



# Estrategia Energética Sustentable 2030 de los países del SICA



**SICA**  
Sistema de la Integración Centroamericana

# Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 [www.cepal.org/es/publications](http://www.cepal.org/es/publications)

 [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)



# Estrategia Energética Sustentable 2030 de los países del SICA



**SICA**  
Sistema de la Integración Centroamericana

Este documento fue coordinado por la sede subregional de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en México y se preparó de forma conjunta con el Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). La supervisión de este documento estuvo a cargo de Hugo E. Beteta, Director de la sede subregional de la CEPAL en México. La elaboración y coordinación de este documento estuvo a cargo de Víctor Hugo Ventura, Jefe de la Unidad de Energía y Recursos Naturales (UERN) de la misma sede, con el apoyo de Debora Ley, José Manuel Arroyo, Manuel Eugenio Rojas, Eugenio Torijano y Santa Paola Centeno, Funcionarios de la UERN.

Por parte de los países del SICA, la revisión y aprobación final fue realizada en el período 2018-2019 por los directores y funcionarios de las direcciones de energía e hidrocarburos siguientes: Ryan Cobb (Belice); Laura Lizano Ramón (Costa Rica); Rocío Aquino y Jorge Hernández (El Salvador); Edward Fuentes, Hugo Guerra y Gabriel Velásquez (Guatemala); Gustavo Moncada, Miguel Figueroa, Evy Gómez y Anny Valladares (Honduras); Santiago Bermúdez, Jazmín Pérez y Shuyan Delgado (Nicaragua); Guadalupe González y Alexis Zuniga (Panamá), y Oscar de la Maza, Nisael Dirocie y Aníbal Mejía (República Dominicana). Por el SICA participaron Werner Vargas y Aida Flores.

Durante el período 2016-2018 colaboraron en la preparación del documento las siguientes personas del sector energía de los países del SICA: Gloria Villa de la Portilla (Costa Rica); Luis Roberto Reyes, Alexander Ramírez, Mario Cáceres y Joel Flores (El Salvador); Luis Chang (Guatemala); Elvis Rodas, René Soto y Syndi Salgado (Honduras); Fernando Ocampo (Nicaragua); Víctor Urrutia, Isaac Castillo y Fernando Díaz G. de P. (Panamá), y Tomás Varona (República Dominicana). También colaboraron los consultores Roberto Gomelski, Hugo Altomonte, Gabriel Castellanos, Jorge Landa, Rosa Estela Felix, Adrián Ghilardi y Leiner Vargas.

Una primera versión de este documento se presentó en la VIII Reunión del Consejo de Ministros de Energía de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (CME-SICA), realizada en Cayo San Pedro, Belice, el 7 de diciembre de 2018. Este documento inicial se preparó en el marco del proyecto ROA 312-9A-14/15BD (noviembre de 2018).

Durante 2019 la propuesta fue revisada por los ministerios e instituciones que conforman el CME, las direcciones de energía e hidrocarburos de los países, así como los grupos de trabajo especializados en energía del SICA (de biomasa y de geociencias) y las principales secretarías del SICA. La hoja de ruta para la universalización de los servicios modernos de energía se replanteó dentro de las actividades del Proyecto Energía Verde e Inclusiva (HIVOS), en un ejercicio en el que participaron todas las instituciones encargadas de los programas de energización rural de los países, así como las instituciones forestales, ministerios de salud y otras instituciones y organizaciones no gubernamentales relacionados con el manejo y uso de la leña en las viviendas.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas de esta publicación no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

- La coma (,) se usa para separar los decimales.
- La palabra "dólares" se refiere a dólares de los Estados Unidos, salvo cuando se indique lo contrario.

Publicación de las Naciones Unidas  
LC/MEX/TS.2020/35

Distribución: L

Copyright © Naciones Unidas, noviembre de 2020

Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Ciudad de México, 2020-51

Esta publicación debe citarse como: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Estrategia Energética Sustentable 2030 de los países del SICA* (LC/MEX/TS.2020/35), Ciudad de México, 2020.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Publicaciones y Servicios Web, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

# Índice

Presentación.....	9
Síntesis .....	13
<b>Capítulo I</b>	
<b>El entorno internacional y regional.....</b>	<b>19</b>
A. Naciones Unidas: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) .....	19
1. Antecedentes .....	19
2. Descripción .....	20
B. La preocupación ambiental: cambio climático .....	22
1. El Acuerdo de París.....	22
2. El Fondo Verde para el Clima (GCF) .....	23
C. Marco político y económico internacional .....	24
1. El contexto sociopolítico: el resurgimiento de los nacionalismos, el freno a la globalización y la búsqueda de nuevos modelos de desarrollo.....	24
2. La visión de la economía global, ¿regreso al proteccionismo? .....	28
3. La crisis sanitaria, social y económica del COVID-19.....	29
D. Los recursos energéticos en el mundo: reservas, producción, consumo y tendencias ...	30
1. Hidrocarburos y combustibles fósiles.....	30
2. Fuentes renovables de energía (FRE) .....	33
3. Tendencias globales .....	35
E. La subregión del SICA.....	38
1. La preocupación social y ambiental en la región: la ALIDES .....	38
2. La integración económica regional.....	38
3. Algunos antecedentes de la integración energética en la región .....	40
4. La Estrategia 2020.....	44
5. Antecedentes de la Estrategia 2030.....	45

## Capítulo II

### El contexto socioeconómico y energético regional de los países

<b>del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)</b> .....	47
A. Contexto socioeconómico .....	47
1. Crecimiento, pobreza y equidad .....	50
2. El índice de desarrollo humano (IDH) .....	56
B. Abastecimiento, producción y consumo de energía en los países del SICA.....	57
1. Oferta y consumo de energía .....	57
2. El abastecimiento de hidrocarburos .....	61
3. El abastecimiento de energía eléctrica.....	64
C. Los recursos energéticos en los países del SICA.....	69
1. Hidrocarburos.....	69
2. Fuentes renovables de energía (FRE).....	69

## Capítulo III

### Conceptualización de la estrategia energética y su contribución a los ODS

.....	77
A. Vinculación entre el ODS 7 y otros ODS.....	77
1. Principales nexos y vinculaciones de las metas del ODS 7 con otros ODS .....	78
2. Impactos interrelacionados de la meta de acceso universal a energías modernas del ODS 7 sobre el cumplimiento de las metas de otros ODS.....	80
B. El eje social: desafíos para la universalización de los servicios modernos de energía .....	81
1. Abatimiento de la pobreza, reducción de la desigualdad de género y aumento de la calidad de vida.....	81
2. Barreras para la universalización de los servicios energéticos modernos.....	84
3. Género.....	85
C. El eje económico: papel de la eficiencia energética y las energías renovables en el desarrollo sostenible.....	87
1. Cadenas de suministro .....	87
2. Producción sostenible.....	89
3. El transporte como parte de la cadena de suministro y logística .....	92
D. El eje ambiental.....	93
1. Cambio climático.....	93

## Capítulo IV

### Las metas del ODS 7: análisis cuantitativo

.....	99
A. La meta 1 del ODS 7: acceso universal a energías modernas.....	99
1. Acceso universal a energías modernas para cocción .....	99
2. Acceso universal al servicio eléctrico .....	109
3. Los costos del acceso a energías modernas.....	116
B. La meta 2 del ODS 7: aumentar la participación de las fuentes renovables de energía .....	120
1. Los planes nacionales de energía eléctrica .....	120
2. El Plan Regional del Sistema de Interconexión de los países de América Central.....	121
3. Belice y la República Dominicana.....	126
C. La meta 3 del ODS 7: mejorar y aumentar la eficiencia energética.....	128
1. Escenarios a 2030: mejoras en el parque automotor, aumento de eficiencia, energías renovables y combustibles más limpios en transporte.....	129
2. El consumo energético.....	134
3. Potencial de aprovechamiento de energías renovables.....	134
4. Escenario de contribución de la industria a la meta 3 del ODS 7 .....	135

## Capítulo V

<b>La hoja de ruta, metas a 2030</b> .....	139
A. Antecedentes .....	139
1. Planes y documentos de política energética disponibles de los países.....	139
2. La matriz de acciones para la integración y desarrollo energético en los países del Sistema de la Integración Centroamérica.....	141
3. Plan Sectorial de Energía del SICA para enfrentar la crisis de COVID-19.....	143
4. El enfoque general de la Estrategia Energética .....	144
B. Generación de la plataforma inicial para el plan de inversiones.....	146
1. Balances de usos finales y energía útil (BEU).....	146
2. Desarrollo de recursos renovables y tecnologías para la transición energética .....	148
3. Eficiencia energética en transporte.....	153
4. Eficiencia energética en los sectores productivos y el subsector eléctrico .....	155
5. Otros .....	156
C. El papel de la integración regional.....	157
1. Eficiencia energética y energías renovables: la demanda .....	157
2. El subsector eléctrico .....	158
3. El gas natural .....	159
4. Combustibles derivados de petróleo.....	159
5. Cadenas productivas de las energías renovables intermitentes .....	160
D. Plan sectorial de energía del SICA para enfrentar la crisis de COVID-19 .....	160
E. Sistema de monitoreo.....	160
<b>Bibliografía</b> .....	163
<b>Anexos</b> .....	173

