuación 16 se determina el ISE para este país.

$$ISE_{Panamá} = \frac{0.328 * C_1 + 0.268 * C_2 + 0.086 * C_3 + 0.074 * C_4 + 0.074 * C_5 + 0.071 * C_6}{0.902} \quad (16)$$

Este es el país de Centroamérica con más problemas en su seguridad energética. En la Figura 20 se aprecia como desde 2001 hasta 2014 el ISE disminuye, y aunque aumenta después a 2016, termina siendo en 2017 el más bajo de la región. Los únicos indicadores que se mantienen con altos valores y estables son “Almacenamiento de fuel oil” y “Dependencia externa de electricidad”. El primero, el bajo consumo de fuel oil con respecto a los niveles de almacenamiento, le da garantías de mantener una capacidad de almacenaje para suplir el suministro ante interrupciones. El segundo, se considera como exportador neto de electricidad, al ser el segundo de la región de más ventas de electricidad en el MER.

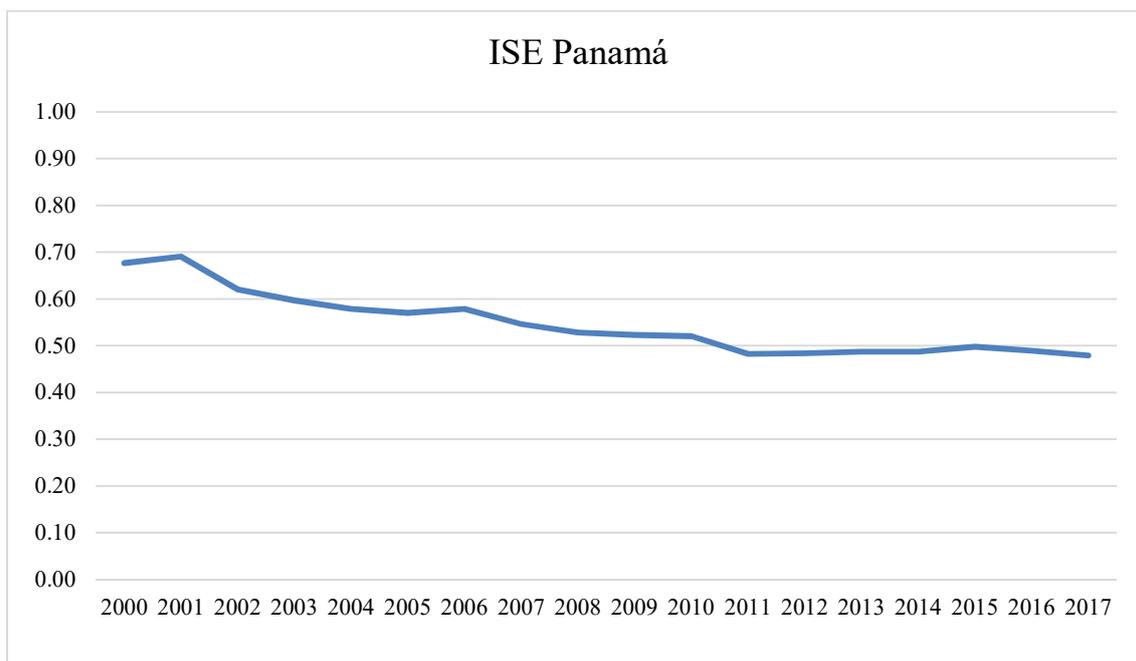


Figura 29: Índice de Seguridad Energética de Panamá.

De 2001 a 2004 se nota un drástico descenso del ISE. El acontecimiento principal estuvo marcado por el cierre de la Refinería Panamá S.A. (REFPAN) en 2002. El cierre de REFSPAN surge a partir de la decisión del gobierno y la compañía estadounidense Chevron Texaco por las demandas que mantenían ambas en arbitraje internacional en Estados Unidos, responsabilizando al gobierno panameño de violaciones arancelarias de productos derivados del petróleo. Bajo ese acuerdo, la compañía dejó de refinar petróleo y se transformó en un centro de importación de combustibles, justificando al cambio también por las pérdidas millonarias que sufría la industria años atrás. El camino quedó abierto para que REFSPAN se transformara en una zona libre de petróleo (Sánchez et al., 2002).

Con el cierre de la refinería, se puede asociar la caída de la producción y el aumento de las importaciones de productos refinados: la autosuficiencia energética del país comenzó a descender desde el 2003; antes de 2002 las importaciones de gasolina y diésel eran muy bajas, y a partir de 2003 se nota un abrupto ascenso, siendo mayores del 85 % y en varios años alcanzan hasta el 100 % de la oferta. Es por eso que los indicadores “Autosuficiencia energética”, “Dependencia externa de gasolina” y “Dependencia de externa del diésel” disminuyen sus valores, teniendo los dos últimos indicadores un valor cero en algunos años, mientras que “Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos” desde el 2003 tiene valor cero. La “Dependencia de energía” también presenta un valor bajo, teniendo como promedio 0.31 en todo el periodo.

La “Diversificación del consumo de combustibles fósiles” desde el 2002 tiene valor cero, pues desde el año anterior se deja de consumir carbón mineral y solo se utiliza GLP como combustible fósil. Desde el 2001 la industria panameña deja de consumir carbón mineral, el que era utilizado para la producción de cemento. Las cementeras apostaron por la transición del carbón al uso del coque en sus plantas, por lo que lo desplazaron completamente en ese año, aumentando así el uso del coque dada la gran demanda nacional del cemento panameño (SNE, 2016).

Al ser Panamá un país netamente importador, el incremento sostenido del precio del petróleo en el mercado internacional desde 2004 repercutió en varios indicadores, que hicieron que sus valores descendieran, y, por ende, el ISE:

- Asequibilidad de la gasolina y del diésel: mientras que el salario mínimo aumentó en un 20.8 % de 2002 a 2008, los precios de los combustibles tuvieron mayor crecimiento, un 32 % de la gasolina y un 88.8 % del diésel (SNE, 2016).
- Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial: el 40.5 % de la generación eléctrica en este periodo fue a partir de combustibles fósiles, por lo que la tarifa eléctrica tuvo mucha variación. No obstante, por la presión que tenía el gobierno ante la volatilidad de los precios del petróleo y su afectación en los precios de la electricidad, se crea el Fondo de Estabilización Tarifaria como mecanismo para lograr la estabilidad, siendo un subsidio adicional a los usuarios finales que fueron financiados por el estado, contabilizando cifras grandes para el presupuesto nacional (Espinasa et al., 2013b).
- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos: la factura petrolera tiene un considerable aumento a medida que crecen las importaciones y el WTI (referencia para el país). De 2005 a 2014 creció en un 194.6 % (Torrijano, 2018).

El consumo de combustibles se incrementa en un 111 % de 2001 a 2014 (OLADE, 2019), repercutiendo en algunos indicadores que hacen disminuir sus valores:

- Intensidad energética: tiene un valor muy alto, el cual se acentúa más a partir de 2010 (SNE, 2016), por lo que el valor normalizado es bajo y disminuye hacia 2017.
- Almacenamiento de diésel y de gasolina: el nivel de almacenaje de ambos combustibles se mantiene estable de 2000 a 2017, sin embargo, el consumo del diésel aumenta en 128.6 % y el de la gasolina en 134 %, por lo que los días de almacenamiento disminuyen, así como el valor del indicador.

Los indicadores “Diversificación de los proveedores de petrolíferos” y “Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados” también disminuyen a lo largo de los años. El primero presenta variación en las compañías que operan en el país, cuando en 2011 Shell y Exxon se retiran del mercado centroamericano y entra a operar Puma Energy, sin embargo, el monopolio en la nación está en manos de Chevron-Texaco, con más del 70 % de participación. El segundo indicador disminuye su valor principalmente al aumentar la supremacía de las importaciones de los Estados Unidos, llegando a ser en el 2017 del 93 % de las importaciones totales. Tanto “Diversificación del consumo de energía”, “Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte” y “Diversificación de la generación de electricidad”, se mantienen estables durante todo el periodo en estudio. El primero mantiene un valor promedio de 0.78, pues el sector transporte mantiene su predominio en el consumo de energía en todo el ciclo, seguidos del industrial y el residencial, sin muchos cambios en su nivel de participación (OLADE, 2019).

El sector del transporte consume más del 45 % de la oferta de petrolíferos; el consumo de este sector ha aumentado con el crecimiento del parque vehicular, principalmente de 2015 a 2017, cuando llegó a extenderse en un 18 % (Zeballos, 2019), sin embargo, el indicador mantiene un promedio de 0.53, sin grandes modificaciones, pues a medida que crece el consumo por parte de este sector, la oferta de derivados también lo hace (OLADE, 2019). El tercero se mantiene sobre el promedio de 0.73, aunque las renovables tengan mayor participación en la generación de electricidad, los fósiles se han

mantenido estables en este periodo, con un 40.5 %, por lo que no se aprecian cambios notables que incidan en el valor del indicador (World Bank, 2019).

En los últimos años del periodo el precio internacional del petróleo comienza a descender (SNE, 2016), por lo que disminuye la factura petrolera, así como los precios nacionales de los combustibles, por lo que los indicadores “Absorción o generación de divisas por el subsector hidrocarburos”, Asequibilidad de la gasolina” y “Asequibilidad del diésel” aumentan sus valores. Otro indicador que se incrementa es “Dependencia de la leña en el sector residencial”, que había estado entre 0.52 y 0.66 entre 2000 y 2013.

A partir de 2014 aumenta su valor debido a que el consumo de leña disminuye por el aumento del consumo GLP, gracias al subsidio que tiene este combustible, especialmente en la población de menos ingresos. La extrema pobreza en la que vive muchas comunidades, la alejan de otras opciones energéticas, por eso el alto el alto consumo de la leña en este sector, además de los aspectos culturales y sociales, como el papel del gobierno que no crea programas especiales para fomentar el uso de otras fuentes eficientes para el consumo de los hogares (BID, 2016).

Desde 2016, extendiéndose más allá de 2017, los precios internacionales del crudo mostraron nuevamente una tendencia al alza (Sánchez, 2018), por lo que todos los indicadores que se relacionan con este suceso, ya analizados anteriormente, van a disminuir su valor e incidir con la disminución del ISE. Esto nos demuestra que el país está sujeto a los cambios de los precios del petróleo, debido a la dependencia de las importaciones, lo cual repercute en la economía de la nación, de sus habitantes, y en su seguridad energética.

### **El Caribe**

Aunque se propusieron 48 indicadores, solo fueron encontrados valores en 24. Apreciando la tabla de las comunalidades (Anexo 22), sólo 8 variables (el 33 %) explican menos del 80 % de la variabilidad de las variables originales. Al admitir 4 componentes principales, se explica el 87.57 % de la varianza de los datos originales (Tabla 11). En la matriz de residuos del análisis factorial existen 38 residuos (13 %) no redundantes con valores absolutos mayores a 0.05, por lo que la mayoría de las correlaciones reproducidas se parecerán a las correlaciones observadas.

En la matriz de correlación el valor el determinante es 3.670 E-27, menor que cero, y al analizar el KMO, este arroja un valor de 0.782, que significa una aceptable adecuación muestral, por lo que el análisis que se realiza es idóneo. Como las cargas factoriales de la matriz de componentes no eran lo suficientemente claras (Anexo 23), se tuvo que auxiliar en la matriz de componentes rotados (Anexo 24).

Al elegir las variables que tuvieran una carga superior a + 0.7, quedaron 18 variables, distribuidas de la siguiente forma: 11 en el primer componente, 3 en el segundo, 3 en el tercero y 1 en el cuarto, como se observa en el Anexo 24. Al tener los factores de pesos (Tabla 12) se calcula el ISE como la suma ponderada de los cinco componentes, siendo 0.871 la variación total del índice (Ecuación 17).

La ecuación del ISE para el Caribe sería:

$$ISE_{Caribe} = \frac{\lambda_1 P_1 + \lambda_2 P_2 + \lambda_3 P_3 + \lambda_4 P_4}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4} = \frac{0.420 * C_1 + 0.162 * C_2 + 0.159 * C_3 + 0.135 * C_4}{0.876} \quad (17)$$

Tabla 11: Varianza total explicada. El Caribe. Método de extracción: análisis de componentes principales.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	14.131	58.879	58.879	14.131	58.879	58.879	10.078	41.990	41.990
2	3.903	16.261	75.140	3.903	16.261	75.140	3.892	16.217	58.207
3	2.055	8.563	83.703	2.055	8.563	83.703	3.806	15.859	74.065
4	0.928	3.869	87.572	0.928	3.869	87.572	3.241	13.506	87.572
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
23	0.001	0.005	99.998						
24	0.000	0.002	100.000						

Tabla 12: Pesos de los componentes principales

Componente	Autovalores	Peso ( $\lambda$ )
1	10.078	0.420
2	3.892	0.162
3	3.806	0.159
4	3.241	0.135
Variación total		0.876

Sustituyendo en la ecuación 17, entonces:

$$ISE_{Caribe} = 0.479 * C_1 + 0.185 * C_2 + 0.181 * C_3 + 0.154 * C_4 \quad (18)$$

Al sustituir los valores en la ecuación 18 y representarla en la Figura 21, se aprecia como el ISE en esta región disminuye en el periodo.

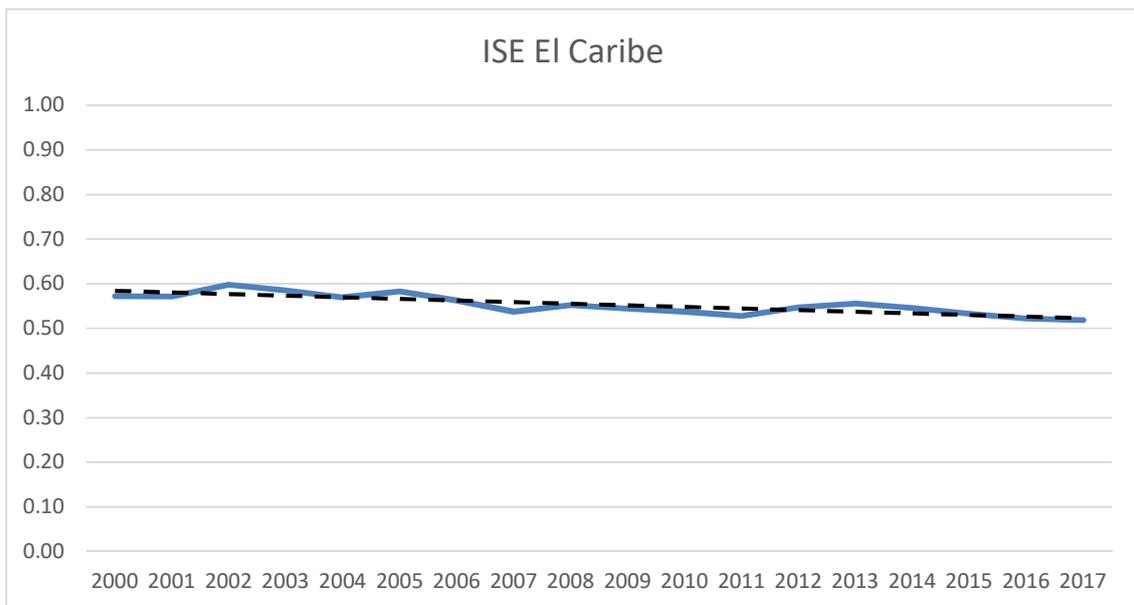


Figura 10: Índice de Seguridad Energética en El Caribe

Para conocer el comportamiento del ISE en El Caribe, se estudia el índice de Cuba y República Dominicana, teniendo en consideración del análisis regional las variables resultantes del ACP, con el propósito de establecer un mismo criterio de comparación al medir los mismos indicadores. Aunque sean naciones con condiciones geográficas similares, el sector energético de cada uno difiere del otro. El comportamiento de cada ISE es muy distinto por país, lo que, en dependencia de la magnitud de la tendencia en cada año, infiere en el índice regional. Mientras que la situación política y económica de Cuba la ha llevado con el decursar de los años a depender energéticamente de un país, República Dominicana obedece al comportamiento del mercado internacional del petróleo. Estas circunstancias son las que marcan los descensos de los respectivos ISE.

### Cuba

En este país solo se tuvo acceso a 22 indicadores de todos los propuestos. En el ACP, se agruparon en 4 componentes, los cuales explican el 83.3 % de la variabilidad de estos indicadores. La ecuación del ISE para Cuba quedó de la siguiente forma:

$$ISE_{Cuba} = \frac{0.322 * C_1 + 0.236 * C_2 + 0.162 * C_3 + 0.113 * C_4}{0.833} \quad (19)$$

Cuba tiene dos ciclos muy marcados, de 2006 a 2009, y a partir de 2015 (Figura 22). La situación es al decrecimiento. Algunos indicadores se mantienen con altos valores en todo el periodo, como la “Autosuficiencia energética” que siempre va a ser 1, pues la producción de energía va a ser mayor que el consumo nacional. La “Dependencia externa de gasolina” y la “Dependencia de la leña en el sector residencial” tienen valores cercanos a la unidad; la primera, pues se considera un país exportador neto de gasolina, solo a inicios del periodo y al final se había importado más que lo exportado, al inicio con una diferencia mínima; y el segundo, pues el sector consume como promedio un 0.4 % de leña. La factura petrolera fue positiva en 2001, 2013 y 2014, en los demás años, siendo negativa, el valor normalizado del indicador fue alto (mínimo de 0.95), pues el porcentaje era muy bajo al dividir la balanza petrolera por la balanza de bienes y servicios. La “Diversificación de la generación de electricidad” se mantendrá con un promedio de 0.8, aumentando su valor a finales del periodo por los programas de desarrollo de energía eléctrica.

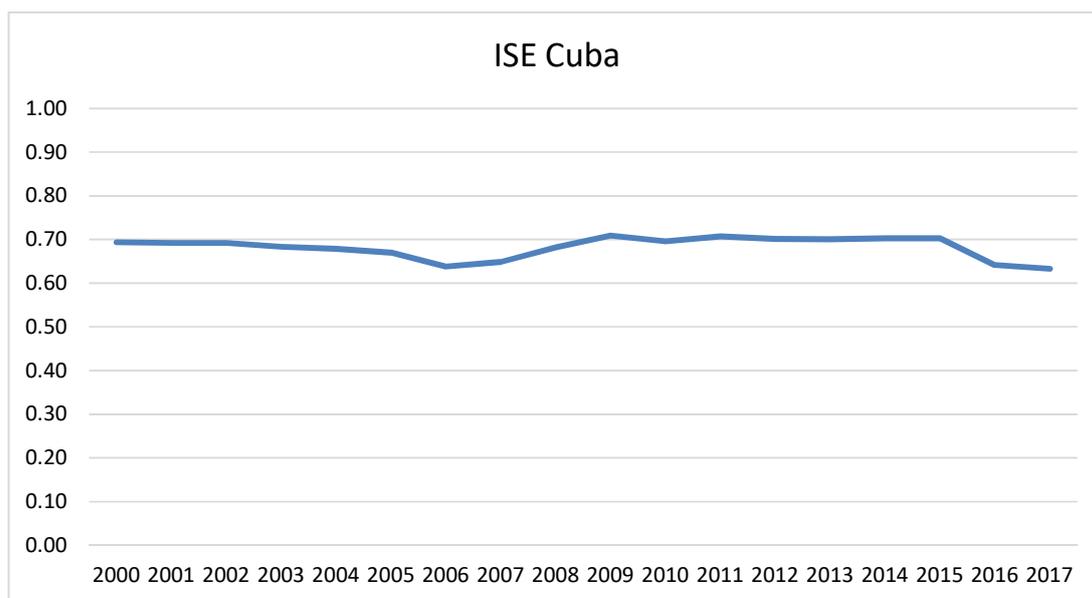


Figura 22: Índice de Seguridad Energética en Cuba

La asequibilidad de la gasolina y del diésel tienen valores que no exceden el 0.05 del indicador, pues como se ha visto en epígrafes anteriores, el país tiene un precio de los combustibles altos en comparación con su salario medio (el mínimo no es publicable). La “Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial” tiene un bajo valor a inicios del periodo, la tarifa eléctrica se ha mantenido baja en todos esos años y el consumo medio por consumidor se expandió de 1.5 a 2.3 MWh de 2000 a 2017, sin embargo, el indicador a finales del ciclo aumentó, pues también lo hace el salario medio, así que por esta causa es que a se mantuvo bajo en los inicios. La dependencia externa del diésel, aumentó a mediados del periodo, para luego descender a finales y llegar a valores bajos nuevamente, incidiendo en el ISE.

En los años 2006 a 2008 se implementa en Cuba un programa de reestructuración energética, conocido como la Revolución Energética. Los cambios se dieron principalmente por las necesidades técnicas y económicas. No solamente era el crecimiento sostenido de los precios de los combustibles en el mercado internacional, sino que el sistema de generación tenía 25 años de explotación, las termoeléctricas ya eran ineficientes, con frecuentes averías y altos consumos propios, lo que trajo consigo muchas horas de apagones producto de la baja disponibilidad de la generación. Además, en los años 2004 y 2005 impactaron huracanes al país que mostraron la necesidad de descentralizar el suministro de energía eléctrica por las grandes averías en redes de transmisión. Con este programa, se invirtió en centrales eléctricas descentralizadas (grupos electrógenos) y se iniciaron proyectos de energías renovables, estabilizando el suministro de energía y aumentando las capacidades de generación distribuida (Seifried, 2012).

Con la modernización del sistema energético, la producción de electricidad aumentó. La generación bruta se elevó un 7 %, mientras que el consumo se expandió 5.8 % (CEPAL, 2008). La generación eléctrica del país proviene fundamentalmente del petróleo, con la inserción de los grupos electrógenos a partir de diésel y fuel oil, pues se diversifica la matriz de generación. Con la mejora de la eficiencia en las empresas, mediante la sustitución de equipos ineficientes y las medidas para el ahorro de energía (Seifried, 2012), se logra un cambio en los patrones de consumo, uno de los principales desafíos en la nueva estrategia energética (Laino, 2008).

Se pudiera pensar que con el nuevo proyecto el consumo de electricidad sería mayor que años anteriores, pero solo creció un 13.5 % en 2007 con respecto a 2005 (OLADE, 2019), pues el país implementó un Plan de Ahorro Energético Nacional, tanto en los hogares como en el sector industrial. En este último, disminuyó considerablemente el uso del crudo, se cambiaron tecnologías obsoletas por nuevas y dependientes de fuel oil y diésel mayormente, así como otras medidas para no afectar la capacidad generadora nacional (Laino, 2008) .

Dados los cambios en la Revolución energética mencionados anteriormente, se puede asociar la devaluación drástica del consumo de energía en 2007, provocada principalmente por la disminución del consumo de petróleo en el sector Industrial, aunque, entre todos los sectores, se mantiene como el de mayor consumo y con tendencia al crecimiento. En 2006, el 89 % del consumo de fósiles era por petróleo, que pasa en 2007 a ser del 70 %. Por estos acontecimientos es que los siguientes indicadores disminuyen sus valores e influyen en el ISE:

- Intensidad energética
- Diversificación del consumo de energía
- Diversificación del consumo de combustibles fósiles

Como parte de la cooperación cubano-venezolana, a fines de 2007 se termina la primera fase de la rehabilitación de la refinería de Cienfuegos, principalmente con crudo venezolano (CEPAL, 2008), que se paga por medio de los servicios médicos y educativos que brinda el país caribeño a Venezuela (Seifried, 2012). Esto permite que se aumente la producción de derivados, por lo que puede haber sido la causa de la disminución de las importaciones de petrolíferos a partir de ese año, además de que vuelve a aumentar el consumo. Estos aspectos incidieron en indicadores como “Dependencia externa de diésel”, “Intensidad energética” y “Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos”, que crecieron a partir de 2008. En ese año, disminuye el consumo de petróleo, por lo que su porcentaje de participación en el consumo de combustibles fósiles también lo hace, dándole más participación al GLP, por lo que el indicador que se refiere a esta diversificación aumenta su valor. Las pérdidas de energía eléctrica disminuyen, por lo que el indicador asciende, puesto que con la Revolución energética se realizaron mejoras en la red de transmisión y distribución, reduciendo las pérdidas (Seifried, 2012).

En 2010 el índice decayó con respecto a 2009. Al aumentar la producción de petróleo, hace que el indicador “Diversificación de la producción de energía” disminuya, pues la participación del petróleo es del 61 % con respecto a las demás energías primarias. El consumo de energía creció en un 8 % de un año para otro (OLADE, 2019) y la producción de derivados del petróleo cayó en un 3.5 % (principalmente de diésel, fuel oil y querosene), por lo que ese año aumentaron las importaciones de combustibles. La caída tuvo que ver con el atraso en la terminación de algunos proyectos vinculados con Venezuela para ampliar la capacidad de refinado (ONE, 2011). Por tal motivo, los indicadores “Dependencia externa de energía” y “Dependencia externa de diésel” disminuyen.

De 2011 a 2015, el ISE se mantuvo estable, entre 0.70 y 0.71, para luego caer en 2016 y 2017. La principal causa de esta declinación fue la crisis en Venezuela, que, siendo su principal aliado energético, del 65 % de las necesidades de petróleo y derivados que se importaban, cayeron al 12 % en 2016 por el desplome del comercio bilateral (Mesa-Lago, 2017). Esta situación provocó que:

- Al reducirse el suministro de petróleo por parte de Venezuela, se perjudica el refinamiento y las exportaciones. Los productos refinados en Cienfuegos se reenviaban a este país y el remanente que quedaba, Cuba lo aprovechaba para exportar y ganar divisas.
- Los servicios profesionales cubanos, que influyen en la balanza de bienes y servicios, también se vieron limitados. Además de otros países que cambiaron de gobierno, recortaron o revocaron acuerdos, como Brasil, Ecuador, Argentina, Angola, Argelia, Kenia y Mozambique.

Unida a la situación internacional, también se agrava la nacional:

- La producción de petróleo en Cuba decrece de 2003 a 2015 en un 22 %. En 2016, se tuvo que importar petróleo en el mercado internacional por más de 100 millones de dólares de lo previsto, dando lugar a que las empresas estatales racionalizaran su consumo eléctrico.
- En 2017 impacta el huracán Irma, atravesando la costa norte de la isla, siendo uno de los peores fenómenos hidrometeorológicos que se recuerde por la enorme devastación a su paso. En el sector energético afectó a las instalaciones mineras (petróleo y gas), a termoeléctricas e hidroeléctricas, dejando a gran porcentaje del país sin electricidad, además que parte de la infraestructura de distribución quedó dañada.

- Luego de que el presidente estadounidense Barack Obama (2009-2017), antes de dejar su mandato, restableciera las relaciones diplomáticas de Estados Unidos con Cuba, a la entrada de Donald Trump se revirtieron muchos de los acuerdos logrados. El embargo económico que por años ha afectado a la nación cubana, vuelve a tomar auge. Las nuevas medidas afectan a la inversión exterior en Cuba, pues ningún país quiere correr el riesgo de ser sancionado por Estados Unidos por hacer negocios con la isla.

Producto a los acontecimientos anteriores: aumentan las importaciones de derivados, la balanza petrolera deja ser positiva, se reduce la balanza de bienes y servicios, se contrae el consumo nacional de energía, aumenta la diferencia entre la energía eléctrica que se consume y la que se genera, proporcionando que los siguientes indicadores disminuyeran su valor y el ISE bajara a 0.56, el más bajo de todo el periodo:

- Dependencia externa de gasolina
- Dependencia externa de diésel
- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos
- Intensidad energética
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos
- Pérdidas de energía eléctrica

### República Dominicana

El ACP se realiza con los 23 indicadores a los que se tuvieron acceso de información. El SPSS los reagrupó en 5 componentes, con una variabilidad de 87.4 % con respecto a los datos iniciales. La ecuación del ISE para el país quedó así:

$$ISE_{República Dominicana} = \frac{0.331 * C_1 + 0.230 * C_2 + 0.132 * C_3 + 0.100 * C_4 + 0.082 * C_5}{0.874} \quad (20)$$

La situación energética de República Dominicana es muy inestable (Figura 23). Su tendencia es a disminuir el índice y, aunque se aprecia un aumento desde 2015, sigue estando por debajo que en los años de inicio del periodo que se analiza. De 2000 a 2001 disminuye la importación de petróleo, por lo que las refinerías produjeron menos ese año, y la producción de derivados decayó, y con esto la producción de energía. La causa se puede deber a que después de haberse beneficiado por la sobreoferta y la rebaja de los precios del petróleo a finales de los años 90, con la recuperación de la economía asiática y mundial, y la decisión de la OPEP de reducir los volúmenes de exportación, se estimuló un alza en los precios del crudo y de derivados en los mercados internacionales (Fernández, 2001). Es por eso que los indicadores “Autosuficiencia energética”, “Intensidad energética” y “Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos”, al disminuir sus valores, influyeron en el descenso del ISE.

En 2002 disminuye el precio de los combustibles en el país (MICM, 2020), por lo que “Asequibilidad de la gasolina” y “Asequibilidad del diésel” aumentan sus valores. El aprovechamiento del potencial hidroeléctrico se ve reflejado en 2002 cuando aumenta la generación por hidroeléctricas de un año para otro (World Bank, 2019), lo que influye en los indicadores “Diversificación de la producción de energía” y “Diversificación de la generación de electricidad”. En 2002 las refinerías aumentaron la producción con respecto al año anterior, por lo que, al producirse más derivados, aumentó la energía secundaria y la producción de energía total (OLADE, 2019), haciendo que la intensidad energética también aumentara.

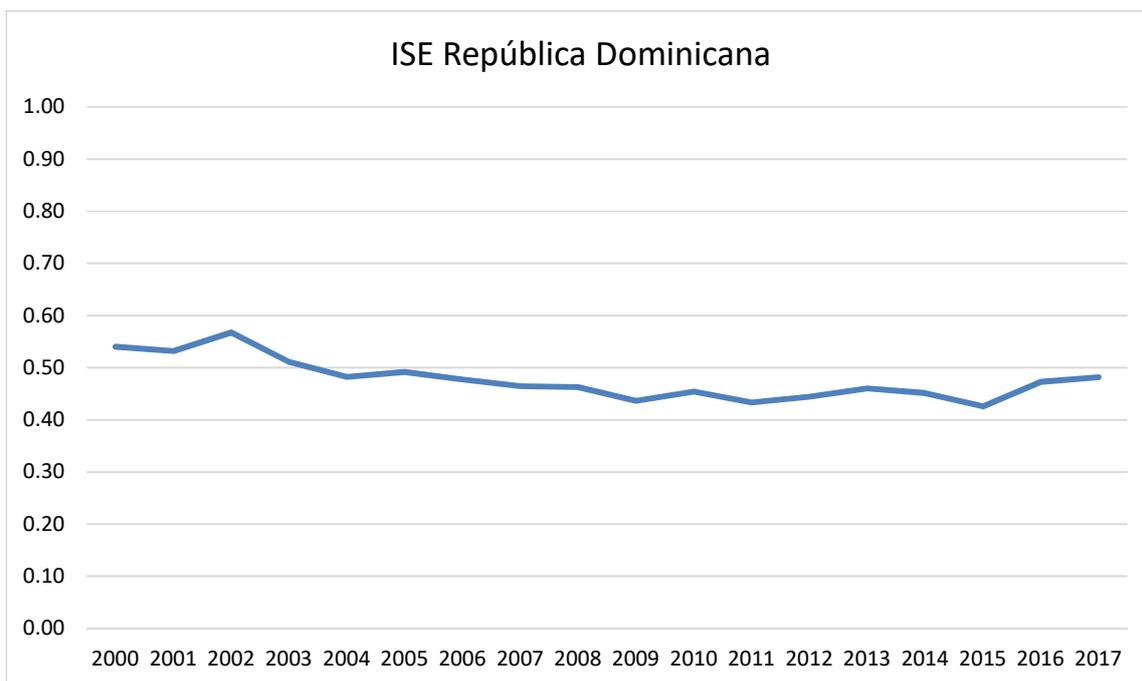


Figura 11: Índice de Seguridad Energética de República Dominicana.

Cuando en 2003 quiebran tres bancos nacionales, el gobierno decide hacer una fuerte emisión monetaria para absorber todas las pérdidas de las entidades bancarias y poder pagar a los ahorrantes el monto total de los depósitos. La tasa de inflación alcanzó un 42.6 %, fundamentalmente por la depreciación del tipo de cambio y su impacto en los principales componentes de la canasta familiar. En menor medida, también el país se afectó por las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo (Paniagua, 2004). Desde 2002 hasta 2011 se aprecia una gradual desvalorización del ISE, pasando de 0.54 a 0.43. Solo en 2005 hubo un cambio de 3 puntos porcentuales positivos, cuando se recupera el sistema financiero del país y la economía vuelve a cobrar vida, aumentando los salarios mínimos de la población (Mejía, 2019), por lo que influye en los indicadores de asequibilidad. Ese periodo de inestabilidad energética estuvo marcado por:

- Aumento del precio del barril de petróleo de WTI desde 2005 a 2015, llegando a alcanzar su máximo en 2008, y aunque en 2009 cae al valor más bajo, pues se incrementa nuevamente para los años 2011 y 2012. Las importaciones de derivados del petróleo aumentaron en esta etapa, por lo que el monto de las operaciones también lo hicieron (Selman, 2015).
- Una disminución de las importaciones del petróleo crudo, por lo que la refinería fue bajando su producción (OLADE, 2019). Además, de que el país no cuenta con la capacidad de refinación suficiente para suplir la demanda de derivados, obligando a grandes importaciones de los petrolíferos, que en 2009 fueron de un 13 % por encima del promedio entre 2005 y 2008 (Espinasa et al., 2013).

Por esas cuestiones, es que principalmente disminuye la producción nacional de energía, aumentan las importaciones de los derivados del petróleo y la factura petrolera, se contrae el refinado nacional y crecen los precios de los combustibles locales, tentados por el mercado internacional. Los indicadores que mostraron una disminución, afectando al ISE fueron:

- Autosuficiencia energética
- Dependencia externa de gasolina
- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos
- Intensidad energética
- Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos
- Asequibilidad de la gasolina
- Asequibilidad del diésel

De 2011 a 2013 sube hasta 0.46 el ISE, favorecido especialmente por los indicadores:

- Generación de divisas por el subsector hidrocarburos  
Aunque se incrementaron la cantidad de barriles importados, el monto de las operaciones se redujo por la caída de los precios (Selman, 2015).
- Diversificación de la producción de energía  
El aporte de las hidroeléctricas en la producción de energía aumentó, no solo por la implementación de los proyectos para su desarrollo, sino que estuvo beneficiada por el aporte de precipitaciones en ese periodo, sobre todo en 2013, cuando el territorio fue azotado por una vaguada, dejando un acumulado significativo (Olivo, 2013).
- Diversificación del consumo de energía  
La industria incrementa su participación con respecto a otros sectores, motivado por el aumento del consumo del carbón mineral. El país ha decidido consumir este energético no solo por los precios asequibles en el mercado internacional, sino porque tiene efectos menos nocivo al medio ambiente que los combustibles derivados del petróleo y existen muchas reservas que garantizan grandes años de disponibilidad y a precios estables (Delgado, 2015).

De 2013 a 2015 se aprecia un segundo ciclo de devaluación considerable del ISE. En esos años, producto de la disminución de los precios internacionales del petróleo, las importaciones de derivados se incrementaron. La Refinería Dominicana de Petróleo (REFIDOMSA) entró en reparación en algunas de sus instalaciones, deteniendo las importaciones los primeros 6 meses del 2015 (ONE, 2016), por lo que esto puede ser la causa de que se importara menos petróleo en esos años, existiera menos oferta de derivados de producción nacional, y de ahí, otra causa de la acentuación de las importaciones de petrolíferos. Los indicadores que disminuyeron y se relacionan a estos hechos son: “Autosuficiencia energética”, “Dependencia externa de gasolina”, “Dependencia externa de diésel” y “Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos”. Otros indicadores que también se depreciaron fueron “Diversificación de la producción de energía” y “Diversificación de la generación de electricidad”, ambos asociados a la disminución de la generación hidroeléctrica, pues en 2015 se sufrió una de las peores sequías debido al fenómeno El Niño, que unido a la insuficiencia de precipitaciones en 2013 y 2014, las reservas de agua registraron una situación crítica (Quiroz, 2017).

En 2016 y 2017 vuelve a cambiar la cara del ISE con un considerable aumento con respecto a 2015. Los aumentos de la producción nacional de energía, del salario mínimo, de la diversificación de la producción de energía y de la generación eléctrica, así como la disminución de los precios de los combustibles locales y de la tarifa eléctrica, estuvieron motivados por los siguientes cambios:

- La reducción de precios del petróleo y derivados en el mercado internacional (Sánchez, 2018), teniendo una importante incidencia sobre la balanza de pagos; en la economía de la población dominicana, al disminuir los precios de los combustibles y de la tarifa eléctrica (por la disminución de los precios de generación).

- Después de 2004, el incremento salarial se mantuvo entre 14 y 17 %. En 2017 se realiza el aumento más alto luego de 13 años, cuando se decidió ampliar un 20 % el salario mínimo para los trabajadores del sector privado no sectorizado (Corcino, 2017).
- A finales de 2015 entró en operación la REFIDOMSA, luego de remodelar sus instalaciones (ONE, 2016), por lo que aumentó la producción nacional de derivados.
- El cambio radical en el régimen de lluvia luego de una extensa sequía en años anteriores, cuando a finales de 2016 y principio de 2017 se produjeron fuertes y prolongadas lluvias en la zona norte (Quiroz, 2017).

Estos eventos hicieron que se aumentaran los siguientes indicadores:

- Autosuficiencia energética
- Diversificación de la producción de energía
- Diversificación de la generación de electricidad
- Asequibilidad de la gasolina
- Asequibilidad del diésel
- Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial

El consumo de leña en el sector residencial se redujo en un 5.5 % de 2000 a 2017, acompañado del aumento del consumo del GLP y la electricidad en este sector, en el 2017 la leña solo representaba un 30 % del consumo total (OLADE, 2019), incrementando el valor del indicador durante el periodo. Las pérdidas eléctricas aumentan a finales del periodo, siendo el talón de Aquiles del sector, que, aun con las nuevas inversiones en la generación, no logran disminuirlas (Noticias SIN, 2019), este indicador, que llegó a ser de 0.80 en 2001, terminó el 2017 con 0.73. La “Dependencia externa de energía”, Diversificación del consumo de combustibles fósiles” y “Dependencia del gas natural” mantienen valores bajos. El primero, debido a las grandes importaciones de petróleo y derivados. El segundo, porque sus sectores a inicios del periodo sólo consumían GLP y una pequeña parte de carbón mineral, aunque los últimos años insertaron al gas natural, pero con poca participación. El tercero, a veces no se tienen datos de las importaciones, y en varios años el indicador es cero, pues la oferta del gas natural es 100 % importada.

#### **4.2 Resultados del Índice de Vulnerabilidad en Petróleo**

Al contrario del ISE, para el OVI se encontraron todos los datos de los indicadores propuestos para su cálculo, en el periodo de 2000 a 2017. Los resultados obtenidos quedaron un poco por debajo de las inferencias que se esperaban, pues según el análisis realizado en capítulos anteriores, están un poco alejados a la realidad de los países en este periodo. A continuación, se analizará el OVI en cada país, observando el comportamiento de los indicadores en cada uno de ellos.

##### **México**

En la Figura 24 aparece el comportamiento del OVI para México, considerándose Poco vulnerable en todo el periodo. Según los resultados, en el 2009 fue donde más vulnerabilidad tuvo el país frente al petróleo y sus derivados. A partir de ese año, y hasta 2017, la tendencia indica que el país se hace menos vulnerable, y por lo que se ha descrito anteriormente, no es cierto.

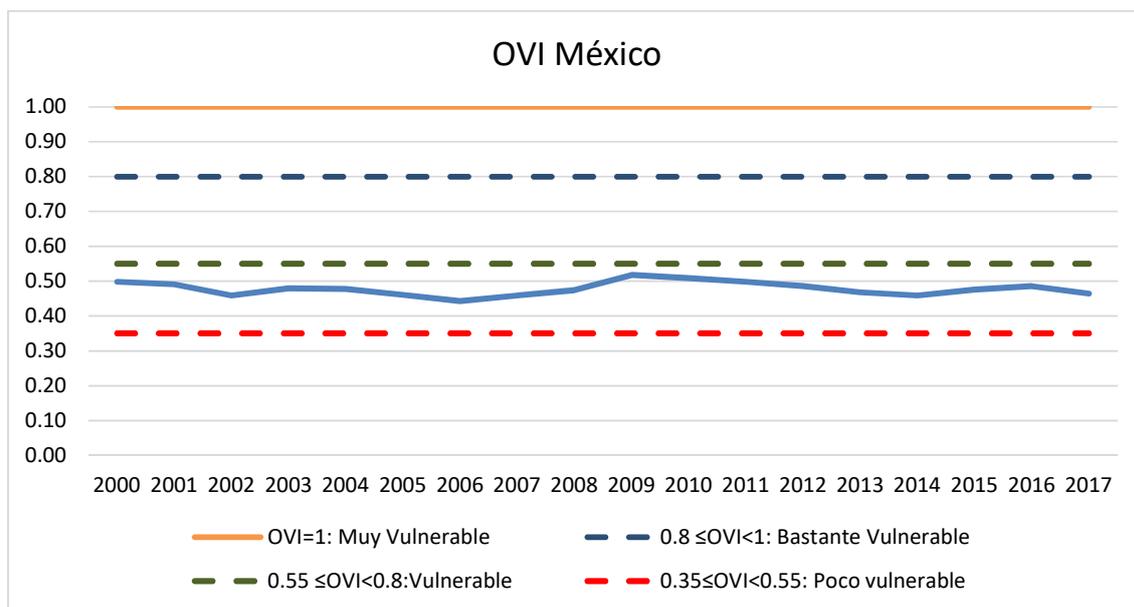


Figura 24: OVI en México.

En el Riesgo de Suministro (*RS*), México presenta valores por encima de 0.5 en casi todo el periodo. Al analizar las dos variables, la que más influye es el *RGp*, con valores predominantes entre 0.50 y 0.72. Si bien es cierto de la alta dependencia de petróleo y derivados de los Estados Unidos, que hace que el valor de *Ds* sea alto, este país tiene un bajo valor de *RP*, por lo que en esta variable México no presenta vulnerabilidad. La variable que más influye en el resultado final del indicador es *Ds*. En los primeros años el *RS* desciende, debido quizás al aumento de la producción y disminución de las importaciones, pero a partir de 2006 se nota un aumento del valor, pues en esos años la producción de las refinerías y las reservas probadas de petróleo disminuyeron, trayendo consigo el incremento de las importaciones.

En el Riesgo de Mercado (*RM*), el país tiene un valor promedio de 0.57, con una tendencia a ser menos vulnerable. La variable *VIN/PIB* no tiene contribución en el resultado final, por lo que la participación de las otras tres son las que influyen en la deducción obtenida en *RM*. La vulnerabilidad que presenta *Ps*, dado el gran porcentaje que tiene el petróleo y sus derivados en el consumo total de energía, así como el aumento del PIB, influyen mucho en el *RM*, por lo que su valor disminuye en el periodo.

### Belice

En la Figura 25 se muestra a Belice como Vulnerable frente al OVI, pero con valores cercanos a la condición de Poco Vulnerable. Su punto más alto ocurre en 2009 y los valores oscilan entre 0.55 y 0.65 durante todo el periodo. Los resultados consideran al país con riesgos en el suministro de petróleo, su *RS* tiene un promedio de 0.79 en todo el periodo, pues la relación *CP/OP* es muy vulnerable, dado que en ocasiones el consumo está próximo o es igual a la oferta y su *RGp* es medio, influyendo el valor de *DIN* y el de *LM* como el más y menos elevado, respectivamente (más y menos vulnerabilidad). El por ciento de participación del *RP* y el *Ds* son bajos, así como sus valores. La situación económica que vivió el país en 2009 (secuelas del huracán Dean, recesión económica mundial y la caída del turismo nacional), trajo consigo el aumento de las importaciones de derivados,

principalmente de Nigeria (que tiene un riesgo político medio), es por eso que las variables en RS se ven afectadas y repercuten en el valor del OVI, como se observa en la Figura 25.

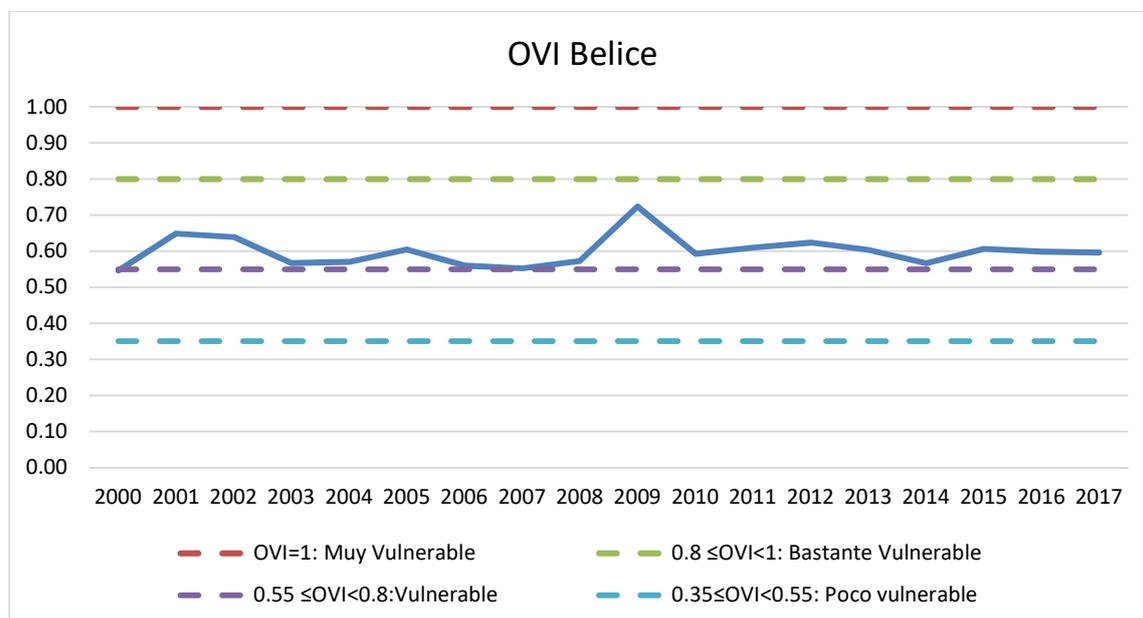


Figura 25: OVI en Belice.