## Cuadros

Cuadro II.1	Países del SICA: principales datos e indicadores socioeconómicos, de acceso a la energía y de vulnerabilidad al cambio climático .....	48
Cuadro II.2	Países del SICA: tasas promedio de crecimiento del PIB y del PIB por habitante, 1990-2019 .....	50
Cuadro II.3	Países del SICA: línea de la pobreza, 2014 .....	53
Cuadro II.4	Países del SICA: orden dependiendo del PIBpc y del IDH.....	56
Cuadro II.5	Países del SICA: matriz de consumo energético, 2018.....	61
Cuadro II.6	Centroamérica y República Dominicana: balance de petróleo y derivados, 2018 .....	61
Cuadro II.7	Países del SICA: oferta y suministro de energía eléctrica, 2019.....	64
Cuadro II.8	SIEPAC: exportaciones e importaciones de energía eléctrica, 2018 .....	65
Cuadro II.9	Países del SICA: evolución de las pérdidas en transmisión y distribución de energía eléctrica, 2010-2018 .....	68
Cuadro II.10	Centroamérica y República Dominicana: población servida con energía eléctrica, 2000-2018 .....	68
Cuadro III.1	Medidas ratificadas de mitigación y los sectores priorizados en adaptación por cada uno de los países de la región del SICA en sus NDC.....	94
Cuadro IV.1	Países del SICA: reemplazo de fogones de leña a 2030, hipótesis máxima .....	103
Cuadro IV.2	Países del SICA: población urbana y rural y número de hogares de acuerdo con la fuente de energía utilizada para cocinar a 2016 .....	104
Cuadro IV.3	Países del SICA: reemplazo de fogones de leña a 2030, hipótesis intermedia.....	106
Cuadro IV.4	Países del SICA: introducción de estufas de leña eficientes y GLP .....	108
Cuadro IV.5	Países del SICA: población, índice de electrificación y viviendas sin electricidad, 2018.....	109

Cuadro IV.6	Niveles de electrificación .....	110
Cuadro IV.7	Países del SICA: resumen de los costos considerados en el plan de inversiones .....	116
Cuadro IV.8	Países centroamericanos: proyección de la demanda de energía eléctrica, 2017, 2018, 2028 y 2030 .....	122
Cuadro IV.9	Países centroamericanos: proyección de la demanda de potencia de punta (no coincidente) (MW), 2017, 2018, 2028 y 2030 .....	122
Cuadro IV.10	Países centroamericanos: adiciones en nuevas centrales de generación eléctrica, período 2020-2030, por tecnología (MW) .....	123
Cuadro IV.11	Belice: suministro actual de energía eléctrica y requerimientos de nueva generación, 2020-2030 .....	126
Cuadro IV.12	República Dominicana: resumen del sistema eléctrico nacional interconectado, 2009-2018 .....	127
Cuadro IV.13	Países del SICA: evolución histórica y proyección del parque automotor total e indicadores, 2006, 2016, 2020 y 2030 .....	131
Cuadro IV.14	Países del SICA: participación de la industria en el consumo energético, 2018 .....	134
Cuadro V.1	Matriz de acciones para la cooperación e integración energética de los países del SICA y los nexos relevantes con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible .....	141

## Gráficos

Gráfico I.1	Mundo: comparación de precios internacionales de petróleo, carbón y gas natural .....	33
Gráfico II.1	Países del SICA: evolución del PIB por habitante, 1990-2019 .....	51
Gráfico II.2	Países del SICA: Evolución de la pobreza e indigencia .....	52
Gráfico II.3	Países del SICA: distribución del ingreso 2014 nacional .....	53
Gráfico II.4	Países del SICA: distribución de las personas de acuerdo con tramos de ingreso por habitante, en términos del valor de la línea de pobreza, 2014 .....	54
Gráfico II.5	Países del SICA: evolución del índice de desarrollo humano, 1990-2018 .....	56
Gráfico II.6	Países del SICA: oferta de energía primaria más importaciones de productos derivados del petróleo, 2018 .....	57
Gráfico II.7	Países del SICA: consumo de energía por habitante comparado con el PIB por habitante, 1990-2018 .....	58
Gráfico II.8	Países del SICA: intensidad energética comparada con el PIB por habitante, 1990-2018 .....	59
Gráfico II.9	Países del SICA: consumo final de energía, 2018 .....	60
Gráfico II.10	SIEPAC: ventas y compras entre países, 2019 .....	66
Gráfico II.11	Centroamérica: importaciones y exportaciones de electricidad, 1976 a 2019 .....	66
Gráfico IV.1	Países del SICA: consumo de leña por habitante en comparación con la pobreza 1990-2017 .....	100
Gráfico IV.2	Países del SICA: consumo de leña por habitante en comparación con el índice de desarrollo humano (IDH), 1990-2017 .....	101
Gráfico IV.3	Países del SICA: consumo de leña por habitante comparado con la incidencia de la pobreza 2017 .....	101
Gráfico IV.4	Países del SICA: distribución de hogares de acuerdo con la energía utilizada para cocinar, 2016 y 2030, hipótesis máxima .....	105
Gráfico IV.5	Países del SICA (escenario ODS de hipótesis máxima): consumo de energía, 2016-2030 .....	105
Gráfico IV.6	Países del SICA: distribución de hogares de acuerdo con la energía utilizada para cocinar, 2016 y 2030, hipótesis intermedia .....	106

Gráfico IV.7	Países del SICA (escenario ODS de hipótesis intermedia): consumo de energía, 2016-2030 .....	107
Gráfico IV.8	Países del SICA: cumplimiento de la meta 1 del ODS 7 a 2030 .....	107
Gráfico IV.9	Países del SICA: mejora en la eficiencia de los escenarios de sustitución .....	108
Gráfico IV.10	Países del SICA: reducción de emisiones de CO y MP originadas en cocción, 2016-2030.....	109
Gráfico IV.11	Países del SICA: consumo residencial de electricidad por habitante en comparación con la reducción de la pobreza, 1990-2017.....	113
Gráfico IV.12	Países del SICA: acceso al equipamiento en seis países de la subregión .....	115
Gráfico IV.13	Montevideo, Uruguay: consumo por hogar de sectores carenciados y de bajos ingresos, de acuerdo con su uso .....	118
Gráfico IV.14	Países centroamericanos: adiciones en nuevas centrales de generación eléctrica, por tecnología y demanda de potencia de punta proyectada (no coincidente), 2000-2030.....	123
Gráfico IV.15	Países del SICA: proyección del parque automotor por cada 1.000 habitantes, 2000-2030 .....	130
Gráfico IV.16	Países del SICA (escenario de contribución del sector transporte a la meta 3 del ODS 7): consumo energético en transporte carretero, 2016-2030 .....	132
Gráfico IV.17	Países del SICA: cambio en la matriz de consumo de energía en transporte carretero de 2016 a 2030.....	132
Gráfico IV.18	Países del SICA: intensidad energética del transporte automotor, 2006-2030 .....	133
Gráfico IV.19	Países del SICA: consumo promedio por vehículo, 2006-2030 .....	133
Gráfico IV.20	Países del SICA: participación de las industrias manufactureras en el Valor Agregado Bruto (VAB), 1990-2016 .....	134
Gráfico IV.21	Países del SICA (escenario de contribución de la industria a la meta 3 del ODS 7): consumo Industrial comparado con el VAB, 1990-2030 .....	135
Gráfico IV.22	Países del SICA: escenarios de consumo energético e intensidad energética industrial, 1990-2030 .....	136
Gráfico V.1	Países del SICA: aprovechamiento del potencial hidroeléctrico.....	149

## Recuadros

Recuadro I.1	Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	21
Recuadro I.2	Unión Aduanera Centroamericana .....	39
Recuadro II.1	Pobreza energética.....	55
Recuadro III.1	NAMA café de Costa Rica.....	91
Recuadro IV.1	Subsidios al GLP en algunos países de Centroamérica .....	100
Recuadro IV.2	Guatemala: Asociación Hidroeléctrica Chelense.....	111
Recuadro IV.3	Quito, Ecuador: acceso y accesibilidad al servicio eléctrico.....	114
Recuadro IV.4	Buenos Aires, Argentina: acceso y accesibilidad al servicio eléctrico en villas de emergencia .....	114
Recuadro IV.5	Costa Rica: el transporte y la movilidad sostenible en el Plan Nacional de Descarbonización .....	137
Recuadro V.1	Ingeniería de distribución y redes inteligentes.....	155

## Diagramas

Diagrama III.1	Metas 2 y 3 del ODS 7: energías renovables, eficiencia energética, tecnología y su uso: la visión macro .....	79
Diagrama III.2	Impacto del cumplimiento de las metas del ODS 7 sobre los ejes social, económico y ambiental del desarrollo sostenible y su relación con el ODS 13 .....	82
Diagrama III.3	Esquema general de una cadena de suministro, logística y transporte. ....	88
Diagrama III.4	Eficiencia energética: concepto integral .....	92
Diagrama V.1	Planteo esquemático de la hoja de ruta de la Estrategia 2030 y sus metas .....	147
Diagrama V.2	Vinculación entre planificación del transporte y demanda de energía .....	154

## Mapas

Mapa I.1	Sistema de Interconexión Eléctrica de los países de América Central (SIEPAC) .....	41
Mapa II.1	Centroamérica y República Dominicana: principales rutas de abastecimiento de hidrocarburos .....	62
Mapa II.2	Centroamérica y República Dominicana: vía de entrada y volumen de las Importaciones de hidrocarburos .....	63
Mapa II.3	Centroamérica y República Dominicana: procedencia de las importaciones de hidrocarburos, 2000, 2005, 2010, 2014 a 2018 .....	63
Mapa II.4	Placas continentales y corredor geotérmico centroamericano .....	71
Mapa III.1	Centroamérica: áreas de principal preocupación en materia de inseguridad alimentaria aguda, 2015 .....	94

## Presentación

Con la Estrategia Energética 2030 de los países del Sistema de la Integración Centroamericana 2030 (EES-SICA 2030 o Estrategia Energética 2030) se propone un conjunto de acciones regionales para guiar el desarrollo sostenible de los países que conforman la región referida, cumpliendo con los compromisos internacionales y regionales, especialmente los que atañen al sector energía en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Acuerdo de París sobre cambio climático y la Alianza para el Desarrollo Sostenible (ALIDES). De igual forma, en su elaboración se ha tenido presente lo establecido en los tratados de integración económica y social en el sentido de alcanzar, de manera voluntaria, gradual, complementaria y progresiva, la Unión Económica y la coordinación, armonización y convergencia de las políticas sociales. Asimismo, a nivel subsectorial se han tomado en cuenta los compromisos de integración energética establecidos en el Tratado Marco del Mercado Eléctrico Centroamericano.

La Estrategia Energética 2030 se ha formulado teniendo presente las características de la región, en especial la situación de constituir un conjunto de países importadores netos de hidrocarburos, con economías dependientes en los combustibles fósiles y, por tanto, muy vulnerables a los choques petroleros, cuyos impactos inciden negativamente en los costos del sector transporte y en todas las actividades productivas, afectando a toda la población, en especial a las familias de menores ingresos.

La construcción de la Estrategia Energética 2030 ha partido de las políticas y planes nacionales del sector energía y ha tenido presentes las diferentes situaciones y prioridades existentes en los países. Un tema muy importante es el carácter integral e indivisible de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 (ODS 7), sobre la energía, es fundamental para coadyuvar al cumplimiento de los otros ODS, particularmente los relacionados con la eliminación de la pobreza (ODS 1), la seguridad alimentaria (ODS 2), la salud (ODS 3), la igualdad de género (ODS 5), el acceso a los servicios de agua y saneamiento

(ODS 6), el crecimiento económico (ODS 8), las ciudades sostenibles (ODS 11), la producción y el consumo responsables (ODS 12) y el cambio climático (ODS 13).

El objetivo general de la Estrategia Energética 2030 es asegurar el abastecimiento energético de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) en calidad, cantidad y diversidad de fuentes; la provisión de servicios modernos de energía asequibles para toda la población y el uso racional y eficiente de la energía en todas las cadenas productivas para garantizar el desarrollo sostenible teniendo en cuenta la equidad social, el crecimiento económico, la compatibilidad con el ambiente y la gobernabilidad.

Los objetivos específicos propuestos son los siguientes:

- Universalizar los servicios de energía asequibles, fiables y modernos.
- Aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.
- Incluir el uso racional y eficiente de la energía en los planes energéticos e incrementar la tasa de mejora de la eficiencia energética.
- Promover el uso sostenible y eficiente de la leña y alternativas limpias para el uso de la biomasa.
- Diversificar la matriz energética promoviendo:
  - la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias, y el incremento de la participación de las fuentes autóctonas, en especial la geotermia, las fuentes renovables intermitentes (solar y eólica), el aprovechamiento moderno de la biomasa (residuos forestales, plantaciones energéticas y biogás) y la hidroenergía.
  - la diversificación de la oferta de combustibles, favoreciendo energéticos menos contaminantes
- Propiciar la participación de todos los sectores de consumo (familias, sectores privado y público, municipalidades, organizaciones comunitarias, así como micro, pequeña y mediana empresa) en el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y en la generación distribuida de electricidad.
- Apoyar la formación de empresas de servicios energéticos (ESCOs), que tendrán un papel fundamental en la formación de la cadena de valor y en la consecución de las metas de la Estrategia Energética 2030.
- Promover la participación de la mujer en todas las actividades del sector energía, en particular para difundir las tecnologías energéticas eficientes y limpias, conducir las ESCOs y desarrollar emprendimientos energéticos.
- Promover la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, considerando la formación de centros regionales para las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles.
- Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos, especialmente el desarrollo de la electromovilidad dentro del marco de la movilidad sostenible, las redes inteligentes como un mecanismo para el consumo y producción sostenibles, y el desarrollo de microrredes para la energización de comunidades aisladas.
- Crear un sistema regional de información energética que considere tanto la demanda como el consumo y uso final de energía en los subsectores de las energías modernas (electricidad, combustibles fósiles y energías tradicionales) y los principales sectores de consumo.

- Potenciar los principales nexos de la energía dentro de la Agenda de Desarrollo Sostenible.
- Avanzar en la integración eléctrica regional y apoyar la cooperación y complementariedad en otros subsectores energéticos, incluyendo la armonización de los mercados nacionales (petróleo, gas natural, marcos regulatorios y normas).
- Incorporar el “Plan Sectorial de Energía del SICA para enfrentar la crisis del COVID-19” dentro de la EES-SICA 2030 con el propósito de minimizar los riesgos a la sostenibilidad del sector energético de los países, derivados de la crisis sanitaria de la pandemia de coronavirus.
- Avanzar en la creación de un sistema de monitoreo, reportaje y verificación de las metas establecidas en la Estrategia Energética 2030.

Con base en los resultados de los estudios regionales de prospección energética, los planes nacionales de energía y los objetivos de la Estrategia Energética 2030, se proponen las siguientes metas para el año horizonte (2030):

- Universalizar el acceso a los servicios de electricidad con extensiones de red, sistemas aislados, sistemas de generación distribuida, y microrredes en comunidades alejadas o con restricciones ambientales para conexión a las redes de transmisión de electricidad.
- Universalizar los combustibles modernos para cocer alimentos bajo una opción que considere el 100% de acceso en las zonas urbanas y una opción mixta, con una porción de estufas limpias y ahorradoras para zonas rurales.
- Aumentar la participación de fuentes renovables en la producción de electricidad al 65% en el SICA y al 75% en los países centroamericanos.
- Apoyar un mayor despliegue y participación de las energías renovables no convencionales (ERNC), especialmente las tecnologías geotérmica, solar, eólica y el aprovechamiento moderno de la biomasa.
- Duplicar la tasa de mejora de la eficiencia energética en consonancia con lo establecido en la meta 7.3 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
- Mejorar en 5% la eficiencia en el consumo de energía eléctrica en los sectores residencial, comercial, industrial y alumbrado público mediante la sustitución de tecnologías de uso más intensivo en esos sectores.
- A partir de las evaluaciones nacionales realizadas por los países, establecer, a más tardar en el primer semestre de 2021, las metas siguientes:
  - Reducción de las pérdidas de transmisión y distribución en los sistemas eléctricos.
  - Porcentaje de reducción del consumo de derivados del petróleo en el transporte público y privado mediante la electromovilidad, biocombustibles y otras tecnologías.
  - Porcentaje de reducción del consumo de derivados del petróleo en el transporte público y privado, mediante medidas de manejo eficiente, aplicación de normas para la importación de vehículos, fomento al transporte público, entre otros.
  - Porcentaje de reducción del consumo de leña mediante la utilización de cocinas más eficientes en un millón de hogares rurales centroamericanos.

La Estrategia Energética 2030 incluye 14 acciones prioritarias que constituyen la matriz para la integración y desarrollo energético de la región, así como las actividades y previsiones en el sector energía para enfrentar las consecuencias económicas y sociales de la crisis de la pandemia de COVID-19.



## Síntesis

Con la Estrategia Energética 2030 de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (EES-SICA 2030) se propone un conjunto de acciones regionales encaminadas a potenciar las sinergias entre los ocho países que conforman el SICA para lograr el pleno cumplimiento del Objetivo 7 (energía) de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (la Agenda 2030) y su transversalización con los otros 16 objetivos de desarrollo (ODS). El esfuerzo regional de la EES-SICA 2030 prioriza el cumplimiento de las tres metas centrales del ODS 7: la universalización de los servicios modernos de energía (ODS 7.1, garantizar el acceso universal a servicios de energía —electricidad y a los combustibles y tecnologías modernas para la cocción de alimentos— asequibles y confiables); el aumento del uso de las fuentes renovables de energía (FRE, ODS 7.2), y la duplicación de la tasa de mejora de la eficiencia energética (eficiencia energética, ODS 7.3). La Agenda 2030 tiene 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, integradas e indivisibles, por lo que la EES-SICA 2030 no solo se enfoca en el ODS 7 referente a la energía, sino también en su relación con los otros 16 ODS.

En la EES-SICA 2030 se consideran los tres ejes del desarrollo sostenible (social, económico y ambiental). El eje social abarca los desafíos para la universalización de los servicios modernos de energía y su contribución al desarrollo social; el económico abarca el papel de la eficiencia energética y las energías sostenibles como vectores para el desarrollo sostenible; el ambiental incluye el cambio climático tomando en cuenta la universalización al acceso de servicios energéticos modernos, las energías renovables y la eficiencia energética como mecanismos para reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) e incrementar la resiliencia.

Adicionalmente, teniendo presente el mandato de los presidentes de los países de la región de incorporar el tema de género de forma transversal a los tres ejes del desarrollo sostenible, el involucramiento de las mujeres es fundamental en la EES-SICA 2030, tanto en la oferta como en la demanda de energía. En cuanto a los tres subobjetivos o metas del ODS 7, la región del SICA y sus países muestran avances muy importantes. El ODS 7.1 —acceso universal a los servicios modernos de energía— constituye por mucho el mayor desafío. Costa Rica, Panamá, la República Dominicana, El Salvador y Belice requieren menor esfuerzo en alcanzar el ODS 7.1, en tanto que Guatemala, Honduras y Nicaragua tienen mayores desafíos en el cumplimiento de dicho subobjetivo.

En el acceso a energías modernas para la cocción se tomaron en cuenta dos escenarios para cada país de la región. En el primer escenario se considera una eliminación total del uso de fogones abiertos de la siguiente forma: la mitad de los hogares que usan leña usarán estufas eficientes de leña, mientras que la otra mitad de los hogares que usan leña usarán GLP. Se asume que el crecimiento poblacional utilice GLP. Esto se traduce en alrededor de 2,3 millones de estufas de leña eficientes en uso para 2030 con un costo de 457,7 millones de dólares e igual número de estufas de GLP, lo que representa un costo de 915,3 millones de dólares.