El *RM* tiene un valor promedio de 0.60 siendo *PIB/POB* y *Ps* los que tienen mayor penetración en el resultado final. Para 2009, el PIB disminuye, aumentan el consumo y las importaciones netas de petróleo y derivados, por lo que *RM* se ve afectado, como indica la Figura 25. En 2010, se recupera la economía de su estancamiento, crecen las exportaciones de petróleo y se diversifica las fuentes de suministro, por lo que el OVI desciende su valor, aunque por encima de 0.55. Existen variables que son No Vulnerables y otras hasta Bastante y Muy Vulnerables, por lo que analizarlas independientes ilustran dónde está el verdadero problema del OVI.

### Guatemala

Este país, considerado como Poco Vulnerable en su OVI, su tendencia creciente de vulnerabilidad se hace notar en la Figura 26. Aunque el valor *RGp* es bajo, la relación entre *CP/OP* es alta. El *RS* asciende de 2000 a 2017 de 0.5 a 0.51. El *RM* se mantiene entre 0.56 y 0.63 en todo el periodo, por lo que el *RS* es quien tiene mayor peso en el resultado del OVI en este periodo. Desde que se cerró la refinería Escuintla en 2002, aumentaron las importaciones de derivados, principalmente de los Estados Unidos y el descenso de la producción nacional de crudo. Aunque la oferta de petróleo ha ido en aumento en los últimos años, no ha sido a la par del consumo de combustibles, que se ha disparado por la acentuación del parque vehicular. Estos elementos pueden ser la causa del aumento del OVI en los últimos años.

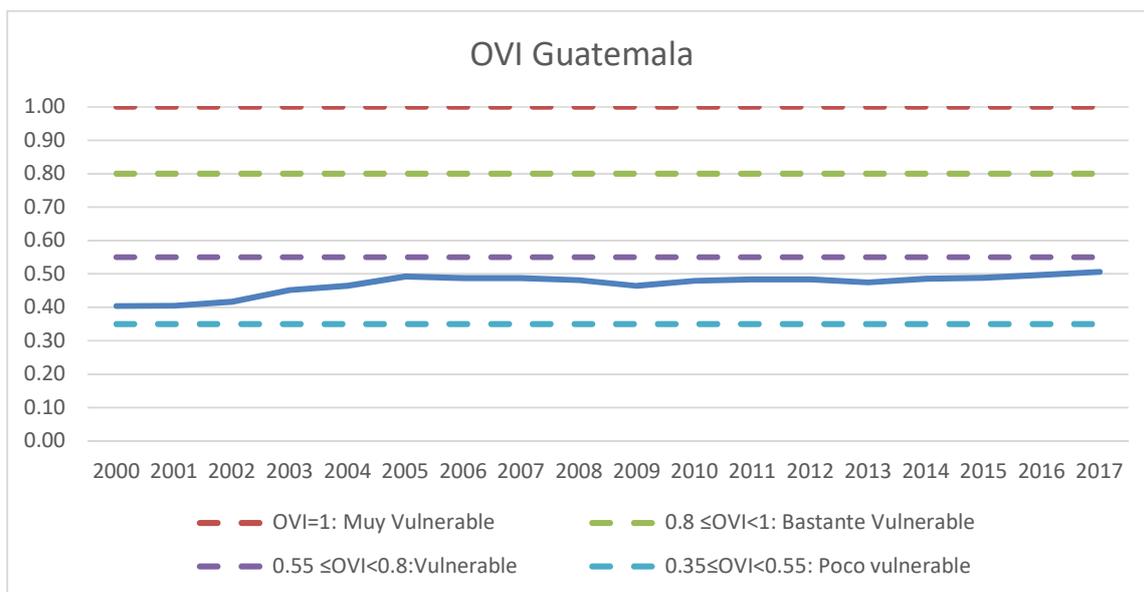


Figura 26: OVI en Guatemala

### Honduras

Honduras tiene un OVI con un comportamiento estable, entre 0.48 y 0.53 a partir de 2004, considerándose como Poco Vulnerable (Figura 27). El *RS* es influenciado por *CP/OP*, y aunque *RGp* tiene valor bajo, la dependencia de las importaciones netas adquiere el máximo valor de vulnerabilidad durante casi todo el periodo. El *PIB/POB* tiene la mitad del peso de la participación de las variables en el valor de *RM* el cual no descendiendo de 0.62.

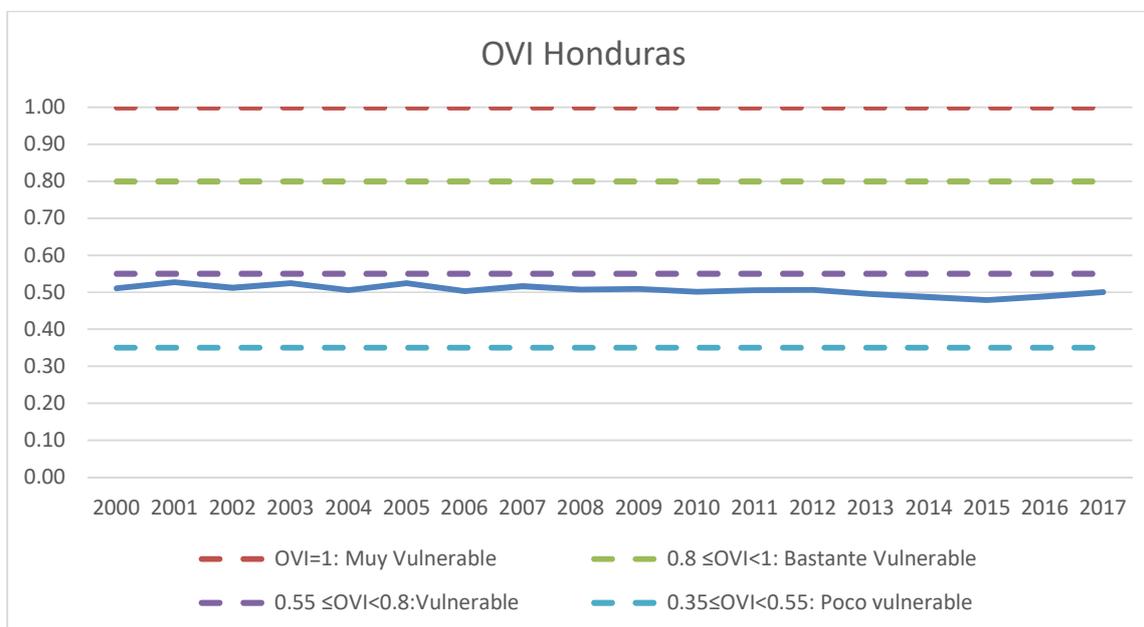


Figura 27: OVI en Honduras

El descenso de 2012 a 2014 puede deberse a que el país comenzó a privilegiarse de Petrocaribe, además del desplome de los precios del petróleo en el mercado internacional (el valor de las importaciones netas descende). De 2014 a 2017, el *RS* es quien influye más en el OVI; debido a que

el consumo aumenta, asociándolo al crecimiento del parque vehicular; no obstante, la oferta disminuye en esos años cuando se importa menos diésel y fuel oil, tal vez por el aumento de proyectos de energía renovable o por la subida de los precios en el mercado internacional, lo cual no queda claro en los documentos consultados.

### El Salvador

La Figura 28 exhibe cómo El Salvador tiene un OVI Poco Vulnerable con una tendencia creciente, acercándose al criterio de Vulnerable. El *RS* aumenta en ese periodo, y es quien define prácticamente el comportamiento del OVI; tanto en la relación *CP/OP* como por *RGp*. La afectación en la primera variable se puede asociar con el alto consumo de combustibles que ha ido experimentando el país y a la disminución de la producción nacional de derivados, con el consecuente cierre de su única refinería, que hace que la oferta disminuya a medida que el consumo aumenta; mientras que, en la segunda, la *DIN* es quien le da más vulnerabilidad, asociada al aumento de las importaciones por el cierre de la refinería. El *RM* excede el valor de 0.62, *PIB/POB* y *Ps* son los que definen al indicador, el peso de las dos variables en el resultado final fluctúa entre el 73 y el 82 %.

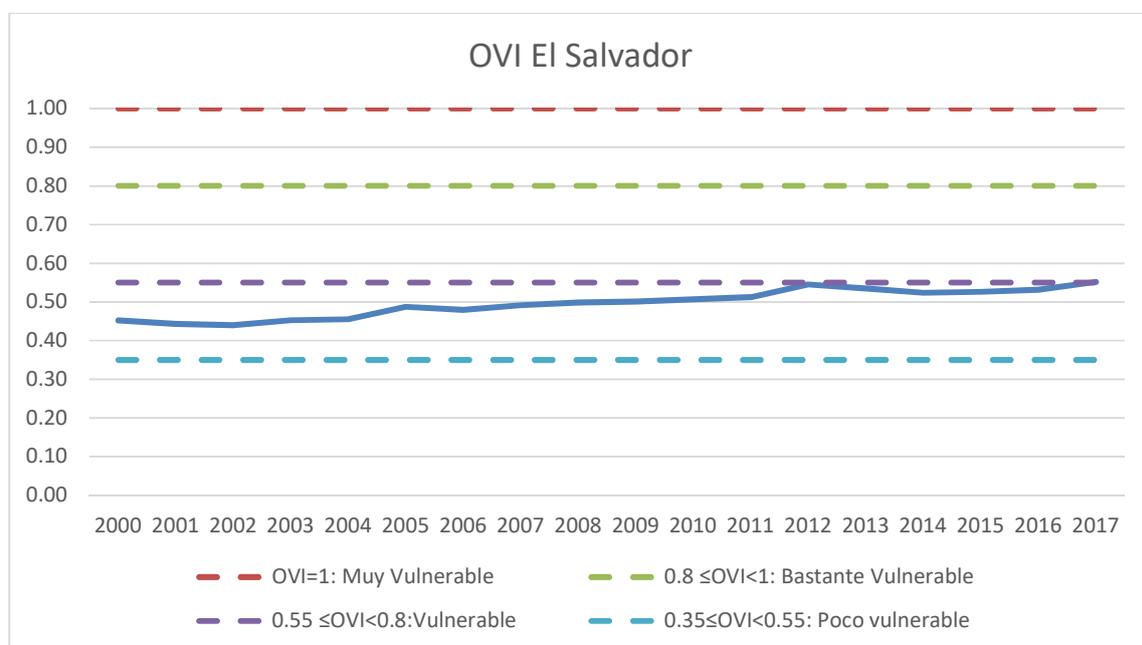


Figura 28: OVI en El Salvador

### Nicaragua

Nicaragua presenta un periodo muy estable en cuanto a la oscilación de sus valores y se mantiene en Poco Vulnerable (Figura 29). El *RM* es quien domina el resultado final del OVI, con un peso de más del 60 %. En ese indicador, aunque hay variables que muestran el ambiente adverso que se vivió en el país en esos años, la de mayor peso es *PIB/POB*, la cual mantiene poca oscilación. En esos años las importaciones disminuyen por el alza del precio internacional del petróleo, así como el consumo interno, por lo que tanto *RS* como *RM* disminuyen sus valores. A partir de 2013 el OVI amplifica su valor, algunas de los hechos que repercuten en las variables de los dos indicadores el índice son: aumento de las importaciones de derivados y el realce del consumo de petróleo, que hace que aumente su participación en el consumo de energía.

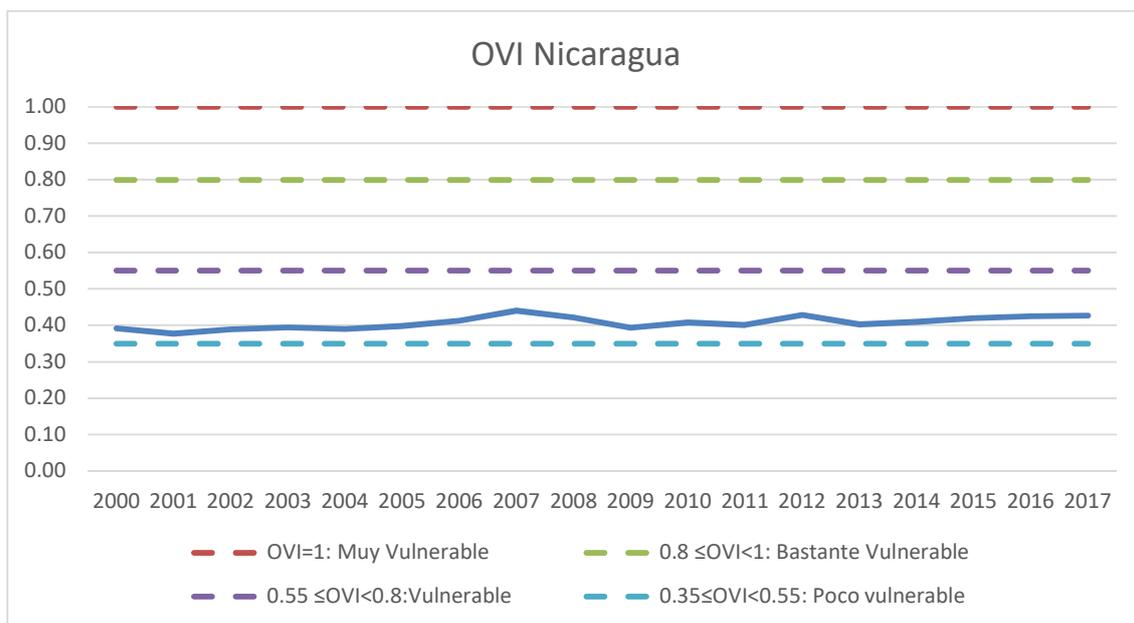


Figura 29: OVI en Nicaragua

### Costa Rica

Costa Rica se muestra como Poco Vulnerable ante el OVI (Figura 30). Según la gráfica, se denotan dos periodos, de 2000-2007 y de 2007-2017, siendo en 2007 el valor más bajo que indica menos vulnerabilidad. El *RS* es quien más repercute en el resultado final. Tanto el consumo como la oferta de petróleo aumentan para 2007, aunque la oferta lo hace de forma más rápida, es por eso que *CP/OP* disminuye su valor.

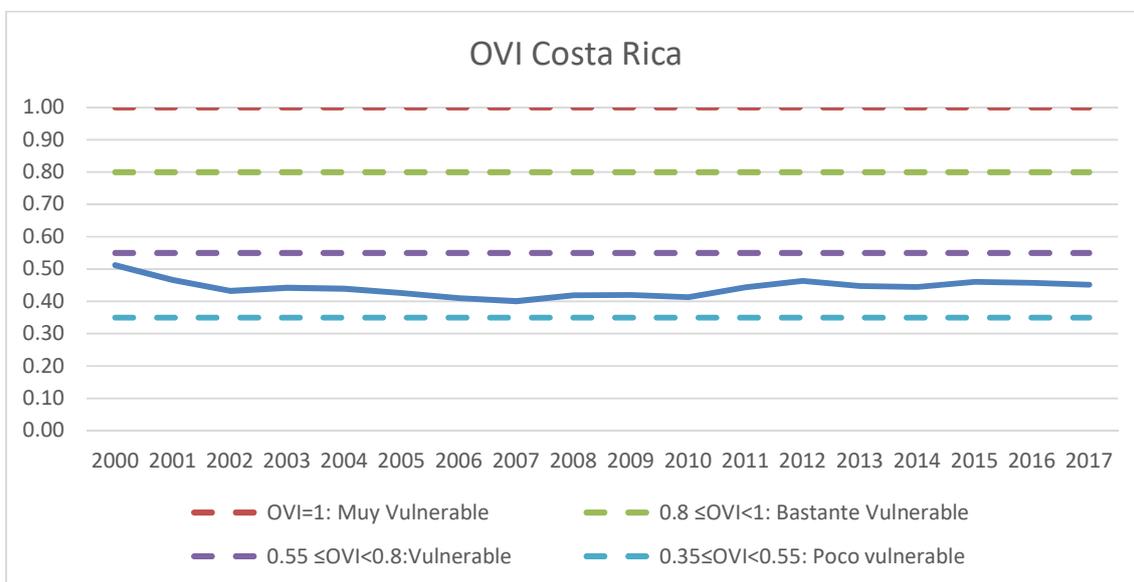


Figura 30: OVI en Costa Rica

El *RGp* también disminuye al hacerlo del mismo modo las importaciones netas y aumentar los países suministradores de petróleo. A partir de 2007, el consumo de combustibles se acelera y la oferta decrece, por lo que sube el valor de *RS*, la causa pudiera ser descenso de la producción de la refinería

hasta su cierre 2011 y poca importación de petróleo por los elevados precios en el mercado internacional.

### Panamá

Panamá tiene su OVI Poco Vulnerable en casi todo el periodo y con periodos estables (Figura 31). *Ps* tiene mucha influencia sobre el valor de *RM*, manteniendo un promedio de 0.67. De 2000 a 2003 se observa un incremento vertiginoso, pues en *RS* aumentan sus dos variables, provocado principalmente por el cierre de REFPAN, que hace que caiga la producción y el aumento las importaciones de productos refinados. De 2003 a 2011, los indicadores tuvieron un comportamiento estable. Desde 2012 es cuando el *RM* repercute en el resultado del OVI, al disminuir VIN y aumentar PIB; aumenta el consumo de petróleo (motivado por la caída de los precios nacionales e internacionales).

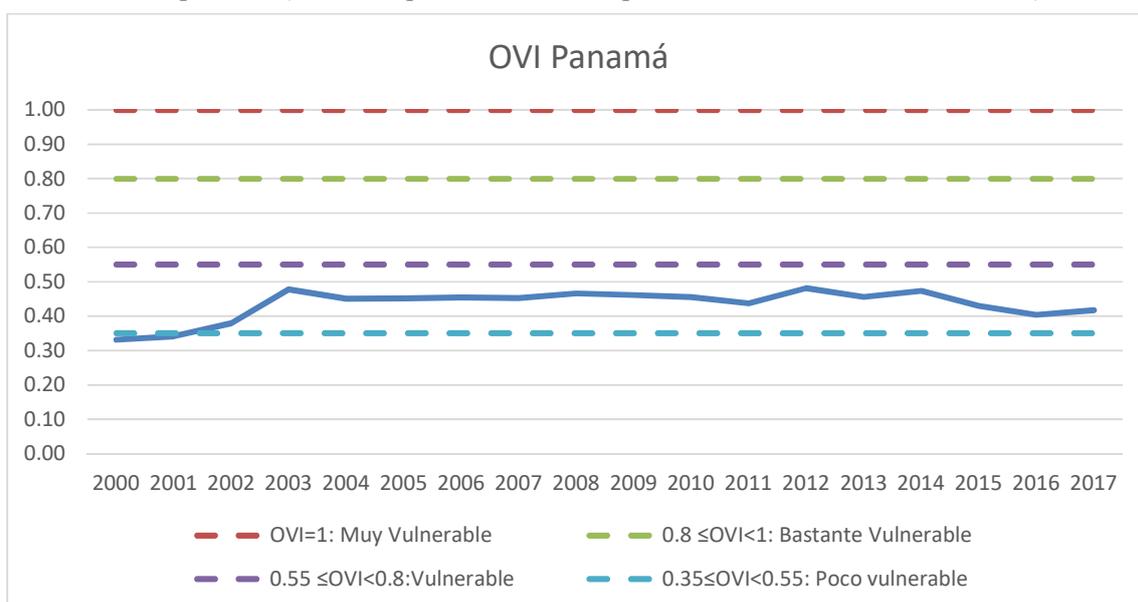


Figura 31: OVI en Panamá

### Cuba

En la Figura 32 se observa cómo Cuba se hace menos vulnerable al OVI hacia 2017, pasando en 2009 de Poco Vulnerable a No Vulnerable. Aunque su *RS* es bajo, es el *RM* quien incide más en este resultado. El *RGp* tiene un valor bajo, y aunque las principales importaciones de crudo y derivados provenientes de Venezuela se han visto afectadas por las sanciones de Estados Unidos a ambos países (principalmente a Venezuela), Cuba no notifica la cantidad real del suministro petrolero venezolano, por lo que en ninguna base de datos encontrada se ha podido analizar ese valor; es por eso que no se corresponde el valor obtenido en el OVI para Cuba con la situación petrolera real descrita en capítulos anteriores. En el *RM*, el valor de *Ps* es alto, dada la gran participación que tiene el petróleo en el consumo total de energía. Las demás variables experimentan un valor bajo, en correspondencia con la disminución del consumo de petróleo y derivados en los sectores residencial e industrial a partir de la reestructuración energética implementada desde 2006.

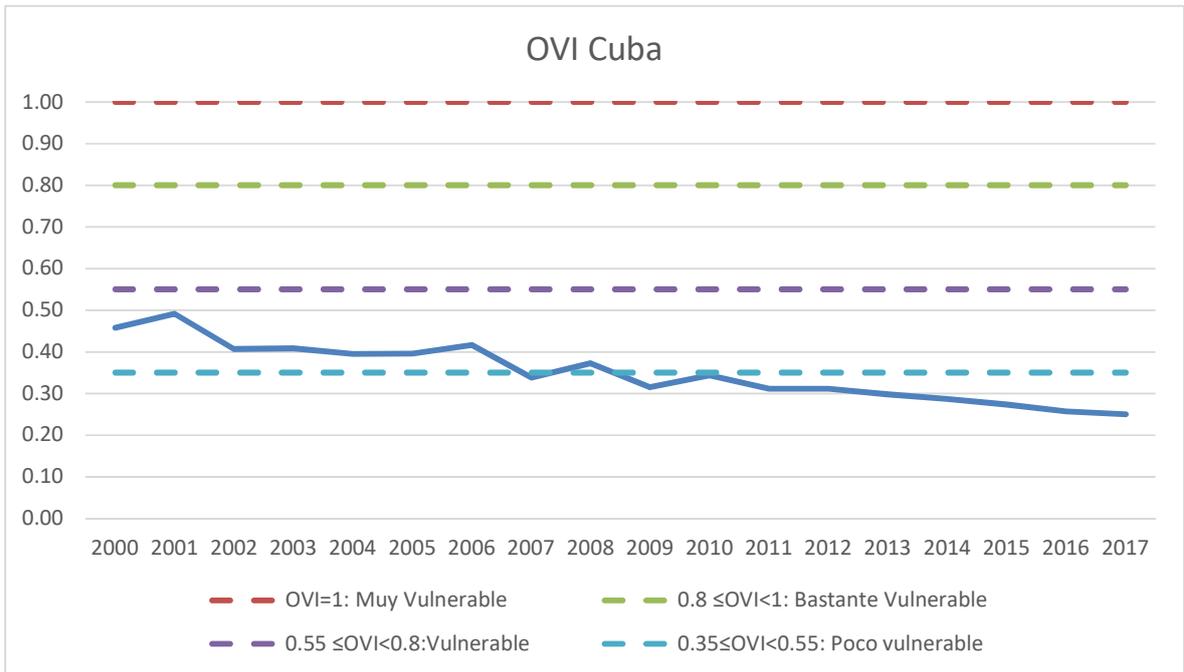


Figura 32: OVI en Cuba

### República Dominicana

El OVI en República Dominicana se presenta hasta 2013 como Poco Vulnerable (Figura 33), con una tendencia decreciente y llegando a ser No Vulnerable para lo que resta de periodo. El *RM* es quien interfiere más en el valor final, porque el *RS* va en ascenso durante todo el periodo.

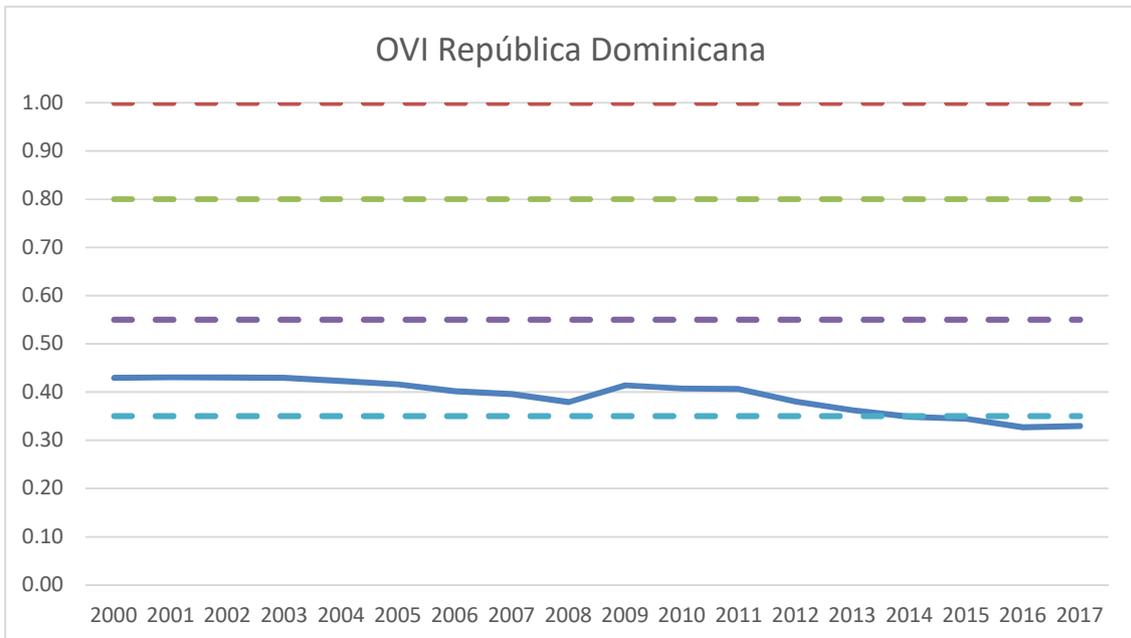


Figura 33: OVI en República Dominicana

El *RGp* para el país es bajo, pero la relación *CP/OP* aumenta, y es que la oferta disminuye durante todo el periodo: las refinerías no cuentan con la capacidad de refinación suficiente ante la demanda de derivados (además de que disminuyen las importaciones del petróleo crudo y bajan su producción), además, las importaciones de derivados sufren variaciones, en dependencia de los precios en el mercado internacional. En el *RM*, las variables *IP* y *PIB/POP* son las que más intervienen, marcadas principalmente por el aumento acelerado que reporta el PIB, pues tanto el consumo de petróleo como la población crecen, pero no es tan significativo la progresión como la del PIB.

De 2008 a 2009 el OVI aumenta su valor por el crecimiento de las importaciones petróleo, que influyeron en los dos indicadores. Ese año se reportó el valor más bajo del precio de barril de petróleo de WTI.

### 4.3 Conclusiones

En este capítulo se discutieron los resultados de la encuesta para el criterio de expertos, se analizó el comportamiento de los ISE y del OVI. El ACP permite que con menos indicadores se realice una interpretación de los resultados más sencilla. El cálculo del OVI muestra resultados alejados de la problemática petrolera planteada en capítulos anteriores. En este capítulo se finaliza que:

El índice de seguridad energética en México tiende a una marcada desvalorización, expuesta por la disminución de las reservas de petróleo, la baja producción de las refinerías que no satisfacen la demanda nacional, por lo que existe alta dependencia a las importaciones de petrolíferos (como gasolina y diésel) y altos precios de estos derivados a la población. El consumo del gas natural se ha elevado en los últimos años, pero el país no tiene la suficiente producción, por lo que recurre a las importaciones, principalmente de los Estados Unidos. El desarrollo del sector eléctrico demuestra a partir de los indicadores que se ha fortalecido y afianzado en contribuir a mejorar la seguridad energética de la nación, aunque falta por seguir diversificando la matriz de generación, la cual continúa dependiendo en más del 70 % de combustibles fósiles.

Centroamérica se considera como una región importadora neta de petróleo y derivados, por lo que la tendencia de los precios del crudo en el mercado internacional ha conducido el comportamiento de los indicadores dependientes de los hidrocarburos. El ISE también se ha visto afectado por crisis nacionales, que unidas a las crisis del petróleo, han comprometido a la seguridad energética del país implicado. Los bajos índices se deben también a otros factores, como la alta dependencia de la leña en el sector residencial para satisfacer las necesidades energéticas básicas, pues la población que la consumen es de bajos recursos económicos y no tiene acceso a otras fuentes de energía; la ubicación geográfica de la infraestructura de almacenamiento, a pesar que la capacidad y los días disponibles se pueden considerar aceptables en todo el periodo, el fatalismo geográfico de las instalaciones dificulta la recepción, transporte y distribución de los combustibles, además del régimen de propiedad de las instalaciones; la asequibilidad para acceder a los combustibles derivados del petróleo es pequeña, debido a los altos precios de estos y los bajos salarios mínimos; la inexistencia de refinerías, por lo que hay que acudir a las importaciones para suplir la gran demanda que presenta la región, las cuales provienen en su gran mayoría de Estados Unidos.

El Caribe, analizado desde la perspectiva cubana y dominicana, tiene grandes problemas energéticos, los cuales se han profundizado para finales del periodo que se analiza. Cuba presenta estabilidad energética en casi todo el periodo, pero por los desplomes de su ISE se demuestra la falta de capacidad de su estructura energética y la utilización de pocos proveedores de petróleos y sus derivados debido al bloqueo impuesto por el gobierno estadounidense y la afiliación de Venezuela como principal suministrador. No obstante, se han tomado medidas que le ha permitido mantener la economía a flote, y dentro de las posibilidades y convenios con otros países, ir enalteciendo el sistema

energético. República Dominicana, considerado como importador de combustibles, presenta desniveles considerables en su seguridad energética, motivados por la alta dependencia de los precios internacionales del petróleo y las importaciones para cubrir la creciente demanda (principalmente de los Estados Unidos), además de la incapacidad de su refinería de cubrir la mayor parte de la oferta.

Los índices de cada región son diferentes numéricamente, pero todos tienden a una disminución. Los indicadores asociados al petróleo y sus derivados son los que hacen que descendan, pues la alta dependencia de las importaciones concibe a los países como vulnerables ante los precios del petróleo en el mercado internacional. Este periodo ha estado marcado por crisis nacionales e internacionales, por inconstantes costos del barril de petróleo, por el establecimiento de los Estados Unidos como principal proveedor de combustibles de todos los países (excepto en Cuba, que es Venezuela), por un aumento del consumo nacional de energía, por la disminución de la capacidad de refinación por el cierre de refinerías, lo que ha conllevado a que las importaciones hayan aumentado, así como la factura petrolera. Sin embargo, el sector eléctrico ha mostrado avances con el desarrollo de tecnologías renovables y su ascendente aporte a la matriz de generación, se han reducido las pérdidas técnicas con la restructuración de las líneas de transmisión, se ha ganado seguridad en los países centroamericanos por el aporte del MER en la importación de energía eléctrica, permitiendo aumentar su consumo y la tasa de cobertura eléctrica.

Al analizar el ISE en la región CEPAL como tres subregiones, se aprecia diferencias notables entre ellas. Si se hubiera analizado como una sola región, existiría disconformidad en el uso de los indicadores, dadas las diferencias de cada sector energético y de la matriz de consumo. Esto demuestra que, aunque se adquiriera un concepto estándar de seguridad energética por el que los países y regiones se puedan guiar, a la hora de cuantificarla habría que particularizar en cada país y/o región según sus características. Al definir los indicadores adecuados para determinar un ISE, si se recurre a bases de datos confiables, proporcionaría un resultado más efectivo y cercano a la realidad, lo que permitiría establecer o modificar las estrategias políticas con la finalidad de elevar la seguridad energética.

El OVI exhibe a los países como Vulnerables, excepto a los del Caribe que llegan a ser Poco Vulnerables con una tendencia a ser No vulnerables. Teniendo en consideración los problemas en el sector petrolero que se analizaron en los capítulos anteriores y los resultados en el ISE, que mostraron que el sector hidrocarburos era el que más repercutía en la situación energética de los países, pues los resultados numéricos obtenidos con el OVI se alejan de estos planteamientos. Al analizar los Riesgos de Suministro y los Riesgos de Mercado dentro de una misma ecuación, así como las variables que implican a cada uno de ellos, tal vez se pierda información fehaciente que da un resultado alejado de la realidad y de lo que se espera. Las variables son propuestas para países con características distintas a los de la región; además, la fórmula de cálculo utilizada por Gupta aunque fue modificada, quizás los países de Centroamérica y el Caribe necesiten otras variables u formas de cómputo que personalicen la vulnerabilidad petrolera de las naciones de la región. Un ejemplo es el resultado dudable obtenido en Cuba, país con situación petrolera impactada por un embargo estadounidense que ha llevado a su sector energético a varias crisis y que se muestra como Poco Vulnerable según el cálculo realizado, aunque también, es por la falta de datos disponibles que el país protege por seguridad nacional.

## Capítulo 5: Escenarios 2030 de Seguridad energética para los países de la región

En este capítulo se analizan dos tipos de escenarios hacia el año 2030: el tendencial y el alternativo. En el primer escenario, se observa el comportamiento de la tendencia que muestra el ISE hacia 2030; mientras que, con el segundo, se muestra el comportamiento alternativo (escenario deseado) del ISE, según las políticas de cambio de cada país que se reflejan en los indicadores. Además, se observan el comportamiento del ISE de 2018 a 2020 y así apreciar cómo se están desempeñando las políticas hacia el horizonte 2030. Antes de finalizar, se hace un breve análisis de la proyección de la energía nuclear en los países en estudio como una alternativa para la generación de la energía eléctrica y que contribuya a realzar la seguridad energética de cada nación.

### 5.1 Metodología para la creación de los escenarios 2030

A continuación, se expondrán las metodologías utilizadas en los distintos escenarios hacia 2030.

#### Escenario tendencial

Con la ayuda del SPSS se determinó la tendencia de cada variable hacia 2030, lo que permitió obtener el comportamiento tendencial de los indicadores y, por ende, del ISE. En dependencia de la estacionalidad de los datos, este programa estadístico utilizó, de forma automática, el procedimiento modelizador de series temporales más conveniente para realizar las tendencias (examinados con posterioridad para evitar resultados negativos). Los procedimientos que se utilizaron fueron los siguientes:

- **ARIMA:** es el modelo autorregresivo integrado de media móvil el cual estudia la dinámica o estructura temporal de la información. Esta metodología no asume un patrón específico de los valores de la serie que se pronostica, sino que utiliza un modelo basado en iteraciones que permiten identificar el mejor modelo a partir de patrones de tipo general, es decir, que deja que los propios datos temporales de la variable que se estudia indiquen las características de la estructura probabilística subyacente y ayuden a pronosticar el futuro. El modelo se ajusta siempre y cuando los residuos entre el modelo real y el seleccionado sean bajos y se distribuyan de una forma aleatoria e independiente a lo largo del tiempo (IBM Corporation, 2021).
- **Simple:** es un modelo propicio para las series en las que no existe tendencia o estacionalidad. Tiene un único parámetro de suavizado que es el nivel. Este suavizado exponencial es el más similar a un modelo ARIMA, sin órdenes de autorregresión, una orden de diferenciación, otra de media móvil y sin constante (IBM Corporation, 2021).
- **Holt:** es un modelo de suavizado exponencial conveniente para las series con una tendencia lineal y sin estacionalidad. Los parámetros de suavizado son el nivel y la tendencia, y sus valores no se restringen mutuamente. Es muy similar a un modelo ARIMA, sin órdenes de autorregresión y que incluye diferenciación y media móvil (IBM Corporation, 2021).
- **Brown:** es un caso especial del modelo de Holt, apropiado cuando se utiliza series de tendencia lineal y que estas no contengan estacionalidad. El nivel y la tendencia son los parámetros de suavizado, los cuales se asumen iguales. Este modelo es muy similar al ARIMA, con órdenes de diferenciación y de media móvil, sin considerar autorregresión (IBM Corporation, 2021).

Una vez obtenida la tendencia hacia 2030 de cada variable, fueron calculados los valores de los indicadores de 2018 a 2030, conformándose el ISE de acuerdo al método de cálculo utilizado en el periodo base.

### Escenario alternativo

En el escenario alternativo se genera más eficiencia en los indicadores, pudiéndose considerar, al calcular el ISE, como un valor deseado. Para la confección de este escenario, se consideraron las políticas de cambio de cada país que influyen en las variables trabajadas y que se encuentran en los planes de política energética de cada territorio. Para hacer la proyección 2030, se recurrió el lenguaje de programación Python, el cual es de libre acceso y ampliamente utilizado a nivel mundial para analizar datos y automatizar operaciones.

Para el escenario 2030 se utilizó un modelo lineal, el cual es una de las herramientas más importantes del análisis cuantitativo y que se utiliza para predecir una variable dependiente a partir de una o más variables independientes (Lee, 2019). El objetivo principal de utilizar este modelo en Python fue hacer un análisis de regresión para describir el comportamiento de cada variable hacia 2030, según las propuestas en los documentos consultados. Para explicar la metodología, se pone como ejemplo el compromiso de México de generar el 35 % de su electricidad a partir de energía renovable para 2024, siendo en 2017 de 14.5 %. Los datos se insertaron de forma manual y el lenguaje de programación se realizó a partir de la metodología siguiente:

1. Buscar el año (después de 2017) donde se sugiere un cambio en la variable (2024).
2. Hallar la diferencia entre el año que se propone el cambio y el año en el cual finaliza el periodo base (7 años)
3. Hallar la diferencia de los valores en los años que se examinan ( $35 - 14.5 = 20.5$ )
4. Dividir el resultado del paso 3 entre el resultado del paso 2 ( $20.5 \div 7 = 2.93$ )
5. Tomar el resultado del paso 4 como el crecimiento anual que debe tener la variable para que se cumpla que en el año deseado llegue al valor propuesto (2018= 17.4, 2019 = 20.4... 2023= 32.1, 2024=35).
6. Completar hasta 2030, siguiendo el modelo lineal con el coeficiente del paso 4.
7. En caso de que el valor de la variable en estudio sea en 2030, el completamiento será hasta 2029.

Una vez que se hallaron los valores de las variables hasta 2030, fue determinado la proyección del ISE para cada país y por región. No se sometieron los datos nuevamente al procedimiento de ACP en el SPSS, sino que se les dio seguimiento a los indicadores resultantes del ACP en el periodo base, utilizando los mismos componentes y coeficientes de ese análisis.

## **5.2 Resultados y análisis de la confección de los escenarios**

A continuación, se presentan los escenarios (tendencial y alternativo) de seguridad energética hacia 2030. El análisis de las proyecciones, así como en el comportamiento de los indicadores después de 2017, permite delimitar el sentido que tiene el ISE 2030, identificando las causas que lo alejan del escenario esperado.

## México

Como se observa en la Figura 34, la tendencia del ISE para México es decreciente, pasando del 0.67 alcanzado en 2017 a 0.58 en 2030. Existen varios indicadores que repercuten en este comportamiento al disminuir su valor:

- Dependencia externa de energía: la oferta de energía tiene una tendencia al crecimiento, pero no así con las importaciones y las exportaciones, las que tienden a aumentar y disminuir, respectivamente, lo que hace que la importación neta aumente y disminuya el valor del indicador.
- Dependencia externa de gasolina y de diésel: en ambos indicadores, aunque se incrementa la oferta de estos combustibles, la tendencia indica que las importaciones netas también ascienden, debido al progresión de las importaciones y la depreciación de las exportaciones.
- Peso de las refinerías: La tendencia indica una crecida del consumo de combustibles y una baja en la producción de derivados.
- Asequibilidad de gasolina y de diésel: aunque los precios de los combustibles y el salario mínimo tienden a crecer, el valor del salario lo hace en menos proporción.

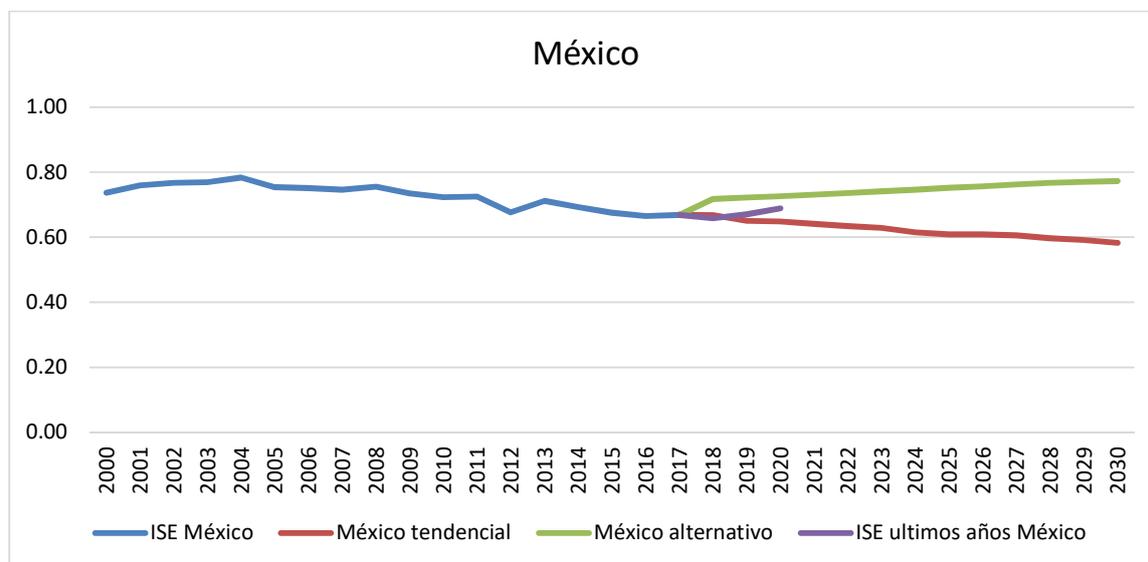


Figura 34: Escenarios 2030 del ISE para México.

Las políticas energéticas de México hacia 2030 motivan a que el ISE llegue a ese año a 0.77. Estas políticas revierten el comportamiento de indicadores que en el escenario tendencial hicieron que el valor del índice decayera. Las proyecciones documentan un aumento de las exportaciones y la disminución de las importaciones, incremento del consumo y producción de energía, crecimiento del PIB, así como una progresión de las energías renovables con la consecuente disminución en el uso de fósiles.

Aun siendo un país productor de petróleo, las importaciones netas de combustibles han aumentado en los últimos años. Si bien se ha apostado por el desarrollo del sector, principalmente con la implementación de la Reforma en 2013, la seguridad energética muestra un decrecimiento notable en todo el periodo que se analiza, con una tendencia al decrecimiento. Los planes consultados abarcan tanto el sector hidrocarburos como el eléctrico, aunque la mayoría de las acciones se giren a este

último. Las energías renovables han ganado territorio en la matriz energética, pero todavía se quedan muy por debajo a las proyecciones realizadas. El escenario alternativo de seguridad energética tiende a darle un giro a esa situación, gracias al cambio de proyección de sus indicadores. Algunos documentos que demuestran las estrategias diseñadas son los siguientes.

En la Estrategia Nacional de Energía 2014-2028 (SENER, 2014b) se trazan líneas de acción y nuevas acciones para alcanzar los objetivos planteados y mejorar el funcionamiento del sector energético. Entre sus objetivos se encuentran extender el acceso a servicios energéticos de calidad a toda la población, de forma que contribuya al crecimiento económico del país. Las medidas de política están en función de los problemas energéticos: transporte, almacenamiento y distribución (se le da seguimiento a la evolución de la capacidad del sistema para satisfacer la necesidad de servicio de energía con continuidad y calidad); producción de petróleo (sostener la producción para respaldar la demanda energética del país), la refinación, procesamiento y generación (elevar la producción de combustibles y diversificación del parque generación), transición energética (mejorar en la economía del país, tecnología y diversificación del sistema, en correspondencia con los compromisos ambientales).

Los elementos de integración que contiene la estrategia son sustentabilidad del sector, eficiencia energética y ambiental y seguridad energética. En ella se realiza un diagnóstico, propuesta de un nuevo modelo económico, nuevo escenario que posibilita la instrumentación de la reforma aprobada en 2013. El documento posibilita las estrategias que consideran pertinentes (según las distintas regiones) para energizar cada región o zona. Recomienda posibles proyectos de acuerdo a los perfiles energéticos de cada región (SENER, 2014b).

La Prospectiva de energía renovable 2017-2031 hace alusión a los nuevos proyectos de energía renovable para reforzar y modernizar el mercado eléctrico nacional. Se realiza un diagnóstico con la información histórica y prospectiva de energía renovable, así como estudio y tendencia de estas en el país. Se hace una descripción de las principales leyes para el uso de las energías renovables, de las políticas públicas en materia de energía y de los instrumentos derivados, identificándose los objetivos, líneas de acción y metas para el impulso de proyectos. Se muestran los estudios para la integración de las renovables al sistema en las diferentes zonas del país y se describen los escenarios futuros de acuerdo con la proyección de la capacidad instalada (SENER, 2017c).

La Prospectiva del sector eléctrico es un documento de política energética que toma como referencia la situación actual del mercado eléctrico en México y la tendencia de acuerdo a las nuevas tecnologías. Las principales necesidades del sector eléctrico y la planeación futura son determinadas por el consumo, el comportamiento estacional de las demandas, los precios medios y la infraestructura actual de generación y transmisión de energía eléctrica. Esta es una herramienta de análisis que brinda información general y específica del sector eléctrico con el fin de diseñar y llevar a cabo la política energética y la planeación del SEN.

A partir de la Reforma energética de 2013, el entorno regulatorio del sector eléctrico se ha fortalecido y se ha permitido el planteamiento de varios planes para abastecer energía con precios competitivos, calidad y eficiencia en toda la cadena productiva. Para garantizar el cumplimiento de los objetivos trazados, se actualizan constantemente las leyes, normas y regulaciones, y así contribuir al desarrollo del mercado eléctrico. Se analiza la evolución que han tenido la infraestructura, el consumo, la

generación, transmisión y distribución de electricidad, así como la planificación futura según los proyectos en estudio y las perspectivas de análisis (SENER, 2017b).

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 se plantea abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva con la finalidad de aumentar la capacidad del estado para asegurar el suministro de petróleo crudo, gas natural y gasolinas que demanda el país; fortalecer el abastecimiento nacional de energía eléctrica; promover el uso eficiente de la energía y el aprovechamiento de fuentes renovables mediante nuevas tecnologías; fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología en los temas que involucran al sector energético. Se establecen objetivos, estrategias y líneas de acción para lograr el abastecimiento de energía que demanda el país, tanto en el sector hidrocarburos como el eléctrico (SEGOB, 2013a).