En el segundo escenario se alcanza una reducción del 70% en el uso de fogones abiertos de la siguiente manera: la mitad de los hogares que dejan de usar leña usan estufas eficientes de leña mientras que la otra mitad usará GLP. Al igual que en el escenario anterior, el crecimiento poblacional se considerará con uso de GLP. Esto se traduce en alrededor de 1,6 millones estufas eficientes en uso para 2030 con un costo de 320,4 millones de dólares e igual número de estufas de GLP, lo que representa un costo de 640,7 millones de dólares. Independientemente del escenario a seleccionar, o cualquier otro decidido por los países, es necesario considerar las cuestiones culturales y sociales sobre introducción y aceptación de las tecnologías que eviten que estos esfuerzos sean abandonados como otros en el pasado. Existen numerosas experiencias de introducción de estufas eficientes, especialmente en cuestiones de aceptación social y capacitación.

Para el acceso al servicio eléctrico, aunque los índices de cobertura del servicio son altos en varios países, es necesario alcanzar la universalidad. También hace falta electrificar la red (por conexión o con soluciones aisladas) a 1,2 millones de viviendas (de acuerdo con los datos hasta 2016 o 1,5 millones en 2030). Se consideran tres modalidades diferentes para alcanzar la universalización: sistemas solares fotovoltaicos domiciliarios para viviendas aisladas y con poca densidad; sistemas de generación distribuida y minirredes para comunidades aisladas con alta densidad, y extensión de red para viviendas a no más de 2 km de la red eléctrica actual. Se considera también, a mediano y largo plazo, la conexión de minirredes a la red nacional.

En el ODS 7.2, visto desde la participación de las fuentes renovables de energía (FRE) en la producción de electricidad, se muestran participaciones mayores al 50% en siete países del SICA, liderados por Costa Rica, que ha logrado un despacho de electricidad casi 100% renovable. La República Dominicana aparece con un rezago significativo (15%), pero con una hoja de ruta muy clara y ambiciosa para llegar a una participación renovable del 30% en 2030. Aun con ese panorama optimista, quedan grandes desafíos.

- Todas las FRE tienen un muy amplio potencial no aprovechado. Los avances técnicos (incluyendo la reducción de los precios de las tecnologías) y la cada vez mayor posibilidad de participación de la sociedad (las familias, las empresas, las municipalidades, el sector público, entre otros) en la producción de la energía, permitirán un mayor despliegue de estos recursos. Como ejemplo, se pueden citar dos tecnologías: la solar que, aunque ha crecido ampliamente, solo una fracción muy pequeña de los usuarios potenciales —viviendas, empresas, industrias, escuelas y edificios públicos— cuenta en la actualidad con techos solares (paneles fotovoltaicos); y la geotérmica que, aun se aprovecha muy poco, en especial los recursos de media y baja entalpía (a pesar de la abundancia de ese recurso en cinco de los ocho países del SICA). En la hidroelectricidad, que sigue siendo el recurso renovable más utilizado, se debe poner mucha atención en la adecuada mitigación de los impactos ambientales y sociales y en la participación de las comunidades. Ello será la clave para lograr los licenciamientos de los futuros emprendimientos hídricos.

- El desarrollo de las FRE jugará un papel muy importante en la transversalización del ODS 7 en toda la Agenda 2030. De igual forma, su uso es relevante en la generación distribuida y en las microrredes, como soporte para la universalización del servicio de electricidad (ODS 7.1), en los usos productivos para abatimiento de la pobreza, la creación de empleo y los servicios de agua e irrigación, que a su vez inciden en la seguridad alimentaria, la salud, la educación, la equidad de género y la mitigación de GEI.
- En un nivel de desarrollo más avanzado, las FRE constituirán el principal controlador de la descarbonización. Una mayor utilización de FRE posibilitará la electromovilidad y electrificación del transporte público, y el reemplazo de combustibles en diversos procesos que usan calor (entre ellos, el gas licuado de petróleo en la cocción de alimentos). Actualmente, en la región SICA solamente Costa Rica tiene las condiciones para y ha iniciado la senda de la descarbonización. La EES-SICA 2030 apoyará a los otros países del SICA para que continúen el desarrollo de las energías renovables e inicien la descarbonización de sus respectivas economías a partir de 2030.
- Actualmente el encadenamiento productivo en la cadena de valor de las fuentes renovables de energía es escaso. No obstante, puede generarse una cadena de valor hacia atrás, en una primera fase, promoviendo primero el soporte por medio de empresas de servicios energéticos (ESCOs). En una segunda fase, se deberá buscar en el ensamblado de componentes y en una tercera fase, en la fabricación de equipos para fuentes renovables de energía: aerogeneradores, estructuras de torres, paneles fotovoltaicos, colectores planos para agua caliente, sistemas de almacenamiento y otros equipos. Esto va a depender de la evolución y la escala del mercado de renovables en la región.

El ODS 7.3 (eficiencia energética) plantea como meta general que los países dupliquen su tasa de mejora de la eficiencia energética. Constituye una meta cuyo cumplimiento es difícil de medir. Como indicador general, la EES-SICA 2030 plantea que en el quinquenio 2025-2029, la región (y los países) reduzcan su intensidad energética a una tasa sustancialmente mayor que la registrada en el quinquenio 2011-2015 (2015 fue el año de aprobación de la Agenda 2030). Ello se logrará por medio de programas de ahorro y uso eficiente de la energía y normas de eficiencia energética para los principales equipos y tecnologías y el fortalecimiento del respectivo sistema de evaluación de la conformidad, que se deberá apoyar en la cooperación horizontal entre países (laboratorios, instalaciones y programas regionales de capacitación) y en la aprobación de reglamentos técnicos regionales (normas regionales). Especial atención tendrán la reducción de pérdidas de electricidad (muy altas en tres países y moderadamente altas en cuatro) y la mejora de la eficiencia del parque automotor (transporte de personas y de carga). Esto último requerirá del enfoque multisectorial (hacienda, economía, transporte, ambiente y energía).

En cuanto a los ejes del desarrollo sostenible, en el económico se apunta al aumento de la eficiencia energética y el uso de energías renovables de manera optimizada, entre otras causas, debido al impacto económico positivo sobre la producción de bienes y servicios: el costo de la energía en los costos de producción y las ventajas competitivas de la producción más limpia, sobre todo en mercados internacionales. Las consideraciones del sector transporte se enfocan en la movilidad sostenible, especialmente a través de alternativas de transporte colectivo eficiente y opciones de electromovilidad. Para la industria manufacturera, las ramas de actividad más importantes están en sectores vinculados al sector agropecuario y la agroindustria. La industria puede ser también un productor de energías renovables mediante el aprovechamiento de los residuos biomásicos de la producción agroindustrial y forestal. Además de la industria azucarera como se conoce históricamente, hay un potencial en otras agroindustrias como el café, el arroz y la producción de aceite de palma, entre otros.

Para el eje ambiental se busca una alineación entre las metas regionales propuestas en la EES-SICA 2030 con los compromisos nacionalmente determinados, cuya primera actualización se debe entregar en 2020 como parte del Acuerdo de París. También toma en cuenta la vulnerabilidad de los países de la región (cinco de los países de la región están catalogados entre los 20 más vulnerables a escala mundial) y su necesidad de integrar acciones de resiliencia y adaptación junto con medidas de reducción de emisiones. En el eje social, la universalización de los servicios modernos de energía constituirá un hito fundamental para el abatimiento de la pobreza. En el caso de la electrificación rural, tener iluminación y otros servicios básicos incrementará la resiliencia de las poblaciones. De igual forma, las mujeres, niños y niñas, al disminuir el tiempo destinado a la recolección de la leña, también reducirán su vulnerabilidad. Adicionalmente, el uso de energías renovables y adopción de medidas de eficiencia energética ayudarán no solo a la reducción de emisiones, sino también a mejorar la productividad.

En cuanto al género (ODS 5), se busca una alineación con la Política Regional de Igualdad y Equidad de Género del Sistema de la Integración Centroamericana (PRIEG/SICA), sobre todo en sus ejes de autonomía económica y gestión y prevención integral de riesgo de desastres. Se contempla el papel primordial de la mujer en el involucramiento para los esfuerzos de electrificación rural, al ser la usuaria principal de la energía en el hogar, además de su involucramiento en cadenas productivas de valor debido a nuevos usos productivos a través de la generación de energía renovable. El papel de la mujer también se considera para la gobernabilidad y administración de los sistemas de generación distribuida o individual, sobre todo en zonas aisladas. Con respecto a la integración energética, las líneas prioritarias son las siguientes:

- Continuar apoyando el crecimiento y consolidación del Mercado Eléctrico Regional (MER) del Sistema de Interconexión de los Países de América Central (SIEPAC). Actualmente, algunos países cuentan con márgenes de reserva significativos (capacidad efectiva menos demanda, durante todo el año) que les permiten a sus agentes ofrecer sus excedentes para exportación al MER. No obstante, la reducción de la capacidad en varios tramos de la línea regional del SIEPAC y el atraso de muchas obras de transmisión nacional (lo que se ha llamado los refuerzos nacionales) han limitado en forma drástica las transacciones internacionales de electricidad. Por esa razón, los refuerzos nacionales y el segundo circuito del SIEPAC constituyen proyectos prioritarios. Además de mejorar la seguridad de suministro, la recuperación de la capacidad de transmisión del SIEPAC también posibilitará obtener importantes beneficios económicos (reducción de precios y costos de la energía eléctrica).
- La abundancia de fuentes renovables de energía (FRE) en los países del SICA, las positivas perspectivas derivadas del abatimiento de los precios y costos de las energías variables (solar y eólica), el surgimiento de otras tecnologías con características disruptivas, pero sobre todo la exitosa historia integracionista (plasmada quizá entre sus mejores ejemplos en el SIEPAC y la paulatina conformación de un mercado eléctrico regional) constituyen sólidos antecedentes para continuar impulsando el corredor centroamericano de energías limpias (CECCA). Para avanzar en esa iniciativa, se requerirían estudios y propuestas de modificaciones al diseño del MER y sus reglamentaciones para facilitar el comercio y transacciones de energía renovable, así como para provocar una mayor atracción de inversiones para el desarrollo de estas energías. También se requerirían algunas readecuaciones a los marcos legales y regulatorios nacionales de las renovables, así como las correspondientes interfases regulatorias con el MER. Todo ello quizá constituirá el principal reto de la integración energética para el SICA, que podría ser la columna vertebral al deseo de buscar

articulaciones en las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) de los países, a partir de las sinergias en el sector energía, para construir la primera meta regional del sector energético de las Américas. El salto cualitativo en el mercado regional que plantea la EES-SICA 2030 sería impulsar el desarrollo conjunto de proyectos regionales de generación, compartiendo reservas y bajando costos de abastecimiento para viabilizar el aprovechamiento de economías de escala en proyectos hidroeléctricos.

- En el caso del gas natural (GN), este combustible ingresa al MER a partir de proyectos en Panamá y en El Salvador. Una nueva línea de acción clara es el análisis de la introducción del GN en la matriz energética de los países centroamericanos de forma integral, fundamentalmente para generación eléctrica, uso industrial y transporte. Un tema central para avanzar con esta línea estratégica del GN es la elaboración de marcos regulatorios. Las complementariedades con la República Dominicana, que utiliza este energético desde 2003, son muy claras y permiten mucho espacio de cooperación horizontal.
- En cuanto a combustibles derivados de petróleo, se deben continuar y concretar los esfuerzos de actualización y armonización de normas técnicas para tener especificaciones acordes con los productos disponibles en los mercados internacionales, que permitan satisfacer las necesidades de las nuevas tecnologías del transporte y las metas de reducción de contaminación en las ciudades. La optimización del uso de la infraestructura portuaria y de almacenamiento de derivados de petróleo puede ser otras de las líneas de avance en la cooperación regional en el tema de los hidrocarburos, desarrollando sistemas de logística y transporte que permitan reducir los costos operativos del abastecimiento.

La EES-SICA 2030 plantea el desarrollo de un conjunto de estudios básicos, sobre todo para generar información para formular y ejecutar un plan regional de inversiones, que debe complementar y potenciar las inversiones nacionales de cada país. Entre estos estudios se consideran los balances de usos finales y energía útil por sectores y subsectores de consumo; desarrollo de recursos renovables y combustibles alternativos, y eficiencia energética y energías alternativas en transporte (incluyendo las iniciativas de electromovilidad e innovación tecnológica en los sectores productivos y el subsector eléctrico).

El SICA, a través del Consejo de Ministros de Energía (CME) y sus órganos (la Unidad de Coordinación Energética, UCE-SICA, y las Reuniones de Directores de Energía y de Hidrocarburos), tiene el desafío de plantear una estrategia energética incluyente que permita potenciar las complementariedades y sinergias entre los países para lograr el cumplimiento del ODS 7 en 2030, y a la vez, asegurar que la energía coadyuve a la sostenibilidad económica, social y ambiental del desarrollo, específicamente a cada uno de los otros 16 ODS planteados en la Agenda 2030. La Estrategia Energética es un proceso virtuoso de cohesión de las estrategias y planes energéticos nacionales, que reconoce las diferencias entre países. Por ejemplo, para la meta cocción limpia, se parte de que el objetivo es lograr un ambiente limpio en el interior de los hogares, lo que se alcanzará a partir del uso de tecnologías modernas: estufas de leña eficientes y limpias, estufas a GLP y estufas eléctricas, incluyendo las de inducción. Las primeras jugarán un papel muy importante en las zonas rurales de Guatemala, Honduras y Nicaragua, en tanto las estufas de inducción podrían ser la llave para la eliminación del uso del GLP en las principales ciudades de Costa Rica.

La gradualidad y las velocidades de penetración de esas tecnologías son diferentes en cada país. En el caso de la universalización del servicio de energía eléctrica, se reconoce que esta se logrará en las zonas rurales con una mezcla de niveles de acceso 3, 4 y 5 (Tiers 3, 4, 5). En los casos de Guatemala, Honduras y Nicaragua, el nivel 3 se acepta como una opción inicial para una

porción pequeña de viviendas ubicadas en zonas muy remotas y permite el uso de pequeños electrodomésticos y un mínimo de 8 horas de autonomía para iluminación de ambientes, televisión y entretenimiento básico (hasta 1464 kWh/año). El nivel 4 permite los usos adicionales de refrigerador, lavadora y plancha, tiene una autonomía mínima de 16 horas y un consumo promedio de entre 1464 y 2267 kWh/año, lo que permite usos productivos de la electricidad. Finalmente, el nivel 5 permite el uso de aire acondicionado, con autonomía de al menos 23 horas y un consumo mayor a 2267 kWh.

La UCE-SICA deberá diseñar e implementar un sistema de MRV (medición, reporte y verificación), para monitorear de manera continua el avance de la estrategia energética y la marcha de ejes relevantes de los planes nacionales de energía de los países. De igual forma, deberá conducir las acciones prioritarias para la integración y desarrollo energético de la región, que han quedado sintetizadas en los 14 grandes temas de convergencia siguientes: i) manejo de datos; ii) educación; iii) diversificación de la matriz energética (hidrocarburos y combustibles fósiles); iv) diversificación de la matriz energética (fuentes nuevas y renovables de energía); v) energía y cambio climático; vi) nexos energéticos (nexo agua-energía-alimentos); vii) acceso a la energía; viii) integración regional; ix) sector transporte; x) normativa y estandarización; xi) uso racional y eficiente de la energía; xii) redes inteligentes; xiii) financiamiento, y xiv) desarrollo institucional.

La EES-SICA 2030 está dividida en cinco capítulos. En el capítulo I se describe el entorno internacional y regional, repasando los diversos compromisos internacionales y regionales en materia energética y ambiental. En el capítulo II se resume el contexto socioeconómico y energético de los países de la región del SICA, proporcionando el marco para la EES-SICA 2030 a través de dos ejes prioritarios y dos ejes transversales. En el capítulo III se describen los ODS, vinculando la estructura de la EES-SICA 2030 y sus ejes con los otros 16 ODS, maximizando sinergias e identificando barreras de implementación. En el capítulo IV se presenta un análisis cuantitativo para el acceso universal a energías modernas para cocción y energización presentando varios escenarios para ambos casos. En el caso de las energías renovables y la eficiencia energética, se abordan los sectores de transporte, industria y generación eléctrica, tomando en cuenta todas las fuentes de generación, tanto renovable como no renovable. Finalmente, en el capítulo V se presenta la Hoja de ruta a seguir, tomando en cuenta la matriz de acciones de prioridades del sector energético de cada país. De esta manera, se establecen las diferentes metas para cada actividad.

Las actividades de la Estrategia incluyen el seguimiento al “Plan Sectorial de Energía del SICA para enfrentar la crisis del COVID-19”, aprobado en mayo de 2020, que propone medidas y acciones de corto plazo (3 a 36 meses) para mitigar los impactos de la pandemia de COVID-19 en el sector energía y evitar que los efectos de esa pandemia pongan en riesgo la sostenibilidad de dicho sector. Se incluyen siete anexos técnicos que complementan temas específicos de la Estrategia, entre ellos, el avance de la anterior Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, los resultados recientes del sector energía en cada país, la estimación de las reservas de energía, catálogos y carteras de proyectos y un breve resumen de la situación de las principales tecnologías renovables y de la transición energética, así como las siglas y unidades de medida que se utilizan en el documento.

# Capítulo I

## El entorno internacional y regional

### A. Naciones Unidas: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

#### 1. Antecedentes

La Reunión Plenaria de Alto Nivel de la Asamblea General de las Naciones Unidas para la adopción de la Agenda de desarrollo pos-2015 se llevó a cabo en Nueva York, del 25 al 27 septiembre de 2015. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Este plan será implementado por todos los países y partes interesadas mediante una alianza de colaboración. La magnitud y ambición de este nuevo programa universal quedaron plasmados en 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas, que están integradas y son indivisibles. Los objetivos y metas se relacionan con las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.

“Los nuevos Objetivos y metas entraron en vigor el 1 de enero de 2016, y guiarán las decisiones que tomarán las naciones en los siguientes quince años. Todos los países trabajarán para implementar la Agenda a niveles regionales y globales, teniendo en cuenta las diferentes realidades, capacidades y niveles de desarrollo nacionales, incluidas las políticas y prioridades de cada país. Los gobiernos también reconocen la importancia de las dimensiones regionales y subregionales, la integración económica regional y la interconectividad en el desarrollo sostenible. Los marcos regionales y subregionales pueden facilitar la traducción efectiva de las políticas de desarrollo sostenible en medidas concretas a nivel nacional” (UN HABITAT, 2016, pág. 2).

“El lento crecimiento económico mundial, las diversas desigualdades sociales, económicas y la degradación ambiental que son característicos de la realidad actual presentan desafíos sin precedentes para la comunidad internacional. La humanidad se enfrenta a un cambio de

época: la opción de continuar con los mismos patrones de producción, energía y consumo ya no es viable, lo que hace necesario transformar el paradigma de desarrollo dominante en uno que conduzca por la vía del desarrollo sostenible, inclusivo y con visión de largo plazo.

Este cambio de época es necesario en el caso de América Latina y el Caribe, que no es la región más pobre del mundo, pero sí la más desigual. Si bien la desigualdad existe en todo el mundo, constituye una especial limitación para alcanzar el potencial de la región. Las brechas que se enfrentan son estructurales: escasa productividad y una infraestructura deficiente, segregación y rezagos en la calidad de los servicios de educación y salud, persistentes brechas de desigualdad de género y desigualdades territoriales y con respecto a las minorías, y un impacto desproporcionado del cambio climático en los eslabones más pobres de la sociedad.