El PRODESEN 2018-2032 constituye la planeación del SEN, contiene programas de ampliación y modernización de la red de transmisión. Se hace un compendio de los avances y resultados de la reforma energética en materia de electricidad durante 2017-2018, así como una proyección de 2018 a 2023 y resumen de inversiones en ese periodo en proyectos de generación, transmisión y distribución (SENER, 2018d).

El escenario alternativo de la Figura 34 fue realizado principalmente por las proyecciones de la Reforma energética de 2013 (Gobierno de la República, 2013), donde se aspiraba al aumento de la renta petrolera, un mayor desarrollo económico, el descenso de los precios energéticos y de electricidad, aumento de la producción de petróleo y gas, la disminución de la dependencia de energéticos importados con el fortalecimiento de las exportaciones, un suministro de combustibles ininterrumpido y asequible para la población, el aprovechamiento del gran potencial energético que tiene el país, entre otras aspiraciones.

Las estadísticas en años posteriores a 2017 denotan la continua declinación de la producción petrolera, la progresiva importación de gas natural y derivados del petróleo, el aumento del peso de la renta petrolera en las finanzas públicas, así como el lento desarrollo de las energías renovables dentro de la matriz energética. El ISE se mantiene estable entre 2018 y 2020, con un comportamiento positivo, pero poco significativo. Se puede manifestar que las proyecciones no se están cumpliendo en los periodos idóneos para lograr las metas hacia 2030. Algunas de las causas a las que se puede atribuir ese incumplimiento pudieran ser:

- Entre 2005 y 2012 la exploración por parte de Pemex tuvo resultados muy bajos; los yacimientos encontrados no fueron lo suficientemente grandes para elevar la decadencia de la producción que se ha venido notando desde 2004 cuando Cantarell llegó a su pico máximo y que desde 2006 se nota su declinación. Desde el 2015 el país se convirtió en importador neto de productos petrolíferos, principalmente por la reducción de la producción de petróleo crudo y la creciente demanda y dependencia en la importación de gasolinas. Todo esto influyó a que al cierre del periodo base en 2017, la tendencia de varios indicadores asociados a estas variables, siguieran el comportamiento decreciente. Sin embargo, se puede revertir la situación. Al no encontrar reservas en los últimos años, Pemex tomó la decisión de realizar cambios en sus estrategias para la exploración al focalizar los recursos de inversión en aguas someras y en tierra. Los nuevos campos terrestres encontrados (Ixachi, Quesqui, Valeriana, Racemosa y Dzimpona), después de 2017 comenzaron sus trabajos exploratorios, aunque los planes de explotación se han visto retrasados a raíz de la pandemia de Covid-19. No obstante, los ingresos petroleros en 2021

mostraron un aumento y Pemex ha ganado fuerza al soportar casi la totalidad de la producción petrolera (Alegría, 2021). Los aspectos anteriores figuran un desempeño positivo de forma paulatina para los indicadores asociados a la producción de petróleo.

- Los bajos niveles de almacenamiento mínimo de hidrocarburos que persisten todavía. La Secretaría de Energía en 2017 emitió la Política Pública de Almacenamiento Mínimo de Petrolíferos, proyectando el crecimiento gradual del almacenamiento de forma regional de 2022 a 2025, llegando a ese año con un inventario mínimo entre 10 y 13 días (SENER, 2017a). Aunque estos números estén alejados de las reservas que propone la AIE, ante la ocurrencia de una interrupción en el suministro, el país tiene a su disposición esos volúmenes de petrolíferos distribuidos regionalmente para mantener el abasto al menos durante el número de días obligatorios definidos en la política. Según Energy & Commerce (2020), en los últimos años se han visto pequeños avances, pero aún existe retraso en las inversiones para las infraestructuras de almacenamiento. Al cierre de 2021, el país tenía siete proyectos de almacenamiento en etapas iniciales, y la implementación de otros en el corto y mediano plazo (Bnamericas, 2021).

- El retraso en la ejecución de proyectos de energía renovable, tanto por las políticas del gobierno que los han frenado como por la oposición social ante el desarrollo de estos. El gobierno de López Obrador (2018-2024) ha tomado medidas para que las empresas productivas del Estado recuperen su posición en el sector energético del país, por lo que la iniciativa privada ha visto frenados sus intereses de expandirse en el sector y varios proyectos eólicos y fotovoltaicos no han entrado en operación por la suspensión de sus pruebas por la necesidad de “dotar de estabilidad al sistema eléctrico durante la emergencia sanitaria derivada de la pandemia de coronavirus” (Energy Management, 2019; Roca, 2020; Sánchez, 2021). La oposición social se deriva principalmente por la inequidad en los contratos que ofrecen las compañías, la falta de consulta previa y la complicidad de las autoridades locales con los inversionistas y el desatento de los intereses de las comunidades que no cuentan con asesoría jurídica. En algunos casos, la oposición social ha obtenido que se retrasen o cancelen proyectos (Martínez et al., 2019). La meta de lograr el 35 % de electricidad a partir de energía renovable en 2024, proveniente de la Ley de transición energética de 2015, tuvo que ser aplazada hasta 2030 (CENAPRED, 2021), lo cual se veía venir desde años anteriores pues la participación de las energías renovables en el balance de energía estaba por debajo a las proyecciones.

- Los altos precios de combustibles y electricidad que se alejan de la asequibilidad por parte de la población. Con la Reforma energética de 2013 se esperaba una disminución en los precios de los combustibles, pero mientras se dependa de la volatilidad en el mercado internacional, es muy difícil mantener el mercado interno con precios constantes y bajos. La demanda se incrementa a una velocidad mayor que la oferta, y el acrecentamiento del precio del petróleo, el aumento de las importaciones de derivados y la devaluación del peso mexicano frente al dólar, hace que los precios nacionales se vuelvan insostenibles. Debido al elevado consumo y a los bajos salarios, los mexicanos destinan un alto porcentaje de sus ingresos en combustibles (Paullier, 2017). En el caso de la electricidad, la mayoría de las plantas de generación operan a partir de combustibles fósiles, por lo que los altos precios han impactado en la factura eléctrica.

Como se puede apreciar, el escenario alternativo del ISE que se proyecta para México (Figura 34) está por encima del índice en los años posteriores a 2017, mientras que el tendencial está por debajo. El país no ha logrado cumplir sus proyecciones en los plazos determinados, aunque a partir de 2018 se denota un aumento del ISE, pero por debajo de las expectativas. Este aumento está asociado

principalmente al avance sosegado en materia de construcción de infraestructuras para el almacenamiento de hidrocarburos, al aumento de la producción nacional de petróleo y al impulso de la refinación en el país, así como en el incremento de las energías renovables en la generación eléctrica.

### Centroamérica

La Figura 35 muestra los escenarios del ISE para Centroamérica. La tendencia indica un aumento, gracias a países que llegan a 2030 con un ISE por encima del obtenido en 2017, como Belice, Honduras y El Salvador. Aunque los demás tengan una pendiente negativa, la diferencia entre 2017 y 2030 no excede a 0.04. Si los países de la región cumplen las políticas energéticas consideradas en sus planes de desarrollo de energía, el ISE pasaría de 0.52 (alcanzado en 2017) a 0.72 en 2030. Las variables que influyen más en los indicadores de ambos escenarios son: importación y exportación de energía y de combustibles, generación de energía a partir de fuentes renovables, tasa de cobertura eléctrica, precios de la gasolina y diésel, días de almacenamiento de petrolíferos y consumo de leña de leña en el sector residencial. A continuación, se observarán los escenarios para cada país y cuál ha sido el desempeño del ISE de 2018 a 2020.



Figura 35: Escenarios 2030 del ISE para Centroamérica.

### Belice

En los últimos años el país ha apostado por fortalecer y estabilizar su sector energético, el cual era el más precario de la región a inicios de los 2000. En capítulos anteriores se aprecia cómo Belice ha inclinado su balanza en materia de energía para mantener su seguridad energética estable y con buenos indicadores, lo cual queda demostrado en la Figura 36. A partir de 2013 el ISE va en constante aumento, resultado del cumplimiento de las estrategias propuestas. El territorio mantiene una estrecha relación entre sus escenarios hacia 2030 y es el único que su escenario tendencial se va por encima del alternativo. Esto sucede porque la tendencia de los indicadores supera a las metas planteadas en los programas energéticos, lo cual no está mal, ya que la tendencia es un patrón de comportamiento de la dirección que sigue la variable (en este caso los indicadores); además, es señal de que las medidas que se están tomando para mejorar su seguridad energética van en buen camino.

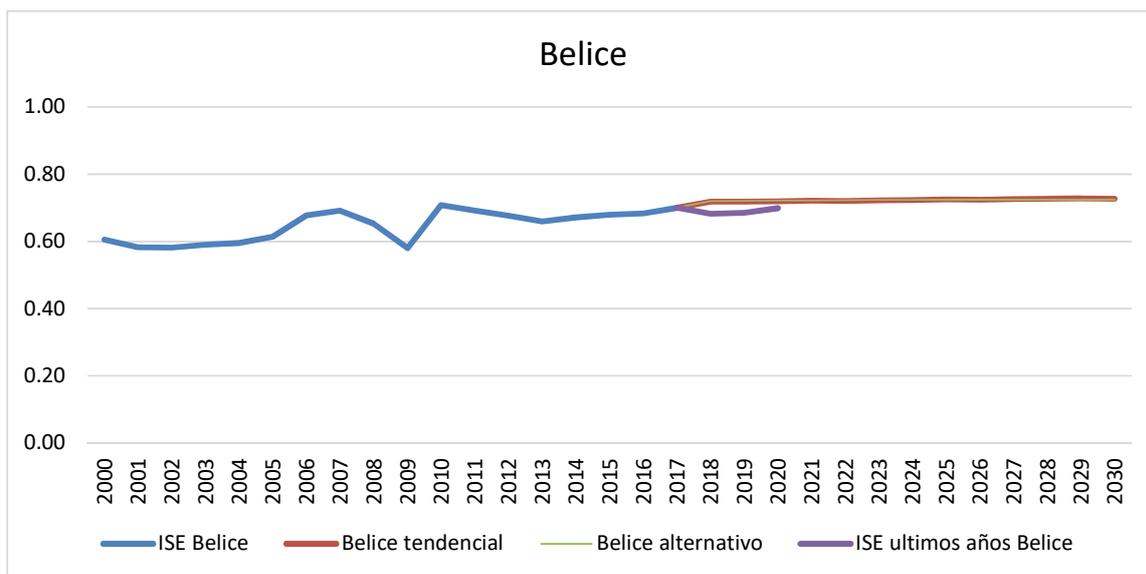


Figura 36: Escenarios 2030 del ISE para Belice.

El escenario tendencial experimenta un crecimiento de indicadores, principalmente: Dependencia externa de energía, por la disminución de las importaciones netas y el aumento de la oferta de energía; Dependencia de electricidad, por el incremento de la oferta de energía eléctrica y de la reducción de las importaciones; Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial, que, aunque el precio de la electricidad tiende a aumentar en este sector, el salario mínimo también lo hace y en mayor proporción; y Tasa de cobertura eléctrica.

En el escenario alternativo, los indicadores que incidieron en el tendencial, tienen un comportamiento positivo también. Existen otros, que, según las proyecciones en sus variables, aumentarán su valor, como Ingresos de divisas para la importación de petróleo, Ingresos de divisas para la importación de petróleo, Absorción o generación de divisas por el subsector hidrocarburos, Intensidad energética y Pérdidas de energía eléctrica.

Aunque las referencias bibliográficas y los datos estadísticos relativos a la energía no son abundantes, se determina que la planeación energética está bien conformada y que las estrategias son efectivas, así lo reflejan las estadísticas en los últimos años y los resultados obtenidos en los escenarios 2030 del ISE (Figura 36). Sobre la base de los problemas en el sector, las acciones se han enfocado en el desarrollo de las energías renovables y en el aumento de la eficiencia energética, como es expresados en los planes que se analizan a continuación. Además, han contrarrestado las dificultades que afectaban a su seguridad, como el alto porcentaje de las importaciones de electricidad de México.

El documento sobre el sector energético en 2014 realiza una caracterización de los problemas del sector en ese momento, como el declive de la producción petrolera, los elevados precios de la electricidad y el alto por ciento de importaciones de energía eléctrica desde México. Plantea sus estrategias, objetivos y recomendaciones, tanto para el desarrollo nacional como la integración regional. En el informe se reconoce el potencial de los recursos de energía renovable para reducir los problemas y aumentar la seguridad energética del país, así como el consumo de energía de manera más eficiente con el uso de nuevas tecnologías (Gischler et al., 2014).

El Plan Estratégico 2012-2017 establece objetivos, estrategias y programas de acción de acuerdo a la situación energética del país. Proporciona un esquema para la estrategia de energía sostenible en el desarrollo de una economía baja en carbono para 2033. Permite la planificación y ejecución de estrategias para mejorar y lograr la competitividad del sector y generar ingresos suficientes para el apoyo de proyectos y programas (MESTPU, 2012).

Gischler et al. (2014) también se refieren a la publicación de la Estrategia de Energía Sustentable 2012-2033 como parte del plan estratégico para 2012-2017, esta incluye programas y actividades para el desarrollo de los recursos renovables y no renovables y mejorar la eficiencia energética. Ambas estrategias sirven para formular políticas en el sector, considerando la necesidad de un apoyo en términos de recursos y experiencia técnica. Con la implementación de la política nacional de energía se pretende que se desarrollen planes de acción concretos y se prioricen las intervenciones y expansión del sector.

Pudiera considerarse que los documentos anteriores son resultado del propósito para la política energética nacional de Belice, pues toman las recomendaciones expuestas por DFAIT-OAS (2011) para mejorar la política energética del país. Además, se exhorta a conocer la disponibilidad, el potencial y la demanda de los recursos energéticos; incrementar el acceso a servicios modernos, asequibles y confiables a la población; fortalecer la capacidad del gobierno para formular e implementar las políticas energéticas; establecer mecanismos de monitoreo para el cumplimiento de los compromisos ambientales. El Gobierno está consciente del papel que juega la energía en el desarrollo económico del país.

El Ministerio de Energía, conocido como *Belize Energy Unit*, es el responsable de la producción, la distribución y el uso de energía del territorio. El país posee una empresa por cada subsector, en el de electricidad (*Belize Electricity Limited*) y la empresa petrolera *Belize Natural Energy* (BNE). La BNE es respaldada principalmente por capitales irlandeses, en el 2020 tenía 18 contratos y continuaba siendo la única empresa que producía y exportaba petróleo (Butler, 2020). Como la exploración y la explotación de nuevos yacimientos se realizan a lo largo de la costa, los proyectos se han visto afectados principalmente por el rechazo de los trabajadores del turismo y ambientalistas, con la finalidad de proteger los arrecifes de coral.

El ISE en Belice no ha alcanzado valores superiores por varias razones: la producción ha decaído por el rechazo de nuevos pozos en el mar, se sigue dependiendo en gran medida de energía importada, faltan muchas zonas rurales por electrificar, los servicios energéticos tienen alto costo para la población y se debe aumentar el aprovechamiento de las fuentes renovables autóctonas. Esto ha repercutido que en los últimos años el ISE mantenga valores estables, pero por debajo de su escenario deseado. El gobierno no solo ha identificado los problemas, sino que sus estrategias se basan en reducirlos y aumentar su seguridad energética. Como bien queda expresado, el gobierno ha apostado por el aprovechamiento y diversificación de otras fuentes renovables de energía, en la eficiencia energética, en el perfeccionamiento de la política energética del país encaminada a una economía baja en carbono. Al ser un país altamente vulnerable a las fluctuaciones en los precios del petróleo, su planificación energética debe orientarse especialmente al seguimiento, ejecución y cumplimiento de las estrategias para aumentar la seguridad energética, lo que no sólo significa independencia energética, sino ser parte de la integración regional (como, por ejemplo, las conexiones eléctricas con otros países).

## Guatemala

La diferencia hacia 2030 entre el escenario tendencial y alternativo de Guatemala (Figura 37) es bastante considerable, pues según el comportamiento histórico de los indicadores, el ISE será decreciente para 2030 (llegando a 0.57) y el futuro optimista que se plantean en los planes energéticos, lo posicionan cerca de 0.70. Los planes prospectivos del país plantean una disminución de las exportaciones de derivados, aumento de las importaciones y de la oferta de combustibles, el desarrollo del mercado de gas natural (producción, importación y consumo), ampliación de la capacidad de almacenamiento de combustibles, disminución de las pérdidas en la energía eléctrica, crecimiento de la cobertura eléctrica y disminución del consumo de leña en el sector residencial. Lo anterior, hace que varios indicadores aumenten su valor y con ello, el valor del ISE hacia 2030.

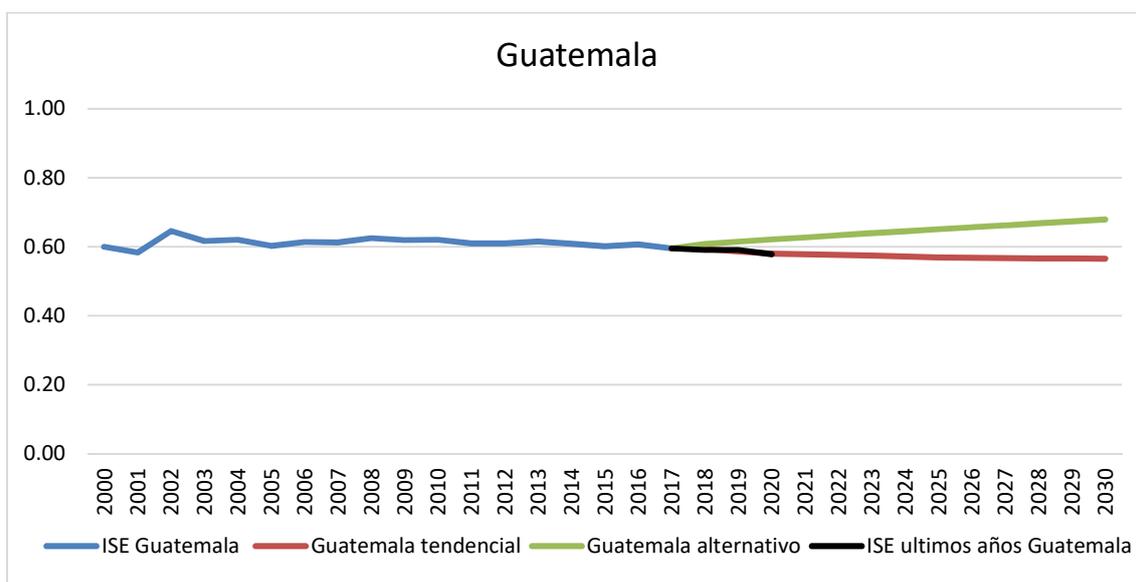


Figura 37: Escenarios 2030 del ISE para Guatemala.

El escenario tendencial es influenciado principalmente por la disminución de indicadores como Autosuficiencia, Dependencia externa de energía, Diversificación de las fuentes externas, Diversificación de la generación de electricidad, Asequibilidad de la gasolina y el diésel, así como Dependencia de los petrolíferos en el sector transporte. Las razones son las siguientes: aunque la producción de energía y el consumo muestran un crecimiento, el consumo tiende a crecer más rápido que la producción; existe tendencia al aumento de las importaciones netas; el número de países que suministran energía al país va en decrecimiento, hay un aumento considerable de las energías renovables con la consecuente disminución de los fósiles en la generación de electricidad; el precio de los combustibles se prevé que crezca en más proporción que el salario mínimo; el consumo de los petrolíferos en el sector transporte crece en mayor medida que la oferta.

Los documentos, tanto para el subsector eléctrico como para el de hidrocarburos, plantean la transformación de la matriz energética a partir del ahorro y uso eficiente de la energía, con un enfoque de desarrollo sostenible y la finalidad de alcanzar una soberanía energética y un desarrollo social equitativo, acorde a los ODS de la Agenda 2030. Demuestran que el país ha organizado su sistema de políticas para el sector energético de forma tal que mejore los estándares de vida de toda la

población Los proyectos energéticos se relacionan con políticas públicas, con marcos normativos ambientales, políticas propias del sector que establecen derechos y obligaciones en materia energética. Además, tienen bien establecidos los ejes transversales de la política energética, objetivos, metas, así como las acciones y las instituciones implicadas para el cumplimiento de las mismas. En los últimos años se ha incentivado la inversión de nuevos proyectos de generación y transporte de energía eléctrica con la introducción de nuevas plantas de generación y redes de transporte del sistema eléctrico (INAB, 2013; MEM, 2013, 2017b, 2018b, 2019; Morales, 2018).

Como referencia para la proyección de los planes de política energética se tomaron tres documentos: el Plan Nacional de Energía 2017-2032 y los de Política energética 2013-2027 y 2019-2050. Solo uno es inferior al 2017, año que finaliza el periodo base elegido. El Plan de 2017 es un documento indicativo que hace su proyección a 2032 a partir de la evolución de los indicadores energéticos y con la finalidad de reducir las emisiones de GEI. Los ejes que se emplean en este Plan para el crecimiento del sector energético del país son el aprovechamiento sostenible de recursos renovables, la reducción de emisiones de GEI y eficiencia y ahorro energético. En el documento de 2019 se brinda una mayor información y planeación en el sector eléctrico, mientras que los objetivos y acciones operativas para el abastecimiento y uso final de combustibles se quedan por debajo para disipar los problemas que presentan este subsector.

Los ejes de la política energética que propone Guatemala están definidos en dependencia de los problemas encontrados en el sector energético, abarcando los precios de hidrocarburos y electricidad, ahorro y uso eficiente de la energía, la necesidad de exploración y explotación de nuevos pozos petroleros y la reducción del uso de la leña. Por todo lo anterior, surge la incertidumbre de que, si el gobierno tiene todo el enfoque y los instrumentos estratégicos para mejorar la situación del sector energético y los subsectores correspondientes: ¿por qué la operatividad de las acciones marca un resultado práctico contrario a lo que se plantea en sus informes?

El subsector eléctrico es quien tiene mayor importancia en las proyecciones, con metas y acciones concretas para el cumplimiento de sus objetivos. En la confección del escenario tendencial los valores del subsector eléctrico son positivos, mostrando que las estrategias propuestas se están cumpliendo. Es por eso que la tendencia negativa del ISE está dada por las variables que corresponden a la parte de hidrocarburos, por lo que las acciones propuestas en el documento de 2013, no fueron suficientes para elevar los valores tendenciales de estos. En los documentos se denotan que muchas de las acciones en el subsector hidrocarburos se quedan en su gran mayoría en el plano teórico, faltándole la parte práctica para el cumplimiento de las metas y de los objetivos en general. Los mayores problemas en este subsector están dados por el comportamiento de los precios de los hidrocarburos en el mercado internacional, los cuales determinan la conducta de los precios del mercado interno. Además, la producción petrolera nacional ha decaído debido al declive natural de los yacimientos en fase de explotación y la falta de nuevos proyectos de exploración y explotación.

El gobierno se propone para el desempeño de su política energética establecer alianzas estratégicas con actores públicos y privados a todos los niveles, así como cumplir con los compromisos jurídicos nacionales e internacionales. No obstante, el conflicto social por la extracción y aprovechamiento de recursos naturales puede que limite la explotación de estos al no tener un retorno económico para la inversión social en los municipios afectados. El aprovechamiento del potencial hídrico se ha visto afectado por la mala interpretación de las comunidades indígenas y la falta de consultas como se indica en el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Es por eso que la

energía que no se genera por los proyectos hidroeléctricos debe ser suplida por otras plantas de generación, principalmente fósiles (MEM, 2017b).

Las importaciones de combustibles desde los Estados Unidos han aumentado en los últimos años, tanto por la calidad como por lo precios competitivos. Los combustibles fósiles que llegan desde ese país son de mejor calidad y favorecen a la reducción de las emisiones de GEI. En los informes estadísticos, que es dónde se observan estos datos, no se realiza un análisis de las consecuencias de tener a Estados Unidos como principal proveedor de combustibles, más bien proporcionan la idea de que seguirá siendo el principal suministrador. La geopolítica estadounidense de hace siglos atrás en el territorio guatemalteco, hace inevitable y no negociable esa relación, que como expresa Recinos-Abularach (2021) la postura realista es que Guatemala es el débil de esta colaboración, sin la decisión de si quiere negociar o no, además de que siempre tiene que estar conforme, opinar y acercarse a las nuevas administraciones estadounidenses sin romper la postura “natural” que han creado. En el ámbito energético, se supone que, si ya Guatemala tiene una posición estable, se considera socio de los Estados Unidos, no hay un riesgo geopolítico que interrumpa la entrada de combustibles al país (además de ser de calidad y a precios accesibles), entonces, aunque no contribuya a elevar los valores del indicador en cuestión, pues beneficia a otros indicadores y contribuye a obtener otras metas de los planes energéticos.

Hasta 2019, tanto la producción como las exportaciones habían disminuido. Las acciones planteadas para revertir esa situación no marcan una fecha límite para su cumplimiento y los datos de los balances energéticos demuestran que el desempeño de las acciones se queda por debajo para el cumplimiento de las metas. La contradicción de las comunidades ante estos procesos, la falta de financiamiento o tecnologías para la exploración y explotación de las reservas en años posteriores a la confección del documento de 2013, pueden que sea algunas de las causas por lo cual no se ha podido avanzar en el cumplimiento de ese eje. El aumento del parque vehicular hace que la demanda de hidrocarburos sea mayor, por lo que también influye en el aumento de las importaciones. En el Plan 2019-2050 se proyecta diversificar el uso de combustibles, insertar otras tecnologías de movilidad para el transporte público e implantar el uso de tecnologías más eficientes en la combustión.

La asequibilidad de los combustibles, tanto diésel como gasolina, muestran una propensión al decrecimiento. La tendencia del salario mínimo es el aumento, al igual que los precios de estos combustibles, lo que estos últimos lo hacen en mayor proporción. La sensibilidad que presentan los precios de los combustibles en el mercado nacional frente a la política internacional, concibe que el país mantenga siempre oscilaciones en los precios. Hacer una proyección de precios en un país netamente importador, a expensas de decisiones y tendencia externas, no es factible ni representa confiabilidad en la autoridad energética. Esto último se demuestra con la aparición de la COVID-19, cuando en el 2020, contra todo pronóstico, se desploma el precio del petróleo y los combustibles, y la demanda de combustible en el país bajó entre 12 y 13 % (Bolaños, 2021). Si el país adquiere los combustibles a precios competitivos, es para que en el uso final tenga precios asequibles a la población. Como voto de confianza, habría que esperar por el desempeño de las acciones propuestas en la Ley General de Hidrocarburos, así como por la tecnificación del sistema de monitoreo de precios de combustibles.

El sector residencial es el de mayor consumo energético, principalmente por el uso predominante de la leña en las zonas rurales. Si bien es cierto que se recomienda y se incita al uso de alternativas tecnológicas, la mayor gestión se está realizando en la implantación de estufas ahorradoras de leña.

No se observan estrategias ni acciones propuestas para que las entidades gubernamentales instalen en zonas rurales otros servicios de energía, equipos electrodomésticos y de iluminación. A partir de 2017 se quería introducir el uso del gas LP en las cocinas, así como el funcionamiento de estufas ahorradoras para el uso eficiente y adecuado de la leña, quizás con esas acciones se revierta la tendencia negativa de los indicadores asociados al uso de la leña y de producción y consumo de combustibles. En la proyección 2019-2050, uno de sus objetivos se refiere a la competitividad en el abastecimiento de GLP en el sector residencial, pero en el documento no se habla de la situación ni de proyección sobre este combustible en la cocina de los hogares.

En las referencias bibliográficas no se encontraron documentos que hagan un análisis explícito del cumplimiento de las estrategias trazadas en la Política energética 2013-2027, por lo que no se puede valorar con exactitud el desempeño de las políticas y saber dónde está el problema real del incumplimiento de estas<sup>28</sup>. Los bajos valores del ISE en Guatemala se pueden asociar a que al no tener establecido su propio concepto de seguridad energética y un diagnóstico detallado de su sector energético, el país no tiene bien definido cuáles son los verdaderos problemas que pueden incidir en su seguridad y los planes de acción orientados a solucionarlos. A los obstáculos principales no se le han dado la importancia requerida y el análisis que llevan, que radican en el sector hidrocarburo y en el consumo de leña. Además, existe conflictividad social en los proyectos de recursos renovables.

Se puede indicar que las brechas entre los escenarios de la Figura 37 y el comportamiento negativo de 2018 a 2020 están dados porque continúa la alta dependencia de las importaciones de combustibles y los precios nacionales de los hidrocarburos (y electricidad) siguen dependiendo del comportamiento del mercado internacional; la producción petrolera sigue en descenso producto del declive de los yacimientos y la falta de nuevos depósitos para la explotación; además, persiste el alto consumo de leña en el sector residencial, que hace que sea su principal fuente de energía.

## **Honduras**

De 2000 a 2017 la tendencia del ISE fue creciente, aun cuando existieron años en que el valor descendió por crisis que afectaron al sector. El escenario tendencial 2030 continuó con este comportamiento. Los dos escenarios mostrados en la Figura 38 experimentan una conducta positiva, pero el tendencial es más modesto que el alternativo. El resultado en el primero se le atribuye al crecimiento de la producción y del consumo de energía, aumento de las exportaciones y de la oferta de energía y crecimiento de la cobertura eléctrica. La mayoría de los demás indicadores muestran un crecimiento discreto y casi invariable. Con los objetivos proyectados para mejorar los niveles de energía (evidentes en el escenario tendencial), varios indicadores se benefician como la Autosuficiencia, Dependencia externa de energía, Diversificación de la producción de energía, Días de almacenamiento de combustibles, Pérdidas de energía, Tasa de cobertura eléctrica y Dependencia de la leña en el sector residencial.

En los documentos consultados para la realización del escenario alternativo se aprecia que se identifican los problemas energéticos y se recomiendan acciones para revertir la situación. El sector eléctrico es el que tiene toda la atención, y aunque los demás se mencionan y se recomiendan realizar políticas para su desarrollo, es en este dónde se observan los mejores resultados. Se observa cómo el

---

<sup>28</sup> En ese mismo documento se describe que el monitoreo se realizará con una revisión periódica de las estadísticas económico-energéticas del comportamiento del sector energético.

país le ha dado importancia a su sector energético, y no solo de forma teórica, los datos hasta 2020 reflejan que se ha venido trabajando en mejorar los indicadores energéticos.

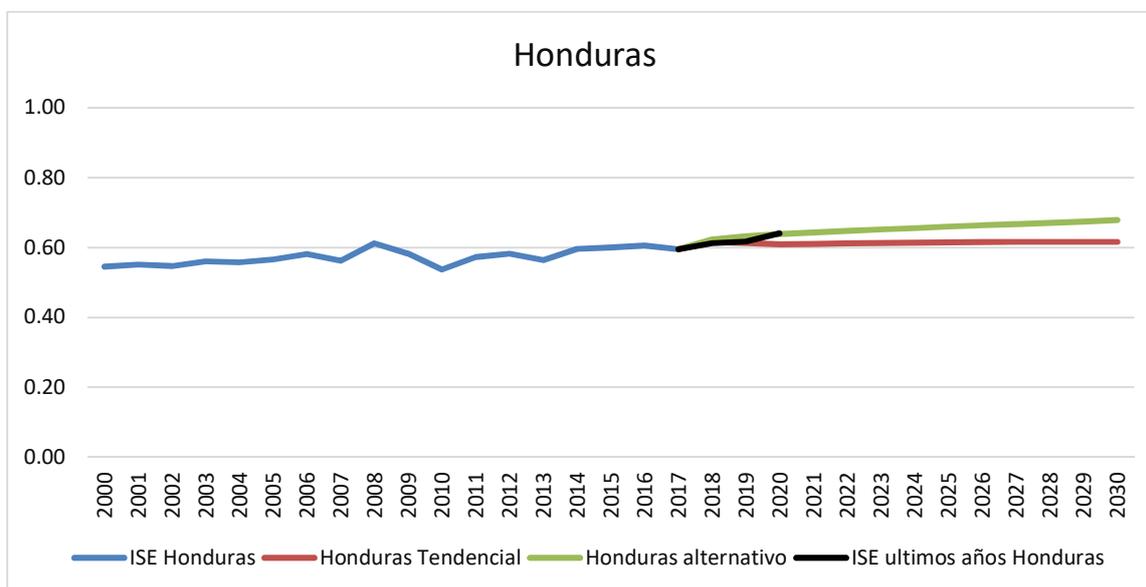


Figura 38: Escenarios 2030 del ISE para Honduras.

Algo negativo, y que se puede considerar como un freno en los avances, es que la población considera a la eficiencia energética como un gasto, no como inversión; es por eso que el incentivo en las comunidades para que se cumplan los proyectos, principalmente renovables, es exiguo (Flores, 2018; ODS, 2019; Pro Honduras, 2016; Salgado, 2009). Los documentos que se exponen a continuación son ejemplo de las proyecciones del país para mejorar su sector energético.

La Prospectiva energética 2009-2030 (Salgado, 2009) es un documento metodológico para la proyección 2030, donde se explica todas las consideraciones para la elaboración de un escenario tendencial y el deseado a partir del Software LEAP. Entre los problemas que se identifican en el escenario base están la baja cobertura eléctrica, alto consumo de leña, ineficiencia en el consumo por el parque vehicular antiguo, la incidencia de la factura petrolera en la economía del país por no tener reservas de petróleo y gas y el poco aprovechamiento de las fuentes renovables. Al revertir esta situación en la proyección 2030, se espera un mayor consumo de energía eléctrica, una disminución de la intensidad energética, generación eléctrica principalmente por hidroeléctricas y termoeléctrica y un aumento en el consumo e importación de derivados del petróleo.

En el Plan indicativo de Expansión de Generación del SIN (ODS, 2019) se reconoce la falta de contratación de capacidad firme (que no fue contratada toda la capacidad licitada en 2017), así como la insuficiente infraestructura para el transporte desde los centros de producción hasta los centros de consumo. Se exhorta que, para reducir el déficit en esos años, se debe diseñar y lanzar proyectos de licitación a corto plazo (2 años) para centrales existentes sin contrato o las de rápida instalación y contratación a través del MER. En el Perfil del sector de energía (Pro Honduras, 2016) se refiere principalmente al sector eléctrico, a las oportunidades de las empresas privadas y a las inversiones en este subsector, dada la abundante disponibilidad de recursos renovables para la generación eléctrica,

lo que traería consigo mejoras en los precios y en la eficiencia en todos los niveles de la industria eléctrica.

Para que exista mayor desarrollo del sector energético recomiendan recurrir a la exploración de hidrocarburos, aumentar la eficiencia energética, establecer una nueva estructura del sector energía y definir la política energética nacional (Flores, 2018). Aunque los balances energéticos indican a la leña como principal fuente de energía, no se aprecia la existencia de una atención especial para ese subsector. Hasta el 2017, el engranaje administrativo gubernamental del sector energético estaba disperso, distribuido en varias dependencias estatales. Este informe de monitoreo realiza un resumen de lo expuesto en la Prospectiva de 2008 (10 años después), pero no se menciona si se ha trabajado en políticas para el desarrollo del sector energético. Desde inicios de los años 2000 se han creado leyes y proyectos para mejorar la eficiencia y para el desarrollo de la energía renovable, algunos no se implementaron y otros se quedaron a medias. El sistema estadístico debe mejorar para que tenga mejor orientación la implementación de la política energética.

No solo el comportamiento tendencial del ISE en la Figura 38 y las proyecciones en el sector, demuestran que la situación energética a partir de 2017 tiene un comportamiento positivo, también el ISE en esos años así lo refleja. Sin embargo, aunque el ISE de 2017 a 2020 se ha acercado a lo estimado en el escenario alternativo, algunas de las causas que pueden alejarlo son las siguientes:

- El sector en los últimos años es que ha ganado fuerza en la construcción de su política energética nacional con metas a mediano y largo plazo, por lo que no ha sido posible observar ese crecimiento vertiginoso.
- Muchos de los documentos estudiados reflejan la falta de confiabilidad de los datos estadísticos, por lo que la estimación de algunos indicadores pudiera estar ajena al comportamiento real y esto perjudicaría también al desarrollo de políticas y estrategias.
- Las iniciativas para disminuir el consumo de leña en el sector residencial no han sido suficientes para frenar el constante aumento, aunque se denotó un decrecimiento en 2017 fue por el cambio de metodología para la estimación pero que aún no es muy convincente.
- La generación hidroeléctrica ha disminuido en el último quinquenio por las fuertes sequías que han afectado al país, y como es la principal fuente renovable de energía, esta contracción ha incidido en el aporte de las energías renovables a la generación eléctrica y un aumento de la generación térmica.
- La disminución de la producción de hidroenergía también ha causado el decrecimiento de la producción nacional de energía, con el consecuente aumento de las importaciones de derivados de petróleo.
- La implementación de tecnologías para el aprovechamiento de los recursos renovables ha sido insuficiente, se les ha dado más impulso a las tecnologías convencionales térmicas y en las licitaciones se plantean plazos de corta ejecución que no son viables para las alternativas renovables.

## **El Salvador**

En la Figura 39 se observa el crecimiento lineal que experimenta el escenario alternativo gracias a las metas propuestas por el país que permitirán que se eleve la seguridad energética. El escenario tendencial, aunque su valor en 2030 es superior a 2017, plantea un crecimiento para después ir decreciendo; esto se debe a que la mayoría de las variables fueron modeladas mediante el

procedimiento ARIMA por su patrón de estacionalidad. Algunos de los indicadores en el escenario tendencial que muestran un comportamiento decreciente de 2018 en adelante son: Dependencia externa de electricidad; Asequibilidad de la gasolina, del diésel y de la electricidad; y Dependencia de los petrolíferos en el sector transporte.

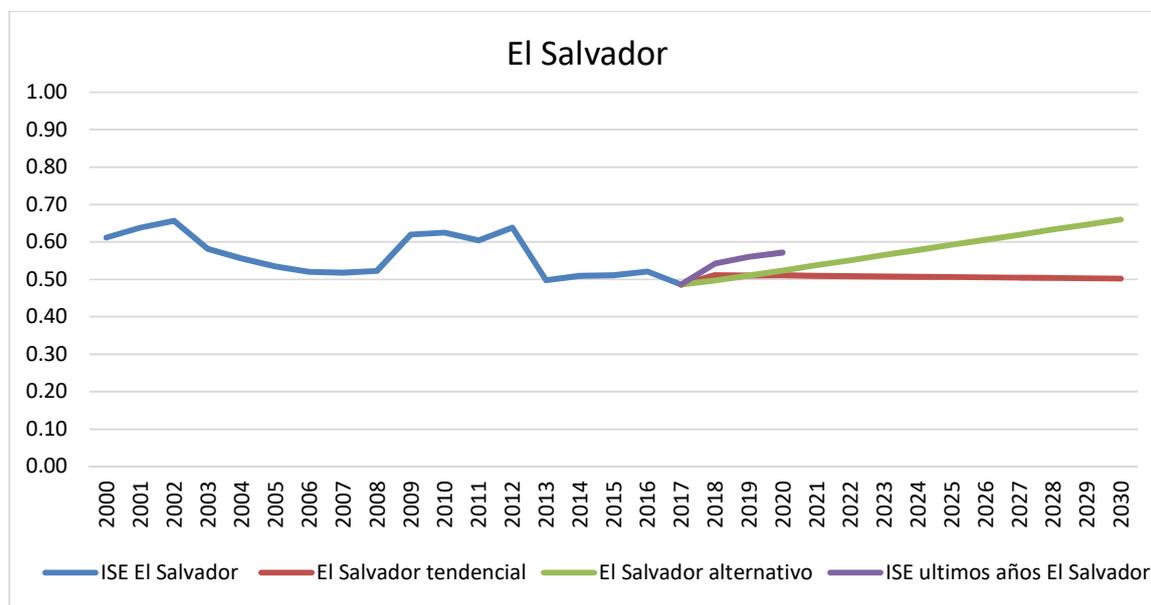


Figura 39: Escenarios 2030 del ISE para El Salvador.

En el escenario alternativo, son muchas las variables que se ven beneficiadas con las políticas energéticas hacia 2030, como son el aumento de la producción y consumo nacional de energía (favoreciendo a la Autosuficiencia), disminución de las importaciones netas de energía e incremento de la oferta nacional (Dependencia externa de energía), decrecimiento de las importaciones netas de electricidad y aumento de su oferta (Dependencia externa de electricidad), aumento de la capacidad de almacenamiento de combustibles (Días de almacenamiento de combustibles) y rebaja en las pérdidas de electricidad (Pérdidas de energía eléctrica).

Ese crecimiento lineal del escenario alternativo, tan separado del tendencial, se puede deber a dos razones: que las proyecciones en el sector energético están realizadas para años posteriores del 2017 o simplemente, las estrategias no se estaban cumpliendo como se había preconcebido en los planes. Para instituir el porqué de estas brechas entre los dos escenarios, se analizan algunos de los planes asociados a la política energética en este periodo y así determinar las causas del fracaso de estos.

La Política energética de 2009 estaba complementada con programas de uso eficiente de la energía y hace promoción de las energías renovables. En ella se realiza un diagnóstico, diseño y desarrollo de la generación eléctrica por fuentes renovables. Se explica el papel del gobierno en la implementación de metas y cumplimiento de los programas energéticos. Sin embargo, las propuestas que se hacían se referían a políticas anteriores y carecían de medidas novedosas. Aunque se reconocía la importancia de la eficiencia energética no se trabajaba en la elaboración de un programa. No se identificaban los problemas energéticos reales, había falta de políticas sobre ahorro y uso eficiente de la energía, así como de programas para el desarrollo tecnológico. Se promocionaba el aumento de tecnologías

renovables, y, sin embargo, no existía apoyo gubernamental para la implementación de proyectos eólicos y solares por los altos costos de las inversiones. En el caso de las hidroeléctricas se presentaban el seguimiento de proyectos viejos que no se habían ejecutado por falta de financiamiento (CNE, 2009).

La Política Energética Nacional 2010-2024 analiza la estructura del sector energético del país y la de las naciones centroamericanas. Entre sus objetivos están reducir el consumo de energía por acciones de eficiencia energética y reducir o evitar el consumo de productos derivados del petróleo y otros combustibles. Propone ampliar la capacidad y cobertura energética a partir de la eficiencia, optimización y ahorro. La matriz energética está fundamentada en el desarrollo sostenible e integrada con otros sectores claves del país. Esta política se presenta dentro de las políticas de desarrollo, dada la importancia de la energía en la calidad de vida de la población. En ella se reconoce el alto porcentaje que representa el petróleo importado en la oferta primaria de energía y la proyección es reducir este por ciento con el aumento de la capacidad instalada de energías renovables. Cada línea estratégica tiene sus objetivos y acciones concretas para su cumplimiento. Se identifican las actividades relacionadas con la política energética que repercuten en las líneas estratégicas hacia 2024 (CNE, 2010).

El Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia energética de 2016 responde al Plan estratégico 2013-2017, donde se analiza las acciones y el seguimiento de lo propuesto en el 2013. En este informe se precisa que el componente principal de la política energética es la eficiencia en el uso de la energía por la limitada disponibilidad de recursos energéticos primarios y de la dependencia de los derivados del petróleo en los sectores eléctrico y de transporte. Se realiza un análisis del comportamiento y tendencia de la eficiencia energética y del consumo de energéticos (leña, GLP, petróleo). Se señala la mejoría de la eficiencia energética en los distintos sectores y se comentan las causas, lo cual permite que la información obtenida se utilice para generar una planificación y estrategias energéticas en los sectores involucrados, haciendo un uso racional y eficiente los recursos (CEPAL, 2016b).

Las líneas estratégicas que tenía el país hacia 2016 eran la diversificación de la matriz energética y fomento de las fuentes de energía renovables, incorporando nuevos combustibles a los subsectores eléctrico e hidrocarburos para reducir la dependencia del petróleo y derivados; la promoción del ahorro y uso adecuado de los recursos energéticos, insertando tecnologías más eficientes en todos los sectores para disminuir las emisiones de GEI; el incremento de la cobertura eléctrica y el subsidio al consumo doméstico de familias con escasos recursos; el impulso de la investigación y el desarrollo de tecnologías energéticas para contribuir con el desarrollo sostenible; así como el impulso y el apoyo a la integración energética nacional para diversificar las fuentes de energía y que sean de menor costo. Además, se pretendía fomentar una cultura de eficiencia energética y de ahorro de energía e implementar medidas, monitoreo, adquisición de equipos, creación de capacidades técnicas y creación de leyes y normas (CEPAL, 2016b).

La crisis de 2008 fue criticada fuertemente al gobierno por no proveer una fuente de energía alternativa ante la crisis, entonces se retomaron proyectos inconclusos de años anteriores para asegurar y estabilizar el suministro de energía, lo que trajo el descontento de la población y la oposición de proyectos, principalmente los hidroeléctricos. La oposición se debía principalmente a la falta de consulta y a la justificación de que el desplazamiento de los hogares significaba un cambio en las actividades económicas, sociales y culturales. Estas comunidades, que vivían en extrema pobreza, perderían sus tierras que tienen un valor cultural e histórico y no tienen una compensación

monetaria por esos terrenos, lo que consideraban un robo. También existía una oposición a las plantas de carbón mineral pues según los aspectos negativos superan a las ventajas energéticas.

En julio de 2021 se crea la Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas con la finalidad de elaborar la política energética, establecer estrategias y planes indicativos a corto, mediano y largo plazo<sup>29</sup> para el desarrollo del sector energético; darles seguimiento a las políticas y al cumplimiento de los planes; captar la información energética para la elaboración del balance nacional de energía; regular y vigilar la importación, exportación, depósito, transporte, distribución y comercialización de los productos petrolíferos. La fundación de esta dirección demuestra que el país reconoce la necesidad de desarrollar su sistema energético y que ha identificado los problemas que tenía anteriormente. Un ejemplo de lo anterior, es la escasa información energética que se tiene, pues para para la conformación de los planes citados, el análisis histórico de producción y consumo de energía tiene vacíos de información y estimaciones de datos por la deficiencia de estadísticas energéticas, lo que conllevó a que se reconstruyeran las series históricas.

La inestabilidad del ISE hacia 2017 no solo se observa en la Figura 39 sino en la ineficacia de las políticas energéticas de los planes en esos años. Algunas de las estrategias que se proponían quedaron solo en teoría, pues no se implementaron o sus resultados no fueron los esperados. Desde el plan de 2009, donde se incluyen además proyectos anteriores, se está proponiendo un aumento del aprovechamiento de las energías renovables, pero en años posteriores no hay cambios significativos que pudieran demostrar el cumplimiento de los programas planteados. Lo mismo pasa con la política de 2010-2024, que considera el aumento de las energías renovables con la disminución del consumo de los derivados del petróleo y del crudo importado, el petróleo dejó de importarse en 2012 con el cierre de la refinería, pero las importaciones de derivados aumentaron.

La diferencia resultante entre los escenarios estimados hacia 2030 se debe a las dos suposiciones iniciales, los planes no tenían el seguimiento correspondiente para lograr el cumplimiento de las estrategias y a partir de 2017 es que se denota un fortalecimiento del sector e interés del gobierno en que los indicadores energéticos tengan resultados positivos. El gobierno en los últimos años se ha enfocado en garantizar la disponibilidad de energía a toda la población mediante proyectos innovadores y creativos, así como fortalecer la institucionalidad para que, junto con el papel rector del estado, se cumplan las metas propuestas y se ajuste a la realidad energética nacional; todo lo anterior se denota en el comportamiento del ISE de 2017 a 2020. La política energética que se desarrolla en el país actualmente se enfoca en cumplir los ODS al priorizar las fuentes de energía renovables en la matriz energética y disminuir las emisiones de GEI. Los documentos consultados se consideran como una herramienta para que los decisores puedan apoyarse y cumplir las metas trazadas, lo negativo es que te dice el qué hacer, pero no el cómo, y esto puede que repercuta en el desempeño de las estrategias.

## **Nicaragua**

La Figura 40 muestra los polos opuestos que son ambos escenarios en Nicaragua. El resultado del escenario tendencial es el más bajo de toda la zona de estudio y el escenario alternativo es el más bajo también, igualado con Panamá. Estos resultados demuestran los problemas de seguridad energética

---

<sup>29</sup> En el Plan indicativo de la expansión de la generación eléctrica de El Salvador 2019-2028 consideran al periodo de largo plazo entre 15 y 20 años (CNE, 2019).

que tiene el país y que al analizar las estrategias de la planificación energética que se plantea la nación para 2030, se observará si pueden alcanzar el resultado mostrado en el escenario alternativo.

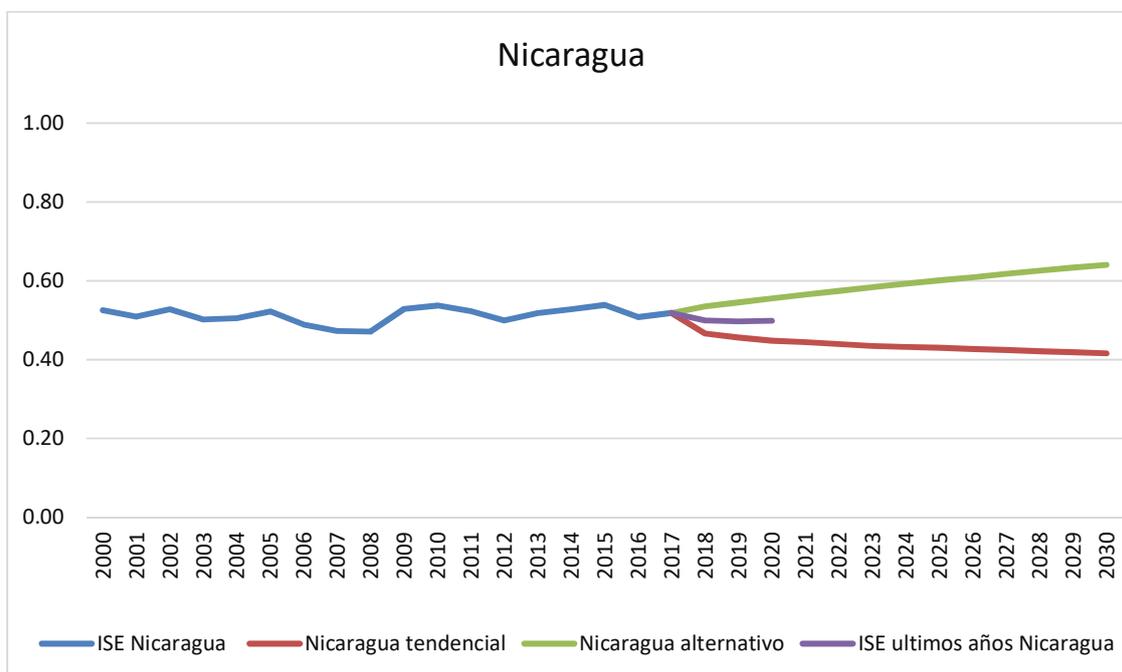


Figura 40: Escenarios 2030 del ISE para Nicaragua

La tendencia señala una declinación de indicadores como Autosuficiencia energética, Dependencia externa de electricidad, Peso se las refinéras en el consumo de los petrolíferos, Diversificación en la generación de electricidad, Pérdidas en energía eléctrica y Asequibilidad en la gasolina y el diésel. Esta depreciación es motivada por variables que inciden en estos indicadores y que ya se han analizado anteriormente. El escenario alternativo indica una apreciable crecida del ISE con el aumento de indicadores como: Autosuficiencia energética; Dependencia externa de energía, de diésel y de gasolina; Diversificación del consumo de combustibles fósiles; Días de almacenamiento de combustibles; Pérdidas de energía eléctrica; y Dependencia de la leña en el sector residencial.

En los últimos años, Nicaragua ha evolucionado en la planificación de su sector energético. Con las estrategias a corto, mediano y largo plazo, se piensa revertir la tendencia negativa en su seguridad energética. Con la revisión bibliográfica se aprecia que la mayoría de las acciones inciden en el subsector eléctrico y que el sostén de la política energética nacional recae principalmente en la eficiencia energética. Si bien los indicadores en la parte eléctrica han mejorado, el mayor problema se ubica especialmente en el lado de los hidrocarburos, a los cuales no se le da mucha importancia y aunque se aumente la producción nacional y se fomenten las energías renovables, las importaciones de derivados seguirán formando parte en la matriz energética.

La Evaluación rápida y análisis de brechas SE4ALL presenta los desafíos del sector energético en el marco de esta iniciativa a partir del análisis de la situación energética hasta 2012. La propuesta que se realiza tiene como función ser la base de un plan de acción para que el país se acerque a los 3 objetivos del proyecto: acceso universal a los servicios energéticos modernos, incremento de la eficiencia energética y mayor penetración de las energías renovables en la matriz energética. Se

plantea un impulso de la industrialización de los hidrocarburos con el avance de la exploración petrolera y se proyecta el aumento de la generación y distribución eléctricas. El documento plantea metas a corto, mediano y largo plazo en sus respectivos indicadores, estableciendo los desafíos y oportunidades para alcanzar los objetivos SE4ALL. Además, identifica las barreras que pudieran frenar el avance de las iniciativas y entrega recomendaciones para enfrentarlas (BID, 2013).

El Plan de expansión de la generación eléctrica 2019-2033 (MEM, 2018c) se realiza con la finalidad de ampliar y reforzar la red de transmisión y distribución. En el documento se proyecta la demanda de energía y potencia con las consecuentes series históricas, a partir de modelos econométricos, así como de precios de los combustibles. Se plantea la evolución de la matriz de generación con la introducción de nuevos proyectos de generación basados en energías renovables, pronosticando un aumento hasta el 10 % hacia 2033. Este documento utiliza distintos modelos que le da la posibilidad de poseer predicciones más exactas. Sin embargo, se considera que, al tomar como referencia otros planes y proyectos, el cumplimiento queda a merced de lo que puedan cometer los demás. Además, no tiene un plan de ejecución ni metodología para alcanzar la proyección que proponen.

El Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Nicaragua (Membreño, 2015) hace alusión a varios planes que incluyen la planificación y el desarrollo energético, como el Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016, Plan indicativo de expansión de la generación eléctrica, Programa de mantenimiento de las plantas de generación (actualizado al 2013), Desarrollo de la industria eléctrica y programa nacional de electrificación sostenible y energía renovable. El aporte de todos ellos permitió formular este documento para la promoción y difusión de la eficiencia energética como sustento de la política energética nacional. Se reconocen los avances en materia de eficiencia energética y se realizan proyecciones y tendencias en los distintos sectores económicos, reconociendo los principales obstáculos que frenan los proyectos. Se enfatizan las fortalezas, debilidades y amenazas encontradas en el programa de Base de indicadores de eficiencia energética y las oportunidades de inversión para reducir el déficit de información de indicadores energéticos. Analizan un periodo base con año final 2012, sin proponer un plan de seguimiento para la eliminación de los obstáculos identificados y el cumplimiento del plan de inversión (reconocido como una oportunidad).

En el Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016 (Gobierno de Nicaragua, 2012) se determina la planificación del sector energético tomando en consideración la política de infraestructura energética, la cual abarca la transformación de la matriz eléctrica, ampliación de la red eléctrica, ahorro y eficiencia energética, el impulso de la industria de hidrocarburos y la exploración petrolera, entre otros aspectos. Este documento considera implementación, seguimiento y evaluación, que, aunque no sean específicos al sector energético, pues lo incluyen en el control y verificación de los compromisos del gobierno a partir de los planes de acción anuales. Entre los proyectos de inversión en infraestructura figuran los del sector energético. Las proyecciones de la matriz energética hacia 2017, comparándolas con los resultados estadísticos posteriores, se quedan por debajo de lo deseado, aunque sí se observa un crecimiento circunstancial, que se le puede atribuir al seguimiento y control de los proyectos energéticos establecidos.

El Plan de gestión estratégica 2016-2021 (ENATREL, 2016) refleja, entre cosas, las políticas y las alternativas para cada uno de sus ejes estratégicos. No solo se analiza la situación actual (su periodo base) de cada uno de los ejes, sino que interiorizan los problemas dentro de ellos para su desarrollo y se plantea la implementación de las metas para lograr su cumplimiento. La matriz indicativa 2016-

2021 está en función de los lineamientos nacionales para la transformación. Cada política tiene su eje de trabajo con sus respectivos objetivos e indicadores, los cuales tienen la proyección de sus metas para cada año y el área responsable de la ejecución. Aunque es una estrategia bien estructurada, no tenía un plan de cumplimiento y tampoco, en la bibliográfica consultada, se encontró un documento que reflejara seguimiento a las metas establecidas.

La inestabilidad del ISE en Nicaragua, derivada principalmente por los indicadores asociados al sector hidrocarburos, repercute negativamente en el escenario tendencial. Al final del periodo en estudio es que se observa un empuje a las políticas energéticas para levantar al sector. El escenario alternativo se denota muy pretencioso, con un crecimiento lineal que no se corresponde a la situación energética que se arrastraba de años anteriores ni con lo que ha sucedido entre 2018 y 2020, por lo que se puede pensar que las estrategias son demasiado “positivas”. Con el cumplimiento de los programas propuestos a finales del periodo base puede que el índice hacia 2030 sea diferente al escenario tendencial (y así se ha comportado hasta 2020), pero teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas en el análisis de los planes de política energética, estará por debajo del alternativo. La causa de lo anterior pudiera estar motivada por el incumplimiento de estrategias y no tener identificado en muchas de ellas un plan de seguimiento ni metodología para lograr las metas.

### **Costa Rica**

Los modelos ARIMA y Simple hicieron que la serie de las variables para Costa Rica mostraran un decrecimiento de 2017 a 2020 con un ligero crecimiento a partir de 2021 (Figura 41), lo cual incidió directamente en el ISE del escenario tendencial. Las proyecciones de las políticas energéticas se ven reflejadas en el escenario alternativo, con un vertiginoso crecimiento en el 2018, aunque la evolución del ISE a partir de 2021 es muy modesta. En el primer escenario lo que más influyó fue la tendencia al crecimiento de los precios de la gasolina y el diésel, así como del consumo de la leña en el sector residencial, que no bastó que en los años próximos a 2017 disminuyera el consumo, pues la tendencia ya estaba definida. Hacia 2030 se proyecta en los planes un aumento de la producción y del consumo de energía; disminución de las importaciones netas de energía, gasolina y diésel con el incremento de sus respectivas ofertas; desarrollo del mercado del gas natural; crecimiento de la capacidad de almacenamiento de combustibles; disminución de las pérdidas energía eléctrica; y disminución del consumo de leña en el sector residencial.

Como se muestra en la Figura 41, a partir de 2015 el ISE comienza a ascender y según la proyección es que alcance valores superiores a los ya obtenidos a principios del periodo. La tendencia decreciente de los valores históricos fue muy dominante para la obtención del escenario tendencial, lo cual pudiera no hacerle justicia al despunte obtenido en los últimos años. La declinación del ISE de 2018 y 2019 se debe principalmente a que entre septiembre 2018 a abril de 2019 hubo un déficit de acumulado de precipitación, con valores por debajo del promedio histórico de 1981 a 2017 en toda la cuenca norte del país. Esto trajo consigo la disminución de la generación hidroeléctrica, por lo que se recurrió a las importaciones de electricidad mediante el MER, lo cual permitió ahorrar más de 47 millones de dólares americanos<sup>30</sup> al no tener que prescindir de las plantas térmicas que operan con combustibles fósiles. Las referencias bibliográficas que se analizan a continuación permiten situar la proyección de

---

<sup>30</sup> Tomado de: <https://delfino.cr/2020/01/ice-impacto-positivo-en-tarifas-electricas-por-importacion-y-exportacion-de-electricidad>.

la política energética en los escenarios tendencial y alternativo y reconocer si el país puede lograr o no los valores deseados de seguridad energética.

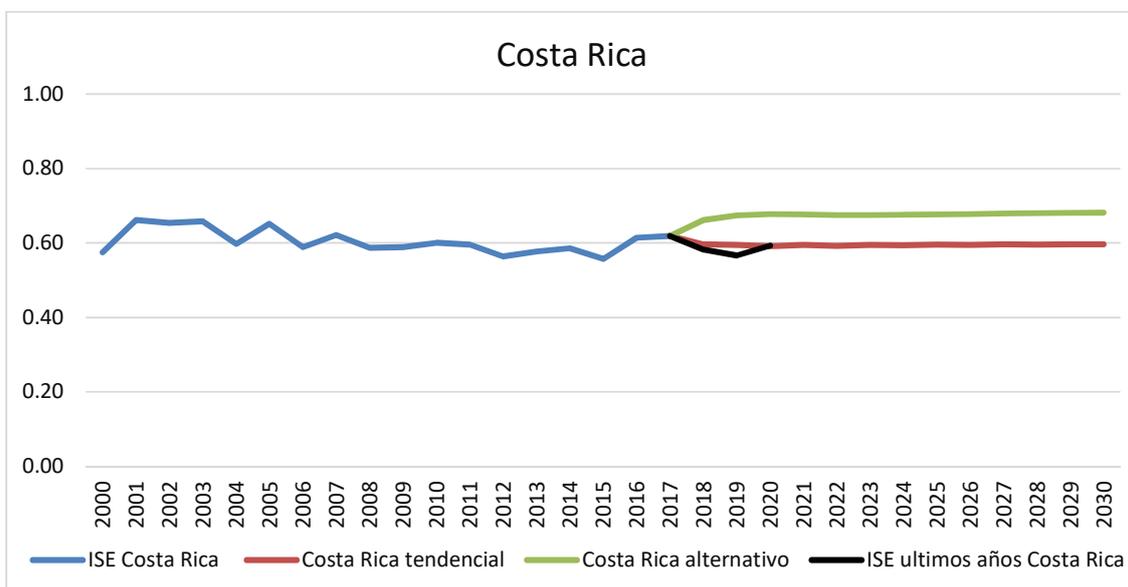


Figura 41: Escenarios 2030 del ISE para Costa Rica

El Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 establece su metodología, realiza un diagnóstico de la situación general del país, incluyendo la energía. En este último reconocen la necesidad del suministro óptimo y continuo de electricidad y combustible para suplir la demanda de energía para la electricidad. La estrategia es el aprovechamiento de los recursos naturales. Para aliviar el creciente e ineficiente consumo de derivados de petróleo se plantea el uso de energías alternativas como biocombustibles, gas natural e hidrógeno. A partir de los indicadores, se establecen las metas de la línea base del periodo (y de forma anual), referenciando el resultado deseado. Además, establece las formas de seguimiento y evaluación que sirven para la toma de decisiones de los distintos actores y a su rendición de cuentas (MIDEPLAN, 2014).

El Plan Nacional de Energía 2015-2018 está encaminado a que el país logre un nivel superior de eficiencia energética, disminuya las emisiones de GEI con la reducción de la dependencia de los hidrocarburos (tanto en la generación eléctrica como el sector transporte), a que la matriz sea capaz de satisfacer el aumento de la demanda de manera sostenida, mayor aprovechamiento de las energías renovables para mejorar la matriz eléctrica y lograr precios competitivos de electricidad, modificación en el sector transporte con el uso de combustibles alternativos, principalmente el público, que beneficie a la situación energética y la calidad de vida de la población (MINAE, 2015).

El Informe de eficiencia energética realiza un análisis de los antecedentes y la tendencia sobre este tema en el país tratando varios sectores, los esfuerzos realizados y la evolución que se ha tenido para lograr los niveles que se presentan. Se alude a las mejoras tecnológicas, a la educación de varios sectores consumidores, a la gestión de programas de ahorro y campañas masivas. El tema de eficiencia energética se reconoce como uno de los ejes para el desarrollo energético dentro de la política energética recogida en el VII Plan Nacional de Energía. Entre las mejoras tecnológicas se observan los programas de iluminación residencial y alumbrado público eficiente. Se llevaron a cabo

campañas de información masiva y programas de ahorro de energía. Para el 2030 se proyecta un nivel superior de eficiencia energética en varios sectores al disminuir la dependencia de hidrocarburos en la generación de electricidad y como fuente de energía en el sector transporte. Es por ello que se definen metas a corto, mediano y largo plazo, así como objetivos estratégicos (García, 2018).

Al sector hidrocarburo, dependiente de las importaciones de derivados, no se le había dado la importancia como era debido y los indicadores asociados a este son los que más influyen en el decrecimiento de la seguridad energética. Este comportamiento se trasmite al escenario tendencial. Aunque se hayan analizado pocos documentos para observar las estrategias hacia 2030, se infiere que son establecidas en los últimos años del periodo en estudio y lo más importante, que existe un despunte de la seguridad energética y que las metas planteadas se están cumpliendo, pues los datos así lo reflejan. Este país ha constituido su estrategia energética sobre el aprovechamiento de sus recursos naturales y el aumento de la eficiencia energética.

El escenario alternativo de Costa Rica manifiesta un salto positivo considerable en tan poco tiempo (de 2017 a 2020) y constituye continuidad al crecimiento logrado desde 2015. Por todo lo anterior es que se puede alegar que la seguridad energética a partir de 2018 puede estar en correspondencia con el escenario deseado (con valores similares a los determinados en la Figura 41) y que el país ha sabido revertir la tendencia negativa. Sin embargo, los efectos del clima pueden afectar las estrategias de generación hidroeléctrica, aunque las importaciones de electricidad mediante el MER ayudan a cubrir el déficit y no tener que recurrir a la generación térmica.

### **Panamá**

Si los indicadores continuaran su comportamiento hacia 2030, Panamá llegaría a ser uno de los países con más baja seguridad energética de la región (Figura 42). Si la planificación energética cumple las proyecciones estimadas hacia 2030, podría recobrar su supremacía, como poseía a inicio del milenio. En el escenario tendencial, se manifiesta principalmente una disminución de la diversificación de energía, una decadencia de la capacidad de almacenamiento y un aumento de los precios de la gasolina y del diésel. Las metas hacia 2030 quieren revertir esa situación, además de aumentar la autosuficiencia energética, ser menos dependiente de las importaciones de energía, aumentar la oferta y el consumo de energía, reducir las pérdidas en el sector eléctrico, disminuir el consumo de leña en la población rural e incrementar la tasa de cobertura eléctrica.

La alta dependencia de las importaciones de derivados incide fuertemente en la seguridad energética de este país, al estar relacionada con muchos indicadores. El declive de la situación energética en los últimos años ha conllevado a una reformulación de las estrategias, las cuales estimulan el aprovechamiento de los recursos renovables, aunque los resultados esperados serán a largo plazo. A pesar de que el mayor interés radica en el desarrollo del subsector eléctrico, los diagnósticos reconocen que los hidrocarburos son los que deciden el comportamiento de la situación energética. Los documentos que se analizan están confeccionados a finales del periodo en estudio, por lo que no se puede deliberar si las estrategias que se proyectan se están cumpliendo y/o pueden cambiar el panorama energético del país.

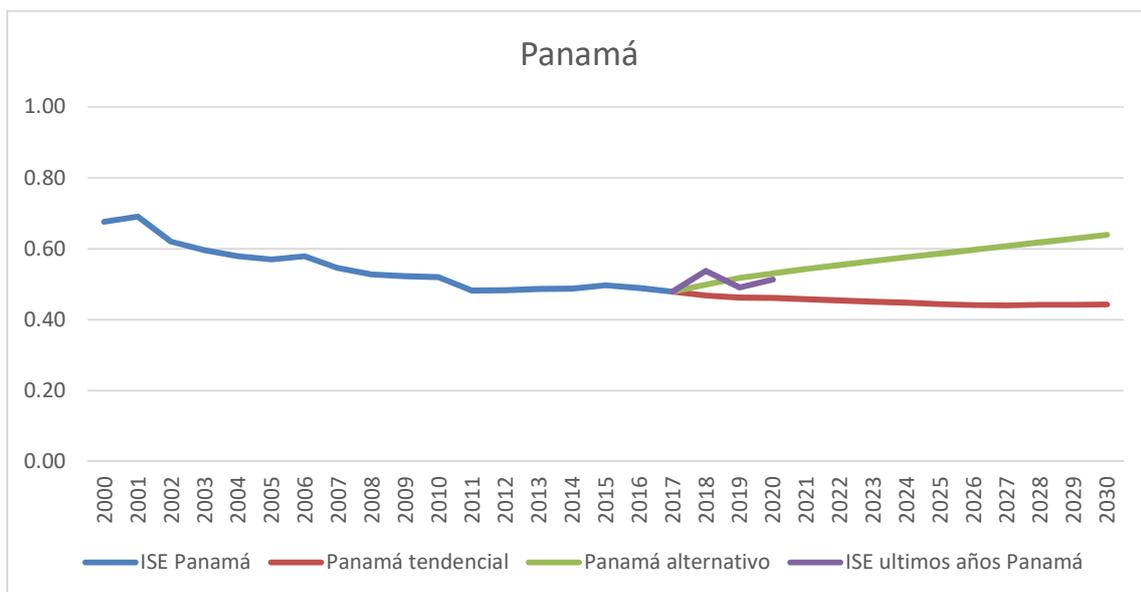


Figura 42: Escenarios 2030 del ISE para Panamá

El Plan Energético Nacional (PEN) 2015-2050 (Secretaría de Energía, 2015) supera con creces al PEN 2009-2023 y al Plan estratégico 2016-2019. Traza los lineamientos generales y conceptuales del futuro energético del país. Refiere la necesidad de un enfoque integrado, aunque buena parte de la electricidad es generada con la fuerza hidráulica. Casi el 35% de la energía eléctrica que se generaba en el 2015 era con derivados del petróleo, por lo que el precio tiene un impacto al fijarse los precios de las tarifas. Es por eso que se hace hincapié en la inserción de las fuentes renovables y la disminución del uso de derivados en el transporte terrestre, pues concentra gran parte de las importaciones de petróleo e incide en la capacidad adquisitiva del ciudadano. Recalca que para elevar el nivel de vida es necesario producir más energía llamando a la planificación de inversiones en la infraestructura energética para asegurar un suministro confiable y de bajo costo.

El PEN 2015 analiza los problemas energéticos del país, asociados a las necesidades de la población, industria, transporte y problemas medioambientales. El problema en la seguridad energética es tratado desde la alta dependencia de las importaciones de petróleo en la oferta total de energía, así como los equipos necesarios para producir energía. El país cuenta con recursos energéticos propios limitados y el desarrollo de las renovables tendrá un aporte considerable a largo plazo. Considera a la SIEPAC como un apoyo en caso de emergencia y mejorar la seguridad en el abastecimiento. También abarca la eficiencia energética, educación en el uso racional de energía, descarbonización de la matriz energética, cumplimiento de acuerdos internacionales en la lucha contra el cambio climático. En él se reconoce el problema del proceso de discusión con la sociedad para la aprobación y ejecución de proyectos energéticos, que en muchas ocasiones genera la oposición social.

El documento Energía sustentable para todos (SEforALL, por sus siglas en inglés) es un antecedente al PEN 2015-2030 y brinda una información detallada y actualizada de la situación energética en 2014 de Panamá y su tendencia en los 3 ejes en que se basa: energía moderna, eficiencia energética y energía renovable. Estos ejes establecen objetivos y sus actividades respectivas, proponiendo metas y las barreras que pueden impedir el desarrollo del objetivo. Se analiza el índice de cobertura eléctrica,

el uso de GLP y leña para la cocción, precios promedios de la electricidad y capacidad de pago. Los planes asociados al sistema eléctrico (infraestructura, generación, expansión, así como calidad en el servicio) son concretos y definen acciones a acometer en diferentes plazos y los resultados esperados. Recomienda insertar en el PEN de 2015, políticas y acciones relacionados con el acceso a la electricidad y de GLP (BID, 2016).

La evaluación del estado de preparación de las energías renovables (IRENA, 2018) examina al sector energético, desde el punto de vista de las fuentes de energías renovables, e identifica acciones claves para expandir proyectos renovables de corto y mediano plazo. Aborda el potencial y desarrollo de los distintos recursos de energía renovables que existen en el país. Se plantean políticas y esquemas de apoyo de acuerdo a la situación de los desafíos y recomendaciones.

El Plan de Expansión del SIN 2017-2013 (ETESA, 2017) (Tomo I) contiene los pronósticos de demanda de energía eléctrica, los cuales son utilizados para la actualización de los planes futuros. Se explica la metodología, los resultados intermedios y finales de pronóstico de energía y potencia, así como el alcance de las proyecciones de consumo de electricidad. Se reseñan los indicadores socioeconómicos y eléctricos que afectan el consumo de energía eléctrica y las premisas de los escenarios de proyección. Los pronósticos que se realizan son evaluados y el modelo indica más del 98 % de nivel de confianza lo cual es muy aceptable para el corto plazo. Se analiza la evolución en los últimos años y las perspectivas del sector, así como indicadores eléctricos importantes para definir la proyección de la demanda de electricidad.

En plan indicativo de generación (ETESA, 2017) (tomo II) se realiza con el objetivo de que el plan entregue información sobre la evolución de la generación, verificando la situación actual del suministro y las alternativas potenciales para el abastecimiento de energía eléctrica. Hace alusión al Proyecto de interconexión eléctrica con Colombia y se analiza el comportamiento futuro del sistema nacional con este intercambio, a fin de observar el comportamiento del costo marginal, las exportaciones e importaciones. La incorporación del gas natural a la matriz energética nacional, la inserción de plantas renovables no convencionales (fotovoltaicas y eólicas) para reducir los costos marginales. Analiza también todos los escenarios con la interconexión con Centroamérica.

Los documentos analizados demuestran la importancia que se le da a la energía como pilar fundamental para el desarrollo del territorio. La política energética actual cuenta con buenas herramientas metodológicas para cambiar el comportamiento negativo de su seguridad energética. La discrepancia entre los dos escenarios puede estar dada porque la política energética agarró impulso en los últimos años del periodo base, con estrategias más sólidas pero que han tenido un cumplimiento lento (aunque los resultados esperados apuntan a mediano y largo plazo). Panamá ha identificado los problemas que agravan al sector con las propuestas de estrategias para revertirlos. En los últimos años del periodo base ha aumentado la autosuficiencia energética, han disminuido las importaciones de energía, se ha elevado la oferta y el consumo de energía, el consumo de leña ha decaído y la cobertura eléctrica se ha incrementado; no obstante, el peso del comportamiento del ISE recae en la fuerte dependencia de las importaciones de petróleo y derivados, donde los precios en el mercado internacional repercuten en el mercado interno y en los valores de los indicadores asociados. Si bien el escenario alternativo se puede considerar muy positivo, el tendencial pudiera estar por debajo del valor del ISE (si fuese estimado para 2018 en adelante) dado el cumplimiento de las estrategias de la política energética del país.

## El Caribe

La región del Caribe, que toma en consideración Cuba y República Dominicana, tiene tendencia al crecimiento en ambos escenarios (Figura 43). La proyección del alternativo es muy superior al tendencial, lo que muestra que las metas planteadas para 2030 son propuestas para después de finalizado el periodo base, o en su defecto, las proyectadas antes de 2017 no fueron tuvieron resultados satisfactorios. Para el análisis de las variables que inciden directamente en los dos escenarios, se analizan los países considerados para esta subregión.



Figura 43: Escenarios 2030 del ISE para El Caribe

## Cuba

Si no llegara a ser por las crisis energéticas que experimentó Cuba en el periodo de 2000 a 2017, se podría considerar como un país con una estabilidad en su seguridad energética. Es por eso, que el comportamiento mostrado en el escenario tendencial (Figura 44), aunque es ligeramente decreciente, es muy estable y se mantiene sobre 0.68. Las políticas energéticas de la isla son muy ambiciosas, que, de cumplirse, podría ser en el 2030 el país con mejor seguridad energética de toda la región, pero desde 2018 ha estado sufriendo una crisis energética que podría impedir cumplir los objetivos para 2030.

La intensidad energética, el ingreso de divisas para la importación de petróleo y las pérdidas en energía eléctrica, son los indicadores que más influyen en el comportamiento del escenario tendencial. El alternativo supone una disminución de las importaciones netas de energía y de los petrolíferos con el aumento de la oferta, que aumenten los ingresos de divisa para la importación petrolera, se incremente la intensidad energética, aumenta la producción de las refinerías, aumente la diversificación de la generación de electricidad con la introducción de fuentes de energía renovable, disminuyan las pérdidas eléctricas y que las ofertas de gasolina y diésel sean asequibles a la población por un incremento salarial y descuento del precio de los derivados.

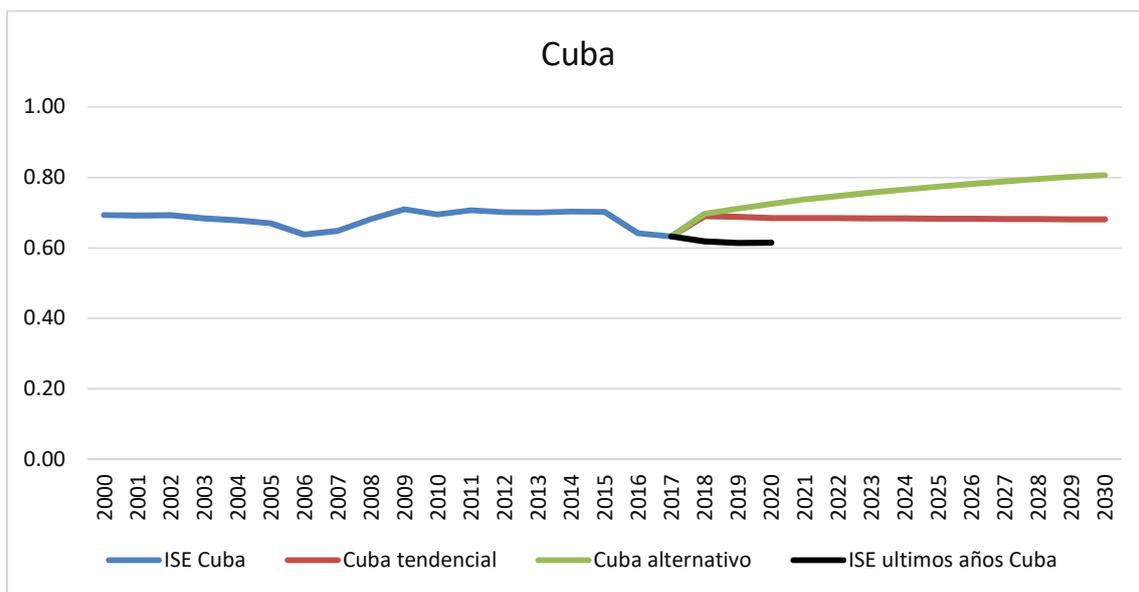


Figura 44: Escenarios 2030 del ISE para Cuba

Como se ha manifestado en capítulos anteriores, Cuba carece de información publicada acerca de su planeación energética en documentos oficiales. A pesar de las crisis energéticas por la que ha atravesado el país, el gobierno ha tomado medidas para que la economía y la población se afecten lo menos posible. La producción de petróleo y gas natural no cubre la demanda, por lo que se recurre a las importaciones, las cuales son vulnerables a las medidas que toma el gobierno estadounidense para frenar el desarrollo de la isla. Esto ha permitido también que el país apueste por las energías renovables y que tengan apoyo financiero y técnico de China. El uso racional y eficiente de la energía, así como la cultura de ahorro del pueblo, implementada a partir de programas para contrarrestar las crisis, han permitido que el sistema energético no colapse ante el embargo a la isla.

En el 2004 la política energética en Cuba es replanteada, dando inicio a un periodo conocido como Revolución energética. En ella se establecen cinco programas: el del uso racional de la energía, el de la transformación del sistema eléctrico nacional, el del uso de energías renovables, el de explotación y producción de petróleo y gas, y el del auspicio a la colaboración internacional. El país atravesaba en ese momento por una crisis energética, y con la ejecución de los planes aumenta la capacidad de generación y disponibilidad de energía eléctrica, eliminando los apagones; el uso racional de los recursos y emprendimiento para el aprovechamiento eficiente de la energía.

Los lineamientos de la Política económica 2016-2021 diseñan 12 puntos relacionados con la energía (lineamientos 197-208). Estos son un seguimiento de los Lineamientos del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba para actualizar el modelo económico cubano. Las 12 direcciones que se refieren a la Política energética plantean elevar la producción nacional de crudo y gas con la incorporación de nuevos yacimientos; aumentar la eficiencia y el rendimiento del sistema de refinación; incrementar la eficiencia energética en la generación eléctrica; establecer programas de rehabilitación y modernización de redes y subestaciones eléctricas; acelerar el cumplimiento del programa hacia 2030 para el desarrollo de las fuentes renovables y su uso eficiente de la energía; profundizar en los programas educativos y medios de difusión para el ahorro y el uso eficiente y sostenible de energía.

El documento solo expone los lineamientos, no se trazan acciones ni estrategias para el seguimiento de los mismos, solo expone que el PCC es quien controla, impulsa y exige el cumplimiento de los mismos (PCC, 2017).

La progresión acelerada en el escenario alternativo es resultado del crecimiento lineal de muchas variables por sus proyecciones hacia 2030. Por el comportamiento que ha tenido la situación energética de la isla después de 2017, las aspiraciones de ese escenario “deseado” podrían no concretarse. Hacia 2020, según datos de la ONEI (2021), las extracciones de petróleo y gas natural habían disminuido, al igual que la producción de petróleo y derivados; además, la generación de electricidad por renovables representaba solamente el 1.95 % de la generación total, cuando debería estar por 4.4 % para llegar al 2030 a la meta establecida. Estas perspectivas pueden estar afectadas por el alto costo de las tecnologías y la falta de inversión extranjera que apoye a estos proyectos. Aunque las importaciones de productos energéticos disminuyeron, fue por causa de que a la isla no llegaron los combustibles programados. Desde 2018, y extendiéndose a 2021, la isla sufre una crisis energética ocasionada por el impedimento del gobierno de Donald Trump (2017-2021) del arribo de tanqueros a la isla, principalmente de Venezuela, de donde llega la mayor cantidad de petróleo y derivados.

Al no poder garantizar la demanda de energía, todos los sectores del país se han visto afectados. El sistema eléctrico ha sufrido varias interrupciones en su servicio, no solo por las limitaciones de combustibles, sino por averías que se presentan en varias termoeléctricas (las cuales sobrepasan los 30 años de vida útil) y en los sistemas de distribución (por falta de piezas de repuesto) (IPS, 2021). Si bien es cierto que es muy costoso la reparación capital de las instalaciones termoeléctricas, la tecnología de estas plantas (casi obsoleta, al ser procedentes de la antigua URSS) necesita un cambio moderno, eficiente y confiable para que no exista interrupciones. En los documentos y publicaciones consultados, no se perciben inversiones futuras para ir erradicando este problema, por lo que los cortes de electricidad (apagones) seguirán siendo frecuentes.

Aunque el gobierno cubano ha establecido convenios y alianzas con otros países y bloques del mundo para garantizar el suministro ininterrumpido de combustibles, las importaciones se han visto afectadas por el cerco de los Estados Unidos a empresas y cargueros que hacen negocios con el país. Este es el gran problema de las crisis energéticas que ha sufrido la nación, pues la producción nacional apenas cubre un 50 % de la demanda. La política energética cubana es pretenciosa hacia 2030, la cual se ve amenazada por la interrupción del suministro de combustibles, por la crítica situación que existe en la infraestructura eléctrica, por el lento desarrollo de las fuentes renovables de energía, por la escasa producción nacional de petróleo y los bajos niveles de refinación. Si bien en los lineamientos de la política económica se apuesta por un desarrollo nacional del sistema energético, no asientan el problema de la dependencia de las importaciones y el riesgo al que son sometidas constantemente. El gobierno ha sabido minimizar el impacto en los servicios priorizados y optimizar el uso de los combustibles, mientras que la población ha apoyado en el ahorro de energía, tanto en el sector residencial como en el estatal. Sin embargo, esto no ha impedido que desde el 2018 se tenga una crisis energética en el país.

### **República Dominicana**

El escenario tendencial muestra un ISE estable hacia 2030, pero por debajo de 0.50, lo cual podría mejorar hasta 0.13 puntos porcentuales si se llegara a cumplir las metas planteadas en el escenario

alternativo (Figura 45). Si bien la autosuficiencia energética, la asequibilidad de la electricidad y la dependencia de la leña en el sector residencial tienden a crecer en el primer escenario, la intensidad energética, el ingreso de divisas para la importación de petróleo y la asequibilidad de la gasolina y el diésel muestran un comportamiento contrario. Las metas proyectadas pudieran elevar la autosuficiencia energética, disminuir la dependencia externa de energía y de los derivados del petróleo, incrementar la intensidad energética, amplificar la generación por fuentes de energía renovables, lo cual beneficiaría a la diversificación de la generación y a obtener precios más asequibles de la energía eléctrica en la población. El comportamiento de 2018 a 2020 está en correspondencia con el escenario alternativo planteado, demostrando el cumplimiento de las estrategias establecidas hacia 2030.

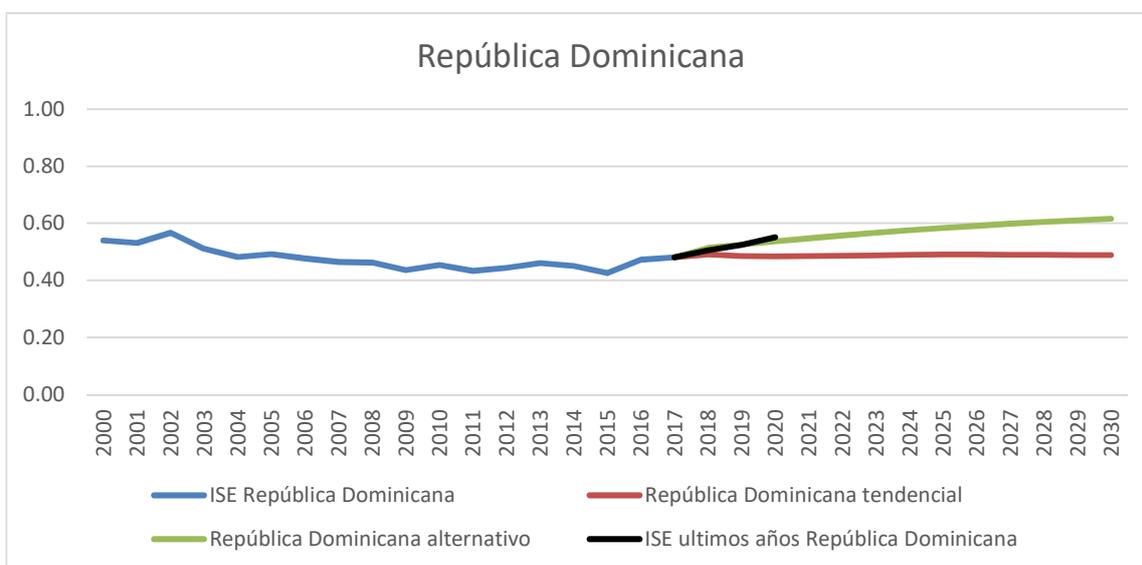


Figura 45: Escenarios 2030 del ISE para República Dominicana

El reconocimiento de los problemas que afectan al sector energético en el país permitió que a finales del periodo estudiado la tendencia negativa se revirtiera. Las medidas tomadas, principalmente en el sector eléctrico, denotan resultados positivos. Los planes energéticos muestran el apoyo gubernamental para el desarrollo del sistema energético y la importancia que se le está dando al tema de seguridad energética. El país reconoce sus dificultades y se proyecta para reducirlas, apostando por el aprovechamiento de sus recursos naturales, el uso racional de la energía, la eficiencia energética y la diversificación de su matriz energética, como lo demuestran el bosquejo a los documentos siguientes.

El Plan Energético Nacional 2004-2015 está confeccionado sobre la base de las crisis del sector energético dominicano. Su mayor énfasis es el subsector electricidad y reconoce que los principales problemas radican en la dependencia de las importaciones de hidrocarburos para satisfacer la demanda nacional de insumos energéticos. El documento analiza la situación del sector energético en tres ejes: mercado eléctrico, hidrocarburos y energía renovable. Identifican los problemas dentro de cada eje y realizan la proyección en dependencia de las dificultades. Se realiza una prospectiva de la demanda de energía y se exponen los resultados esperados en cada sector, así como la expansión y distribución del sistema eléctrico, planes de abastecimiento y demanda de combustibles, las

alternativas para el abastecimiento, almacenamiento, refinación e importaciones. Además, se plantea el plan de política energética con sus objetivos, iniciativas, aspectos regulatorios y medidas en diferentes plazos; considerando fundamentalmente el fomento de las fuentes alternas de energía, gestión eficiente de la demanda y uso racional de la energía (CNE, 2004).

El Plan Energético Nacional 2010-2025 establece los lineamientos estratégicos para el sector de energía en el periodo que se plantea. Sus objetivos estratégicos se basan en incrementar la oferta de energía doméstica, disminuir el costo de la energía, desarrollar una oferta energética segura y confiable, incrementar la eficiencia energética y el uso racional de la energía y la protección al medio ambiente. Para el logro de los objetivos se trazan estrategias sectoriales o lineamientos estratégicos. A partir de la situación actual y el diagnóstico de cada tema, se realiza la proyección de las nuevas políticas y medidas de corto, mediano y largo plazo con sus resultados esperados. Se abarca el sector eléctrico y de hidrocarburos, recomendando la reducción de los efectos ambientales en ambos sectores y en los tipos de generación (Betancourt, 2010).

La Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 hace referencia al suministro confiable de electricidad y la garantía de la confiabilidad del abastecimiento de combustibles hacia 2030, haciendo énfasis en aumentar la diversificación de la matriz energética, precios competitivos y responsabilidad ambiental. En uno de sus ejes estratégicos tiene como objetivos la energía confiable, eficiente y ambientalmente sostenible, la cual proyecta los objetivos específicos y las líneas de acción. Se abarca el impulso a la diversificación de la generación eléctrica con la explotación de fuentes renovables, desarrollo a la infraestructura de generación, transmisión y distribución de electricidad, ahorro de energía y uso eficiente del sistema eléctrico, explotación petrolera, cálculo de los precios de combustible, aseguramiento de suministro con la garantía de las importaciones, la promoción de la producción local y uso sostenible de biocombustibles, desarrollo de la infraestructura de refinación, almacenamiento, transporte y distribución de combustible de forma moderna, eficiente y segura (Congreso Nacional, 2012).

El informe de eficiencia energética en República Dominicana refiere a los proyectos que se ejecutan en el país sobre el tema, la importancia del Ministerio de Energía y Minas para realizar las acciones necesarias y alcanzar los objetivos propuestos. Estos proyectos están vinculados a iniciativas regionales. Se recalca la determinación del gobierno de aprovechar el potencial energético renovable, acompañado de plan de eficiencia energética. Todas estas acciones contribuyen a la seguridad energética y a la lucha contra el cambio climático (Figueroa, 2016).

Desde inicio del periodo se observa que el país ya trazaba estrategias para mejorar su situación energética, las cuales iban acompañadas de objetivos, metas y proyecciones en diferentes plazos. Aunque se hayan identificado los problemas del sector y diseñado las medidas para contrarrestarlos, las estadísticas demuestran que no se cumplieron en su totalidad. Las causas pudieron estar debidas a que en ese periodo el país atravesó por crisis económicas; la crisis petrolera repercutió en el mercado interno (tanto en los precios de los combustibles como en la factura petrolera y en la importación y producción nacional de derivados, afectando a varios indicadores que componen el cálculo del ISE); la generación hidroeléctrica se vio impactada por periodos de sequías, por lo que los planes en torno a las renovables también se vieron afectados. A partir de 2015 se revierte el comportamiento del ISE no solo por las estrategias implementadas, sino porque la economía se repuso, los precios del petróleo en el mercado internacional disminuyeron, las extensas lluvias en esos años favorecieron a las

hidroeléctricas, la producción nacional de derivados aumentó al entrar en operación la refinería después de su remodelación.

El comportamiento positivo de los indicadores en los últimos años, hace que la tendencia del ISE después de 2017 se mantenga positiva y estable. Las proyecciones a 2030 elevan el ISE a valores superiores a los que se han estimado en años anteriores. El Ministerio de Energía y Minas se ha enfocado en mejorar su seguridad energética, lo cual se aprecia en los documentos consultados y en las estadísticas de los últimos años, además del comportamiento del ISE de 2018 a 2020. Se considera que el ISE 2030 del país puede tener su escenario deseado, aunque no con los números que se proyectan, pues como se ha observado, su sistema energético es dependiente de factores externos.