Frente a estos desafíos, los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas, junto con un gran número de actores de la sociedad civil, el mundo académico y el sector privado, entablaron un proceso de negociación abierto, democrático y participativo, que resultó en la proclamación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con sus Objetivos de Desarrollo Sostenible, en septiembre de 2015. La Agenda 2030, así como la Agenda de Acción de Addis Abeba de la Tercera Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo y el Acuerdo de París sobre cambio climático, aprobados por todos los Estados Miembros también en 2015, presentan una oportunidad sin igual para nuestra región”.

“La Agenda 2030 es una agenda transformadora, pone a la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos naturales extremos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático” (CEPAL, 2016a, pág. 7).

## 2. Descripción

Los ODS se desagregan en 17 Objetivos (véase el recuadro I.1), acompañados de 169 metas. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus metas son de carácter integrado e indivisible, de alcance mundial y de aplicación universal, tienen en cuenta las diferentes realidades, capacidades y niveles de desarrollo de cada país y respetan sus políticas y prioridades nacionales. Si bien las metas expresan las aspiraciones a escala mundial, cada gobierno fijará sus propias metas nacionales, guiándose por la ambiciosa aspiración general, pero tomando en consideración las circunstancias del país. Cada gobierno decidirá también la forma de incorporar esas aspiraciones y metas mundiales en los procesos de planificación, las políticas y las estrategias nacionales. Es importante reconocer el vínculo que existe entre el desarrollo sostenible y otros procesos pertinentes que se están llevando a cabo en las esferas económica, social y ambiental (Asamblea General de las Naciones Unidas, septiembre 2015).

### Recuadro I.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible<sup>a</sup>

1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo.
2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades.
4. Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
5. Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
7. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.
  - 7.1 De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.
  - 7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.
  - 7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética:
    - 7.a De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias.
    - 7.b De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.
8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
10. Reducir la desigualdad en los países y entre ellos.
11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos<sup>b</sup>.
14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas.
17. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Fuente: Asamblea General de las Naciones Unidas, septiembre de 2015.

<sup>a</sup> El objetivo de desarrollo 7 se ha desglosado en sus correspondientes metas, por tratarse del ODS vinculador con la Estrategia Energética Sustentable SICA 2030.

<sup>b</sup> Reconociendo que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático es el principal foro intergubernamental internacional para negociar la respuesta mundial al cambio climático.

## B. La preocupación ambiental: cambio climático

### 1. El Acuerdo de París

El Acuerdo de París, alcanzado dentro del contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), establece medidas para reducir las emisiones de GEI a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del calentamiento global. Su aplicabilidad comenzaría en 2020, cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto. El acuerdo fue aprobado durante la XXI Conferencia de las Partes 21 sobre Cambio Climático y abierto para firma el 22 de abril de 2016, durante la celebración del Día de la Tierra. El Acuerdo tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello se deberá (artículo 2):

- Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.
- Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de GEI, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de GEI.

Se establece (artículo 6) un mecanismo para contribuir a la mitigación de las emisiones de GEI y apoyar el desarrollo sostenible, que funcionará bajo la autoridad y la orientación de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las partes en el acuerdo y podrá ser utilizado por las partes a título voluntario. El mecanismo será supervisado por un órgano que designará la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las partes en el acuerdo, y tendrá por objeto:

- Promover la mitigación de las emisiones de GEI, fomentando al mismo tiempo el desarrollo sostenible.
- Incentivar y facilitar la participación en la mitigación de las emisiones de GEI de las entidades públicas y privadas que cuenten con la autorización de las partes.
- Contribuir a la reducción de los niveles de emisión en las partes de acogida, que se beneficiarán de actividades de mitigación por las que se generarán reducciones de las emisiones que podrá utilizar también otra parte para cumplir con su contribución determinada a escala nacional.
- Producir una mitigación global de las emisiones mundiales.

En el artículo 9 se establece que:

- Las partes que son países desarrollados deberán proporcionar recursos financieros a las partes que son países en desarrollo para prestarles asistencia tanto en la mitigación como en la adaptación, y seguir cumpliendo así sus obligaciones en virtud de la Convención. Se alienta a otras partes a que presten o sigan prestando ese apoyo de manera voluntaria.
- En el marco de un esfuerzo mundial, las partes que son países desarrollados deberían seguir encabezando los esfuerzos dirigidos a movilizar financiación para el clima a partir de una gran variedad de fuentes, instrumentos y cauces, teniendo en cuenta el importante papel de los fondos públicos, a través de diversas medidas, como el apoyo

a las estrategias controladas por los países, y teniendo en cuenta las necesidades y prioridades de las partes que son países en desarrollo. Esa movilización de financiación para el clima debería representar una progresión con respecto a los esfuerzos anteriores.

- En el suministro de un mayor nivel de recursos financieros se debería buscar un equilibrio entre la adaptación y la mitigación, teniendo en cuenta las estrategias que determinen los países y las prioridades y necesidades de las partes que son países en desarrollo, en especial de las que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático y tienen limitaciones importantes de capacidad, como los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, y tomando en consideración la necesidad de recursos públicos y a título de donación para la labor de adaptación.

Las contribuciones que cada país individual puede establecer para conseguir el objetivo global están determinadas por todos los países individualmente y se denominan contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, Nationally Determined Contributions). Cada país estableció el nivel de las NDC definiendo sus propios objetivos. No obstante, las contribuciones no son obligaciones similares a la legislación internacional, ni tienen la especificidad de carácter normativo o lenguaje obligatorio necesario para crear normas que hay que cumplir. Además, no habrá mecanismo para forzar a un país a establecer un objetivo en su NDC para una fecha concreta, ni la ejecución si el objetivo establecido no se alcanza. Habrá solamente un sistema "nombre y deshonra" o "nombre y estímulo".

Hasta el 4 de noviembre de 2016 este instrumento internacional había sido firmado por 97 partes, lo que comprende 96 países firmantes individualmente y la Unión Europea, que ratificó el acuerdo el 5 de octubre de 2016. De esta manera se cumplió la condición para la entrada en vigor del acuerdo (artículo 21.1) al ser ratificado por más de 55 partes que suman más del 55% de las emisiones globales de GEI. El 1 de junio de 2017, el presidente Donald Trump anunció el retiro de los Estados Unidos de este acuerdo, dadas sus promesas de campaña en pro de los intereses económicos de la nación. Todos los demás países del mundo, con el liderazgo en gran medida de la Unión Europea y China, reiteraron su compromiso y comunicaron que no se iban a retirar del acuerdo, aunque los Estados Unidos lo hiciesen. Los países latinoamericanos que más se habían involucrado en la consecución de los objetivos fijados en el acuerdo expresaron su preocupación por la reducción de transferencia de tecnología y financiación internacional que supondría la retirada de los Estados Unidos para su proceso de transición energética. El estatus al 21 de octubre de 2018 indica que, de los 195 firmantes, hubo 170 ratificaciones, seis aprobaciones y dos aceptaciones<sup>1</sup>.

## 2. El Fondo Verde para el Clima (GCF)

El Fondo Verde para el Clima (Green Climate Fund, GCF, por sus siglas en inglés) es un nuevo fondo mundial creado para apoyar los esfuerzos de los países en desarrollo para responder al desafío del cambio climático. El GCF ayuda a los países en desarrollo a limitar o reducir sus emisiones de GEI y adaptarse al cambio climático, y busca promover un cambio de paradigma hacia el desarrollo de bajas emisiones y resiliencia frente al cambio climático, teniendo en cuenta las necesidades de las naciones que son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático. Fue creado en 2010 por los 194 países que son partes en la Convención Marco

---

<sup>1</sup> El texto del Acuerdo de París se encuentra disponible en la página Naciones Unidas sobre tratados [en línea] <https://treaties.un.org/>.

de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), como parte del mecanismo financiero de la Convención para dicho Fondo. Su objetivo es ofrecer cantidades iguales de financiación a la mitigación y la adaptación del cambio climático, a la vez que se rige por los principios y disposiciones de la Convención.

Cuando se alcanzó el Acuerdo de París en 2015, al GCF se le dio un papel importante al servicio del Acuerdo para apoyar el objetivo de mantener el cambio climático muy por debajo de los 2 °C. La respuesta al desafío climático requiere la acción colectiva de todos los países, incluidos los sectores público y privado. Entre estos esfuerzos concertados, las economías avanzadas han acordado movilizar conjuntamente recursos financieros significativos. Provenientes de una variedad de fuentes, estos recursos abordan las apremiantes necesidades de mitigación y adaptación de los países en desarrollo. El GCF lanzó su movilización inicial de recursos en 2014 y rápidamente reunió solicitudes por valor de 10.300 millones de dólares. Estos fondos provienen principalmente de países desarrollados, pero también de algunos países en desarrollo, regiones y una ciudad (París).

Las actividades de cooperación internacional están alineadas con las prioridades de los países en desarrollo a través del principio de la propiedad de un país y el GCF ha establecido una modalidad de acceso directo para que las organizaciones nacionales y subnacionales puedan recibir financiación directamente y no solo a través de intermediarios internacionales. El GCF presta especial atención a las necesidades de las sociedades altamente vulnerables a los efectos del cambio climático, en particular los países menos desarrollados (LCD), los pequeños Estados insulares en desarrollo y los Estados africanos. El objetivo del GCF es catalizar un flujo de financiamiento del clima para invertir en desarrollo de baja emisión y resistencia al clima, impulsando un cambio de paradigma en la respuesta global al cambio climático. La innovación es utilizar la inversión pública para estimular las finanzas privadas, buscando catalizar los fondos y multiplicar el efecto de su financiamiento inicial abriendo mercados a nuevas inversiones. Las inversiones del fondo pueden ser en forma de subvenciones, préstamos, acciones o garantías<sup>2</sup>.