### **5.3 Proyección de la energía nuclear en los países de la región**

El fuerte crecimiento de la demanda eléctrica y sus expectativas económicas fueron el motor del desarrollo de centrales nucleares, iniciado en la década de los sesenta con la primera central en Reino Unido y el primer programa nuclear destinado a la generación de electricidad en los Estados Unidos. Con la crisis energética del petróleo en los años setenta, la energía nuclear se insertó en los planes energéticos de países industrializados como Alemania, Canadá, Italia y Japón. Francia apostó fuertemente por la tecnología nuclear y México, Brasil, Taiwán y Corea iniciaron sus programas (SGM, 2021). En 2019, la energía nuclear representó alrededor del 10 % de la demanda mundial de electricidad, aunque el porcentaje más alto fue el 17.5 en 1996. La mayoría de los reactores fueron construidos entre 1968 y 1986. En el 2021 estaban en operación 413 reactores nucleares ubicados en 32 países (Rueter, 2021).

China es el país que más reactores construye, teniendo 50 unidades operativas y trece reactores más en construcción. Le sigue la India, con siete reactores en construcción, Corea del Sur con cuatro y Emiratos Árabes Unidos (EAU) y Rusia, ambos con tres. Los EAU es el primer país árabe con energía nuclear. En la Unión Europea (UE), 13 de los 27 Estados miembros tienen centrales nucleares y en operación un total de 107 reactores, los cuales producen anualmente casi el 26 % del total de la electricidad consumida de la UE. Francia es el país con más unidades nucleares, cuenta con 56 reactores en operación; más del 70 % de su electricidad es de origen nuclear (el porcentaje más alto mundialmente). Los países que le siguen a Francia son Eslovaquia y Ucrania, con 54 %; Hungría, con el 49 %; Bélgica con el 47 %; y Suecia con 34 %. En África hay dos reactores en operación, en América hay 120 (y 4 más en construcción) y en Asia, continente que más apuesta por esta tecnología, hay 38 en construcción y 140 en situación de operar (Foro nuclear, 2020).

Algunas de las ventajas que ofrecen las centrales nucleares son que se ahorra en materia prima, transporte, extracción y manipulación del combustible; la producción de energía eléctrica es continua y se genera energía eléctrica durante un 90 % de las horas del año, lo que reduce la volatilidad en los precios; favorece a la planificación eléctrica (no hay tanta dependencia de aspectos naturales); además, emite pocos GEI (aproximadamente 66 gramos de  $CO_2/KWh$ ). Algunos de los inconvenientes son el uso que se le puede dar en la industria militar; la falta de seguridad que recae en la responsabilidad que debe tener el personal que labora en las instalaciones; la caducidad que tienen los reactores, por lo que deben construirse reactores nuevos constantemente con una inversión muy elevada; ningún país dispone de una instalación de almacenamiento de residuos nucleares; si el país no tiene minas de uranio, se genera una dependencia del exterior; los reactores actuales funcionan por

fisión, si los sistemas de control fallasen se producirían muchas reacciones en cadenas hasta provocar una explosión radiactiva prácticamente imposible de contener (SGM, 2021).

Debido a la crisis entre Rusia y Ucrania entre 2008-2009, que dejó sin gas a varios países europeos, las naciones se concientizaron de la preocupante dependencia energética y la necesidad de diversificación de las fuentes de energía, teniendo en cuenta a la energía nuclear como alternativa. Italia y Polonia fueron algunos de ellos, el primero motivado por los altos precios de la electricidad, y el segundo, por su excesiva dependencia del carbón. El aumento de potencia de las centrales o la construcción de nuevas plantas, han ganado fuerza y aceptación ante la amenaza del calentamiento global y del cambio climático, unido al incremento de la demanda de electricidad y del precio de los productos petrolíferos (Pastor, 2021).

Aunque muchos países no tienen contemplado la construcción de nuevas centrales, la energía nuclear sigue siendo una de las principales fuentes de generación eléctrica, como España, que, sin tener nuevos reactores, en 2020 la energía nuclear fue la primera fuente de generación con un 22.18 %. Los países asiáticos (excepto Japón) están apostado por la construcción de nuevas plantas: Corea del Sur en el 2020 generó el 29 % de su electricidad a partir de energía nuclear, y para 2035 espera a que llegue a 60 % de su generación; al contrario, Japón ha disminuido drásticamente la producción de sus reactores desde el accidente de Fukushima con el cierre de varias centrales (Pastor, 2021).

La construcción de centrales nucleares se ha desplazado hacia las naciones del tercer mundo en la última década. Como los proyectos de inversión de las centrales nucleares son de gran escala y los países en desarrollo carecen de fondos para la construcción de plantas de energía nuclear, estos son financiados por organizaciones internacionales. Se considera que el ciclo de vida de construcción y operación de una planta de energía nuclear es de aproximadamente 100 años, el costo puede alcanzar los 30 mil millones de dólares, que es una gran cantidad si se compara con el PIB de muchos países en desarrollo (Grabovy et al., 2021).

El costo de la energía nuclear está por debajo de todas las demás, considerado entre los 30 y 35 dólares el MWh. Esto se refiere a las centrales nucleares que se encuentran compensadas, donde el combustible es una parte muy pequeña del coste de la central y los precios de los gastos de operación están estandarizados. Tal es el caso que, en España, por ejemplo, se ha retrasado el apagón nuclear y las centrales que cerrarían a los 40 años porque no eran rentables, aceptaron extender su operación hasta 6 años más (Pastor, 2021).

Si bien los orígenes del desarrollo nuclear en México se remontan a la década de los 40 del pasado siglo con el inicio de las actividades de investigación sobre energía nuclear, no fue hasta 1976 que comenzó a construirse la Central Nuclear Laguna Verde (CNLV) en Veracruz. La CNLV entró en operación en 1990, luego de la demora por retrasos y prolongadas pruebas para descartar cualquier tipo de accidentes. Con la operación de 2 reactores nucleares y una capacidad neta de 1,552 MWe, la producción de energía nuclear ha estado desde sus inicios en constante aumento. En el 2018 representó el 4.02 % del total de electricidad generada en el país. Aunque se han presentado estudios de factibilidad de la energía nuclear en México y el PRODESEN plantea poner en marcha 3 reactores nucleares hacia 2030, poco se ha hablado de la ejecución de estos proyectos (Azamar & García, 2021; Davis, 2019; Nájera, 2017; Vazquez & Alemán, 2021).

A continuación, se observarán las proyecciones que tienen (o no) los países de la región en fomentar la energía nuclear para la generación eléctrica:

En las referencias encontradas, no se documenta la utilización de Belice de energía nuclear, y mucho menos, de centrales nucleoelectricas. Sin embargo, el país ha participado en proyectos de cooperación técnica para promover los beneficios de la ciencia y tecnología nuclear, ha sido sede de encuentros regionales para el desarrollo y fortalecimiento del marco legal para aplicaciones nucleares. En 2020, promulgó la Ley de Protección y Seguridad Radiológica, estableciendo un nuevo organismo regulador nacional para el uso seguro, protegido y pacífico de la tecnología nuclear. Este control regulatorio le permite al país que, en la implementación de los programas nucleares en el territorio, se garantice la protección radiológica y el buen funcionamiento de equipos e instalaciones (Zapata, 2021).

En 2018, cuando Guatemala estuvo evaluando la posibilidad de un proyecto de ciclotrón para beneficio de la población guatemalteca, se corrió el rumor en redes sociales que se instalaría un reactor nuclear. El MEM emitió un comunicado para desmentir la información y aseveró que no se contemplaría la utilización de reactores nucleares para la generación de energía eléctrica. En el caso del ciclotrón, si se desea instalar este equipo, las empresas deberán cumplir con las licencias de construcción y operación respectivas, así como el estudio de impacto ambiental correspondiente y según lo que establece las leyes para este caso; además, se permitiría la utilización de este equipo porque por su naturaleza no representa amenaza para la población ni consecuencias catastróficas e irreversibles

Honduras ha mostrado interés en el uso de la energía nuclear como una herramienta para el desarrollo del país. La motivación radica en extender el uso de las aplicaciones nucleares y obtener resultados relevantes en términos de desarrollo sostenible. El área de salud es la que se ha priorizado en términos de aplicaciones nucleares para el tratamiento de enfermedades (Espinal, 2019). Aunque no se ha encontrado referencias sobre la idea de insertar reactores nucleares en el sistema energético, en la Ley sobre actividades nucleares y seguridad radiológica de 2009, se expone la regulación y el control de las actividades relacionadas con el uso de la energía nuclear, incluyendo la generación de energía eléctrica (Congreso Nacional de Honduras, 2009).

El Salvador no cuenta con plantas nucleares, pero reconoce la importancia y el beneficio de la tecnología nuclear en los diversos sectores económicos. El país ha recibido por parte del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) cooperación técnica a través de proyectos, capacitaciones e intercambio de expertos que les ha permitido fortalecer las capacidades de sus instituciones, principalmente en la medicina nuclear (Recinos, 2019). A finales de la década de 1960, a petición del gobierno del país, se hizo un estudio preliminar de la producción nucleoelectrica, recomendándose que la cuestión fuera examinada más detenidamente en años posteriores. En ese momento se competía con los precios bajos de los proyectos hidroelectricos, por lo que económicamente no era una opción viable, pero debido a la demanda de energía que se proyectaba a inicio de los 70, el costo de la energía nucleoelectrica les sería favorable.

Al no realizarse una comparación detallada entre las centrales nucleares y de vapor, y las hidroelectricas tener ventaja económicamente en su construcción, pues la posibilidad de recurrir a los reactores nucleares en El Salvador pudo verse frenada y quedado solo en el informe (OIEA, 1962). En 2022 la Corporación Estatal de Energía Atómica de Rusia (Rosatom) presentó en el país su cartera de servicios y oportunidades de negocios en la medicina nuclear y la conservación de alimentos (Sputnik, 2022). No se documenta que en el intercambio se haya tratado de reactores nucleares, pero, además de hacer énfasis en la medicina y otros sectores, una de las intenciones de Rusia en los países

del continente americano está en la parte energética y la construcción de centrales nucleares, por lo que no se descarta que en futuros encuentros se dialogue sobre el tema.

Nicaragua tuvo en 2021 un acercamiento a la energía nuclear con fines pacíficos en los sectores de industria, agricultura y medicina en el encuentro desarrollado entre Rosatom y la Cancillería de Nicaragua. Aunque no se trató el tema de reactores nucleares, el propósito de la reunión fue la cooperación en el uso de esta energía. Ambas partes coincidieron en que tan pronto mejore la situación epidemiológica provocada por la pandemia de Covid-19, se organizarán consultas amplias para establecer el contenido práctico del memorando (Prensa Latina, 2021).

Desde el 2015, las fuentes renovables de energía dominan la generación eléctrica en Costa Rica, con más del 98 %, la otra parte se cubre a partir de recursos fósiles. Es por eso que la implementación de centrales nucleares no se considera como necesaria al tener la capacidad de desarrollar la energía con otras alternativas como la hidroeléctrica, geotérmica y eólica. Además, la producción de este tipo de energía no tiene aceptación, y el argumento es que si los residuos no son tratados correctamente tendrían una carga radioactiva muy alta que afectaría al ser humano y al medioambiente y que los depósitos para el material son escasos. Sin embargo, la energía nuclear se ha utilizado en este país desde 1960, principalmente en la medicina nuclear. Actualmente, también es utilizada en el desarrollo de plasma y en el sector de la agricultura (Mora, 2016).

Panamá no tiene experiencia en el uso de la energía nuclear y tampoco la considera en sus planes energéticos. Aunque reconoce su competitividad en la generación de electricidad, señala que los costos de construcción de las centrales nucleares son elevados y que los inversionistas se ven frenados por el rechazo social y político. El avance tecnológico que experimenta el país en las energías renovables proyecta que estas tendrán un crecimiento sostenido, lo cual descarta la opción de insertar en el futuro centrales nucleares. Además, la legislación actual revela que, para implementar una planta de generación eléctrica a base de energía nuclear, se tiene que autorizar por medio de la Ley de la República y que antes de adoptarla se debe realizar un profundo diálogo (Morales, 2020).

Si bien las técnicas nucleares comenzaron a utilizarse en Cuba en los años 40 y 50, principalmente en la medicina, la actividad nuclear en la isla comenzó a fomentarse a finales de los 60, cuando se creó el Instituto de Física Nuclear. En 1976 se incluyó la construcción de la Central Nuclear (CEN) Juraguá (en la provincia de Cienfuegos, al centro del país) como parte del convenio intergubernamental con la Unión Soviética (URSS), la cual sería considerada como “La obra del siglo” (Castro, 2014). La CEN estaba dentro del programa de cambiar el modelo de producción de energía e insertar otras fuentes alternativas. Los cuatro reactores que se pretendían instalar iban a satisfacer hasta un 15 % de las necesidades energéticas de aquel entonces. El modelo de la planta nuclear era una imitación de la central soviética de Chernóbil, la cual, al tener el accidente, dejó la inquietud de las debilidades del programa nuclear de la URSS. Unido a esto, estaba la preocupación de que Cuba no tenía la capacidad financiera para sostener un proyecto como ese, demostrándose al caerse el campo socialista, cuando se tuvo que detener la construcción (BBC News, 2019a). En 2014, existían 160 instituciones que empleaban técnicas nucleares en distintos sectores como la medicina, agricultura, minería y la industria (Castro, 2014). Hasta el momento, no se documenta información sobre retomar la construcción de centrales nucleares en el país.

República Dominicana, a pesar de tener un Viceministro de Energía Nuclear, no tiene proyectos nucleares de gran escala y la tecnología nuclear que utiliza es principalmente en la medicina y en la

agricultura. El Ministerio de Energía y Minas expresó en el 2021 su interés por la construcción de centrales nucleares para la generación eléctrica. Los primeros pasos serían realizar un estudio sobre la factibilidad e indagar en los permisos internacionales. El país cuenta con el apoyo de la OIEA para el financiamiento de los estudios. De aprobarse, el proceso tomaría muchos años (Mejía, 2021), lo importante es que el país está interesado en invertir en reactores nucleares no solo para respaldar la creciente demanda de energía, sino para disminuir las emisiones de GEI producto de las fuentes de generación por fósiles.

Como se ha observado, la energía nuclear es muy importante en la canasta de la energía mundial, con un crecimiento destacado en los últimos años y una proyección al progreso, sobre todo en los países en vía de desarrollo. Es considerada una energía limpia que mitiga las consecuencias negativas asociadas al cambio climático. Los países de la región están encaminados a la aprobación o ejecución de programas nucleares. Aun no se perfila la construcción de centrales nucleoeléctricas, lo que no queda descartado para un futuro si los gobiernos siguen creando conocimientos nucleares. La utilización de esta energía no solo favorecería a la creciente demanda de energía eléctrica, sino que ayudaría a mejorar la seguridad energética, al mismo tiempo que se reduciría efectos ambientales.

#### **5.4 Conclusiones**

En este capítulo se observó el comportamiento de los escenarios tendencial y alternativo, así como las causas que marcan la diferencia entre ambos a partir de la consulta en los planes y documentos de política energética. El primer escenario fue realizado a partir de los datos del periodo base, mientras que para el segundo se tomaron como referencia las metas planteadas en las estrategias de políticas energéticas de cada país. El escenario tendencial fue realizado en el SPSS, mientras que para el alternativo se utilizó el Python, al igual que para graficar los escenarios. Además, se comenta sobre la viabilidad de implementar la energía nuclear en los países de la región, exceptuando México, examinando las proyecciones de los países sobre este tema. Las conclusiones que se tienen en este capítulo son las siguientes:

En el escenario tendencial, en todos los países, los indicadores que incluyen variables asociadas a los hidrocarburos, experimentan cambios negativos en su comportamiento. Existe tendencia al aumento de las importaciones de energía, principalmente de los Estados Unidos, al crecimiento de los precios de los combustibles, además de un mayor consumo y oferta de energía. La parte eléctrica tiene una conducta positiva, exceptuando algunas naciones que tienden al incremento de pérdidas en energía eléctrica.

Los escenarios alternativos, evidentemente muestran un crecimiento del ISE al insertarle un valor deseado de acuerdo a las estrategias energéticas. Si se divide la parte de hidrocarburos de la eléctrica, el escenario eléctrico tendencial iría a la par de su alternativo, pues las acciones en este subsector en los últimos años van de acuerdo a sus políticas. Todo lo contrario, se observa en la parte de hidrocarburos; aunque las metas se dirigen a mejorar las variables en este sector, el comportamiento indica que las acciones que se proyectan posiblemente sean escasas o poco eficientes.

Los resultados tan parejos entre los dos escenarios en Belice muestran la efectividad de las medidas que se están tomando para elevar los niveles de seguridad energética en ese territorio, aunque el comportamiento real está un poco por debajo de los dos escenarios. Las políticas asociadas al sector energético no están siendo efectivas, al menos en el sector hidrocarburo, que es donde más problemas se observan. Esta última suposición, corrobora lo planteado en capítulos anteriores, donde se expone

que las acciones en el sector energético están inclinadas hacia la parte eléctrica, obviando el sector hidrocarburos, el cual debería ser el de mayor atención debido a la condición importadora de todos los países de la región.

Cuba y Nicaragua tienen escenarios alternativos muy positivos, los que para 2030 llegarán muy alejados de su proyección. En estos países se observa un incumplimiento en sus planes energéticos, marcados por el lento desarrollo de la energía renovable y la alta dependencia al sector hidrocarburos. En México y Guatemala los conflictos sociales han sido la principal causa del retraso en la ejecución de los proyectos renovables y que repercuten en el cumplimiento de las políticas asociadas a elevar la seguridad energética. Honduras, El Salvador, Panamá y República Dominicana muestran avances en los últimos años en el cumplimiento de sus proyecciones de política energética, por lo que van en buen camino para lograr sus metas hacia 2030.

Exceptuando México, Cuba es el único país de la región que apostó por la energía nuclear para diversificar su matriz energética, pero comenzado el proyecto, se quedó a medias por la falta de financiamiento y de apoyo de la extinta URSS. Aunque en todos los países se utiliza la energía nuclear en distintas ramas de la economía y de la ciencia, solo en República Dominicana se aprecia el interés de insertar la energía nuclear en el sector energético. Además de la parte económica y la duración de la construcción de las nucleoelectricas, los gobiernos apuestan por otros proyectos, como los eléctricos y solares, pues son más aceptados por la población al considerarlos más ecológicos y sin daño las personas, además de ser menos costosos y que existen muchos proyectos internacionales que promueven fondos para su desarrollo.

## **Conclusiones generales**

En esta investigación se planteó analizar la Seguridad Energética para México, Centroamérica y el Caribe, en correspondencia con las acciones para el cumplimiento de la Agenda 2030. Se realiza un análisis del papel de la energía de los países en estudio en su desempeño con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La revisión cualitativa y cuantitativa de la seguridad energética permitió obtener indicadores para evaluarla, apoyados en el diagnóstico del sector realizado en cada país. Los indicadores presentados fueron avalados por el criterio de expertos y analizados en el software SPSS para trabajar con la menor cantidad de variables sin perder mucha información. Al examinar el comportamiento de los indicadores y su influencia en el valor general del índice, se observa dónde es que se encuentra la principal afectación de la seguridad energética. Para determinar un valor del OVI para esta región, se debe adaptar las variables y la forma de cálculo para un resultado cercano a la situación petrolera de los países. Los escenarios tendencial, alternativo y el comportamiento de los ISE después de finalizar el periodo base, permiten evaluar el desempeño de las acciones de los gobiernos.

De forma general, se encuentra que la seguridad energética merece un análisis interdisciplinario por parte de los decidores de política energética. Más allá de que el concepto se pueda considerar como un fenómeno político, este debe estar enfocado en los intereses y características de cada país o región en vista a reducir la vulnerabilidad de cada economía por la alta dependencia de las importaciones de petróleo y sus derivados. Cada país mostró diferentes trayectorias y avances en su seguridad energética, aunque México y los países centroamericanos apuestan por ser una región integrada energéticamente; Cuba y República Dominicana tienen otras particularidades por ser islas del Caribe sin comunicación terrestre con otros estados. La transición energética hacia un sistema de baja huella de carbono va a depender mucho de las políticas que se adopten y de la capacidad de los gobiernos de ejecutarlas, reto que se dificulta por el alto consumo de fósiles y el carácter importador que hacen a los países dependientes.

Estos aspectos permitieron que los objetivos propuestos se cumplieran, concluyendo que:

Todos los países de la región implementan en sus proyecciones medidas para el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030, principalmente en los ODS 7 y 13. Se aprecian modificaciones en la matriz energética y de generación, aumentando las energías renovables y disminuyendo la utilización de combustibles fósiles. El alto consumo de leña en el sector residencial en los países centroamericanos, los altos precios de los combustibles que no están de acuerdo al salario mínimo, la elevada demanda de petróleo y derivados que hace que los países sean importadores netos, son algunos elementos que afectan a la seguridad energética y que necesitan impactos notables y aportes gubernamentales para cumplir en gran medida las proyecciones para 2030.

La seguridad energética se muestra a nivel mundial como un tema de gran importancia, sin embargo, su definición aún es indeterminada y se utiliza en dependencia del contexto y de las características del país o región. Aunque la bibliografía consultada recoge los aspectos que se deberían tener en cuenta para elaborar un concepto integral, cada territorio debe elaborar su propia definición, según las características de su sector energético y la apreciación del entorno global que ponga en riesgo su seguridad. Excepto México y República Dominicana, los demás países no le dan un significado a lo que representa la seguridad energética, lo que podría limitar las acciones y políticas encaminadas a su seguridad energética. El beneficio de una concepción de seguridad energética

incurre en que se pueden establecer métodos cuantitativos que permitan autovalorarse y establecer medidas para la transición hacia sistemas de producción y consumo de baja huella de carbono.

La selección de los indicadores presentados en esta investigación se hace en correspondencia con las características de cada país, y aunque se toman como referencia modelos ya utilizados, estos difieren en las peculiaridades de cada zona, por lo que no son funcionales si se aplican en las naciones estudiadas. Los indicadores están en correspondencia con las dimensiones señaladas en los ODS, según las semejanzas energéticas de cada territorio, que hacen que se propongan tres subregiones. No se tuvo acceso a la información de más del 73 % de los indicadores exhibidos, por lo que, si se calcula un ISE sobre la base de la información nacional, puede discrepar de los resultados presentados en esta investigación.

El criterio de expertos valida la propuesta de indicadores para determinar un índice de seguridad energética en cada región establecida. Con el Análisis de Componentes Principales se reducen los indicadores a pocas dimensiones para examinar los índices regionales, lo que a su vez permite trabajar los países con menos indicadores y establecer las comparaciones con variables comunes. Esto permite apreciar con una dificultad pequeña e interpretación mayor, que la seguridad energética en la región no ha evolucionado. Se denota la alta vulnerabilidad a las importaciones de derivados y a los inconstantes precios del petróleo en el mercado internacional; si bien la matriz energética tiende a las renovables, los hidrocarburos siguen teniendo el mayor peso y regularizan la situación energética.

La confección y el análisis de los escenarios alternativo y tendencial se consideran herramientas para identificar los principales inconvenientes que posee el sector energético en su cumplimiento con las metas propuestas hacia 2030. Los incumplimientos en las metas en los años posteriores al periodo base están marcados principalmente por la tardanza en la ejecución de los proyectos de energía renovable y la alta dependencia que presentan los países a las importaciones de hidrocarburos (principalmente de los Estados Unidos). Además, en los documentos de política energética no se priorizan los puntos débiles del sector, de ahí es que se ultima que para el 2030 no se alcancen las proyecciones esperadas.

Menos Guatemala y Cuba, el ISE muestra un crecimiento en los demás países después del periodo base especialmente por el aumento de indicadores asociados al sector eléctrico. Nicaragua y Costa Rica experimentan cambios poco significativos en esos años, pero se denota un despunte en sus políticas. Las demás naciones tienen una tendencia positiva de su ISE hacia 2030. Al no tener un concepto definido, los países no se trazan estrategias específicas que les permitan garantizar niveles razonables de seguridad energética. El desempeño de la transición hacia un sistema de baja huella de carbono pudiera estar condicionado por la alta dependencia de la importación de los combustibles en estos países; y aunque se avance con las energías renovables (como es el caso de Costa Rica), las condiciones adversas del clima harán que se recurra al consumo de hidrocarburos e importaciones de energía para garantizar la seguridad energética.

## Recomendaciones

A partir del análisis realizado en esta investigación y teniendo en cuenta las conclusiones planteadas, se presentan las siguientes recomendaciones:

- ✓ Cada país debe establecer su propio concepto de seguridad energética a partir las características de su sector energético. Esta percepción debe adaptarse al entorno global, contener las amenazas de los cambios en los patrones climáticos, incorporar los desafíos mundiales de las transferencias tecnológicas y los avances económicos, no perder de vista las relaciones geopolíticas, lo que en resumen sería, que contemplara todos los retos y amenazas de la transición energética en el presente siglo.
- ✓ Se debe seguir fomentando las acciones para garantizar a la población el acceso a servicios energéticos que sean principalmente asequibles y sostenibles, así como el empleo de generación limpia de electricidad y aprovechamiento de los recursos naturales.
- ✓ Los gobiernos deberían realizar la estimación de su ISE y OVI a partir de la propuesta presentada en esta investigación, pues tienen su propia base de datos y podrán obtener un resultado más cercano a su realidad energética.
- ✓ Se debe dar más prioridad al sector hidrocarburos en los planes de política energética y enfocarse en los verdaderos problemas que impiden un desarrollo del sistema energético nacional, pues las políticas actuales se basan principalmente en las proyecciones y ejecución de los proyectos renovables, y no se le da importancia al problema real.
- ✓ Aunque se alcance un 100 % de generación eléctrica por energía renovable, al existir afectaciones en patrones del clima, sobre todo ante la amenaza de un inminente cambio climático, se debe diversificar la generación renovable e introducir fuentes alternativas amigables con el medio ambiente para cubrir el déficit de demanda.
- ✓ Se debe revisar las actuales políticas energéticas, enfocarlas a los verdaderos problemas energéticos que puedan afectar al sector y a la economía del país. Si bien México y Centroamérica están enfocados en elevar su integración energética, principalmente con el sistema de interconexión eléctrica, los países del Caribe tienen que buscar alternativas para evitar las afectaciones en su sector y dentro de lo posible, mantener su autosuficiencia energética y potenciar aún más las energías renovables.
- ✓ El sector energético de los países de la región estuvo afectado por la pandemia COVID-19, la cual marcó un cambio importante en todo el planeta, por lo que se propone realizar un estudio sobre las incidencias y afectaciones de la pandemia en el sector durante y posterior a esta.

## Bibliografía

- ACAN-EFE. (2015). Fenómenos naturales amenazan a Nicaragua todo el año. *La Prensa*.  
<https://www.laprensa.com.ni/2015/03/21/nacionales/1802938-desastres-naturales-amenazan-a-nicaragua-todo-el-ano>
- Acento. (2019). *Quejas ciudadanas por apagones. 4 plantas generadoras fuera de servicio*. Acento.  
<https://acento.com.do/2019/actualidad/8724673-quejas-ciudadanas-por-apagones-4-plantas-generadoras-fuera-de-servicio/>
- Adames, R. (2014). *Análisis de un especialista sobre los mitos en el sector eléctrico dominicano*. Acento.  
<https://acento.com.do/economia/analisis-de-un-especialista-sobre-los-mitos-en-el-sector-electrico-dominicano-1156015.html>
- ADN. (2019). *Reportaje de Cubadebate destapa redes de robo y reventa de combustible en la isla*. ADN Cuba. <https://adncuba.com/noticias-de-cuba/actualidad/reportaje-de-cubadebate-destapa-redes-de-robo-y-reventa-de-combustible>
- AFP. (2012a). *Aumentará tarifa de energía eléctrica en Nicaragua*. E&N.  
<https://www.estrategiaynegocios.net/csp/mediapool/sites/EN/CentroAmericayMundo/CentroAmerica/Nicaragua/NINegocios/story.csp?cid=474101&sid=1432&fid=330>
- AFP. (2012b). *Empresa cubana inicia la reparación del oleoducto Cárdenas-Matanzas*. Revista Encuentros.  
<https://www.cubaencuentro.com/cuba/noticias/empresa-cubana-inicia-la-reparacion-del-oleoducto-cardenas-matanzas-276149>
- Agencia Cubana de Noticias. (2018). *Cuba asiste a Conferencia de las Partes sobre el Cambio Climático (COP 24)*. CNC TV Granma. <http://www.cnctv.icrt.cu/2018/12/03/cuba-asiste-a-conferencia-de-las-partes-sobre-el-cambio-climatico-cop-24/>
- Agencia EFE. (2018). *Reparan en Cuba la única refinería que procesa exclusivamente crudo nacional*. CiberCuba. <https://www.cibercuba.com/noticias/2018-12-21-u141144-e43231-s27061-reparan-cuba-unica-refineria-procesa-exclusivamente-crudo>
- Agencias. (2018). *CFE advierte de apagones en verano por desabasto*. Tiempo Digital.  
<https://tiempodigital.mx/2018/06/11/cfe-advierde-de-apagones-en-verano-por-desabasto/>
- Aguilar, D. (2018). Alto precio de combustible paraliza transporte público en Honduras. *Hispan.Tv*.  
<https://www.hispantv.com/noticias/honduras/383025/transporte-taxis-protesta-costos-combustible>
- Aguilar, K. (2012). *Petróleo de Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Para El Desarrollo*.
- AIESEC. (2017). *Costa Rica y el cambio climático*. AIESEC Costa Rica. <http://www.aiesec.org.es/costa-rica-y-el-cambio-climatico/>
- Alegria, A. (2021). Pemex: cambio en la estrategia de exploración, “un gran éxito.” *La Jornada*.  
<https://www.jornada.com.mx/notas/2021/09/15/economia/pemex-cambio-en-la-estrategia-de-exploracion-un-gran-exito/>
- Alfonso, O. (2015). *Fraude eléctrico: piruetas y extorsiones para no pagar*. Cubanet.  
<https://www.cubanet.org/actualidad-destacados/fraude-electrico-piruetas-y-extorsiones-para-no-pagar/>
- Alva, B. (2014). *Análisis Factorial. El procedimiento de Análisis Factorial* (U. N. M. de S. Marcos (ed.); pp. 419–549).
- Álvarez, F. C. (2019). El Salvador en la geopolítica latinoamericana. *El Independiente*.  
<https://www.elindependiente.sv/2019/04/03/el-salvador-en-la-geopolitica-latinoamericana/>
- Álvarez, W. (2016). *Combustibles en Nicaragua 45 % más caros que en 2004*.  
<https://www.laprensa.com.ni/2016/01/13/nacionales/1968560-combustibles-en-nicaragua-45-mas-caros-que-en-2004>
- Anaya, F. (2018). *Vehículos eléctricos en Guatemala. Análisis de impacto y propuesta de implementación*.  
<http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0413.pdf>

- Andaru Pharma. (2018). *El Método Delphi: Ventajas y limitaciones*. Andaru Pharma. [https://www.andarupharma.com/metodo-delphi-proyectosmarketing-marketinghealthcare\\_marketingsalud-comunicacionsalud/](https://www.andarupharma.com/metodo-delphi-proyectosmarketing-marketinghealthcare_marketingsalud-comunicacionsalud/)
- Ang, B., Choong, W., & Ng, T. S. (2015). Energy security: Definitions, dimensions and indexes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1077–1093. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.064>
- Aráuz, A. (2011). *Propuesta de salario mínimo para enfrentar la precarización laboral en Nicaragua*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/132410-opac>
- Arrieta, E. (2018). *Costa Rica es el tercer país con mayor densidad vehicular de Latinoamérica*. La República. <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-es-el-tercer-pais-con-mayor-densidad-vehicular-de-latinoamerica>
- Artola, N. A., & López, N. O. (2017). *Del análisis de los efectos del Cambio Climático a la Sustentabilidad frente al Modelo de Desarrollo. El trabajo de FES - Nicaragua 2013 – 2016*.
- ASEP. (2018). *Estadísticas de electricidad 2017*. [https://www.asep.gob.pa/?page\\_id=12613](https://www.asep.gob.pa/?page_id=12613)
- Baldivieso, H., Detta, E., Martín, D., & Quintanilla, G. (2012). *¿Es el sector eléctrico una restricción activa al crecimiento económico de Nicaragua?* <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/¿Es-el-sector-eléctrico-una-restricción-activa-al-crecimiento-económico-de-Nicaragua.pdf>
- Banxico. (2019). *Balanza de Productos Petroleros*. Balanza de Productos Petroleros. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=1&accion=consultarCuadro&idCuadro=CE121&locale=es>
- BBC Mundo. (2017). Nicaragua firma el Acuerdo de París y deja de ser uno de los tres países que no adherían al pacto por el cambio climático. *BBC Mundo*.
- BBC News. (2019). *Un apagón deja sin electricidad a Panamá y a partes de Nicaragua, Costa Rica y Guatemala*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-46936504>
- BBN. (2019a). *Government announces change in gas prices*. Breaking Belize News. <https://www.breakingbelizenews.com/2019/10/22/alarm-raised-on-difficulties-of-accessing-pharmaceutical-products/>
- BBN. (2019b). *The Belize LPG importers hereby informs the general public*. <https://www.breakingbelizenews.com/2019/12/09/the-belize-lpg-importers-hereby-informs-the-general-public-of-the-following/>
- BCN. (2011). *Informe Anual 2010*. [https://bcn.gob.ni/publicaciones/informe\\_anual?field\\_fecha\\_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=2010](https://bcn.gob.ni/publicaciones/informe_anual?field_fecha_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=2010)
- Beatón, B., Galá, M. de las N., Díaz, G., & González, E. (2017). *Cascabel para el combustible*. Trabajadores. <http://www.trabajadores.cu/20170702/cascabel-para-el-combustible/>
- Bejerano, M. (2018). *Nicaragua con más alzas que bajas en precios de combustibles en 2018*. El Nuevo Diario. <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/482345-alzas-precio-combustible-gasolina-nicaragua/>
- Bello, O., Ortiz, L., & Somaniego, J. (2014). La estimación de los efectos de los desastres en América Latina. *Naciones Unidas, ISSN 1564-4189*, 45. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37104/1/S2014127\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37104/1/S2014127_es.pdf)
- Belloso, M. (2018). El Salvador: tarifa de energía aumentará un 13% a partir de este mes. *El Economista*. <https://www.eleconomista.net/economia/El-Salvador-tarifa-de-energia-aumentara-un-13-a-partir-de-este-mes-20181016-0005.html>
- Benegas, L. L., Caballero, R. A., Estrada, H. P., & Lagos, K. L. (2012). *Sectores productivos, cadenas estratégicas y empresas para el desarrollo de un programa de proveedores*.
- Betancourt, F. (2010). *Plan Energético Nacional - PEN 2010-2025*. <https://www.cne.gob.do/wp->

- content/uploads/2016/11/Plan-Energético-Nacional-2010-2025.pdf
- BID. (2013). *Evaluación rápida y análisis de brechas SE4ALL Nicaragua*.
- BID. (2016). *SE4ALL: Evaluación Rápida y Análisis de Brechas. Panamá 2014. Informe y análisis sobre el estado del país*. [https://www.seforall.org/sites/default/files/RAGA\\_Panamá\\_ES\\_Released.pdf](https://www.seforall.org/sites/default/files/RAGA_Panamá_ES_Released.pdf)
- Blanco, N., Zúniga, C. A., Torres, J., Arce, E., Martínez, E., Dios, R., Quiros, O., Colon, A. P., & Hernández, M. (2015). Análisis de seguridad y productividad del suministro de energía eléctrica en el sistema eléctrico de Nicaragua en el periodo comprendido desde el año 2010 hasta el 2018. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 1(2), 20–53. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v1i2.2476>
- Blyth, W., & Lefèvre, N. (2004). *Energy Security and Climate Change Policy Interactions. An Assessment Framework*.
- bnamericas. (2019). *Perenco Guatemala Limited (Perenco Guatemala)*. Bnamericas. <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/perenco-guatemala-limited-perenco-guatemala>
- Bnamericas. (2021). *Bajo la lupa: proyectos de almacenamiento de hidrocarburos en México*. Bnamericas. <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/bajo-la-lupa-proyectos-de-almacenamiento-de-hidrocarburos-en-mexico>
- Bolaños, L., & Rivera, M. (2017). *Empresarios de MIPYMES y el Salario Mínimo en Guatemala*. <https://gem.ufm.edu/wp-content/uploads/2017/08/Empresarios-PYMES-GT-y-Salarios-Minimos-Julio04.pdf>
- Bolaños, R. M. (2016). *¿Cuánto aumentó el parque vehicular en el 2015?* Prensa Libre. <https://www.prensalibre.com/economia/vehiculos-suman-los-3-millones/>
- Bolaños, R. M. (2021). *Precios del galón de gasolinas super y regular se encarecieron más de Q5 desde enero*. Prensa Libre. <https://www.prensalibre.com/economia/precios-del-galon-de-gasolinas-super-y-regular-se-encarecieron-mas-q5-desde-enero/>
- Bow, J. C. (2019). *Distribuidora eléctrica con pérdidas millonarias, pese a la protección oficial*. Confidencial. <https://confidencial.com.ni/distribuidora-electrica-con-perdidas-millonarias-pese-a-proteccion-oficial/>
- Butler, W. (2020). *Oil Exploration In Belize*. Belize.Com. <https://belize.com/oil-exploration-in-belize/>
- Cabrera, O. (2015). *Puma Energy invertirá \$21 millones en el país*. Elsalvador.Com. <https://historico.elsalvador.com/historico/142976/puma-energy-invertira-21-millones-en-el-pais.html>
- Calderón, B. (2020). Anuncian interrupción de energía por 9 horas en San Salvador por trabajos de mejora en la red eléctrica. *La Prensa Gráfica*.
- Calero, M. (2017). *Sistema eléctrico de Nicaragua puede colapsar ante una emergencia o desastres naturales*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2017/10/03/nacionales/2306852-sistema-electrico-de-nicaragua-puede-colapsar-ante-una-emergencia-o-desastres-naturales>
- Canales, D. (2013). *Sin refinar, Recope gasta millones destacando actividad*. La República. [https://www.larepublica.net/noticia/sin\\_refinar\\_recope\\_gasta\\_millones\\_destacando\\_actividad](https://www.larepublica.net/noticia/sin_refinar_recope_gasta_millones_destacando_actividad)
- Canales, G. (2019). *Así se fijan los precios de los combustibles en Nicaragua*. Radio La Primerísima. <http://www.radiolaprimerisima.com/noticias/general/262234/asi-se-fijan-los-precios-de-los-combustibles-en-nicaragua/>
- Caraballo, J. (2017). *Importaciones de gas natural podrían aumentar en República Dominicana*. Diario Libre. <https://www.diariolibre.com/economia/importaciones-de-gas-natural-podrian-aumentar-en-republica-dominicana-EE8152035#:~:text=SANTO DOMINGO.,dominicano en esa nación caribeña.>
- Caraballo, J. (2018). Generación eléctrica RD depende cada vez menos del petróleo. *Diario Libre*.
- Cárdenas, G. (2019). Efectos del cambio climático. *La Prensa*.
- Carranza, C. (2019). *Robo de combustible en Honduras encuentra nuevas medidas contra una vieja práctica*.

- InSight Crime. <https://es.insightcrime.org/noticias/noticias-del-dia/robo-de-combustible-en-honduras-nuevas-medidas-contra-una-vieja-practica/>
- Cascar, S. (2012). *El petróleo alcanzó en 2011 el precio más alto en siglo y medio en términos reales*. El País. [https://elpais.com/economia/2012/09/11/actualidad/1347395469\\_469519.html](https://elpais.com/economia/2012/09/11/actualidad/1347395469_469519.html)
- Castellanos, E. (2016). Cambio Climático en Guatemala: Síntesis Práctica. *Entremundos*.
- Cea, M. (2018). EOR: interrupción de energía de Guatemala no es arbitraria. *El Mundo*.
- CENAPRED. (2021). *Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685848/SEMARNAT\\_081121\\_EV.PDF](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685848/SEMARNAT_081121_EV.PDF)
- CEPAL. (2008). *Cuba: evolución económica durante 2007 y perspectivas para 2008*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25877/1/LCmexL885\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25877/1/LCmexL885_es.pdf)
- CEPAL. (2009). *La crisis de los precios del petróleo y su impacto en los países centroamericanos*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25972/1/LCmexL908\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25972/1/LCmexL908_es.pdf)
- CEPAL. (2011). *Belice*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1074/41/Belice\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1074/41/Belice_es.pdf)
- CEPAL. (2013). *Recursos naturales: situación y tendencias para una agenda de desarrollo regional en América Latina y el Caribe*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35891/1/S2013807\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35891/1/S2013807_es.pdf)
- CEPAL. (2015). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Nicaragua*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38910/S1500753\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38910/S1500753_es.pdf)
- CEPAL. (2016a). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf)
- CEPAL. (2016b). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de El Salvador, 2016*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40643/1/S1600944\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40643/1/S1600944_es.pdf)
- CEPAL. (2018). Segundo informe anual sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe. In *CEPAL*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43415/5/S1800380\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43415/5/S1800380_es.pdf)
- CEPAL. (2019). *Estadísticas e Indicadores*. [https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB\\_CEPALSTAT/estadisticasIndicadores.asp?idioma=i](https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/estadisticasIndicadores.asp?idioma=i)
- Chávez, I. (2019). *Tiros de carga del sistema eléctrico, no apagones: CFE*. Energía Hoy. <https://energiahoy.com/2019/09/04/tiros-de-carga-del-sistema-electrico-no-apagones-cfe/>
- Cherp, A., & Jewell, J. (2011). The three perspectives on energy security: intellectual history, disciplinary roots and the potential for integration. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(4), 202–212. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.07.001>
- Chester, L. (2010). Conceptualising energy security and making explicit its polysemic nature. *Energy Policy*, 38(2), 887–895. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.039>
- CIDAC. (2013). *México inseguro... energéticamente*. [http://cidac.org/esp/uploads/1/Mexico\\_Inseguro\\_energicamente\\_final\\_280813.pdf](http://cidac.org/esp/uploads/1/Mexico_Inseguro_energicamente_final_280813.pdf)
- CITMA. (2017). *Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba. Tarea Vida*.
- CNE. (2004). *Plan Energético Nacional 2004-2015*.
- CNE. (2005). *Comportamiento de la comercialización de crudos y combustibles en la República Dominicana*.
- CNE. (2009). *Política Energética en El Salvador*.
- CNE. (2010). *Política Energética Nacional 2010-2024*.
- CNE. (2013a). *Combustibles en El Salvador. Hidrocarburos y Biocombustibles*. <http://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2017/09/combustibles-en-el-salvador.pdf>
- CNE. (2013b). *Lineamientos de Política Energética*.

- CNE. (2014). *El camino del cambio de la matriz energética en El Salvador*.
- CNE. (2017). *Combustibles en El Salvador. Hidrocarburos y Biocombustibles*.  
<http://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2017/09/combustibles-en-el-salvador.pdf>
- CNE. (2018). *Plan Indicativo de Expansión de la Generación Eléctrica 2018 – 2035*.  
<http://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2018/03/Plan-indicativo-de-la-generación-de-la-expansión-2018-2035.docx.pdf>
- CNE. (2019). *Plan Indicativo de la Expansión de la Generación Eléctrica de El Salvador 2019 – 2028*.  
<http://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2019/03/Plan-indicativo-de-la-generación-de-la-expansión-2019-2028.pdf>
- CNEE. (2009). *Programa Nacional de Eficiencia Energética*.
- CNEE. (2016). *Plan estratégico de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica 2016-2020*.  
[http://www.enee.hn/planificacion/2017/boletines/PEI ENEE 2016-2020\\_dic\\_1\\_MRPV.pdf](http://www.enee.hn/planificacion/2017/boletines/PEI ENEE 2016-2020_dic_1_MRPV.pdf)
- COEN. (2000). *La tormenta tropical Mitch en El Salvador: Efectos, respuesta y análisis de las experiencias*.  
<http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc11036/doc11036-contenido.pdf>
- COMEX. (2004). *Preguntas frecuentes sobre el Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos*.  
<https://ustr.gov/sites/default/files/uploads/022311FinalSMEFAQsRDCAFTASpanish.pdf>
- Congreso Nacional. (2012). *Ley No. 1-12, que establece la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030*.
- CONICYT. (2017). *Nicaragua avanza en el cambio de la Matriz Energética*.
- Corcino. (2017). *Trabajadores dominicanos consideran bajo el incremento de un 20% al salario mínimo*. El Dinero. <https://www.eldinero.com.do/51913/trabajadores-consideran-bajo-el-incremento-de-un-20-al-salario-minimo/>
- Cordero, M. (2019). *Relaciones comerciales entre Centroamérica y México. Sede Subregional de La CEPAL En México*, 46.
- Costa, C. A., & Ceballos, C. F. (2016). *Estudio sobre la distribución y comercialización de energía eléctrica en El Salvador*. [http://www.sc.gob.sv/uploads/est\\_24\\_inf.pdf](http://www.sc.gob.sv/uploads/est_24_inf.pdf)
- Coviello, M., & Ruchansky, B. (2017). *Avances en materia de energías sostenibles en América Latina y el Caribe. Resultados del Marco de Seguimiento Mundial, informe de 2017*.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42552/1/S1701027\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42552/1/S1701027_es.pdf)
- Cruz, E. (2018). *Nicaragua tiene el salario mínimo más bajo de Centroamérica (y la segunda canasta básica más cara)*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2018/01/14/suplemento/la-prensa-domingo/2360080-los-salarios-minimos-vs-las-canastas-basicas-centroamerica>
- CUPET. (2020). *CUPET en cifras*. Unión Cuba Petróleo. <https://www.cupet.cu>
- de Buen, O., & García, O. (2018). Fascículo 7: Objetivo de desarrollo sostenible 7. *Comisión Nacional de Los Derechos Humanos*.
- de Jesús, M. (2020). *República Dominicana amplía la matriz de generación de energía renovable*. El Dinero. <https://www.eldinero.com.do/97471/república-dominicana-amplia-la-matriz-de-generación-de-energía-renovable/>
- de la Fuente, S. (2011). *Análisis de Componentes Principales. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*.
- Delgado, E. (2015). *Uso de carbón mineral en la generación eléctrica*. El Dinero. <https://www.eldinero.com.do/15103/uso-carbon-mineral-generacion-electricidad/>
- Demyk, N. (2005). *América Central: entre la integración regional y la globalización continental, un proceso de recomposición geopolítico*. In *Las Fronteras del Istmo* (Centro de, pp. 233–239). Centro de estudios mexicanos y centroamericanos. <https://doi.org/10.4000/books.cemca.641>

- DFAIT-OAS. (2011). *Proposal for a National energy Policy for Belize*.
- DGE. (2018). *Las energías renovables en la generación eléctrica en Guatemala*.
- Di Bella, G., Norton, L., Ntamatungiro, J., Ogawa, S., Samake, I., & Santoro, M. (2015). *Energy Subsidies in Latin America and the Caribbean: Stocktaking and Policy Challenges*.  
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2015/wp1530.pdf>
- Díaz, Dayni. (2010). *Formación por competencias del Docente de Categoría Superior de la Universidad de Cienfuegos para la Gestión de Proyectos de Internacionalización*. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2010f/868/index.htm>
- Díaz, Diana. (2019). *Falta de licitación de energía afectará tarifa*.
- Díaz, E. (2016). *La crisis energética en Cuba*. Periodismo de Barrio.  
<https://www.periodismodebarrio.org/2016/07/la-crisis-energetica-en-cuba-explicada/>
- Domínguez, Ma. (2014). *Gestión de la cadena de suministro de los combustibles respecto a los controles de variación de la temperatura y su impacto en el precio de venta final*.  
<https://tzibalnaah.unah.edu.hn/handle/123456789/6569>
- EcoInventos. (2018). *Belice vota poner fin indefinidamente a toda exploración petrolera en sus aguas*. EcoInventos. <https://ecoinventos.com/belice-pone-fin-a-la-exploracion-petrolera/>
- ECPA. (2017). *Ampliación del acceso a la electricidad en Belice*.  
<http://sp.ecpamericas.org/news/Default.aspx?id=1460/>
- Editorial Construir. (2016). *Construyen tanques de almacenamiento para combustible*. *Revista Construir*.
- EFE. (2018). *Centroamérica es la región más afectada por el cambio climático*. Agencia EFE.  
<https://www.efe.com/efe/america/sociedad/centroamerica-es-la-region-mas-afectada-por-el-cambio-climatico-segun-expertos/20000013-3651186>
- EFE. (2019a). *Combustibles escasean en Honduras por un paro parcial del transporte de carga*. EFE.  
<https://www.efe.com/efe/america/economia/combustibles-escasean-en-honduras-por-un-paro-parcial-del-transporte-de-carga/20000011-4004861>
- EFE. (2019b). *Petrolera noruega busca yacimiento en Nicaragua*. Deutsche Welle.  
<https://www.dw.com/es/petrolera-noruega-busca-yacimiento-en-nicaragua/a-44414176>
- EfeVerde. (2018). *Costa Rica presenta nueva política de cambio climático*. *Futuro Verde*.
- EIA. (2016). *Energy Information*. U.S. Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/beta/>
- EIA. (2018). *Energy Concept*. U.S. Energy Information Administration.  
<https://www.eia.gov/tools/glossary/index.php?id=E>
- El 19 Digital. (2019). *Nicaragua restablece suministro de energía interrumpido por falla en el sistema eléctrico centroamericano*. El 19 Digital. <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:94219-nicaragua-restablece-suministro-de-energia-interrumpido-por-falla-en-el-sistema-electrico-centroamericano>
- El Herald. (2011). *Tres empresas se disputan mercado de hidrocarburos hondureño*. CentralAmerica.  
[https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Tres\\_empresas\\_se\\_disputan\\_mercado\\_de\\_hidrocarburos\\_hondureo](https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Tres_empresas_se_disputan_mercado_de_hidrocarburos_hondureo)
- El Herald. (2014a). *Comercio entre Honduras y EE.UU. aumentó 56.5% con el Cafta*. Sistema Económico Latinoamericano y Del Caribe (SELA). <http://www.sela.org/es/prensa/servicio-informativo/20140516/si/13895/comercio-entre-honduras-y-eeuu-aumento-en-56-5-con-el-cafta>
- El Herald. (2014b). *Honduras no superará el crecimiento económico de 2011*. El Herald.  
<https://www.elheraldo.hn/alfrente/564630-209/honduras-no-superara-el-crecimiento-economico-de-2011>
- El Herald. (2019). *ENEE: Varios municipios de Honduras quedarán sin electricidad en 20 horas*. El Herald. <https://www.elheraldo.hn/pais/1331090-466/enec-varios-municipios-de-honduras-quedarán>

sin-electricidad-20-horas

- El Informador. (2019). *Pérdidas por robos o fugas en CFE equivalen al huachicoleo en Pemex*. El Informador. <https://www.informador.mx/Perdidas-por-robos-o-fugas-en-CFE-equivalen-al-huachicoleo-en-Pemex-1201903160001.html>
- El Pulso. (2017). Impacto del cambio climático en Honduras. *El Pulso*.
- El Sol de México. (2019). *México redujo importaciones de gasolina de EU: WSJ*. El Sol de México. <https://www.elsoldemexico.com.mx/finanzas/mexico-amlo-redujo-importaciones-de-gasolina-de-eu-wsj-2910519.html>
- ENATREL. (2016). *Plan de gestión estratégica. Actualización 2016-2021*.
- ENATREL. (2017). *ENATREL Informa Interrupciones en Servicio Eléctrico*. Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica. <http://www.enatrel.gob.ni/enatrel-informa-interrupciones-en-servicio-electrico/>
- ENEE. (2016). *Fortalecimiento del servicio*. Empresa Nacional de Energía Eléctrica. <http://www.enee.hn/index.php/electrificacion-nacional/117-sistema-electrico>
- Energy & Commerce. (2020). *Almacenamiento de hidrocarburos, meta inconclusa*. Energy & Commerce. <https://energyandcommerce.com.mx/almacenamiento-de-hidrocarburos-mexico/#:~:text=La infraestructura de almacenamiento de,reservas para día y medio.>
- Energy Management. (2019). *México y su injustificable retraso en energías renovables*. Energy Management. <https://e-management.mx/2019/02/26/mexico-y-su-injustificable-retraso-en-energias-renovables/>
- ES Noticias. (2019). *Exemplado del MOP robó 4 mil vales de combustible*. ES Noticias. <http://diario1.com/nacionales/2019/08/exemplado-del-mop-robo-4-mil-vales-de-combustible/>
- Escalón, S. (2016). Guatemala y las petroleras: el socio tonto. *Plaza Pública*. <https://www.plazapublica.com.gt/content/guatemala-y-las-petroleras-el-socio-tonto>
- Espinasa, Ramón; Balza, L., Hinestrosa, C., & Sucre, C. (2013). *Dossier energético: República Dominicana*. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Dossier-energético-República-Dominicana.pdf>
- Espinasa, Ramón, Balza, L., Hinestrosa, C., & Sucre, C. (2013a). *Energy Dossier: Guatemala*. <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Energy-Dossier-Guatemala.pdf>
- Espinasa, Ramón, Balza, L., Hinestrosa, C., & Sucre, C. (2013b). *Energy Dossier: Panama*. <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Energy-Dossier-Panama.pdf>
- Espinoza, J. I. (2016). *Nicaragua, tras su independencia energética*. El Nuevo Diario. <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/406717-nicaragua-su-independencia-energetica/#:~:text=Mayores fuentes renovables de energía esperan ser utilizadas.&text=En el documento aparece la,el crecimiento de la nación.>
- ETESA. (2017). *Plan de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2017-2031*. [https://www.bing.com/search?pglt=41&q=Plan+de+Expansi%C3%B3n+del+Sistema+Interconectado+Nacional+2017-2031&cvid=0f4f3b9608b2480f89ca042e194b5643&aqs=edge..69i57.265j0j1&FORM=ANNTA1&PC=DCTS#:~:text=www.etsa.com.pa/documentos/tomo\\_ii\\_plan\\_indicativo\\_de\\_generacin\\_20172](https://www.bing.com/search?pglt=41&q=Plan+de+Expansi%C3%B3n+del+Sistema+Interconectado+Nacional+2017-2031&cvid=0f4f3b9608b2480f89ca042e194b5643&aqs=edge..69i57.265j0j1&FORM=ANNTA1&PC=DCTS#:~:text=www.etsa.com.pa/documentos/tomo_ii_plan_indicativo_de_generacin_20172)
- Expediente Público. (2019). *El consorcio público-privado DNP-PETRONIC*. Expediente Público. <https://expedientepublico.org/el-consorcio-publico-privado-dnp-petronic/>
- FAO. (2016). *Belize quiere que su sector energético sea más resiliente a la climatología*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/517634/>
- Faxas, N. (2019). *República Dominicana-Centroamérica, una relación comercial desigual*. Forbes2. <https://www.forbes.com.mx/república-dominicana-centroamerica-una-relacion-comercial-desigual/>
- Fernández, L. (2001). *República Dominicana, interdependencia y petróleo*.

- <https://leonelfernandez.com/articulos/republica-dominicana-interdependencia-y-petroleo/>
- FES. (2019). *Panamá. Cambio climático*. FES America Central. <http://www.fesamericacentral.org/panama/cambio-climatico.html>
- Figueredo, R., Doimeadios, D., Fuentes, T., & Romeo, L. (2019). *Presidente Díaz-Canel informa medidas coyunturales ante situación energética de Cuba*. Cubadebate. <http://www.cubadebate.cu/noticias/2019/09/11/presidente-diaz-canel-informa-nuevas-medidas-ante-situacion-energetica-de-cuba/#.Xn61IlgzblV>
- Figueroa, S. (2016). *Eficiencia Energética en República Dominicana*. <https://www.nist.gov/system/files/documents/iaao/SalvadorFigueroa.pdf>
- Fink-Hafner, D., Dagen, T., Doušak, M., Novak, M., & Hafner-Fink, M. (2019). Delphi method. *Advances in Methodology and Statistics*, 16(2). <https://doi.org/10.51936/fcfm6982>
- Flores, Marco Antonio. (2019). Eficiencia e intensidad energética en Honduras, subsector eléctrico: Antecedentes y situación actual. *Tordesillas, Revista de Investigación Multidisciplinar*, 17, 93–109. <https://doi.org/https://doi.org/10.24197/trim.17.2019.93-109>
- Flores, Marcos Antonio. (2018). *Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia energética de Honduras* (S.18-00542). [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/43983/S1800542\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/43983/S1800542_es.pdf)
- Forbes. (2014). *Pemex redujo importación de gasolina en 2013*. Forbes. <https://www.forbes.com.mx/pemex-redujo-importacion-de-gasolina-en-2013/>
- Forbes. (2019). *Subsidio a la electricidad en RD de octubre será de 22.3 mdd*. Forbes. <https://forbescentroamerica.com/2019/10/03/subsidio-a-la-electricidad-en-rd-de-octubre-sera-de-22-3-mdd/>
- Foresightcuba. (2019). *Refinerías*. Foresightcuba. <https://foresightcuba.com/refinerias/>
- García, L. D. (2018). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Costa Rica* (S.18-00543). [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/44285/S1800543\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/44285/S1800543_es.pdf)
- García, O. (2018). *Conexiones ilegales causan unos Q370 millones de pérdidas al año*. Prensa Libre. <https://www.prensalibre.com/ciudades/conexiones-ilegales-generan-unos-q370-millones-de-perdidas-al-ao-segun-distribuidor/>
- Garza, J. (2016). *Costa Rica es el quinto más expuesto a desastres naturales*. La República. [https://www.larepublica.net/noticia/costa\\_rica\\_es\\_el\\_quinto\\_mas\\_expuesto\\_a\\_desastres\\_naturales](https://www.larepublica.net/noticia/costa_rica_es_el_quinto_mas_expuesto_a_desastres_naturales)
- Gil, G., & Chacón, S. (2008). *La crisis del petróleo en México* (M. : F. C. C. y T. Distrito Federal (ed.)).
- Gischler, C., Rodríguez, E., Rojas, L., Gonzalez, C., Servetti, G., & Olson, L. (2014). *The Energy Sector in Belize*. <https://publications.iadb.org/publications/english/document/The-Energy-Sector-in-Belize.pdf>
- Gobierno de Guatemala. (2010). *Evaluación de daños y pérdidas sectoriales y estimación de necesidades ocasionados por desastres naturales en Guatemala entre mayo septiembre de 2010*. [https://www.gfdrr.org/sites/default/files/Evaluacion\\_de\\_danos\\_y\\_perdidas\\_AGATHA\\_Y\\_PACAYA\\_0ct\\_8\\_2010\\_reduced.pdf](https://www.gfdrr.org/sites/default/files/Evaluacion_de_danos_y_perdidas_AGATHA_Y_PACAYA_0ct_8_2010_reduced.pdf)
- Gobierno de la República. (2013). *Reforma energética*.
- Gobierno de Nicaragua. (2012). *Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016*. <https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/NicaraguaPlanNacionaldeDesarrolloHumano.pdf>
- González, A. (2012). *Primer gasolinazo con Peña Nieto; descartan salto súbito*. La Jornada. <https://www.jornada.com.mx/2012/12/08/economia/027n1eco>
- González, R. (2013). *México, Belice y Guatemala negocian acuerdo petrolero*. El Financiero. <https://www.elfinanciero.com.mx/archivo/mexico-belice-y-guatemala-negocian-acuerdo-petrolero>
- Government of Belize. (2019). *Changes in the Pump Price of Premium Gasoline and Diesel Oil*. Government of Belize Press Office. <https://www.pressoffice.gov.bz/changes-in-pump-prices-for-regular-gasoline->

and-diesel-oil/

- Government of India. (2006). *Integrated Energy Policy, Report of the Expert Committee*.
- Granados, E., López, X., Bravo, H., & Sosa, R. (2013). Refinación de petróleo y su impacto económico-tecnológico para la producción de gasolinas en México al 2030. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 14(4), 475–487. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72259-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72259-5)
- Gupta, E. (2008). Oil vulnerability index of oil-importing countries. *Energy Policy*, 36(3), 1195–1211. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.11.011>
- GWP Centroamérica. (2016). *Análisis socioeconómico del impacto sectorial de la sequía de 2014 en Centroamérica*. [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/impacto-sequia-2014\\_fin.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/impacto-sequia-2014_fin.pdf)
- Heres, D. (2015). *El cambio climático y la energía en América Latina*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39751/1/S1501198\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39751/1/S1501198_es.pdf)
- Herrera, A., & De la Cruz, A. (2016). *La seguridad y los desafíos de la seguridad energética dominicana*. <https://mem.gob.do/wp-content/uploads/2019/02/LA-SEGURIDAD-Y-LOS-DESAFOS-DE-LA-SEGURIDAD-ENERGTICA-DOMINICANA.pdf>
- Herrera, J. (2016). *Vigesimosegundo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informe final “Situación energética de Costa Rica (2015).”* [http://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/391/337.Situacion\\_energetica\\_de\\_Costa\\_Rica\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/391/337.Situacion_energetica_de_Costa_Rica_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Herrero, R. (2016). La Seguridad Energética y la Estrategia Global de Seguridad de la Unión Europea. *Revista UNISCI*, 42. <https://doi.org/10.5209/RUNI.53788>
- Hughes, L. (2009). The four ‘R’s of energy security. *Energy Policy*, 37(6), 2459–2461. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.038>
- Humboldt Center. (2018). *La leña representa el 44% del consumo de energía en Nicaragua*. “Alexander Von Humboldt” Center. <https://humboldt.org.ni/la-lena-representa-el-44-del-consumo-de-energia-en-nicaragua/>
- Hurtado de Mendoza, S. (2012). *Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método DELPHY*. Histodidáctica. [https://doi.org/http://www.ub.edu/histodidactica/index.php%3Fopcion%3Dcom\\_content%26view%3Darticle%26id%3D21:criterio-de-expertos-su-procesamiento-a-traves-del-metodo-delphy%26catid%3D11:metodologia-y-epistemologia%26Itemid%3D103](https://doi.org/http://www.ub.edu/histodidactica/index.php%3Fopcion%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D21:criterio-de-expertos-su-procesamiento-a-traves-del-metodo-delphy%26catid%3D11:metodologia-y-epistemologia%26Itemid%3D103)
- IBM Corporation. (2021). *Modelizador de series temporales*. <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/SaaS?topic=forecasting-time-series-modeler>
- IIES. (2014). *Impacto del precio de los combustibles en la inflación, los ingresos tributarios y el consumo*. <https://presencia.unah.edu.hn/assets/d95e7961ba/Impacto-del-precio-de-los-combustibles-rv.pdf>
- IMCP. (2017). *Pemex, consumidor neto de divisas*. Instituto Mexicano de Contadores Públicos. <https://imcp.org.mx/pemex-consumidor-neto-divisas/>
- INAB. (2013). *Estrategia Nacional de producción sostenible y uso eficiente de leña 2013-2024*.
- INE. (2018). *Parque Vehicular 2013-2017*. [https://www.ine.gob.hn/publicaciones/Boletines\\_Servicios/2018/Boletin-parque-vehicular.pdf](https://www.ine.gob.hn/publicaciones/Boletines_Servicios/2018/Boletin-parque-vehicular.pdf)
- INECC. (2018). *Efectos del cambio climático*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/efectos-del-cambio-climatico>
- INEGI. (2016). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*.
- Informe Pastrán. (2019). *Progresos cambio de matriz energética*.
- Institute for 21st Century Energy. (2016). *Index of U.S. Energy Security Risk. Assessing America’s Vulnerabilities in a Global Energy Market*.

- International Monetary Fund. (2016). Belize: Selected Issues. *IMF Staff Country Reports*, 16(93), 1. <https://doi.org/10.5089/9781475548853.002>
- Intharak, N. (2007). A quest for energy security in the 21st century resources and constraints. In *Asia Pacific Energy Research Centre*. [www.ieej.or.jp/aperc](http://www.ieej.or.jp/aperc)
- IPCC. (2013). Glosario. In *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*.
- IPS. (2021). *Crisis eléctrica en Cuba refuerza necesidad de acelerar la transición energética*. Inter Press Service. [https://ipsnoticias.net/2021/09/crisis-electrica-en-cuba-refuerza-necesidad-de-acelerar-la-transicion-energetica/#:~:text=En septiembre de 2019 ocurrió, impone a Cuba desde 1962.](https://ipsnoticias.net/2021/09/crisis-electrica-en-cuba-refuerza-necesidad-de-acelerar-la-transicion-energetica/#:~:text=En%20septiembre%20de%202019%20ocurri%C3%B3,impone%20a%20Cuba%20desde%201962.)
- Irastorza, V., & McNeece, J. (2019). *La creciente dependencia del gas natural estadounidense*. Expansión. <https://expansion.mx/opinion/2019/10/01/la-creciente-dependencia-del-gas-natural-estadounidense>
- IRENA. (2018). *Renewables Readiness Assessment: Panama*.
- Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., & Mieno, H. (1993). The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration. *Fuzzy Sets and Systems*, 55(3), 241–253. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(93\)90251-C](https://doi.org/10.1016/0165-0114(93)90251-C)
- Jewell, J. (2011). The IEA Model of Short-Term Energy Security (MOSES): Primary Energy Sources and Secondary Fuels. *IEA Energy Papers. OECD Publishing*, 17, 48. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/5k9h0wd2ghlv-en>
- Jiménez, T. (2018). *El robo de electricidad supera los \$33.5 millones*. Metro Libre. <https://www.metrolibre.com/nacionales/105208-el-robo-de-electricidad-supera-los-335-millones.html>
- Kleber, D. (2009). The US Department of Defense: Valuing Energy Security. *Journal of Energy Security*.
- Koberle, A. (2012). *An Alternative Power Development Plan for Guatemala*. International Rivers. <https://archive.internationalrivers.org/resources/an-alternative-power-development-plan-for-guatemala-7543>
- Kripton. (2020). *Robo de combustible de la flota: ¿Qué hacer para detenerlo?* Kripton. <https://kriptongps.com.pa/blog/robo-de-combustible-de-la-flota-que-hacer-para-detenerlo/>
- Kruijt, D. (2019). Cuba y sus lazos con América Latina y el Caribe: de la cuarentena diplomática hasta el ALBA y otras organizaciones multilaterales, 1959 – presente. *Revista Uruguaya de Ciencia Política*, 28(1). <https://doi.org/10.26851/RUCP.28.1.10>
- La nación. (2016). *Recope concentra 40 % de sus compras en refinadora texana*. La Nación. <https://www.nacion.com/economia/politica-economica/recope-concentra-40-de-sus-compras-en-refinadora-texana/HN62DPKPUJHKZAKPQFGKD6VBM4/story/>
- La Prensa. (2011). *La crisis política de 2009 dejó “en coma” a la economía hondureña*. La Prensa. <https://www.laprensa.hn/honduras/552020-97/la-crisis-politica-de-2009-dejo-en-coma-a-la-economia-hondurena>
- La Prensa. (2013). *Chevron Honduras invierte \$12 millones en almacenaje*. CentralAmericaData. [https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Chevron\\_Honduras\\_invierte\\_12\\_millones\\_en\\_almacenaje](https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Chevron_Honduras_invierte_12_millones_en_almacenaje)
- La Prensa. (2019). *Cuba entra en crisis energética por bloqueo de Estados Unidos a Venezuela*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2019/09/12/internacionales/2589417-cuba-entre-crisis-energetica-por-bloqueo-de-estados-unidos-a-venezuela>
- La prensa gráfica. (2012). *Crece robo de electricidad en zonas alta delincuencia*. La Prensa Gráfica. <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Crece-robo-de-electricidad-en-zonas-alta-delincuencia->

20120620-0105.html

- La prensa gráfica. (2013). *El Salvador ya no importa crudo, solo combustible refinado*. La Prensa Gráfica. <https://www.laprensagrafica.com/economia/El-Salvador-ya-no-importa-crudo-solo-combustible-refinado-20130424-0001.html>
- La tribuna. (2018). Matriz energética de ENEE es 75% renovable y 25% térmica. *La Tribuna*.
- Laborde, A. (2018). *EE UU advierte a Nicaragua: "Este es el comienzo de las sanciones, no el fin"*. El País. [https://elpais.com/internacional/2018/07/30/actualidad/1532968003\\_036139.html](https://elpais.com/internacional/2018/07/30/actualidad/1532968003_036139.html)
- Labrador, L. M. (2018). Cuba apuesta por el cambio en su matriz energética. *Granma*.
- Lagarda, G., & Linares, J. (2017). Precios bajos de hidrocarburos: una cuantificación de los beneficios para Centroamérica, Panamá y la República Dominicana. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 32. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0000869>
- Laino, L. D. (2008). Un Análisis de la Política Energética en Cuba. *Población y Desarrollo*, 37–42.
- Lajous, A. (2009). El ocaso de Cantarell. *Nexos*. <https://www.nexos.com.mx/?p=13321>
- Lamy, J. (2006). *De un G8 al otro: Seguridad energética y cambio climático*.
- Lasso, M. (2017). *Precio de la electricidad en Panamá, entre los más caros*. La Estrella de Panamá. <https://www.laestrella.com.pa/economia/170206/caros-precio-panama-electricidad>
- Lee, D.-J. (2019). *Modelos lineales y análisis de la varianza*. <http://idaejin.github.io/courses/R/2019/euskaltel/modelos-lineales-y-analisis-de-la-varianza.html>
- Leis, G. (2015). *Panamá, riesgos meteorológicos y el cambio climático*. La Estrella de Panamá. <https://www.laestrella.com.pa/opinion/columnistas/150323/panama-cambio-riesgos-meteorologicos>
- Lima, L. (2018). Cómo la crisis en Nicaragua afecta a Costa Rica, Guatemala, Honduras, El Salvador y Panamá de una forma "sin precedentes." *BBC News*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-44802850>
- Limón, A. (2019a). *Factores que inciden en la industria de refinación en México*. Centro de Investigación Económica y Presupuestaria, A. C. <https://ciep.mx/jooR>
- Limón, A. (2019b). *Infraestructura de almacenamiento y transporte de petrolíferos. Una medida de seguridad energética*. Centro de Investigación Económica y Presupuestaria. <https://ciep.mx/gTYE>
- Linares, V. (2019). *El Salvador aumentó la compra de energía eléctrica en 60% en el último año*. Elsalvador.Com. El Salvador aumentó la compra de energía eléctrica en 60%25 en el último año
- Linares, V. (2020). *El salario mínimo actual solo alcanza para cubrir un 42% del costo de la vida en El Salvador*. Elsalvador.Com. <https://www.elsalvador.com/noticias/negocios/el-salario-minimo-actual-solo-alcanza-para-cubrir-un-42-del-coste-de-la-vida-en-el-salvador/673786/2020/>
- Livio. (2020). *Combustible de República Dominicana*. Livio.Com. <https://www.livio.com/directorio/transportacion/combustible/>
- Llado, J. (2019). *La RD y su laberinto geopolítico*. Acento. <https://acento.com.do/2019/opinion/8736311-la-rd-y-su-laberinto-geopolitico/>
- Lufussa. (2017a). *¿Qué depara el futuro para la matriz energética en Honduras?* Luz y Fuerza San Lorenzo S.A. <http://lufussa.com/es/depara-futuro-la-matriz-energetica-en-honduras/>
- Lufussa. (2017b). *Evolución energética de Honduras en los últimos 20 años*. Lufussa. <http://lufussa.com/es/evolucion-energetica-honduras/>
- Madrigal, L. M. (2019). *98.6% de la electricidad generada en Costa Rica en 2018 fue con fuentes renovables*. Delfino. <https://delfino.cr/2019/01/986-de-la-electricidad-generada-en-costa-rica-en-2018-fue-con-fuentes-renovables/>
- MAGFOR. (2010). *Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático. Plan de Acción 2010-2015*.

- MAGFOR. (2018). *Plan de Adaptación a la variabilidad y el Cambio Climático en el Sector Agropecuario, Forestal y Pesca en Nicaragua*.
- Maldonado, M. (2015). *Sistema antirrobo de diésel en empresa de transporte pesado* [Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/03/06/Maldonado-Melissa.pdf>
- MARENA. (2003). *Plan de Acción Nacional ante el Cambio Climático*.
- MARN. (2013). *Propuesta de “Estrategia Nacional de producción sostenible y uso eficiente de leña 2013-2024.”* <https://1library.co/document/zg6n747q-propuesta-de-estrategia-nacional-de-produccion-sostenible-y-uso-eficiente-de-lena.html>
- MARN. (2018). *Cambio Climático*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.marn.gob.sv/destacado/cp/cambio-climatico/>
- Marroquín, C. (2018). *Hay 3.54 millones de vehículos en el país*. República. <https://republica.gt/2018/02/23/hay-3-54-millones-de-vehiculos-en-el-pais/>
- Martínez, J. (2019). *Aumenta capacidad de almacenamiento de gas licuado en el país*. Granma. <http://www.gramma.cu/cuba/2019-12-25/aumenta-capacidad-de-almacenamiento-de-gas-licuado-en-el-pais>
- Martínez, N., Tornel, C., Tamborrel, A. S., & Villarreal, J. (2019). *La Planeación Social en la Transición Energética en México: elementos analíticos para la discusión pública*. [https://proyectocer.org/assets/img/La-Planeación-Social-en-la-Transición-Energética-en-México\\_-elementos-analíticos-para-la-discusión-pública\\_enero2020\\_VF2020.pdf](https://proyectocer.org/assets/img/La-Planeación-Social-en-la-Transición-Energética-en-México_-elementos-analíticos-para-la-discusión-pública_enero2020_VF2020.pdf)
- Martínez, R. (2019). *Costa Rica logra reducir interrupciones eléctricas*. El mundo.Cr. <https://www.elmundo.cr/costa-rica/costa-rica-logra-reducir-interrupciones-electricas/>
- McGraw-Hill Education. (2015). *McGraw-Hill Education*. [https://www.mhe.es/universidad/ciencias\\_matematicas/pena/home/CAPITULO.PDF](https://www.mhe.es/universidad/ciencias_matematicas/pena/home/CAPITULO.PDF)
- McMillan, S. S., King, M., & Tully, M. P. (2016). How to use the nominal group and Delphi techniques. *International Journal of Clinical Pharmacy*. <https://doi.org/10.1007/s11096-016-0257-x>
- Medina, G. (2018). Gas natural lidera por primera vez la matriz de generación eléctrica en RD. *El Dinero*.
- Mejía, J. C. (2019). *Los salarios mínimos en República Dominicana*. Acento2. <https://acento.com.do/2019/opinion/8681285-los-salarios-minimos-en-republica-dominicana-1-de-2/>
- MEM. (2011). *Biocombustibles Guatemala*. <http://www.oas.org/en/sedi/dsd/energy/doc/biocombustiblesguatemala.pdf>
- MEM. (2013). *Política Energética 2013-2027*. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2013/02/PE2013-2027.pdf>
- MEM. (2016). Informe estadístico de hidrocarburos 2016. Primer trimestre. *Ministerio de Energía y Minas*. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/2016-Revista-Hidrocarburos-01T.pdf>
- MEM. (2017a). Estadísticas de hidrocarburos. Guatemala. Primer Informe 2017. *Ministerio de Energía y Minas*. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/2017-Revista-Hidrocarburos-01T.pdf>
- MEM. (2017b). *Plan Nacional de Energía 2017-2032*. <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2017/11/Plan-nacional-de-energia.pdf>
- MEM. (2017c). *Reservas de Hidrocarburos -Guatemala*. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/2017-Revista-Hidrocarburos-02T.pdf>
- MEM. (2018a). *Estadísticas del Subsector Eléctrico 2017*.
- MEM. (2018b). *Las energías renovables en la generación eléctrica en Guatemala*. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/07/Energías-Renovables-en-Guatemala.pdf>
- MEM. (2018c). *Plan de Expansión de la Generación eléctrica 2019-2033*.
- MEM. (2019). *Política Energética 2019-2050*. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/02/PE2019-2050.pdf>

- content/uploads/2018/11/Política-Energética-2019-2050.pdf
- Membreño, E. (2015). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Nicaragua*. [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/38910/S1500753\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/38910/S1500753_es.pdf)
- Méndez, C. (2016). Efectos del cambio climático afectan a Guatemala. *El Periódico*.
- Mendoza, B., Laguan, J., & Rivas, I. (2017). *Así de vulnerable y riesgoso es El Salvador ante desastres por fenómenos naturales*. La Prensa Gráfica. <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Asi-de-vulnerable-y-riesgoso-es-El-Salvador-ante-desastres-por-fenomenos-naturales-20171024-0064.html>
- MEPyD. (2016). *El Escenario Geopolítico de las Economías de los países del Caribe*. <https://mepyd.gob.do/mepyd/wp-content/uploads/archivos/libros/coyuntura-del-escenario-geopolitica-de-los-paises-del-caribe.pdf>
- Mesa-Lago, C. (2017). Cuba, la peor crisis desde los años noventa. *Política Exterior*, 31(180), 62–70.
- MESTPU. (2012). *Integrating energy, science and technology into national development planning and decision making to catalyze sustainable development*. [https://www.publicservice.gov.bz/jdownloads/Strategic Plans/MESTPU\\_Strategic\\_Plan\\_-\\_2012-2017.pdf](https://www.publicservice.gov.bz/jdownloads/Strategic%20Plans/MESTPU_Strategic_Plan_-_2012-2017.pdf)
- MICM. (2020). *Historico Precios de Combustibles*. Ministerio de Industria, Comercio y MIPYMES. <https://www.micm.gob.do/direcciones/combustibles/estadisticas-institucionales/historico-precios-de-combustibles>
- MIDEPLAN. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 “Alberto Cañas Escalante.”* [https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Costa Rica Plan nacional de Desarrollo 2015 2018 lite.pdf](https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Costa%20Rica%20Plan%20nacional%20de%20Desarrollo%202015%202018%20lite.pdf)
- Milián, J. A. (2009). *Apuntes sobre el Cambio Climático en Nicaragua*.
- MIMARENA. (2016). *Plan Nacional de Adaptación para el cambio climático en la República Dominicana 2015-2030 (PNACC RD)*.
- MINAE. (2008). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*.
- MINAE. (2015). *VII Plan Nacional de Energía 2015-2030*. <http://www.obturcaribe.ucr.ac.cr/documentos-publicaciones/planes-y-programas-n/ice/354--127/file>
- MINECO. (2013). *Evaluaciones de las relaciones comerciales entre Guatemala y los Estados Unidos Americanos*. [http://www.sice.oas.org/tpd/usa\\_cafta/Studies/Review2013\\_GTM\\_USA\\_s.pdf](http://www.sice.oas.org/tpd/usa_cafta/Studies/Review2013_GTM_USA_s.pdf)
- Moncada, M. J. (2011). *La Esso vende operaciones en Centroamérica*. La Prensa. [https://www.laprensa.com.ni/2011/03/29/economia/56297-esso-vende-su-operacion-en-centroamerica#:~:text=La empresa ExxonMobil \(ESSO\) anunció,%2C Honduras%2C Nicaragua y Panamá.](https://www.laprensa.com.ni/2011/03/29/economia/56297-esso-vende-su-operacion-en-centroamerica#:~:text=La empresa ExxonMobil (ESSO) anunció,%2C Honduras%2C Nicaragua y Panamá.)
- Moncada, R., & González, N. (2017). *Vehículos aumentan más que la red vial*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2017/01/18/nacionales/2167484-vehiculos-aumentan-mas-que-la-red-vial>
- Mondragón, M. A. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento Científico*.
- Morales, J. (2018). Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Guatemala. *Publicación de Las Naciones Unidas*, 48. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43651/1/S1800541\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43651/1/S1800541_es.pdf)
- Morales, M. (2017). La nueva meta de Costa Rica: transporte público verde. *Futuro Verde*.
- Morales, P. (2011). *El coeficiente de correlación*.
- Murillo, Á. (2018). *La avanzada china en Centroamérica que incomoda a Washington*. El País. [https://elpais.com/internacional/2018/10/13/america/1539386435\\_896564.html](https://elpais.com/internacional/2018/10/13/america/1539386435_896564.html)
- Nárvaez, M. (2017). *Energía portátil en caso de desastre*. Ciencia.Mx.

- <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/energia/16681-energia-portatil-desastre>
- Navarrete, J. (2021). *Oligopolio y complicidad, razones por las que Nicaragua tiene los combustibles más caros de Centroamérica*. Divergentes. <https://www.divergentes.com/oligopolio-y-complicidad-razones-por-las-que-nicaragua-tiene-los-combustibles-mas-caros-de-centroamerica/>
- Navarrete, J. E. (2008). Seguridad energética, ¿para quién? *La Jornada*.
- Navas, L. (2012). *Lo caro de importar combustibles*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2012/12/06/economia/126294-lo-carro-de-importar-combustibles>
- Navas, L. (2020). *Ortega manda a crear cuatro empresas estatales para administrar negocio del combustible*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2020/02/10/politica/2638754-ortega-manda-a-crear-cuatro-empresas-estatales-para-administrar-su-negocio-del-combustible>
- Nieves, V. (2018). *El desplome del petróleo recuerda al crash de 2014: el Brent ya cae un 37% desde máximos anuales*. El Economista. <https://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/9595230/12/18/El-desplome-del-petroleo-recuerda-al-crash-de-2014-el-Brent-ya-cae-un-37-desde-maximos-anuales.html>
- Noticias SIN. (2019). *Balance del sector eléctrico 2019: Pérdidas de electricidad sigue siendo el “talón de Aquiles.”* Noticias SIN. <https://noticiassin.com/balance-del-sector-electrico-en-2019-perdidas-de-electricidad-sigue-siendo-el-talon-de-aquiles/>
- Noticieros Televisa. (2018). *Las devastadoras consecuencias del cambio climático en México*. Noticieros Televisa. <https://noticieros.televisa.com/especiales/manifestaciones-cambio-climatico-mexico-causas-consecuencias/>
- Notimex. (2013). *EU es abastecedor de importadoras de combustibles de Honduras*. El Financiero.
- Notimex. (2014). *Pemex aumenta producción de gasolina en 2013*. El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Pemex-aumenta-produccion-de-gasolina-en-2013-20140205-0165.html>
- Notimex. (2015). *Se redujo en más de 85% interrupciones eléctricas en Valle de México*. Expansión. <https://obras.expansion.mx/construccion/2015/04/20/se-redujo-en-mas-de-85-interrupciones-electricas-en-valle-de-mexico-cfe>
- NOTIMEX. (2018). Resaltan acciones de México para combatir el cambio climático. *La Voz de Michoacán*.
- Núñez, D. (2016). *When the Power Goes Out in Belize*. My Traveling Feet. <https://itravelbelize.com/when-the-power-goes-out-in-belize/>
- OAS. (2014). *Sustainable Energy: Action Plan. Belize 2014-2030*.
- ODS. (2019). *Plan Indicativo de Expansión de la Generación del Sistema Interconectado Nacional*. [http://www.ods.org.hn/pdf/2020/Plan Indicativo de Expansion de Generacion\\_2020 - 2029.pdf](http://www.ods.org.hn/pdf/2020/Plan%20Indicativo%20de%20Expansion%20de%20Generacion_2020%20-%202029.pdf)
- OEA. (2010). *Seguridad Energética para el Desarrollo Sostenible en las Américas*. [http://www.summit-americas.org/ga09\\_cd/add\\_ini\\_pb\\_energy\\_sec\\_sust\\_sp.pdf](http://www.summit-americas.org/ga09_cd/add_ini_pb_energy_sec_sust_sp.pdf)
- OEA. (2014). *Acuerdo entre la República de Guatemala y Belice sobre el comercio de energía eléctrica, interconexión de transmisión y conectividad de red*. [https://www.oas.org/sap/peacefund/belizeandguatemala/documentos/17-12-2014\\_energia\\_electrica.pdf](https://www.oas.org/sap/peacefund/belizeandguatemala/documentos/17-12-2014_energia_electrica.pdf)
- OECD. (2019). *The Observatory of Economic Complexity*. The Observatory of Economic Complexity. <https://atlas.media.mit.edu/en/>
- OID. (2018). *Belice*. [http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/belice\\_ficha\\_pais.pdf](http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/belice_ficha_pais.pdf)
- Oil & Gas Magazine. (2012). *Aumenta consumo de gas LP*. Oil & Gas Magazine. <https://oilandgasmagazine.com.mx/2012/09/aumenta-consumo-de-gas-lp/>
- OLADE. (2017). *Diagnóstico Energético de República Dominicana 2015*. <https://www.cne.gob.do/wp-content/uploads/2017/03/CNE-OLADE--Diagnóstico-Energético-RD-2015.pdf>

- OLADE. (2019). *Energy Balance 2000-2017*.
- Olivo, G. (2013). *Aumentan a diez las provincias dominicanas bajo alerta verde por las lluvias*. Acento. <https://acento.com.do/2013/ecologia/83000-aumentan-a-diez-las-provincias-dominicanas-bajo-alerta-verde-por-las-lluvias/>
- ONE. (2011). *La producción de petróleo cayó un 3.5 % en 2010*. Cuba Encuentro. <https://www.cubaencuentro.com/cuba/noticias/la-produccion-de-petroleo-cayo-un-3-5-en-2010-257618>
- ONE. (2016). *Las importaciones de petróleo y sus derivados, se redujeron en 1,362.6 millones de dólares en el 2015*. Oficina Nacional de Estadísticas. <https://www.one.gob.do/noticias/2016/05/17/1524/las-importaciones-de-petroleo-y-sus-derivados,-se-redujeron-en-1,3626-millones-de-dolares-en-el-2015>
- ONEI. (2021). *Series estadísticas Minería y Energía*. Oficina Nacional de Estadísticas e Información. <http://www.onei.gob.cu/publicaciones-tipo/Serie>
- ONU. (2017). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017*.
- Ortega, M. (2007). Nicaragua 2006: el regreso del FSLN al poder. *Revista de Ciencia Política (Santiago)*, 27(Esp). <https://doi.org/10.4067/S0718-090X2007000100012>
- Ortiz, L. R. (2014). *Sustainable Energy For All (SE4ALL) Guatemala: Rapid Assessment and Gap Analysis*. [https://www.seforall.org/sites/default/files/Guatemala\\_RAGA\\_ES\\_Released.pdf](https://www.seforall.org/sites/default/files/Guatemala_RAGA_ES_Released.pdf)
- Paniagua, S. (2004). *En el 2003 inflación alcanza el 42.66%*. Hoy Digital. <https://hoy.com.do/en-el-2003-inflacion-alcanza-el-42-66/>
- Paso a paso. (2016). *Edes pierden cada año US\$ 60 MM por robo luz*. Paso a Paso. <http://pasoapaso.com.do/edes-pierden-cada-ano-us60-mm-por-robo-luz/>
- Paullier, J. (2017). *¿Por qué hay un “gasolinazo” en México pese a la expectativa de que bajarían los precios con la Reforma Energética?* BBC Mundo, Ciudad de México. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-38514442>
- Paullin, J. (2017). *Belize Fuel*. Logistics Capacity Assessments. <https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/3.1+Belize+Fuel>
- Paz, M., & Gutiérrez, M. E. (2009). *Perfil Climático de El Salvador. Proyecto Integración de riesgos y oportunidades del cambio climático en los procesos de desarrollo nacional y programación por países de las Naciones Unidas*.
- PCC. (2017). *Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021*.
- PDVSA. (2009). *Inaugurado complejo de tanques en Nicaragua*. Pdvsa.Com. [http://www.pdvsa.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3238:7284&catid=10&Itemid=589&lang=es](http://www.pdvsa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3238:7284&catid=10&Itemid=589&lang=es)
- PEMEX. (2008). *Refinación*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/6977/Refinacion\\_Web.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/6977/Refinacion_Web.pdf)
- PEMEX. (2021). *Incrementó PEMEX producción de crudo en el 2020*. [https://www.pemex.com/saladeprensa/boletines\\_nacionales/Paginas/2021-050-nacional.aspx](https://www.pemex.com/saladeprensa/boletines_nacionales/Paginas/2021-050-nacional.aspx)
- Peñate, S. (2018). *Parque vehicular aumentó casi 83,000 automotores*. La Prensa Gráfica. <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Parque-vehicular-aumento-casi-83000-automotores-20171231-0219.html>
- Perdomo, B. (2018). *El negocio de los combustibles en El Salvador*. El Independiente. <https://www.elindependiente.sv/2018/01/10/el-negocio-de-los-combustibles-en-el-salvador/>
- Pfeiffer, D. (2004). Cambio Climático Global (III). *The Wilderness Publications*.
- PNUD. (2018). *Los avances en el combate del cambio climático en Honduras*.
- Polvorosa, J., Altamirano, Á., Arteaga, G., Gamboa, E., Lacayo, F., Loásiga, X., Montes, L., & Gustavo, V. (2009). Poder de mercado y transmisión asimétrica de precios en el mercado de hidrocarburo en

- Nicaragua. *Encuentros*, 83(83), 7–31. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5377/encuentro.v0i83.3604>
- Ponce, B., Abigail, C., Zúniga-González, & Alberto, C. (2016). Cambio Climático y sus consecuencias en Nicaragua. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 2(1), 180–192. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/ribcc.v2i1.5693>
- Ponvert-Delisle, D. R., & Lau, A. (2006). Caracterización de las manifestaciones de los desastres naturales en Cuba. In *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*. [https://www.researchgate.net/publication/324000335\\_CARACTERIZACION\\_DE\\_LAS\\_MANIFESTACIONES\\_DE\\_DESASTRES\\_NATURALES\\_EN\\_CUBA](https://www.researchgate.net/publication/324000335_CARACTERIZACION_DE_LAS_MANIFESTACIONES_DE_DESASTRES_NATURALES_EN_CUBA)
- Prados, L. (2013). *Panamá, una cita para la geopolítica*. El País. [https://elpais.com/internacional/2013/06/10/actualidad/1370895171\\_613986.html](https://elpais.com/internacional/2013/06/10/actualidad/1370895171_613986.html)
- Prensa Latina. (2018). *Cuba reporta impactos del cambio climático*. Radio Cadena Agramonte. <http://www.cadenagramonte.cu/articulos/ver/83296:cuba-reporta-impactos-del-cambio-climatico>
- Pro Honduras. (2016). *Perfil Sector Energía en Honduras*. <https://docplayer.es/53722652-Perfil-sector-energia-en-honduras-2016.html>
- Pro Honduras. (2018). *Energía: una gran oportunidad de inversión*. Pro Honduras. <http://www.prohonduras.hn/index.php/espanol/energia>
- Pro Nicaragua. (2019). *Políticas y Proyectos de Desarrollo para potenciar la Inversión 2019-2021*. [https://siteal.iep.unesco.org/sites/default/files/sit\\_accion\\_files/10020.pdf](https://siteal.iep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/10020.pdf)
- Proceso. (2007). El alza en tarifas eléctricas es por ajuste de combustible. *Proceso*.
- Proceso. (2019). Robo de energía eléctrica representa el 75 % de pérdidas de la ENEE. *Proceso Digital*. <https://proceso.hn/robo-de-energia-representa-el-75-de-perdidas-de-la-enee-denuncia-gerente-deras/>
- Programa Estado de la Nación. (2008). Capítulo 6: Costa Rica en la región centroamericana. *PE de La Nación*, 329–360. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12337/128>
- Quiroga, R. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5502/1/S0900307\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5502/1/S0900307_es.pdf)
- Quiroz, M. (2017). *Cambio climático, cómo afecta a los dominicanos*. Hoy Digital. <https://hoy.com.do/cambio-climatico-como-afecta-a-los-dominicanos/>
- Radio Cadena Agramonte. (2019). *Causan averías y mantenimientos planificados interrupciones del servicio eléctrico en Cuba*. Radio Cadena Agramonte. <http://www.cadenagramonte.cu/articulos/ver/89121:causan-averias-y-mantenimientos-planificados-interrupciones-del-servicio-electrico-en-cuba>
- Radio La Primerísima. (2017). *Salarios mínimos nicas, los que más aumentan en la región*. Radio La Primerísima. <http://www.radiolaprimerisima.com/noticias/general/232161/salarios-minimos-nicas-los-que-mas-aumentan-en-la-region/>
- Ramírez, E. (2014). Estudios Correlacionales. In U. de Jaén (Ed.), *Introducción a la Psicología*.
- Ramírez, J. (2020). *Desde 2008 cuatro apagones azotaron durante elecciones*. Listin Diario. <https://listindiario.com/economia/2020/02/19/604952/desde-2008-cuatro-apagones-azotaron-durante-elecciones>
- Recinos-Abularach, R. C. (2021). *Los intereses de Estados Unidos en Guatemala*. República. <https://republica.gt/2021/04/21/los-intereses-de-estados-unidos-en-guatemala/>
- RECOPE. (2019a). *Manual de productos*. <https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2019/06/Manual-de-Productos-2019.pdf>
- RECOPE. (2019b). *Sistema Nacional de Combustibles*. RECOPE. <https://www.recope.go.cr/quienes-somos/sistema-nacional-combustibles/>
- Redacción Central. (2016). *Transformación y diversificación de la Matriz Energética en Nicaragua*. La Voz