En 2018, de los 10.300 millones de dólares solicitados, fueron comprometidos 4.600 millones de dólares en 93 proyectos; de estos 20 corresponden a América Latina y el Caribe (ALC) de los que 1.600 millones de dólares están en proceso de implementación<sup>3</sup>. Hasta el 31 de enero de 2020, el Fondo Verde del Clima ha financiado ocho proyectos en los países de la región del SICA. Honduras, Belice y Guatemala tienen proyectos de adaptación y El Salvador tiene un proyecto de adaptación y uno enfocado en el sector energía. Los otros proyectos son regionales, abarcan todos o una parte de los países de la región del SICA o de América Latina y están enfocados en adaptación y financiamiento de energía renovable y eficiencia energética.

## C. Marco político y económico internacional

### 1. El contexto sociopolítico: el resurgimiento de los nacionalismos, el freno a la globalización y la búsqueda de nuevos modelos de desarrollo

Se está observando a escala mundial una tendencia que pareciera marcar el rumbo hacia un retorno de los nacionalismos, como contraposición de la globalización. Los casos del Reino Unido y de los Estados Unidos, países que se encontraban entre los líderes de la ola globalizadora,

<sup>2</sup> Véanse los avances y publicaciones del Fondo Verde del Clima [en línea] <https://www.greenclimate.fund/>.

<sup>3</sup> Véase el estado de los proyectos del Fondo Verde del Clima [en línea] [https://www.greenclimate.fund/projects?f\[\]=field\\_region:320](https://www.greenclimate.fund/projects?f[]=field_region:320).

mostraron como el nacionalismo logró pasar por encima de la tendencia general, llevando respectivamente al Brexit<sup>4</sup> en el primer país y a la elección de Donald Trump en el segundo. Aunque el planteamiento inicial del Brexit fue por el lado de las reivindicaciones económicas y la protección de las economías nacionales (con sus pretendidos efectos sociales, como por ejemplo sobre el empleo), los principales argumentos utilizados en su favor fueron la "recuperación del control" sobre los asuntos nacionales (en particular el control sobre la migración y las fronteras) y los beneficios y costos de continuar perteneciendo a la Unión Europea<sup>5</sup>.

Sin duda la globalización y las reformas neoliberales llevadas a cabo en las dos últimas décadas del siglo XX tuvieron efectos positivos para el desarrollo económico, pero también propiciaron inequidades sociales y la destrucción del tejido social, dejando mayor desigualdad social y pobreza. Mientras esta problemática no se aborde de manera eficaz, la apelación a discursos nacionalistas extremos continuará creciendo en el mundo. En muchos países la ciudadanía está dispuesta a sacrificar importantes grados de libertad y democracia a cambio de mayor bienestar material y seguridad. En el caso de los Estados Unidos, las medidas pueden afectar a los países de América Latina y el Caribe atendiendo a que ese país es su mayor socio comercial. En las medidas tomadas se aprecian ciertas tendencias al nacionalismo y la reducción de la importancia de los espacios económicos regionales o subregionales. Las repercusiones de estas tendencias incipientes en América Latina, en particular en la región del SICA son difíciles de visualizar en estos momentos, pero sin duda deben tomarse en cuenta. A continuación, se citan los principales procesos observados en el trienio 2017-2019, con énfasis en los que tendrán mayores implicaciones en América Latina y en los países del SICA.

#### a) *La salida de los Estados Unidos del Acuerdo de París*

De manera congruente con los ofrecimientos realizados durante su campaña, en junio de 2017, el presidente de los Estados Unidos anunció el retiro de las actividades relacionadas con el Acuerdo de París, por considerar que dicho Acuerdo dañaba la economía de su país y perjudicaba a sus empresas y trabajadores (Zhang y otros, 2017). De acuerdo con las reglas del Acuerdo, ningún país puede dar notificación de su salida antes de tres años de su ratificación y, por ende, será hasta noviembre de 2020 cuando sea efectiva la salida de los Estados Unidos. Este país ya no será parte de la COP26 y participará solo como observador. Aunque se encuentra en un proceso de salida, los Estados Unidos continuó con voz y voto en las negociaciones de las COP22 hasta la COP25, muchas veces pese a la oposición de países en desarrollo y los más vulnerables.

Si bien la salida de los Estados Unidos dejará un gran vacío por ser el segundo emisor más grande de emisiones, la participación a nivel subnacional ha sido importante con la creación del US Climate Action Network<sup>6</sup>, formado por estados, ciudades, universidades, empresas del sector privado, ONG y sociedad civil, y que tiene como meta cumplir con los compromisos entregados por el país dentro de los compromisos nacionalmente determinados (NDC). Ello se manifiesta en

<sup>4</sup> "Brexit" es una abreviatura del término en inglés *British exit* que se refiere a las acciones para que el Reino Unido abandone la Unión Europea. Tras un referéndum celebrado en junio de 2016, se inició el proceso de salida que finalizó el 31 de enero de 2020. Con ello concluye el compromiso de aceptación de las llamadas "cuatro libertades fundamentales" (la libre circulación de trabajadores, mercancías, servicios y capitales) y se inicia un período de transición en donde se negociarán los términos de la nueva relación con la UE.

<sup>5</sup> Durante el período 2001-2020 la Unión Europea (UE) experimentó una serie de eventos muy perjudiciales, entre ellos la crisis económica de 2008, la volatilidad de la moneda (el euro) y las medidas poco efectivas para protegerlo luego de esa crisis, el reposicionamiento de la Federación de Rusia, varios ataques terroristas de grupos extremistas y una crisis migratoria originada por conflictos en África y el medio oriente. Estos sucesos crearon fuertes movimientos en contra del orden político-económico, que provocaron sentimientos adversos en contra de la integración europea, no solo en el Reino Unido (Riley, 2016).

<sup>6</sup> USCAN Climate Action Network [en línea] [www.usclimatenetwork.org](http://www.usclimatenetwork.org).

el crecimiento exponencial en la participación subnacional y también a escala mundial, ya que esta red es un capítulo del Climate Action Network, que incluye la participación de otros países.

La pasada COP25 (Madrid) tenía el objetivo de finalizar las reglas del Acuerdo de París<sup>7</sup> pero algunos países, tomando como ejemplo la iniciativa de los Estados Unidos de priorizar crecimiento económico, no permitieron que se llegara a las reglas de un mercado de carbono. Aun con esa situación, la COP25 tuvo algunos logros importantes, entre ellos un acuerdo sobre género<sup>8</sup>. Se espera que durante la Reunión de Cambio Climático Intersesional, en junio de 2020, se finalice el libro de reglas con un acuerdo sobre el mercado de carbono.

El actual proceso electoral en los Estados Unidos (que finalizará en noviembre de 2020) podría resultar en la victoria de un candidato que apoye el reingreso del país al Acuerdo de París a partir de 2021. Mientras tanto, en los Estados Unidos, se prevé que continúen los esfuerzos a escala subnacional para el cumplimiento del Acuerdo de París, desligándose de las acciones del gobierno federal. Lo anterior representa un panorama complicado, ya que las necesidades de adaptación en países vulnerables y en desarrollo, incluyendo las de los países de la región del SICA, se incrementarán. Ante ello, los países deberán redoblar los esfuerzos y el nivel de ambición de los NDC.

#### ***b) Proteccionismo y nueva estrategia para negociar la revisión de acuerdos de libre comercio***

Con el objetivo de lograr un balance en sus negociaciones comerciales, la administración de los Estados Unidos que comenzó en enero de 2017 ha impulsado políticas que priorizan los intereses nacionales y la plena armonía con la estrategia de seguridad nacional del país. El multilateralismo ha sido criticado por supuestas consecuencias negativas para el mercado interno y se han llegado a adoptar medidas unilaterales comerciales para proteger intereses nacionales en materia comercial. Esto ha representado un cambio muy drástico comparado con la política comercial liberal tradicional que caracterizó a las anteriores administraciones y pone de manifiesto una nueva visión con respecto a las ventajas del proteccionismo para lograr la prosperidad y el fortalecimiento nacional.

Sobre esa base se planteó el retiro de los Estados Unidos de la Asociación Transpacífica (TPP<sup>9</sup>, orden firmada el 23 de enero de 2017), la renegociación de los acuerdos comerciales con México y el Canadá, y con la República de Corea (KORUS)<sup>10</sup>, el bloqueo del nombramiento de los miembros del Órgano de Apelación de la Organización Mundial del Comercio (OMC)<sup>11</sup> y los aranceles sobre el acero y el aluminio en el comercio con China. En los primeros meses de 2020 se iniciarán las actividades del proceso electoral en los Estados Unidos, que podría desembocar

---

<sup>7</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, diciembre de 2019” [en línea] <https://unfccc.int/es/cop25>.

<sup>8</sup> Carbon Brief – “Clear on Climate, COP25: Key outcomes agreed at the UN climate talks in Madrid” [en línea] <https://www.carbonbrief.org/cop25-key-outcomes-agreed-at-the-un-climate-talks-in-madrid>.

<sup>9</sup> El Acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica —TPP, por sus siglas en inglés— fue la base de la creación del APEC (Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico), que buscaba la liberalización del comercio y de la inversión. Comprende los países que bordean la cuenca del océano Pacífico (Australia, Nueva Zelanda y los países isleños independientes del Pacífico sur, y en el continente americano incluye al Canadá, México, el Perú y Chile).

<sup>10</sup> El Acuerdo de Libre Comercio entre los Estados Unidos y la República de Corea (conocido como TLC KORUS) fue suscrito en junio de 2007.

<sup>11</sup> Las críticas a este órgano se basan en la falta de cumplimiento de los plazos para la apelación; la utilización de las interpretaciones de dicho órgano como precedente obligatorio y la emisión de opiniones consultivas; estas dos últimas no estarían previstas en los reglamentos, por lo que se podría interpretar como un activismo judicial del referido órgano (Reyes Tagle y otros, 2019).

en un segundo mandato de la administración actual (extendiéndola hasta enero de 2025) o bien que se opte por una opción diferente.