- Del Sandinismo. <https://www.lavozdelsandinismo.com/ciencia-tecnica/2016-07-29/transformacion-y-diversificacion-de-la-matriz-energetica-en-nicaragua/>
- Redacción CentralAmerica. (2017). *Panamá: Inversión en terminal de combustible*. CentralAmerica. [https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Panam\\_Inversin\\_en\\_terminal\\_de\\_combustible](https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Panam_Inversin_en_terminal_de_combustible)
- Redacción El Capital. (2015). *Puma invertirá \$80 millones en Panamá*. El Capital Financiero. <https://elcapitalfinanciero.com/puma-invertira-80-millones-en-panama/>
- REEEP. (2013). *Belize 2012*. Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership. <https://www.reeep.org/belize-2012>
- Rejón, R. (2017). *Los lugares de la Tierra que más peligran por el calentamiento global*. El Diario. [https://www.eldiario.es/sociedad/amenazados-cambio-climatico\\_1\\_3631072.html](https://www.eldiario.es/sociedad/amenazados-cambio-climatico_1_3631072.html)
- Reyes, M. (2018). FAO: El Salvador, el país más afectado por la sequía en C.A. *Elsalvador.Com*.
- Robles, R. (2017). México impulsa acciones para combatir el cambio climático. *El Universal*.
- Roca, Jose A. (2020). México retrasa la puesta en marcha de 28 plantas eólicas y solares por culpa del coronavirus. *El Periódico de La Energía*. <https://elperiodicodelaenergia.com/el-acuerdo-del-cenace-retrasara-la-puesta-en-marcha-de-28-plantas-eolicas-y-solares-en-mexico/>
- Roca, Jose Antonio, & Roca, S. (2014). Cuba planea que el 24% de su energía en 2030 provenga de fuentes renovables. *El Periódico de La Energía*.
- Rodríguez, F. (2016). *Casos por robo de electricidad se cuadruplicaron en los últimos cuatro años, según CNFL*. Ameliarueda.Com. <https://www.ameliarueda.com/nota/casos-personas-robando-electricidad-cuadruplico-4-anos-CNFL>
- Rodríguez, G., Agustín, C., López, J. G., Pérez, C. E., Amézquita, L. E., Escobar, M. E., Roldán, W. O. ., Soto, S. S. ., Herrera, M. A. ., Jiménez, E. N. ., Santizo, E. E. ., Jiménez, V. E. ., Paz, N. D., & García, S. A. (2016). *La problemática rural y el cambio climático en Guatemala, implicaciones para la política exterior –bilateral y multilateral-con énfasis en el ámbito regional centroamericano*.
- Rodríguez, J. (2014). *Cuba y sus perspectivas energéticas: una revisión reciente (II)*. Cubadebate. <http://www.cubadebate.cu/especiales/2014/09/05/cuba-y-sus-perspectivas-energeticas-una-revision-reciente-ii/>
- Rodríguez, L. (2019). Las pérdidas eléctricas de la ENEE crecen a 41.1 por ciento. *El Herald*. <https://www.elheraldo.hn/economia/1265340-466/las-pérdidas-eléctricas-de-la-enee-crecen-a-411-por-ciento>
- Rodríguez, M. (2020). *Precios de combustibles en Panamá bajan seis centavos, tras la caída del petróleo*. La Estrella de Panamá. <https://www.laestrella.com.pa/economia/200312/precio-combustibles-panama-bajan-seis-centavos-caida-petroleo>
- Rodríguez, V. (2018). Seguridad energética. Análisis y evaluación del caso de México. *Serie Estudios y Perspectivas. CEPAL*, 179, 136.
- Rojas, M. (2018). Estadísticas de producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Datos preliminares a 2017. In *CEPAL*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43784/1/S1800704\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43784/1/S1800704_es.pdf)
- Rubio, I., & Angarita, D. (2018). *Análisis geopolítico entre México y Estados Unidos*. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1676&context=contaduria\\_publica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1676&context=contaduria_publica)
- Salazar, M. (2017). *“Gasolinazo”: Jugosas ganancias para distribuidoras*. Confidencial. <https://confidencial.com.ni/gasolinazo-jugosas-ganancias-distribuidoras/>
- Salgado, E., & Pineda, K. (2010). *Ficha de Mercado para la Industria de Hidrocarburos en Nicaragua*. <https://unctadcompal.org/wp-content/uploads/2017/03/NICARAGUA-Ficha-mercado-Hidrocarburos-NUEVO.pdf>
- Salgado, G. (2009). *Prospectiva energética de Honduras*. <https://www.scgg.gob.hn/sites/default/files/2020->

- 06/39. Política Energética y Plan Energético Nacional.pdf
- Sánchez, D., Valdés, L. C., & Castrellón, V. (2002). *Temen cierre de Refinería*. La Prensa.  
[https://www.prensa.com/imprensa/opinion/Temen-cierre-Refineria\\_0\\_603689687.html](https://www.prensa.com/imprensa/opinion/Temen-cierre-Refineria_0_603689687.html)
- Sánchez, J. (2021). México se atrasa 6 años en energías renovables. *El Sol de México*.  
<https://www.elsoldemexico.com.mx/finanzas/mexico-se-atrasa-6-anos-en-energias-renovables-7272583.html>
- Sánchez, M. (2018). *El aumento de los precios del petróleo*. El Financiero.  
<https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/manuel-sanchez-gonzalez/el-aumento-de-los-precios-del-petroleo>
- Santos, J. R. (2017). *¿Conoces por qué varía el costo de tu factura?* Programa de Rehabilitación de Redes Eléctricas. <https://redeselectricasrd.cdee.gov.do/conoces-por-que-varia-el-precio-de-tu-factura/>
- Secretaría de Energía. (2015). *Plan Energético Nacional 2015-2050: "Panamá, el futuro que queremos."*  
<http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00467.pdf>
- SEGOB. (2013a). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Diario Oficial de La Federación.  
[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5299465&fecha=20/05/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299465&fecha=20/05/2013)
- SEGOB. (2013b). *Programa Sectorial de Energía 2013-2018*.  
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/213/PROSENER.pdf>
- Seifried, D. (2012). *La revolución energética cubana, ¿un modelo para la mitigación del cambio climático?*  
[http://www.oe2.de/fileadmin/user\\_upload/download/Energierévolution\\_Cuba\\_es.pdf](http://www.oe2.de/fileadmin/user_upload/download/Energierévolution_Cuba_es.pdf)
- Selman, E. (2015). *Impacto de la reducción de precios del petróleo y el oro en las cuentas externas y fiscales de la República Dominicana*. Centro Regional de Estrategias Económicas Sostenibles.
- SEMARNAT. (2018). *Acciones de México para combatir el cambio climático*.
- SENER. (2012). *Balance Nacional de Energía 2011*.  
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001720.pdf>
- SENER. (2013). *Prospectivas del Sector Eléctrico 2013-2027*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62949/Prospectiva\\_del\\_Sector\\_El\\_ctrico\\_2013-2027.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62949/Prospectiva_del_Sector_El_ctrico_2013-2027.pdf)
- SENER. (2014a). *Balance Nacional de Energía 2013*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41975/Balance\\_2013.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41975/Balance_2013.pdf)
- SENER. (2014b). *Estrategia Nacional de Energía 2014-2028*.
- SENER. (2017a). *Política Pública de Almacenamiento Mínimo de Petrolíferos*.  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5507473](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5507473)
- SENER. (2017b). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284345/Prospectiva\\_del\\_Sector\\_El\\_ctrico\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284345/Prospectiva_del_Sector_El_ctrico_2017.pdf)
- SENER. (2017c). *Prospectivas de Energías Renovables 2017-2031*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284342/Prospectiva\\_de\\_Energ\\_as\\_Renovables\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284342/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2017.pdf)
- SENER. (2018a). Balance Nacional de Energía 2017. In *Secretaría de Energía*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2017.pdf)
- SENER. (2018b). *Balance Nacional de Energía 2017*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2017.pdf)
- SENER. (2018c). *Diagnóstico de la Industria de Petrolíferos en México*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/92090/DGP\\_Diagn\\_stico\\_petrol\\_feros\\_Mayo\\_2016\\_FINAL.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/92090/DGP_Diagn_stico_petrol_feros_Mayo_2016_FINAL.pdf)
- SENER. (2018d). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2018-2032*.

- <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>
- SENER. (2019). *Estatus de la infraestructura de gas natural*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/438129/Estatus\\_de\\_gasoductos\\_-\\_Enero\\_2019\\_Accesibilidad.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/438129/Estatus_de_gasoductos_-_Enero_2019_Accesibilidad.pdf)
- SENER. (2020a). *Balance Nacional de Energía 2019*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218\\_BNE.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218_BNE.pdf)
- SENER. (2020b). *Estadísticas de información energética*. Sistema de Información Energética.  
<http://sie.energia.gob.mx>
- SERNA. (2010). *Estrategia Nacional de Cambio Climático en Honduras*. Wwww.Miambiente.Gob.Hn.  
<https://plataformacelac.org/politica/86>
- SG-SICA. (2019). *Países miembros del SICA acuerdan acciones en materia de energía asequible y no contaminante*. Sistema de La Integración Centroamericana. [https://www.sica.int/noticias/paises-miembros-del-sica-acuerdan-acciones-en-materia-de-energia-asequible-y-no-contaminante\\_1\\_120001.html](https://www.sica.int/noticias/paises-miembros-del-sica-acuerdan-acciones-en-materia-de-energia-asequible-y-no-contaminante_1_120001.html)
- SICA. (2005). *Belice descubre petróleo*. Sistema de La Integración Centroamericana.  
<https://www.sica.int/consulta/Noticia.aspx?Idn=2193&idm=1>
- SICE. (2007). *Boletín de Comercio Exterior de Nicaragua*.  
[http://www.sice.oas.org/ctyindex/nic/Boletin2006\\_s.pdf](http://www.sice.oas.org/ctyindex/nic/Boletin2006_s.pdf)
- SIGET. (2018). *Más del 60% de la energía producida en El Salvador proviene de fuentes limpias y renovables*. Presidencia.Gob.Sv. <http://www.presidencia.gob.sv/mas-del-60-de-la-energia-producida-en-el-salvador-proviene-de-fuentes-limpias-y-renovables/>
- Sígler, É. (2019). *China se convierte en el segundo país que más gasolina exporta a México*. Expansión.  
<https://expansion.mx/empresas/2019/08/22/china-se-convierte-en-el-segundo-pais-que-mas-gasolina-exporta-a-mexico>
- Silva, C. (2019). *¿Qué precio? ¿Cuál calidad? Electricidad en Panamá*. Metro Libre.  
<https://www.metrolibre.com/opinion/149478-¿qué-precio-¿cuál-calidad-electricidad-en-panamá.html>
- SNE. (2016). *Plan Energético Nacional 2015-2050: “Panamá, el futuro que queremos.”*  
<http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00467.pdf>
- SNE. (2017). *Actualización Plan Energético Nacional 2015-2050*.
- SNE. (2018a). *Balance Energético Nacional 2017. Una mirada al panorama energético hondureño*.  
[https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver\\_documento.php?uid=NTY2NTIxODkzNDc2MzQ4NzEyNDYxOTg3MjM0Mg==](https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver_documento.php?uid=NTY2NTIxODkzNDc2MzQ4NzEyNDYxOTg3MjM0Mg==)
- SNE. (2018b). *Panamá hacia una reforma regulatoria de energía renovable*. Secretaría Nacional de Energía.  
<http://www.energia.gob.pa/panama-hacia-una-reforma-regulatoria-de-energia-renovable/>
- Solano, J. (2019). *Robo de combustible: crimen organizado le quitó 7 millones de colones al país*. CRHoy.Com. <https://www.crhoy.com/nacionales/robo-de-combustible-crimen-organizado-le-quito-7-mil-millones-al-pais/>
- Solís, Alma. (2015). *Canal de Panamá construirá generadora eléctrica por US\$400 millones y también un poliducto*. Agencia de Noticias Panamá. <https://anpanama.com/3633-Canal-de-Panama-construira-generadora-electrica-por-US400-millones-y-tambien-un-poliducto.note.aspx>
- Solís, Arturo. (2018). *Ahora Belice podrá venderle a México sus sobras de electricidad*. Forbes.  
<https://www.forbes.com.mx/ahora-belice-podra-venderle-electricidad-a-cfe/>
- Solís, J. M. (2012). *Incrementa Matanzas capacidad de almacenamiento de combustibles*. Radio Rebelde.  
<http://www.radiorebelde.cu/noticia/incrementa-matanzas-capacidad-almacenamiento-combustibles-20120725/>
- Somoza, J., Baños, J. A., & Llorca, M. (2014). La medición de la eficiencia energética y su contribución en la

- mitigación de las emisiones de CO2 para 26 países de América Latina y el Caribe. *Economía y Desarrollo*, 152(2), 87–106. <http://scielo.sld.cu/pdf/eyd/v152n2/eyd06214.pdf>
- Soto, H., Marinho, M. L., Lamotte, C., Arcos, M. de los Á., & Parrilla, E. (2018). *Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Centroamérica y la República Dominicana: Visualizando desafíos, viabilizando compromisos*. [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/42710/S1800912\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/42710/S1800912_es.pdf)
- Sovacool, B. K. (2012). The Routledge Handbook of Energy Security. In *Routledge*.
- Sovacool, B. K., & Mukherjee, I. (2011). Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach. *Energy*, 36(8), 5343–5355. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.043>
- Sovacool, B. K., Mukherjee, I., Drupady, I. M., & D'Agostino, A. L. (2011). Evaluating energy security performance from 1990 to 2010 for eighteen countries. *Energy*, 36(10), 5846–5853. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.08.040>
- SRE. (2019). *Relación bilateral México-Belice*. <https://embamex.sre.gob.mx/belice/index.php/informacion-general>
- Stillman, A. (2020). *Shell quiere tener 15% de participación en el mercado de combustible de México*. El Financiero. <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/shell-quiere-tener-15-de-participacion-en-el-mercado-de-combustible-de-mexico/>
- Superintendencia de Competencia. (2015). *Actualización del Estudio Sectorial de Competencia en el Mercado de Combustibles Líquidos. Período: 2006-2014*. <https://es.slideshare.net/scompetencia/actualizacin-del-estudio-sectorial-de-competencia-de-combustibles-liquidos>
- SV Noticias. (2014). *Decretan detención contra 3 sujetos por hurto de combustible en Acajutla*. Noticias El Salvador. <http://noticiassalvador.com/sv/decretan-detencion-contra-3-sujetos-por-hurto-de-combustible-en-acajutla/>
- Tanaka, K. (2011). Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector. *Energy Policy*, 39(10), 6532–6550. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.058>
- Tejero, S. (2019). *República Dominicana depende más del petróleo estadounidense*. Diario Libre. <https://www.diariolibre.com/economia/república-dominicana-depende-más-del-petróleo-estadounidense-GG14304727#:~:text=República Dominicana depende más del petróleo estadounidense,-Las compras de&text=República Dominicana depende cada vez,y agosto de este a>
- Thangaratinam, S., & Redman, C. W. (2005). The Delphi technique. *The Obstetrician & Gynaecologist*, 7(2), 120–125. <https://doi.org/10.1576/toag.7.2.120.27071>
- The Commonwealth. (2020). *Belize : Economy*. The Commonwealth. <https://thecommonwealth.org/our-member-countries/belize/economy>
- The New York Times. (2017). La situación de los servicios en México tras el terremoto. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/es/2017/09/19/espanol/america-latina/servicios-terremoto-mexico-sismo-cfe-hospitales.html>
- Tirado, A. (2018). La pugna EE.UU.-China llega a El Salvador. *Centro Estratégico Latinoamericano de Geopolítica*. <https://www.celag.org/pugna-eeuu-china-llega-el-salvador/>
- Tórrez, C. (2017). *Derrames de hidrocarburos, un riesgo siempre latente en Nicaragua*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2017/10/14/nacionales/2314115-derrames-hidrocarburos-riesgo-siempre-latente-nicaragua>
- Torrijano, E. (2013). *Centroamérica: Estadísticas de hidrocarburos 2012*. [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/26286/M20130040\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/26286/M20130040_es.pdf)
- Torrijano, E. (2017). *Centroamérica y República Dominicana: estadísticas de hidrocarburos, 2015*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40918/4/S1700536\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40918/4/S1700536_es.pdf)
- Torrijano, E. (2018). *Centroamérica y República Dominicana: estadísticas de hidrocarburos 2017*.

- [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44333/S1801182\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44333/S1801182_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Trujillo, P. (2019). Geopolítica, Geoeconomía y su incidencia para Guatemala en 2019. *Revista Gerencia*. <https://revistagerencia.com.gt/geopolitica-geoeconomia-y-su-incidencia-para-guatemala-en-2019/>
- UNDP. (2000). *World Energy Assessment: energy and the challenge of sustainability*. [https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/sustainable\\_energy/world\\_energy\\_assessmentenergyandthechallengeofsustainability.html](https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/sustainable_energy/world_energy_assessmentenergyandthechallengeofsustainability.html)
- UNEP-REGATTA. (2019). *Fundación de Iniciativas de Cambio Climático de Honduras (Fundación MDL)*.
- Valle, J. (2018). *La estrategia geopolítica de los Estados Unidos y China Continental en América*. <https://doi.org/http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/147367>
- Valverde, L. (2019). *Recope quiere que usted y yo paguemos 1,5387 millones de colones por robos de combustibles*. CRHoy.Com. <https://www.crhoy.com/nacionales/recope-quiere-que-usted-y-yo-paguemos-1-537-millones-por-robos-de-combustible/>
- Valverde, R. (2018). Costa Rica ante el Cambio Climático. *El Mundo CR*.
- Vásquez, F., Ponce, R., & Hernández, J. I. (2017). *La demanda de energía del sector transporte y el cambio climático en Honduras*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41389/1/S1700335\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41389/1/S1700335_es.pdf)
- Vinuesa, P. (2016). *Correlación: teoría y práctica*. Curso Fundamental: Análisis Estadístico En Ciencias Biológicas Utilizando R. [http://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/R4biosciences/docs/Tema8\\_correlacion.html](http://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/R4biosciences/docs/Tema8_correlacion.html)
- Virage Energie. (2020). *Sobriété énergétique*. Virage Energie. <http://www.virage-energie.org/definition/>
- Vivoda, V. (2010). Evaluating energy security in the Asia-Pacific region: A novel methodological approach. *Energy Policy*, 38(9), 5258–5263. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.05.028>
- von Hippel, D., Suzuki, T., Williams, J. H., Savage, T., & Hayes, P. (2011). Energy security and sustainability in Northeast Asia. *Energy Policy*, 39(11), 6719–6730. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.001>
- Wallace, A. (2017). *¿Por qué muchos centroamericanos no piensan en Panamá cuando hablan de Centroamérica (y viceversa)?* BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39655419>
- WEC. (2012). *Time to get real – the case for sustainable energy policy* (978 0 946121 18 2). <https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Time-to-get-real-the-case-for-sustainable-energy-policy-VOL-I1.pdf>
- World Bank. (2019). *Indicators*. World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/>
- Xinhua. (2019). *Cuba espera alcanzar la autosuficiencia energética en los próximos años*. América Economía. <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/cuba-espera-alcanzar-la-autosuficiencia-energetica-en-los-proximos-anos>
- Yayi, C. (2017). Honduras ya genera un 60 % de su energía a través de fuentes renovables. *Twenergy*.
- Zárate, D., & Ramírez, R. (2016). *Matriz Energética de Costa Rica. Renovabilidad de las fuentes y reversibilidad de los usos de energía*. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/12979.pdf>
- Zeballos, E. (2019). *Más de 1.4 millón de vehículos tiene Panamá*. El Siglo. <http://elsiglo.com.pa/panama/14-millon-vehiculos-tiene-panama/24147246>

## Anexos

**Anexo 1:** Las “cinco Ss” de la seguridad energética (Kleber, 2009).

- ***Surety* (Garantía):** es una condición que proporciona acceso a fuentes de energía y combustible.
- ***Survivality* (Capacidad de supervivencia):** las fuentes de energía y combustible son resistentes y duraderas frente a posibles daños.
- ***Supply* (Suministro):** una fuente de energía identificada y disponible, ya sean combustibles fósiles tradicionales, energía alternativa o energía renovable.
- ***Sufficient* (Suficiencia):** hay una cantidad adecuada de energía y combustible de una variedad de fuentes.
- ***Sustainable* (Sustentabilidad):** Las prácticas operativas pueden perpetuarse al limitar la demanda, reducir el desperdicio y utilizar de manera efectiva energías alternativas y recursos renovables en la mayor medida posible.

## **Anexo 2: Las “cuatro As” de la seguridad energética (Intharak, 2007)**

### ***Energy Resource Availability*** (Disponibilidad de Recursos Energéticos):

- El petróleo convencional, aunque se agota, seguirá siendo una importante fuente de energía. Existe una importante base de recursos petroleros no convencionales que podría convertirse en parte de la base de reservas en el futuro.
- El gas natural es más confiable que el petróleo en términos de disponibilidad porque los recursos de gas no se han desarrollado en la misma medida que los recursos de petróleo y están más ampliamente distribuidos.
- Las reservas de carbón estimadas en todo el mundo son grandes y, por lo tanto, se espera que respondan bien a las necesidades globales a lo largo de este siglo (XXI).
- La base de recursos de energía hidroeléctrica y energía nueva renovable es suficiente para cubrir el consumo de energía primaria actual del mundo a pesar de sus limitaciones físicas específicas, como la dependencia del clima y la baja densidad de suministro de energía.
- Los biocombustibles, aunque tienen limitaciones de capacidad de suministro, su importancia está creciendo como resultado de las preocupaciones de seguridad del suministro de energía.

### ***Accessibility Barriers*** (Barreras de Accesibilidad):

- La llegada al pico mundial del petróleo, la cual es difícil predecir con una exactitud razonable. La seguridad del suministro de petróleo estará en peligro cuando no se pueda satisfacer la creciente demanda mundial.
- El gas natural depende en gran medida de grandes inversiones en infraestructura y contratos de venta a largo plazo.
- El carbón se encuentra en una posición ventajosa sobre otros combustibles fósiles al existir una tendencia a que sea utilizado por los propios productores.
- La capacidad de recursos humanos, existen restricciones en la fuerza laboral en sectores industriales de la energía, así como trabajadores capacitados y técnicamente calificados en varios sectores.
- El acceso a la energía renovable, como la falta de subsidios financieros, la falta de compromiso para promover el uso de energía renovable y el acceso limitado a tecnología avanzada.

### ***Environmental Acceptability*** (Aceptabilidad Ambiental):

- En el carbón, la principal barrera es su sostenibilidad ambiental. La tecnología de captura y almacenamiento de carbono (CCS, por sus siglas en inglés) se considera como prometedora para reducir drásticamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- La energía nuclear se ha establecido como una opción potencial de suministro de energía. Tiene una ventaja competitiva por la falta de contaminantes y emisiones de GEI, sin embargo, en la cadena de procesos, causa algunos impactos ambientales negativos, como la contaminación tóxica de los recursos de la tierra y el agua y los peligros radioactivos durante el proceso de minería.
- Los biocombustibles, si bien se admite que es un combustible viable y atractivo (especialmente en el sector del transporte), causarán diversos impactos ambientales negativos no deseados durante la producción.

### ***Investment Cost Affordability*** (Asequibilidad en los costos de inversión):

- La inversión en la exploración y el desarrollo del petróleo y el gas es una preocupación para la seguridad del suministro. Para encargarse de los cuellos de botella en la inversión, es clave la cooperación entre organismos nacionales e internacionales.
- A pesar de la reciente tendencia al alza en los precios del gas natural, los costos relacionados con la infraestructura del Gas Natural Licuado (GNL) han disminuido.
- Entre los recursos energéticos, el carbón requiere el menor costo de inversión. Sin embargo, para lograr un equilibrio económico y ambiental, el uso del carbón está sujeto a costos adicionales, por ejemplo, la aplicación de la tecnología CCS para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Las plantas de energía nuclear tienen costos de capital más altos porque es necesario usar materiales especiales, características de seguridad sofisticadas y equipos de control de respaldo por razones de seguridad, además de unirse los periodos prolongados de construcción y los retrasos en los procesos regulatorios.

### Anexo 3: Las “cuatro Rs” de la seguridad energética (Hughes, 2009)

*Understanding the problem: **Review** (comprensión del problema: revisión):*

- Existencia de fuentes, proveedores y suministros de energía. Esta parte de la revisión examina el estado de las fuentes de energía de la jurisdicción. Las fuentes de energía se clasifican según la seguridad con la que se consideran.
- Existencia de infraestructura, servicios energéticos e intensidades energéticas. La revisión debe hacerse por sector lo más profundamente posible; por ejemplo, en lugar de simplemente "demanda residencial", los servicios de energía del sector, como calefacción, refrigeración, agua caliente, electrodomésticos e iluminación, deben considerarse individualmente.
- Posibles suministros energéticos seguros. La parte final de la revisión examina los diversos suministros de energía seguros que están disponibles para la jurisdicción, un análisis de la infraestructura necesaria para respaldar estos suministros de energía y el costo de aceptarlos.

El estado de la seguridad energética de una jurisdicción está dictaminado por sus suministros de energía, la infraestructura necesaria para producir, distribuir y almacenar la energía y los costos asociados para el consumidor. La relación entre el suministro y la infraestructura conduce a que la falta de infraestructura excluya al consumidor de acceder a las formas de energía que dependen de ella, o a que la ausencia de un suministro asequible, independientemente de la disponibilidad de infraestructura, signifique que el consumidor no puede beneficiarse de esa fuente de energía.

*Using less energy: **Reduce** (Usar menos energía: Reducir):*

- Reducción de energía. Se puede lograr a través de la conservación de la energía o la eficiencia energética, o ambas cosas. En ahorro de energía, hay menos energía disponible para un servicio energético en particular; mientras que con eficiencia energética se alcanza el mismo nivel de servicio con menos energía. La reducción de energía a través de medidas de eficiencia energética generalmente toma más tiempo y dinero para implementarse que la conservación; sin embargo, puede ofrecer un mayor potencial de reducción.
- Aumento de los precios de la energía. Puede provocar una reducción de la energía pues las personas y las organizaciones buscan formas de reducir sus costos de energía.
- Reducción de la intensidad energética. No conduce necesariamente a una reducción general del consumo físico, pues el aumento del nivel de actividad (crecimiento de la población, tamaño de la vivienda, distancias recorridas) puede provocar un aumento del consumo a pesar de una disminución en la intensidad.
- Reducción en el consumo de energía. No significa automáticamente una mejora en la seguridad energética, pues si bien las medidas de reducción apuntan a fuentes seguras, puede haber una reducción general en el consumo de energía, pero la dependencia de fuentes inseguras puede permanecer sin cambios.

*Shifting to secure sources: **Replace** (Cambiar a fuentes seguras: reemplazar)*

- Reemplazo de suministros de energía inseguros por otros seguros. Se logra mediante la diversificación de los suministros de energía o el cambio de infraestructura para permitir fuentes de energía alternativas.
- Diversificación. Se utiliza la misma forma de energía para satisfacer las demandas del servicio de energía, pero el proveedor cambia, idealmente de menos seguro a más seguro.
- Fuentes de energía alternativas. Difieren de la fuente de energía existente, pero realizan la misma tarea o una similar, a menudo utilizando una infraestructura diferente.

*Limiting new demand to secure sources: **Restrict** (Limitar nueva demanda a fuentes seguras: restringir):*

- Restringir las fuentes de energía a las que son seguras. Puede ser más fácil decirlo que hacerlo, ya que la jurisdicción puede no tener suficientes fuentes de energía o infraestructura seguras, o ambas, para satisfacer la nueva demanda. A falta de un crecimiento limitado, en estos casos, la mejor opción disponible es hacer que la jurisdicción maximice el uso de fuentes seguras.
- Restringir las fuentes de energía a las que son seguras. Puede ser más fácil decirlo que hacerlo, ya que la jurisdicción puede no tener suficientes fuentes de energía o infraestructura seguras, o ambas, para satisfacer la nueva demanda. A falta de un crecimiento limitado, en estos casos, la mejor opción disponible es hacer que la jurisdicción maximice el uso de fuentes seguras.

**Anexo 4:** Ejemplo de la Ficha metodológica de los indicadores

Nombre	Autosuficiencia energética
Descripción	Muestra la autosuficiencia energética de cada país.
Relevancia o Pertinencia	Representa el nivel que tiene el país de satisfacer su demanda con la producción nacional.
Alcance (qué mide)	La autosuficiencia de cada país, la cual existe cuando el valor es mayor o igual al 100 %.
Limitaciones	No se particulariza la autosuficiencia en ninguna fuente de energía, por lo que no se muestra dónde está la vulnerabilidad en la matriz energética.
Fórmula de Cálculo	<p>Se calcula como la división entre la producción y el consumo nacional de energía. Se expresa en porcentaje (V. Rodríguez, 2018).</p> $AUT = \frac{Producción}{CNE} * 100$
Definición de las variables	Producción: se refiere a la suma de la producción de energía primaria y secundaria. Está expresada en 10 <sup>3</sup> bep (OLADE, 2019).
	Consumo Nacional de Energía: es la demanda de energía que está compuesta por el consumo del sector energético, por las recirculaciones, por la diferencia estadística y por el consumo final total (SENER, 2018b). Está expresado en 10 <sup>3</sup> bep.
Fuente de los datos	Balance Energético 2000-2017 (OLADE, 2019) .
Disponibilidad de los Datos (cualitativo)	Está disponible en formato electrónico y no disponible a organismos públicos.
Periodicidad de los Datos	Anual
Período de la serie tiempo actualmente disponible	2000-2017
Criterio de normalización	El mejor de los casos es cuando el valor del indicador sin normalizar alcanza o supera el 100 %. El peor de los casos es considerado si el indicador sin normalizar toma valor 0.

**Anexo 5:** Encuesta para la selección de indicadores para evaluar la seguridad energética

**Datos y experiencia del participante**

Nombre: \_\_\_\_\_

Máximo grado académico y especialidad: \_\_\_\_\_

Años de experiencia en el sector energético como:

Gubernamental \_\_\_\_\_ Privado \_\_\_\_\_

Directivo \_\_\_\_\_ Consultor \_\_\_\_\_ Investigador \_\_\_\_\_ Docente \_\_\_\_\_

Cargo y nombre de la institución donde labora actualmente:

\_\_\_\_\_

En una escala creciente del 1 al 10, marque con una (X) el nivel general de información, conocimiento y experiencia que tiene usted en materia de seguridad energética

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Marque con una (X) sus fortalezas en el tema objeto de esta investigación:

Fortalezas	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted sobre problemas directamente relacionados con la seguridad energética			
La experiencia que usted ha adquirido al respecto			
Conocimiento de la literatura nacional sobre la seguridad energética			
Conocimiento de la literatura extranjera sobre la seguridad energética			
Conocimiento del estado actual de la seguridad energética en el extranjero			
Su percepción de este tema			

**Anexo 6:** Encuesta para la selección de indicadores para evaluar la seguridad energética en México (Segunda parte)

Considerando que la seguridad energética es la disponibilidad ininterrumpida de energéticos a precios asequibles, marque con una (X) la importancia que tienen los indicadores siguientes para estimar la seguridad energética, donde MA es Muy adecuado, BA es Bastante adecuado, A es Adecuado, PA es Poco Adecuado y NA es No adecuado. Si desea hacer algún comentario sobre alguno, utilice el espacio correspondiente. Al final, si desea agregar otro indicador, poner el nombre, la razón por la que lo propone y cómo lo calcularía.

Elementos por evaluar /Valoración	MA	BA	A	PA	NA
<p><b>Autosuficiencia</b></p> <p>Mide la capacidad de satisfacer el consumo de energía con producción nacional. Se calcula como la división entre la producción y el consumo nacional de energía. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Dependencia externa de energía</b></p> <p>Mide la dependencia del país con respecto al suministro de energía proveniente del extranjero. Se calcula como la importación neta entre la oferta total de energía. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Dependencia externa en gasolina</b></p> <p>Mide la dependencia del país con respecto a la gasolina importada. Se calcula como la importación neta entre la oferta total de gasolina. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Dependencia externa en diésel</b></p> <p>Mide la dependencia del país con respecto al diésel importado. Se calcula como la importación neta entre la oferta total de diésel. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Dependencia externa del gas natural</b></p> <p>Mide la dependencia del país con respecto al gas natural importado. Se calcula como la importación neta entre la oferta total de gas natural. Se mide en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Dependencia externa en electricidad</b></p> <p>Mide la dependencia con respecto a la electricidad importada. Es calculada como la cantidad de energía eléctrica que se recibe con respecto a la oferta total de energía eléctrica. Se mide en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					

<p><b>Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte</b></p> <p>Mide la dependencia del sector transporte con respecto a los petrolíferos importados. Se calcula como el consumo en el sector transporte de los derivados de petróleo entre la cantidad de derivados importados. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Dependencia de la leña en el sector residencial</b></p> <p>Mide la dependencia de la leña en el consumo del sector residencial. Se calcula como el consumo de leña en este sector con respecto a su consumo final. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Ingresos de divisas para la importación de petróleo</b></p> <p>Mide hasta qué punto las exportaciones financian las importaciones de petróleo y sus derivados. Se calcula como la relación entre la importación de crudo y sus derivados entre las exportaciones totales. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Generación de divisas por el subsector hidrocarburos</b></p> <p>Es la capacidad del país para generar las divisas utilizadas en la importación de combustibles. Se calcula como la relación entre la balanza petrolera y la balanza comercial. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Intensidad energética</b></p> <p>Mide la cantidad de energía que se necesita para producir un dólar de PIB. Se calcula como el consumo de energía entre el PIB. Se expresa en bep/USD.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Eficiencia en transformación</b></p> <p>Mide la eficiencia en la obtención de energía secundaria. Se calcula como la energía que entra a transformación entre la oferta de energía que proviene de la transformación. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Diversificación de la producción de energía</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de cada fuente de producción de energía y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					

<p><b>Diversificación del consumo de energía</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de cada sector de consumo de energía y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Diversificación del consumo de combustibles fósiles</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de cada combustible consumido y sumando esas cantidades</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Diversificación de los proveedores de petrolíferos</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de cada compañía proveedora de petrolíferos y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Diversificación de los proveedores de gas natural</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de cada compañía proveedora de gas natural y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Diversificación de las fuentes externas de suministro de petróleo y sus derivados</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso del suministro de cada país exportador y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Diversificación de las fuentes externas de suministro de gas natural</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso del suministro de cada país exportador y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Diversificación del transporte de petrolíferos</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de los tipos de transporte de petrolíferos en el país y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					

<p><b>Diversificación del transporte de gas natural</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de los tipos de transporte de gas natural en el país y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Almacenamiento de petróleo crudo</b></p> <p>Muestra la capacidad de almacenamiento en refinerías, el cercano a las zonas de producción y el respectivo en los puertos de recepción. Se expresa en días de consumo.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Almacenamiento de gasolina</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de gasolina ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Almacenamiento de gas natural</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de gas natural ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Almacenamiento de diésel</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de diésel ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Almacenamiento de GLP</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de GLP ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Almacenamiento de kerosene</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de kerosene ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Almacenamiento de fuel oil</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de fuel oil ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					

<p><b>Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos</b></p> <p>Es la capacidad del país para satisfacer la demanda de refinados con producto nacional. Se calcula como la relación entre la capacidad de refinación y el consumo de petrolíferos. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Tasa de utilización de refinerías</b></p> <p>Mide el nivel de utilización de las instalaciones. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Pérdidas de hidrocarburos</b></p> <p>Mide la energía no aprovechada, considerando las pérdidas técnicas como no técnicas.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Tiempo de interrupción en el suministro de gas natural</b></p> <p>Mide la capacidad del sistema para restablecer el suministro de gas cuando hay interrupciones. Se mide en horas.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Duración de las reservas probadas de petróleo</b></p> <p>Se estima como la división entre las reservas probadas y la producción de petróleo. Se expresa en años.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Duración de las reservas probadas de gas natural</b></p> <p>Se estima como la división entre las reservas probadas y la producción de gas natural. Se expresa en años.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Diversificación de la generación de electricidad</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso que cada fuente de generación de electricidad y sumando esas cantidades.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Margen de reserva en el sistema eléctrico</b></p> <p>Mide la capacidad no utilizada y disponible del sistema eléctrico. Se calcula como la diferencia entre la capacidad efectiva y la demanda máxima coincidente de un sistema eléctrico, expresada como porcentaje de la demanda máxima.</p> <p>Comentario:</p>					

<p><b>Margen de reserva operativo</b></p> <p>Mide la confiabilidad del sistema eléctrico ante la ocurrencia de contingencias. Se calcula como la diferencia entre la capacidad disponible y la demanda máxima coincidente de un sistema eléctrico, expresada como porcentaje de la demanda máxima.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Pérdidas en electricidad</b></p> <p>Se calcula como la diferencia entre la energía contabilizada por la empresa para venta y la energía que realmente se factura, dividida entre esta última. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Tasa de cobertura eléctrica en el sector residencial</b></p> <p>Se calcula como la relación entre la población que cuenta con servicio de energía eléctrica respecto a la población total del país. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Interrupción del servicio eléctrico</b></p> <p>Mide la capacidad del sistema para restablecer el suministro cuando hay interrupciones. Se determina mediante el Tiempo de Interrupción por Usuario (TIU, expresado en minuto por usuario).</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Asequibilidad de la energía</b></p> <p>Mide el impacto de los combustibles y electricidad en la economía familiar. Se calcula como la relación entre el ingreso del hogar (tomando como referencia salario mínimo en pesos) y la sumatoria de los gastos en energía.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Asequibilidad de la gasolina</b></p> <p>Mide el impacto de la gasolina en la economía familiar. Se calcula como la relación entre salario mínimo (expresado en pesos) y el precio de la gasolina (precios de venta del octanaje más vendido, pesos/litro). Se mide en litros.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Asequibilidad del GLP</b></p> <p>Mide el impacto del GLP en la economía familiar. Se calcula como la relación entre el salario mínimo (expresado en pesos) y el precio del GLP (precio de venta, pesos/litro). Se mide en litros.</p> <p>Comentario:</p>					

<p><b>Asequibilidad del kerosene</b></p> <p>Mide el impacto del kerosene en la economía familiar. Se calcula como la relación entre el salario mínimo (expresado en pesos) y el precio del kerosene (precio de venta, pesos/litro). Se mide en litros.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial</b></p> <p>Mide el impacto de la electricidad en la economía familiar. Se calcula como la relación entre el salario mínimo (expresado en pesos) y el precio de la electricidad en el sector residencial (baja tensión, expresada en pesos/kWh). Se mide en kWh.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Asequibilidad de la electricidad de media tensión</b></p> <p>Mide el impacto de la electricidad en la economía de la industria. Se calcula como la relación entre PIB de la industria (expresado en pesos) y el precio de la electricidad comercial (media tensión, expresada en pesos/kWh). Se mide en kWh.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Asequibilidad de la electricidad de alta tensión</b></p> <p>Mide el impacto de la electricidad en la economía de la industria. Se calcula como la relación entre PIB de la industria (expresado en pesos) y el precio de la electricidad industrial (alta tensión, expresada en pesos/kWh). Se mide en kWh.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Afectación de fenómenos naturales extremos al sector de energía</b></p> <p>Se determina a partir de los costos ocasionados al sistema energético entre el valor que representa la industria energética. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					

Una vez que finalizada la valoración de los indicadores, ¿sugiere otro (s) indicador (es)?

\_\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_ No

En caso afirmativo, poner el (los) indicador (es) que sugiere y explicar la razón por la que lo (los) propone:

Indicador	Razón por la que lo propone

**Anexo 7:** Coeficiente de competencia para la selección de los expertos en México

<b>Expertos</b>	<b>kc</b>	<b>ka</b>	<b>K</b>	<b>Coeficiente de competencia</b>
<b>1</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>2</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>3</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>4</b>	0.9	0.8	0.85	Alto
<b>5</b>	1	0.9	0.95	Alto
<b>6</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>7</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>8</b>	0.9	1	0.95	Alto
<b>9</b>	0.8	1	0.9	Alto
<b>10</b>	0.9	1	0.95	Alto
<b>11</b>	0.9	1	0.95	Alto
<b>12</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>13</b>	0.9	1	0.95	Alto
<b>14</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>15</b>	0.8	0.9	0.85	Alto
<b>16</b>	1	0.9	0.95	Alto
<b>17</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>18</b>	0.9	1	0.95	Alto
<b>19</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>20</b>	0.9	1	0.95	Alto
<b>21</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>22</b>	0.9	0.8	0.85	Alto
<b>23</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>24</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>25</b>	0.8	1	0.9	Alto
<b>26</b>	0.9	1	0.95	Alto
<b>27</b>	1	0.9	0.95	Alto
<b>28</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>29</b>	0.8	0.8	0.8	Alto
<b>30</b>	0.9	1	0.95	Alto

**Anexo 8: Evaluación de los expertos en México. Matriz de Frecuencia**

<b>Indicadores</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>TOTAL</b>
<b>I1</b>	20	0	8	2	0	30
<b>I2</b>	18	4	6	2	0	30
<b>I3</b>	14	8	6	2	0	30
<b>I4</b>	16	6	6	2	0	30
<b>I5</b>	22	8	0	0	0	30
<b>I6</b>	2	22	6	0	0	30
<b>I7</b>	16	12	0	2	0	30
<b>I8</b>	14	10	0	6	0	30
<b>I9</b>	12	12	4	0	2	30
<b>I10</b>	10	8	2	6	4	30
<b>I11</b>	16	8	0	6	0	30
<b>I12</b>	16	10	2	2	0	30
<b>I13</b>	18	10	0	2	0	30
<b>I14</b>	18	12	0	0	0	30
<b>I15</b>	10	16	2	2	0	30
<b>I16</b>	12	14	2	2	0	30
<b>I17</b>	10	12	4	4	0	30
<b>I18</b>	12	8	4	4	2	30
<b>I19</b>	6	16	6	2	0	30
<b>I20</b>	10	8	6	2	4	30
<b>I21</b>	8	10	6	2	4	30
<b>I22</b>	16	2	12	0	0	30
<b>I23</b>	18	6	6	0	0	30
<b>I24</b>	10	8	10	2	0	30
<b>I25</b>	10	10	10	0	0	30
<b>I26</b>	6	14	10	0	0	30
<b>I27</b>	4	16	4	6	0	30
<b>I28</b>	4	10	8	8	0	30
<b>I29</b>	6	18	2	2	2	30
<b>I30</b>	12	14	2	2	0	30
<b>I31</b>	12	12	4	2	0	30
<b>I32</b>	12	12	4	2	0	30
<b>I33</b>	16	6	2	2	4	30
<b>I34</b>	16	12	0	0	2	30
<b>I35</b>	16	12	0	0	2	30
<b>I36</b>	12	16	2	0	0	30
<b>I37</b>	20	10	0	0	0	30
<b>I38</b>	10	10	6	4	0	30
<b>I39</b>	12	10	2	4	2	30
<b>I40</b>	16	4	8	0	2	30
<b>I41</b>	18	2	6	0	4	30
<b>I42</b>	12	6	2	6	4	30
<b>I43</b>	14	8	2	4	2	30
<b>I44</b>	10	10	6	2	2	30
<b>I45</b>	8	12	2	6	2	30
<b>I46</b>	10	10	6	2	2	30
<b>I47</b>	14	6	6	2	2	30
<b>I48</b>	14	6	6	2	2	30
<b>I49</b>	10	14	4	2	0	30
<b>TOTAL</b>	618	490	202	110	50	1470

**Anexo 9:** Evaluación de los expertos en México. Matriz de frecuencia acumulada

<b>Indicadores</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
<b>I1</b>	20	20	28	30	30
<b>I2</b>	18	22	28	30	30
<b>I3</b>	14	22	28	30	30
<b>I4</b>	16	22	28	30	30
<b>I5</b>	22	30	30	30	30
<b>I6</b>	2	24	30	30	30
<b>I7</b>	16	28	28	30	30
<b>I8</b>	14	24	24	30	30
<b>I9</b>	12	24	28	28	30
<b>I10</b>	10	18	20	26	30
<b>I11</b>	16	24	24	30	30
<b>I12</b>	16	26	28	30	30
<b>I13</b>	18	28	28	30	30
<b>I14</b>	18	30	30	30	30
<b>I15</b>	10	26	28	30	30
<b>I16</b>	12	26	28	30	30
<b>I17</b>	10	22	26	30	30
<b>I18</b>	12	20	24	28	30
<b>I19</b>	6	22	28	30	30
<b>I20</b>	10	18	24	26	30
<b>I21</b>	8	18	24	26	30
<b>I22</b>	16	18	30	30	30
<b>I23</b>	18	24	30	30	30
<b>I24</b>	10	18	28	30	30
<b>I25</b>	10	20	30	30	30
<b>I26</b>	6	20	30	30	30
<b>I27</b>	4	20	24	30	30
<b>I28</b>	4	14	22	30	30
<b>I29</b>	6	24	26	28	30
<b>I30</b>	12	26	28	30	30
<b>I31</b>	12	24	28	30	30
<b>I32</b>	12	24	28	30	30
<b>I33</b>	16	22	24	26	30
<b>I34</b>	16	28	28	28	30
<b>I35</b>	16	28	28	28	30
<b>I36</b>	12	28	30	30	30
<b>I37</b>	20	30	30	30	30
<b>I38</b>	10	20	26	30	30
<b>I39</b>	12	22	24	28	30
<b>I40</b>	16	20	28	28	30
<b>I41</b>	18	20	26	26	30
<b>I42</b>	12	18	20	26	30
<b>I43</b>	14	22	24	28	30
<b>I44</b>	10	20	26	28	30
<b>I45</b>	8	20	22	28	30
<b>I46</b>	10	20	26	28	30
<b>I47</b>	14	20	26	28	30
<b>I48</b>	14	20	26	28	30
<b>I49</b>	10	24	28	30	30
<b>TOTAL</b>	618	1108	1310	1420	1470

**Anexo 10:** Evaluación de los expertos en México. Matriz de valores de abscisas

Indicadores	MA	BA	A	PA	NA	Suma	Promedio	Escala	Categoría
I1	0.43	0.43	1.50	3.90	3.90	10.16	2.03	-0.20	BA
I2	0.25	0.62	1.50	3.90	3.90	10.18	2.04	-0.20	BA
I3	-0.08	0.62	1.50	3.90	3.90	9.84	1.97	-0.14	BA
I4	0.08	0.62	1.50	3.90	3.90	10.01	2.00	-0.17	BA
I5	0.62	3.90	3.90	3.90	3.90	16.22	3.24	-1.41	MA
I6	-1.50	0.84	3.90	3.90	3.90	11.04	2.21	-0.38	MA
I7	0.08	1.50	1.50	3.90	3.90	10.89	2.18	-0.35	MA
I8	-0.08	0.84	0.84	3.90	3.90	9.40	1.88	-0.05	BA
I9	-0.25	0.84	1.50	1.50	3.90	7.49	1.50	0.33	BA
I10	-0.43	0.25	0.43	1.11	3.90	5.26	1.05	0.78	BA
I11	0.08	0.84	0.84	3.90	3.90	9.57	1.91	-0.08	BA
I12	0.08	1.11	1.50	3.90	3.90	10.50	2.10	-0.27	MA
I13	0.25	1.50	1.50	3.90	3.90	11.06	2.21	-0.38	MA
I14	0.25	3.90	3.90	3.90	3.90	15.85	3.17	-1.34	MA
I15	-0.43	1.11	1.50	3.90	3.90	9.98	2.00	-0.16	BA
I16	-0.25	1.11	1.50	3.90	3.90	10.16	2.03	-0.20	BA
I17	-0.43	0.62	1.11	3.90	3.90	9.10	1.82	0.01	BA
I18	-0.25	0.43	0.84	1.50	3.90	6.42	1.28	0.55	BA
I19	-0.84	0.62	1.50	3.90	3.90	9.08	1.82	0.02	BA
I20	-0.43	0.25	0.84	1.11	3.90	5.68	1.14	0.70	BA
I21	-0.62	0.25	0.84	1.11	3.90	5.48	1.10	0.73	BA
I22	0.08	0.25	3.90	3.90	3.90	12.04	2.41	-0.58	MA
I23	0.25	0.84	3.90	3.90	3.90	12.79	2.56	-0.73	MA
I24	-0.43	0.25	1.50	3.90	3.90	9.12	1.82	0.01	BA
I25	-0.43	0.43	3.90	3.90	3.90	11.70	2.34	-0.51	MA
I26	-0.84	0.43	3.90	3.90	3.90	11.29	2.26	-0.43	MA
I27	-1.11	0.43	0.84	3.90	3.90	7.96	1.59	0.24	BA
I28	-1.11	-0.08	0.62	3.90	3.90	7.23	1.45	0.39	BA
I29	-0.84	0.84	1.11	1.50	3.90	6.51	1.30	0.53	BA
I30	-0.25	1.11	1.50	3.90	3.90	10.16	2.03	-0.20	BA
I31	-0.25	0.84	1.50	3.90	3.90	9.89	1.98	-0.15	BA
I32	-0.25	0.84	1.50	3.90	3.90	9.89	1.98	-0.15	BA
I33	0.08	0.62	0.84	1.11	3.90	6.56	1.31	0.52	BA
I34	0.08	1.50	1.50	1.50	3.90	8.49	1.70	0.13	BA
I35	0.08	1.50	1.50	1.50	3.90	8.49	1.70	0.13	BA
I36	-0.25	1.50	3.90	3.90	3.90	12.95	2.59	-0.76	MA
I37	0.43	3.90	3.90	3.90	3.90	16.03	3.21	-1.37	MA
I38	-0.43	0.43	1.11	3.90	3.90	8.91	1.78	0.05	BA
I39	-0.25	0.62	0.84	1.50	3.90	6.61	1.32	0.51	BA
I40	0.08	0.43	1.50	1.50	3.90	7.42	1.48	0.35	BA
I41	0.25	0.43	1.11	1.11	3.90	6.81	1.36	0.47	BA
I42	-0.25	0.25	0.43	1.11	3.90	5.44	1.09	0.74	BA
I43	-0.08	0.62	0.84	1.50	3.90	6.78	1.36	0.48	BA
I44	-0.43	0.43	1.11	1.50	3.90	6.51	1.30	0.53	BA
I45	-0.62	0.43	0.62	1.50	3.90	5.83	1.17	0.67	BA
I46	-0.43	0.43	1.11	1.50	3.90	6.51	1.30	0.53	BA
I47	-0.08	0.43	1.11	1.50	3.90	6.86	1.37	0.46	BA
I48	-0.08	0.43	1.11	1.50	3.90	6.86	1.37	0.46	BA
I49	-0.43	0.84	1.50	3.90	3.90	9.71	1.94	-0.11	BA
<b>Suma</b>	-11.00	43.24	82.19	143.18	191.10	448.71			
<b>Límites</b>	-0.22	0.88	1.68	2.92	3.90	1.83			

**Anexo 11:** Encuesta para la selección de indicadores comunes para evaluar la seguridad energética en Centroamérica y el Caribe

Considerando que la seguridad energética es la disponibilidad ininterrumpida de energéticos a precios asequibles, marque con una (X) la importancia que tienen los indicadores siguientes para estimar la seguridad energética, donde MA es Muy adecuado, BA es Bastante adecuado, A es Adecuado, PA es Poco Adecuado y NA es No adecuado. Si desea hacer algún comentario sobre alguno, utilice el espacio correspondiente. Al final, si desea agregar otro indicador, poner el nombre, la razón por la que lo propone y cómo lo calcularía.

<b>Elementos por evaluar /Valoración</b>	<b>MA</b>	<b>BA</b>	<b>A</b>	<b>PA</b>	<b>NA</b>
<p><b>Autosuficiencia</b> Mide la capacidad de un país para satisfacer su consumo de energía con producción nacional. Se calcula como la división entre la producción y el consumo nacional de energía. Se expresa en porcentaje. <a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Dependencia externa de energía</b> Mide la dependencia de un país con respecto al suministro de energía proveniente del extranjero. Se calcula como la importación neta entre la oferta total de energía. Se expresa en porcentaje. <a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Dependencia externa en gasolina</b> Mide la dependencia de un país con respecto a la gasolina importada. Se calcula como la importación neta entre la oferta total de gasolina. Se expresa en porcentaje. <a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Dependencia externa en diésel</b> Mide la dependencia de un país con respecto al diésel importado. Se calcula como la importación neta entre la oferta total de diésel. Se expresa en porcentaje. <a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte</b> Mide la dependencia del sector transporte con respecto a los petrolíferos importados. Se calcula como el consumo en el sector transporte de los derivados de petróleo entre la cantidad de derivados importados. Se expresa en porcentaje. <a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Dependencia de la leña en el sector residencial</b> Mide la dependencia de la leña en el consumo del sector residencial. Se calcula como el consumo de leña en este sector con respecto a su consumo final. Se expresa en porcentaje. <a href="#">Comentario:</a></p>					

<p><b>Dependencia externa en electricidad</b></p> <p>Mide la dependencia de un país con respecto a la electricidad importada. Es calculada como la cantidad de energía eléctrica que reciben los países con respecto a su oferta total de energía eléctrica. Se mide en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Ingresos de divisas para la importación de petróleo</b></p> <p>Mide hasta qué punto las exportaciones financian las importaciones de petróleo y sus derivados. Se calcula como la relación entre la importación de crudo y sus derivados entre las exportaciones totales. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Generación de divisas por el subsector hidrocarburos</b></p> <p>Es la capacidad del país para generar las divisas utilizadas en la importación de combustibles. Se calcula como la relación entre la balanza petrolera y la balanza comercial. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Intensidad energética</b></p> <p>Mide la cantidad de energía que se necesita para producir un dólar de PIB. Se calcula como el consumo de energía entre el PIB. Se expresa en bep/USD.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Eficiencia en transformación</b></p> <p>Mide la eficiencia en la obtención de energía secundaria. Se calcula como la energía que entra a transformación entre la oferta de energía que proviene de la transformación. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Diversificación de la producción de energía</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de cada fuente de producción de energía y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Diversificación del consumo de energía</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de cada sector de consumo de energía y sumando esas cantidades.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					

<p><b>Diversificación del consumo de combustibles fósiles</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de cada combustible consumido y sumando esas cantidades</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Diversificación de los proveedores de petrolíferos</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de cada compañía proveedora de petrolíferos y sumando esas cantidades.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Diversificación de las fuentes externas de suministro de petróleo y derivados</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso del suministro de cada país exportador y sumando esas cantidades.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Diversificación del transporte de petrolíferos</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso de los tipos de transporte de petrolíferos de cada país y sumando esas cantidades.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Almacenamiento de petróleo crudo</b></p> <p>Muestra la capacidad de almacenamiento en refinerías, el cercano a las zonas de producción y el respectivo en los puertos de recepción (en caso de existir importaciones). Se expresa en días de consumo.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Almacenamiento de gasolina</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de gasolina ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Almacenamiento de diésel</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de diésel ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Almacenamiento de GLP</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de GLP ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p>Comentario:</p>					

<p><b>Almacenamiento de kerosene</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de kerosene ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Almacenamiento de fuel oil</b></p> <p>Muestra el nivel de almacenamiento de fuel oil ante problemas de interrupciones o desabastecimiento. Se expresa en días.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Peso de las refinерías en el consumo de petrolíferos</b></p> <p>Es la capacidad del país para satisfacer la demanda de refinados con producto nacional. Se calcula como la relación entre la capacidad de refinación y el consumo de petrolíferos. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Tasa de utilización de refinерías</b></p> <p>Mide el nivel de utilización de las instalaciones. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Pérdidas de hidrocarburos</b></p> <p>Mide la energía no aprovechada, considerando las pérdidas técnicas como no técnicas.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Diversificación de la generación de electricidad</b></p> <p>Se calcula a partir del Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH), elevando al cuadrado el peso que cada fuente de generación de electricidad y sumando esas cantidades.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Margen de reserva en el sistema eléctrico</b></p> <p>Mide la capacidad no utilizada y disponible del sistema eléctrico. Se calcula como la diferencia entre la capacidad efectiva y la demanda máxima coincidente de un sistema eléctrico, expresada como porcentaje de la demanda máxima.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Margen de reserva operativo</b></p> <p>Mide la confiabilidad del sistema eléctrico ante la ocurrencia de contingencias. Se calcula como la diferencia entre la capacidad disponible y la demanda máxima coincidente de un sistema eléctrico, expresada como porcentaje de la demanda máxima.</p> <p>Comentario:</p>					

<p><b>Pérdidas en electricidad</b></p> <p>Se calcula como la diferencia entre la energía contabilizada por la empresa para venta y la energía que realmente se factura, dividida entre esta última. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Tasa de cobertura eléctrica en el sector residencial</b></p> <p>Se calcula como la relación entre la población que cuenta con servicio de energía eléctrica respecto a la población total del país. Se expresa en porcentaje.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Interrupción del servicio eléctrico</b></p> <p>Mide la capacidad del sistema para restablecer el suministro cuando hay interrupciones. Se determina por el Índice de duración promedio de interrupción del cliente (CAIDI).</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Asequibilidad de la energía</b></p> <p>Mide el impacto de los combustibles y electricidad en la economía familiar. Se calcula como la relación entre el ingreso del hogar (tomando como referencia salario mínimo en USD) y la sumatoria de los gastos en energía.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Asequibilidad de la gasolina</b></p> <p>Mide el impacto de la gasolina en la economía familiar. Se calcula como la relación entre salario mínimo (expresado en USD) y el precio de la gasolina (precios de venta del octanaje más vendido, USD/litro). Se mide en litros.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Asequibilidad del diésel</b></p> <p>Mide el impacto del diésel en la economía familiar. Se calcula como la relación entre salario mínimo (expresado en USD) y el precio del diésel (precio de venta, USD/litro). Se mide en litros.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					
<p><b>Asequibilidad del GLP</b></p> <p>Mide el impacto del GLP en la economía familiar. Se calcula como la relación entre el salario mínimo (expresado en USD) y el precio del GLP (precio de venta, USD/litro). Se mide en litros.</p> <p><a href="#">Comentario:</a></p>					

<p><b>Asequibilidad del kerosene</b></p> <p>Mide el impacto del kerosene en la economía familiar. Se calcula como la relación entre el salario mínimo (expresado en USD) y el precio del kerosene (precio de venta, USD/litro). Se mide en litros.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial</b></p> <p>Mide el impacto de la electricidad en la economía familiar. Se calcula como la relación entre el salario mínimo (expresado en USD) y el precio de la electricidad en el sector residencial (baja tensión, expresada en USD/kWh). Se mide en kWh.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Asequibilidad de la electricidad de media tensión</b></p> <p>Mide el impacto de la electricidad en la economía de la industria. Se calcula como la relación entre PIB de la industria (expresado en USD) y el precio de la electricidad comercial (media tensión, expresada en USD/kWh). Se mide en kWh.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Asequibilidad de la electricidad de alta tensión</b></p> <p>Mide el impacto de la electricidad en la economía de la industria. Se calcula como la relación entre PIB de la industria (expresado en USD) y el precio de la electricidad industrial (alta tensión, expresada en USD/kWh). Se mide en kWh.</p> <p>Comentario:</p>					
<p><b>Afectación de fenómenos naturales extremos al sector de energía</b></p> <p>Se determina a partir de los costos ocasionados al sistema energético entre el valor que representa la industria energética. Se expresa en porcentaje.</p> <p>Comentario:</p>					

Una vez que finalizada la valoración de los indicadores, ¿sugiere otro (s) indicador (es)?

\_\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_ No

En caso afirmativo, poner el (los) indicador (es) que sugiere y explicar la razón por la que lo (los) propone:

Indicador	Razón por la que lo propone

**Anexo 12:** Coeficiente de competencia para la selección de los expertos en Centroamérica y el Caribe

<b>Expertos</b>	<b>kc</b>	<b>ka</b>	<b>K</b>	<b>Coeficiente de competencia</b>
1	0.6	0.7	0.65	Medio
2	0.8	0.8	0.8	Alto
3	1	1	1	Alto
4	0.4	0.5	0.45	Bajo
5	0.7	0.8	0.75	Medio
6	0.9	0.9	0.9	Alto
7	0.8	0.8	0.8	Alto
8	0.8	0.8	0.8	Alto
9	0.8	0.8	0.8	Alto
10	0.7	0.8	0.75	Medio
11	0.9	1	0.95	Alto
12	0.8	0.8	0.8	Alto
13	0.8	0.8	0.8	Alto
14	1	1	1	Alto
15	0.7	0.7	0.7	Medio
16	0.7	0.7	0.7	Medio
17	0.8	0.8	0.8	Alto
18	0.8	0.7	0.75	Medio
19	0.9	0.9	0.9	Alto
20	0.8	0.8	0.8	Alto
21	0.8	0.8	0.8	Alto
22	0.8	0.8	0.8	Alto
23	0.8	0.8	0.8	Alto
24	1	1	1	Alto
25	1	1	1	Alto
26	0.7	0.8	0.75	Medio
27	0.7	0.7	0.7	Medio
28	0.8	0.8	0.8	Alto
29	0.8	0.7	0.75	Medio
30	0.7	0.7	0.7	Medio
31	0.9	1	0.95	Alto
32	0.8	0.8	0.8	Alto
33	0.7	0.8	0.75	Medio
34	0.6	0.7	0.65	Medio
35	0.8	0.8	0.8	Alto

**Anexo 13:** Evaluación de los expertos en Centroamérica y el Caribe. Matriz de Frecuencia

<b>Indicadores</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>TOTAL</b>
<b>I1</b>	16	12	6	0	0	34
<b>I2</b>	18	8	6	2	0	34
<b>I3</b>	18	4	8	4	0	34
<b>I4</b>	16	4	10	4	0	34
<b>I5</b>	28	6	0	0	0	34
<b>I6</b>	26	8	0	0	0	34
<b>I7</b>	18	6	6	4	0	34
<b>I8</b>	14	8	8	2	2	34
<b>I9</b>	10	10	8	4	2	34
<b>I10</b>	16	8	4	6	0	34
<b>I11</b>	14	4	12	4	0	34
<b>I12</b>	12	10	6	6	0	34
<b>I13</b>	10	10	6	6	2	34
<b>I14</b>	10	8	8	6	2	34
<b>I15</b>	8	8	10	8	0	34
<b>I16</b>	8	12	8	6	0	34
<b>I17</b>	12	4	10	6	2	34
<b>I18</b>	16	8	4	6	0	34
<b>I19</b>	14	14	2	4	0	34
<b>I20</b>	14	14	2	4	0	34
<b>I21</b>	16	12	2	4	0	34
<b>I22</b>	12	8	8	6	0	34
<b>I23</b>	14	8	8	4	0	34
<b>I24</b>	8	12	10	2	2	34
<b>I25</b>	10	10	8	4	2	34
<b>I26</b>	14	6	8	4	2	34
<b>I27</b>	16	10	2	6	0	34
<b>I28</b>	24	6	4	0	0	34
<b>I29</b>	24	6	4	0	0	34
<b>I30</b>	14	2	10	6	2	34
<b>I31</b>	20	0	6	4	4	34
<b>I32</b>	20	2	8	2	2	34
<b>I33</b>	16	2	10	4	2	34
<b>I34</b>	14	8	6	4	2	34
<b>I35</b>	14	8	6	4	2	34
<b>I36</b>	14	10	6	2	2	34
<b>I37</b>	10	6	6	10	2	34
<b>I38</b>	18	4	8	2	2	34
<b>I39</b>	16	6	6	4	2	34
<b>I40</b>	18	6	2	6	2	34
<b>I41</b>	14	14	4	2	0	34
<b>TOTAL</b>	624	312	256	162	40	1394

**Anexo 14:** Evaluación de los expertos en Centroamérica y el Caribe. Matriz de frecuencia acumulada

<b>Indicadores</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
<b>I1</b>	16	28	34	34	34
<b>I2</b>	18	26	32	34	34
<b>I3</b>	18	22	30	34	34
<b>I4</b>	16	20	30	34	34
<b>I5</b>	28	34	34	34	34
<b>I6</b>	26	34	34	34	34
<b>I7</b>	18	24	30	34	34
<b>I8</b>	14	22	30	32	34
<b>I9</b>	10	20	28	32	34
<b>I10</b>	16	24	28	34	34
<b>I11</b>	14	18	30	34	34
<b>I12</b>	12	22	28	34	34
<b>I13</b>	10	20	26	32	34
<b>I14</b>	10	18	26	32	34
<b>I15</b>	8	16	26	34	34
<b>I16</b>	8	20	28	34	34
<b>I17</b>	12	16	26	32	34
<b>I18</b>	16	24	28	34	34
<b>I19</b>	14	28	30	34	34
<b>I20</b>	14	28	30	34	34
<b>I21</b>	16	28	30	34	34
<b>I22</b>	12	20	28	34	34
<b>I23</b>	14	22	30	34	34
<b>I24</b>	8	20	30	32	34
<b>I25</b>	10	20	28	32	34
<b>I26</b>	14	20	28	32	34
<b>I27</b>	16	26	28	34	34
<b>I28</b>	24	30	34	34	34
<b>I29</b>	24	30	34	34	34
<b>I30</b>	14	16	26	32	34
<b>I31</b>	20	20	26	30	34
<b>I32</b>	20	22	30	32	34
<b>I33</b>	16	18	28	32	34
<b>I34</b>	14	22	28	32	34
<b>I35</b>	14	22	28	32	34
<b>I36</b>	14	24	30	32	34
<b>I37</b>	10	16	22	32	34
<b>I38</b>	18	22	30	32	34
<b>I39</b>	16	22	28	32	34
<b>I40</b>	18	24	26	32	34
<b>I41</b>	14	28	32	34	34
<b>TOTAL</b>	624	936	1192	1354	1394

**Anexo 15:** Evaluación de los expertos en Centroamérica y el Caribe. Matriz de valores de abscisas

Indicadores	MA	BA	A	PA	NA	Suma	Promedio	Escala	Categoría
I1	-0.07	0.93	3.90	3.90	3.90	12.56	2.51	-0.807	MA
I2	0.07	0.72	1.56	3.90	3.90	10.16	2.03	-0.328	MA
I3	0.07	0.38	1.19	3.90	3.90	9.44	1.89	-0.183	MA
I4	-0.07	0.22	1.19	3.90	3.90	9.14	1.83	-0.123	BA
I5	0.93	3.90	3.90	3.90	3.90	16.53	3.31	-1.601	MA
I6	0.72	3.90	3.90	3.90	3.90	16.32	3.26	-1.560	MA
I7	0.07	0.54	1.19	3.90	3.90	9.60	1.92	-0.216	MA
I8	-0.22	0.38	1.19	1.56	3.90	6.81	1.36	0.343	BA
I9	-0.54	0.22	0.93	1.56	3.90	6.08	1.22	0.489	BA
I10	-0.07	0.54	0.93	3.90	3.90	9.20	1.84	-0.135	MA
I11	-0.22	0.07	1.19	3.90	3.90	8.84	1.77	-0.063	BA
I12	-0.38	0.38	0.93	3.90	3.90	8.73	1.75	-0.041	BA
I13	-0.54	0.22	0.72	1.56	3.90	5.87	1.17	0.531	BA
I14	-0.54	0.07	0.72	1.56	3.90	5.72	1.14	0.561	BA
I15	-0.72	-0.07	0.72	3.90	3.90	7.73	1.55	0.159	BA
I16	-0.72	0.22	0.93	3.90	3.90	8.23	1.65	0.058	BA
I17	-0.38	-0.07	0.72	1.56	3.90	5.74	1.15	0.557	BA
I18	-0.07	0.54	0.93	3.90	3.90	9.20	1.84	-0.135	MA
I19	-0.22	0.93	1.19	3.90	3.90	9.69	1.94	-0.234	MA
I20	-0.22	0.93	1.19	3.90	3.90	9.69	1.94	-0.234	MA
I21	-0.07	0.93	1.19	3.90	3.90	9.84	1.97	-0.264	MA
I22	-0.38	0.22	0.93	3.90	3.90	8.57	1.71	-0.010	BA
I23	-0.22	0.38	1.19	3.90	3.90	9.14	1.83	-0.124	BA
I24	-0.72	0.22	1.19	1.56	3.90	6.15	1.23	0.474	BA
I25	-0.54	0.22	0.93	1.56	3.90	6.08	1.22	0.489	BA
I26	-0.22	0.22	0.93	1.56	3.90	6.39	1.28	0.426	BA
I27	-0.07	0.72	0.93	3.90	3.90	9.38	1.88	-0.171	MA
I28	0.54	1.19	3.90	3.90	3.90	13.43	2.69	-0.981	MA
I29	0.54	1.19	3.90	3.90	3.90	13.43	2.69	-0.981	MA
I30	-0.22	-0.07	0.72	1.56	3.90	5.89	1.18	0.527	BA
I31	0.22	0.22	0.72	1.19	3.90	6.25	1.25	0.454	BA
I32	0.22	0.38	1.19	1.56	3.90	7.25	1.45	0.254	BA
I33	-0.07	0.07	0.93	1.56	3.90	6.39	1.28	0.426	BA
I34	-0.22	0.38	0.93	1.56	3.90	6.55	1.31	0.395	BA
I35	-0.22	0.38	0.93	1.56	3.90	6.55	1.31	0.395	BA
I36	-0.22	0.54	1.19	1.56	3.90	6.97	1.39	0.310	BA
I37	-0.54	-0.07	0.38	1.56	3.90	5.23	1.05	0.659	A
I38	0.07	0.38	1.19	1.56	3.90	7.10	1.42	0.284	BA
I39	-0.07	0.38	0.93	1.56	3.90	6.70	1.34	0.365	BA
I40	0.07	0.54	0.72	1.56	3.90	6.80	1.36	0.344	BA
I41	-0.22	0.93	1.56	3.90	3.90	10.07	2.01	-0.310	MA
Suma	-5.50	24.30	55.56	115.15	159.90	349.41			
Límites	-0.13	0.59	1.36	2.81	3.90	1.70			

**Anexo 16:** Tabla de las comunales. Caso de estudio México

<b>Variables</b>	<b>Inicial</b>	<b>Extracción</b>
Autosuficiencia energética	1.000	0.977
Dependencia externa de energía	1.000	0.984
Dependencia externa de gasolina	1.000	0.982
Dependencia externa de diésel	1.000	0.924
Dependencia externa de electricidad	1.000	0.837
Ingresos de divisas para la importación de petróleo	1.000	0.800
Absorción o generación de divisas por el subsector hidrocarburos	1.000	0.976
Intensidad energética	1.000	0.810
Eficiencia en transformación	1.000	0.872
Diversificación de la producción de energía	1.000	0.977
Diversificación del consumo de energía	1.000	0.960
Diversificación del consumo de combustibles fósiles	1.000	0.952
Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados	1.000	0.947
Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos	1.000	0.988
Diversificación de la generación de electricidad	1.000	0.893
Margen de reserva de electricidad	1.000	0.870
Margen de reserva operativo	1.000	0.917
Pérdidas de energía eléctrica	1.000	0.808
Tasa de cobertura eléctrica	1.000	0.784
Interrupción del servicio eléctrico	1.000	0.821
Asequibilidad de la gasolina	1.000	0.911
Asequibilidad del diésel	1.000	0.966
Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial	1.000	0.975
Depende externa del gas natural	1.000	0.969
Diversificación de fuentes externas de suministro de gas natural	1.000	0.853
Duración reservas probadas de petróleo	1.000	0.949
Duración reservas probadas de gas natural	1.000	0.982
Dependencia de la leña en el sector residencial	1.000	0.945
Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte	1.000	0.971

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Anexo 17: Matriz de componentes<sup>a</sup>. Caso de estudio México

Variables	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Autosuficiencia energética	<b>0.949</b>	0.252	0.001	-0.021	-0.070	0.088
Dependencia externa de energía	<b>-0.978</b>	-0.152	-0.054	0.007	0.031	0.010
Dependencia externa de gasolina	<b>-0.905</b>	-0.078	-0.367	0.037	0.141	0.009
Dependencia externa de diésel	<b>-0.882</b>	-0.309	-0.135	0.007	0.180	-0.022
Dependencia externa de electricidad	0.421	<b>-0.774</b>	-0.154	0.010	-0.143	0.124
Ingresos de divisas para la importación de petróleo	-0.590	0.645	0.015	-0.125	0.073	0.121
Absorción o generación de divisas por el subsector hidrocarburos	<b>0.759</b>	0.589	-0.007	-0.215	-0.074	0.018
Intensidad energética	0.438	<b>0.717</b>	0.097	-0.204	-0.110	-0.205
Eficiencia en transformación	0.581	-0.396	0.395	0.308	-0.174	-0.308
Diversificación de la producción de energía	<b>0.956</b>	0.039	0.222	-0.017	0.083	0.067
Diversificación del consumo de energía	<b>-0.781</b>	0.571	-0.065	-0.121	-0.075	-0.011
Diversificación del consumo de combustibles fósiles	0.114	0.263	-0.429	0.498	-0.452	0.483
Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados	-0.400	<b>-0.709</b>	0.416	-0.301	0.025	0.143
Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos	<b>0.960</b>	0.068	0.084	-0.040	-0.210	0.096
Diversificación de la generación de electricidad	-0.472	0.340	0.510	0.071	-0.029	0.537
Margen de reserva de electricidad	-0.179	<b>0.836</b>	0.057	0.316	-0.081	-0.169
Margen de reserva operativo	-0.556	0.418	0.090	0.599	0.084	-0.245
Pérdidas de energía eléctrica	0.437	<b>0.730</b>	-0.183	-0.085	0.171	0.116
Tasa de cobertura eléctrica	-0.647	0.387	-0.180	-0.402	-0.133	0.066
Interrupción del servicio eléctrico	0.679	0.426	-0.224	0.085	0.348	0.034
Asequibilidad de la gasolina	<b>0.820</b>	0.074	-0.040	0.034	0.441	0.190
Asequibilidad del diésel	<b>0.891</b>	0.246	-0.059	0.137	0.298	-0.036
Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial	<b>-0.908</b>	-0.253	0.062	0.148	0.226	0.095
Depende externa del gas natural	<b>-0.855</b>	-0.311	0.270	0.202	0.119	0.112
Diversificación de fuentes externas de suministro de gas natural	<b>0.751</b>	-0.355	-0.033	0.137	0.329	0.186
Duración reservas probadas de petróleo	0.689	-0.595	-0.294	0.021	-0.175	-0.047
Duración reservas probadas de gas natural	<b>0.847</b>	-0.456	-0.214	0.089	-0.043	0.038
Dependencia de la leña en el sector residencial	<b>0.942</b>	-0.200	-0.073	-0.088	0.060	-0.038
Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte	0.589	0.229	<b>0.749</b>	0.059	-0.048	0.066

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 6 componentes extraídos.

Números en negrita: valor  $\geq \pm 0.7$

**Anexo 18:** Matriz de componente rotados<sup>a</sup>. Caso de estudio México

Variables	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Autosuficiencia energética	0.87	-0.19	0.28	0.29	-0.02	0.15
Dependencia externa de energía	-0.83	0.22	-0.39	-0.29	0.06	-0.05
Dependencia externa de gasolina	-0.79	0.21	-0.52	-0.10	-0.17	0.07
Dependencia externa de diésel	-0.88	0.09	-0.33	-0.14	-0.05	-0.11
Dependencia externa de electricidad	-0.09	-0.77	0.43	0.04	-0.16	0.13
Ingresos de divisas para la importación de petróleo	-0.08	0.56	-0.64	-0.10	0.24	0.00
Absorción o generación de divisas por el subsector hidrocarburos	0.97	0.04	-0.04	0.17	0.00	0.04
Intensidad energética	0.82	0.34	-0.11	-0.03	-0.03	-0.10
Eficiencia en transformación	0.21	-0.17	0.89	-0.06	-0.04	-0.10
Diversificación de la producción de energía	0.74	-0.28	0.46	0.36	0.10	-0.06
Diversificación del consumo de energía	-0.23	0.60	-0.67	-0.31	0.11	0.02
Diversificación del consumo de combustibles fósiles	0.14	0.07	-0.05	0.02	0.03	0.96
Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y	-0.59	-0.47	0.08	-0.27	0.36	-0.41
Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos	0.82	-0.34	0.40	0.14	0.03	0.14
Diversificación de la generación de electricidad	-0.18	0.33	-0.24	-0.09	0.82	0.10
Margen de reserva de electricidad	0.26	0.86	-0.16	-0.05	0.04	0.20
Margen de reserva operativo	-0.37	0.87	0.03	-0.02	0.00	0.15
Pérdidas de energía eléctrica	0.70	0.27	-0.30	0.38	-0.02	0.13
Tasa de cobertura eléctrica	-0.15	0.24	-0.76	-0.35	0.05	-0.03
Interrupción del servicio eléctrico	0.63	0.09	0.02	0.62	-0.17	0.09
Asequibilidad de la gasolina	0.54	-0.24	0.22	0.71	0.01	-0.02
Asequibilidad del diésel	0.70	-0.03	0.32	0.60	-0.15	0.02
Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial	-0.91	0.20	-0.23	-0.07	0.18	-0.08
Depende externa del gas natural	-0.89	0.19	-0.06	-0.17	0.32	-0.10
Diversificación de fuentes externas de suministro de gas natural	0.25	-0.48	0.45	0.60	-0.03	0.03
Duración reservas probadas de petróleo	0.21	-0.70	0.47	0.09	-0.39	0.17
Duración reservas probadas de gas natural	0.36	-0.63	0.51	0.29	-0.28	0.18
Dependencia de la leña en el sector residencial	0.61	-0.49	0.42	0.33	-0.21	-0.04
Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte	0.60	0.10	0.51	0.05	0.54	-0.20

Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 44 iteraciones.

Las casillas sombradas tienen valores  $\geq \pm 0.7$

**Anexo 19:** Tabla de las comunalidades. Caso de estudio Centroamérica

VARIABLES	Inicial	Extracción
Autosuficiencia energética	1.000	0.921
Dependencia externa de energía	1.000	0.824
Dependencia externa de gasolina	1.000	0.940
Dependencia externa de diésel	1.000	0.953
Dependencia externa de electricidad	1.000	0.857
Ingresos de divisas para la importación de petróleo	1.000	0.746
Absorción o generación de divisas por el subsector	1.000	0.718
Intensidad energética	1.000	0.911
Eficiencia en transformación	1.000	0.783
Diversificación de la producción de energía	1.000	0.766
Diversificación del consumo de energía	1.000	0.890
Diversificación del consumo de combustibles fósiles	1.000	0.699
Diversificación de los proveedores de petrolíferos	1.000	0.868
Diversificación de fuentes externas de suministro de	1.000	0.620
Almacenamiento de Petróleo crudo	1.000	0.487
Almacenamiento de gasolina	1.000	0.899
Almacenamiento de diésel	1.000	0.868
Almacenamiento de GLP	1.000	0.744
Almacenamiento de kerosene	1.000	0.545
Almacenamiento de Fuel Oil	1.000	0.735
Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos	1.000	0.956
Diversificación de la generación de electricidad	1.000	0.807
Pérdidas de energía eléctrica	1.000	0.784
Tasa de cobertura eléctrica	1.000	0.920
Asequibilidad de la gasolina	1.000	0.911
Asequibilidad del diesel	1.000	0.884
Asequibilidad de la electricidad en el sector	1.000	0.910
Dependencia de la leña en el sector residencial	1.000	0.934
Dependencia de los petrolíferos en el sector del	1.000	0.902

Método de extracción: análisis de componentes principales.

**Anexo 20:** Matriz de componentes<sup>a</sup>. Caso de estudio Centroamérica

Variables	Componente						
	1	2	3	4	5	6	7
Autosuficiencia energética	0.207	0.545	-0.508	0.456	0.325	0.083	0.052
Dependencia externa de energía	0.323	0.142	0.081	-0.548	-0.526	-0.340	-0.001
Dependencia externa de gasolina	-0.109	<b>-0.789</b>	0.505	0.036	0.213	0.002	-0.058
Dependencia externa de diésel	-0.170	<b>-0.794</b>	0.473	0.022	0.237	0.009	-0.116
Dependencia externa de electricidad	-0.411	-0.622	-0.505	-0.030	-0.162	-0.036	0.127
Ingresos de divisas para la importación de petróleo	<b>-0.719</b>	-0.011	-0.317	-0.028	0.135	0.212	-0.255
Absorción o generación de divisas por el subsector	0.166	-0.207	-0.004	0.470	-0.010	-0.500	0.421
Intensidad energética	<b>-0.862</b>	0.202	-0.047	0.328	-0.033	0.116	0.055
Eficiencia en transformación	-0.595	-0.629	-0.118	0.002	0.060	-0.093	-0.087
Diversificación de la producción de energía	-0.604	0.189	0.305	0.213	-0.262	0.342	0.204
Diversificación del consumo de energía	-0.148	-0.489	-0.398	-0.026	0.592	0.165	0.303
Diversificación del consumo de combustibles fósiles	0.277	0.351	-0.004	-0.618	0.268	0.205	-0.057
Diversificación de los proveedores de petrolíferos	<b>0.833</b>	0.325	0.007	0.209	-0.057	0.081	-0.123
Diversificación de fuentes externas de suministro de	0.246	-0.121	0.124	0.185	-0.363	0.586	-0.137
Almacenamiento de Petróleo crudo	0.231	0.375	-0.298	0.057	0.081	-0.303	-0.320
Almacenamiento de gasolina	0.373	0.672	0.389	-0.085	0.383	-0.016	0.047
Almacenamiento de diésel	0.242	0.590	0.455	-0.232	0.441	-0.074	-0.015
Almacenamiento de GLP	-0.299	0.241	<b>0.722</b>	0.138	0.215	-0.091	0.040
Almacenamiento de kerosene	-0.093	0.388	0.442	0.382	0.096	-0.106	-0.153
Almacenamiento de Fuel Oil	0.559	0.208	0.298	-0.092	-0.076	0.188	0.491
Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos	0.108	<b>0.779</b>	-0.542	0.020	-0.179	-0.026	0.101
Diversificación de la generación de electricidad	0.630	-0.189	-0.192	0.509	0.096	-0.044	-0.260
Pérdidas de energía eléctrica	-0.332	<b>0.767</b>	0.017	0.008	-0.255	0.111	-0.088
Tasa de cobertura eléctrica	0.602	-0.413	-0.392	-0.313	0.324	0.156	-0.076
Asequibilidad de la gasolina	<b>0.839</b>	-0.309	0.216	0.073	-0.085	0.210	0.088
Asequibilidad del diesel	<b>0.839</b>	-0.314	0.150	0.146	-0.076	0.128	0.120
Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial	<b>0.792</b>	-0.305	0.136	0.347	-0.099	-0.010	-0.203
Dependencia de la leña en el sector residencial	-0.504	<b>0.711</b>	0.331	0.140	0.196	0.081	0.010
Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte	0.199	0.334	<b>-0.830</b>	0.113	0.184	0.064	0.104

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 7 componentes extraídos.

Números en negrita: valor  $\geq \pm 0.7$

**Anexo 21:** Matriz de componente rotados<sup>a</sup>. Caso de estudio Centroamérica

Variables	Componente						
	1	2	3	4	5	6	7
Autosuficiencia energética	0.117	0.781	0.199	0.485	0.105	-0.042	-0.101
Dependencia externa de energía	0.161	0.107	-0.073	-0.840	-0.178	-0.153	0.146
Dependencia externa de gasolina	0.144	-0.933	-0.079	0.181	0.096	-0.025	-0.024
Dependencia externa de diésel	0.092	-0.939	-0.098	0.203	0.065	-0.027	-0.090
Dependencia externa de electricidad	-0.247	-0.173	-0.839	0.148	0.170	-0.082	-0.067
Ingresos de divisas para la importación de petróleo	-0.653	0.002	-0.245	0.306	-0.149	0.109	-0.363
Absorción o generación de divisas por el subsector	0.257	-0.010	-0.045	0.063	0.709	-0.334	0.178
Intensidad energética	-0.819	0.045	0.031	0.257	0.322	0.226	-0.126
Eficiencia en transformación	-0.373	-0.509	-0.498	0.199	0.150	-0.108	-0.251
Diversificación de la producción de energía	-0.616	-0.109	0.160	0.038	0.234	0.496	0.218
Diversificación del consumo de energía	-0.030	-0.168	-0.436	0.723	-0.128	-0.331	0.150
Diversificación del consumo de combustibles fósiles	0.069	0.191	0.216	-0.086	-0.744	-0.153	0.165
Diversificación de los proveedores de petrolíferos	0.738	0.424	0.324	-0.093	-0.049	0.166	0.017
Diversificación de fuentes externas de suministro de	0.289	-0.052	-0.075	-0.006	-0.062	0.720	0.070
Almacenamiento de Petróleo crudo	0.161	0.471	0.149	-0.100	-0.037	-0.228	-0.392
Almacenamiento de gasolina	0.166	0.248	0.825	-0.009	-0.260	-0.159	0.191
Almacenamiento de diésel	0.051	0.087	0.808	-0.048	-0.349	-0.250	0.135
Almacenamiento de GLP	-0.306	-0.364	0.697	0.005	0.163	0.004	0.075
Almacenamiento de kerosene	-0.100	-0.007	0.649	0.010	0.271	0.119	-0.163
Almacenamiento de fuel oil	0.396	0.117	0.283	-0.128	-0.072	0.088	0.701
Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos	-0.137	0.956	0.066	-0.124	-0.040	-0.009	0.034
Diversificación de la generación de electricidad	0.759	0.154	-0.021	0.235	0.230	0.066	-0.307
Pérdidas de energía eléctrica	-0.524	0.486	0.367	-0.236	-0.037	0.282	-0.053
Tasa de cobertura eléctrica	0.636	0.001	-0.400	0.242	-0.492	-0.233	0.010
Asequibilidad de la gasolina	0.872	-0.150	0.009	-0.040	-0.052	0.199	0.288
Asequibilidad del diésel	0.884	-0.101	-0.021	-0.014	0.043	0.136	0.267
Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial	0.907	-0.097	0.042	-0.036	0.177	0.174	-0.110
Dependencia de la leña en el sector residencial	-0.636	0.178	0.710	0.104	0.030	0.110	-0.002
Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte	0.093	0.815	-0.261	0.348	-0.094	-0.168	-0.050

Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

La rotación ha convergido en 8 iteraciones.

**Anexo 22:** Tabla de las comunalidades. Caso de estudio El Caribe

<b>Variables</b>	<b>Inicial</b>	<b>Extracción</b>
Autosuficiencia energética	1.000	0.975
Dependencia externa de energía	1.000	0.979
Dependencia externa de gasolina	1.000	0.874
Dependencia externa de diésel	1.000	0.869
Ingresos de divisas para la importación de petróleo	1.000	0.786
Absorción o generación de divisas por el subsector hidrocarburos	1.000	0.783
Intensidad energética	1.000	0.912
Eficiencia en transformación	1.000	0.729
Diversificación de la producción de energía	1.000	0.586
Diversificación del consumo de energía	1.000	0.653
Diversificación del consumo de combustibles fósiles	1.000	0.903
Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y derivados	1.000	0.763
Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos	1.000	0.910
Diversificación de la generación de electricidad	1.000	0.967
Pérdidas de energía eléctrica	1.000	0.922
Tasa de cobertura eléctrica	1.000	0.879
Asequibilidad de la gasolina	1.000	0.885
Asequibilidad del diésel	1.000	0.821
Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial	1.000	0.749
Duración de reservas probadas de petróleo	1.000	0.808
Diversificación Fuentes externas del suministro gas natural	1.000	0.800
Dependencia del gas natural	1.000	0.747
Dependencia de la leña en el sector residencial	1.000	0.984
Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte	1.000	0.807

Método de extracción: análisis de componentes principales.

**Anexo 23:** Matriz de componentes<sup>a</sup>. Caso de estudio El Caribe

<b>Matriz de componente<sup>a</sup></b>				
	Componente			
	1	2	3	4
VAR00001	<b>-0.98</b>	0.05	0.101	-0.053
VAR00002	<b>0.97</b>	-0.07	0.199	0.001
VAR00003	<b>0.84</b>	0.14	-0.377	0.190
VAR00004	0.60	0.36	-0.615	0.315
VAR00005	0.57	-0.64	-0.249	-0.209
VAR00006	<b>-0.79</b>	0.30	0.268	0.318
VAR00007	-0.24	<b>0.91</b>	-0.146	-0.082
VAR00008	<b>0.80</b>	-0.22	0.188	-0.157
VAR00009	-0.31	0.66	0.244	-0.157
VAR00010	<b>0.75</b>	0.27	0.128	-0.004
VAR00011	<b>0.92</b>	0.22	0.006	-0.087
VAR00012	-0.64	-0.42	0.424	0.269
VAR00013	<b>-0.73</b>	0.13	0.599	-0.225
VAR00014	<b>0.97</b>	0.07	0.149	0.046
VAR00015	<b>-0.91</b>	-0.07	-0.285	0.079
VAR00016	-0.49	<b>-0.77</b>	-0.222	-0.037
VAR00017	<b>0.89</b>	0.19	0.226	0.244
VAR00018	<b>0.77</b>	0.38	0.301	0.323
VAR00019	0.30	<b>-0.80</b>	0.135	0.421
VAR00020	-0.62	0.34	-0.553	0.040
VAR00021	<b>0.85</b>	-0.25	-0.091	-0.253
VAR00022	<b>0.85</b>	0.09	0.138	-0.073
VAR00023	<b>0.97</b>	0.11	0.160	0.002
VAR00024	<b>0.89</b>	-0.07	-0.094	-0.190

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 4 componentes extraídos.

Números en negrita: valor  $\geq \pm 0.7$

**Anexo 24:** Matriz de componente rotados<sup>a</sup>. Caso de estudio El Caribe

Variables	Componente			
	1	2	3	4
Autosuficiencia energética	-0.74	-0.24	-0.48	-0.38
Dependencia externa de energía	0.87	0.25	0.21	0.33
Dependencia externa de gasolina	0.54	0.08	0.74	0.26
Dependencia externa de diésel	0.28	-0.13	0.93	0.08
Ingresos de divisas para la importación de petróleo	0.16	0.61	0.20	0.63
Absorción o generación de divisas por el subsector hidrocarburos	-0.39	-0.31	-0.32	-0.73
Intensidad energética	-0.08	-0.92	0.17	-0.20
Eficiencia en transformación	0.68	0.30	0.05	0.44
Diversificación de la producción de energía	0.01	-0.71	-0.24	-0.22
Diversificación del consumo de energía	0.74	-0.11	0.25	0.19
Diversificación del consumo de combustibles fósiles	0.79	-0.07	0.37	0.38
Diversificación de fuentes externas de suministro de petróleo y gas natural	-0.35	0.38	-0.56	-0.51
Peso de las refinerías en el consumo de petrolíferos	-0.27	-0.31	-0.83	-0.32
Diversificación de la generación de electricidad	0.89	0.13	0.30	0.28
Pérdidas de energía eléctrica	-0.90	-0.09	-0.12	-0.32
Tasa de cobertura eléctrica	-0.69	0.60	-0.19	0.09
Asequibilidad de la gasolina	0.92	0.08	0.32	0.03
Asequibilidad del diésel	0.90	-0.09	0.28	-0.15
Asequibilidad de la electricidad en el sector residencial	0.19	0.94	0.03	-0.08
Duración de reservas probadas de petróleo	-0.71	-0.43	0.28	-0.19
Diversificación Fuentes externas del suministro gas natural	0.56	0.30	0.25	0.63
Dependencia del gas natural	0.77	0.05	0.21	0.33
Dependencia de la leña en el sector residencial	0.90	0.08	0.28	0.30
Dependencia de los petrolíferos en el sector del transporte	0.63	0.16	0.33	0.55

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 7 iteraciones.

Las casillas sombradas tienen valores  $\geq \pm 0.7$