### c) *La guerra comercial con China*

En septiembre de 2019, aduciendo que algún acero estructural proveniente de China violaba las leyes *antidumping* de los Estados Unidos, este país impuso aranceles de hasta 141% al acero estructural chino. Se suscribió un acuerdo cuya fase 1 entró en vigor el 14 de febrero de 2020. China anunció que reducirá a la mitad los aranceles adicionales para algunos productos estadounidenses por valor de unos 75.000 millones de dólares anuales<sup>12</sup>.

### d) *La búsqueda de nuevos pactos sociales*

En los años recientes ha sucedido una serie de estallidos sociales sin precedentes tanto en países desarrollados como en desarrollo que claman por la recuperación del bienestar social. Los de mayor trascendencia han sido los movimientos de Francia (los chalecos amarillos, 2018<sup>13</sup>) y de Chile. En este último, iniciado el 18 de octubre de 2019, se manifiesta un descontento por las deficiencias y limitaciones del modelo político y económico que ha producido un incremento de la desigualdad, un encarecimiento excesivo del costo de la vida con respecto del nivel de ingreso promedio de la población, deficiencias de los sistemas de salud y de pensiones, un sentimiento de descrédito de la democracia como forma de gobierno, el declive de los partidos políticos tradicionales y posibles escándalos de corrupción.

Los grandes temas de debate son la discusión y aprobación de una nueva constitución, el establecimiento de un nuevo pacto social para la construcción de una sociedad menos desigual y el fortalecimiento de la legitimidad de la clase política y de las distintas instituciones, de cara a los próximos procesos electorales (Milet, 2019). El gobierno ha convocado a un referéndum para el 26 de abril de 2020, con objeto de determinar si la ciudadanía está de acuerdo con iniciar un proceso constituyente para generar una nueva constitución y determinar el mecanismo para dicho proceso.

### e) *Cambio de gobierno en México*

El 1 diciembre de 2018 inició en este país una nueva administración que se ha planteado como meta superar los rezagos económicos acumulados en las seis administraciones anteriores (1982-2018), período en el que se llevaron a cabo reformas estructurales de tipo neoliberal<sup>14</sup>, que tenían el propósito de generar un mayor dinamismo en la economía y producir condiciones de riqueza y estabilidad. El nuevo gobierno ha planteado la construcción de un nuevo pacto social capaz de contener y remontar los rezagos económicos y sociales. Para ello ha planteado objetivos nacionales distintos que los instaurados por las administraciones anteriores y un nuevo conjunto de reglas, explícitas e implícitas, de convivencia.

<sup>12</sup> A partir de la tercera semana de 2020, China recortará un arancel punitivo del 10% al 5% y un arancel del 5% al 2,5% como respuesta a los ajustes arancelarios de los Estados Unidos a partir del 14 de febrero de 2020, medida que prevé recortes a los aranceles adicionales por 120.000 millones de dólares en productos importados de China. Se espera que ambas partes puedan seguir cumpliendo el primer acuerdo (El Financiero, 2020).

<sup>13</sup> El movimiento de los chalecos amarillos (*Mouvement des gilets jaunes*) inicialmente se centró en el rechazo generalizado al alza del impuesto sobre el carbono. Constituyó una movilización impulsada a través de las redes sociales con llamadas a protestar contra el alza en el precio de los combustibles, la injusticia fiscal y la pérdida del poder adquisitivo. El movimiento se presenta en los medios de comunicación como espontáneo, transversal y sin portavoz oficial. El movimiento también se extendió, en menor medida, a otros países vecinos, principalmente Bélgica, los Países Bajos, Alemania, Italia y España.

<sup>14</sup> Reformas que dieron paso a privatizaciones y concesiones de servicios, reducción del gasto público, focalización en el gasto social y defensa del libre mercado.

En los aspectos sectoriales, en el energético se plantea el rescate de las empresas estatales (Petróleos Mexicanos y Comisión Federal de Electricidad, Pemex y CFE respectivamente) para que vuelvan a operar como palancas del desarrollo nacional. El marco legal y regulador de este sector no ha sido modificado. Los compromisos de reducción de emisiones establecidos en las leyes de cambio climático y de transición energética siguen vigentes. También se replantean las relaciones con los países de América Latina. Una propuesta concreta es la de impulsar el desarrollo regional con los países del norte de Centroamérica (PNCA, El Salvador, Guatemala y Honduras), que han venido presentando un flujo migratorio creciente hacia el norte.

#### **f) El nuevo tratado de libre comercio México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC)**

Después de un período de dos años de intensas negociaciones (que iniciaron en septiembre de 2018), México, los Estados Unidos y el Canadá ratificaron el T-MEC en diciembre de 2019 y febrero y abril de 2020, respectivamente. El nuevo T-MEC entrará en vigor el primer día de julio de 2020, sustituyendo al anterior tratado de libre comercio. Las adiciones y modificaciones a los capítulos del nuevo tratado implican importantes cambios con respecto al anterior instrumento, especialmente en temas como contenido regional (con un impacto importante en la cadena de suministro y registro de procesos industriales), combate a la corrupción, salarios, ambiente y comercio electrónico. Con ello continuará el proceso de eliminación de barreras arancelarias, incremento del comercio, atracción de inversión extranjera directa y generación de cadenas regionales de valor.

El sector energía tiene un papel importante, no obstante, debe tenerse presente la situación actual de los Estados Unidos, país que prácticamente ha logrado satisfacer su consumo energético interno con producción propia y que, además, se ha convertido en un exportador neto de petróleo. En su conjunto, los tres países del T-MEC representan el mayor mercado de petróleo y gas natural del mundo<sup>15</sup> (BP, 2019). El T-MEC posibilitará una alta integración de los mercados energéticos de los Estados Unidos y el Canadá, y en menor medida, con México. Los países del SICA constituyen la única subregión del mundo con frontera natural terrestre con este gran mercado energético del mundo.

## **2. La visión de la economía global, ¿regreso al proteccionismo?**

Con relación a la coyuntura económica, de acuerdo con la CEPAL, “la expansión que se está produciendo en 2018 refleja fundamentalmente el crecimiento de los Estados Unidos (2,8%), apoyado por el impulso fiscal que debería mostrar signos de agotamiento en 2019, y de China (6,6%), donde también se proyectan tasas de crecimiento menores en 2019. La zona del euro ha ido revisando a la baja los pronósticos de crecimiento hasta una tasa del 2,2%, frente al 2,4% de 2017. En el Reino Unido, al ya mencionado proceso de negociación de la salida de la Unión Europea (Brexit) se suma el aumento de la tasa de interés, lo que llevaría la tasa de crecimiento al 1,5% en 2018 (en comparación con el 1,8% de 2017). En Japón, la capacidad productiva está mostrando ciertas restricciones que explicarían el menor ritmo de expansión en 2018: la tasa de crecimiento se situaría en torno al 1,1%, seis décimas por debajo de la del año anterior” (CEPAL, 2018d, pág. 15).

Asimismo, durante 2018 el Gobierno de los Estados Unidos ha adoptado varias alzas arancelarias, algunas de ellas tienen como destinatario específico a China, en tanto que otras son de alcance más general. Más a mediano plazo, lo que suceda con el volumen del comercio

---

<sup>15</sup> Los países del T-MEC representan el 23,8% y 25,6% del consumo primario petróleo y gas natural respectivamente, lo que es superior a Europa (16,2% y 15,3% respectivamente) y China (13,3% y 6,6% respectivamente) (BP, 2019).

internacional estará vinculado no solo a la evolución de la actividad económica mundial, sino también a las tensiones comerciales y a la dimensión que estas pudieran adquirir. En los últimos meses, el Gobierno de los Estados Unidos ha venido lanzando varias ofensivas arancelarias con el objetivo de reducir su déficit comercial. Estas a su vez han generado distintas reacciones y acciones en represalia por parte de los países afectados, lo que ha configurado un escenario cuya posible escalada de impactos y efectos son complejos de pronosticar.

La escalada proteccionista repercutiría en los flujos de comercio globales y, con ello, en la actividad económica mundial. La magnitud del impacto dependerá de la senda que tomen los conflictos, de cuán generales se vuelvan en cuanto a la cantidad de países involucrados y de la duración que tengan. En un escenario donde regirían las medidas que se anunciaron hasta mediados de junio de 2018, en 2030 el nivel del PIB mundial en términos reales sería un 0,1% inferior al de un escenario base en el que no existieran esas restricciones al comercio. En cuanto a los países que participan en el conflicto, los resultados no son homogéneos. China, por ejemplo, podría ser más desfavorecida y, en 2030, su PIB sería un 1,3% inferior al del escenario base en el que no hay conflicto comercial. El PIB de los Estados Unidos, por su parte, sería solo un 0,3% inferior (CPB Netherlands Bureau of Economic Policy Analysis, 2018<sup>16</sup>). Las medidas proteccionistas no solo afectan los flujos de comercio entre quienes las imponen y quienes están sujetos a ellas, sino que también actúan a través de canales indirectos sobre terceros países que no están directamente involucrados en los conflictos. Esto podría redundar en una desaceleración de los flujos comerciales cuya escala sería mayor que la reducción directa, con el consecuente efecto sobre la actividad económica mundial.

### 3. La crisis sanitaria, social y económica del COVID-19

A partir del segundo trimestre de 2020, la nueva pandemia de coronavirus (COVID-19) ha creado una crisis sanitaria, económica y social mundial sin precedentes. Se trata de una enfermedad altamente infecciosa. A la fecha de este documento (mayo de 2020), no existe ninguna cura, por lo que entre las medidas de prevención para disminuir los contagios está evitar el contacto entre personas a través del distanciamiento físico o social, usar mascarillas y gel a base de alcohol, así como lavarse las manos con agua y jabón de manera frecuente (CEPAL, 2020b).

Debido al alto grado de contagio, muchos países, iniciando por Asia y Europa, comenzaron a cerrar fronteras entre febrero y marzo. Para inicios de marzo, los países de América Latina comenzaron a hacer lo mismo, también tomando otras acciones drásticas como implementar toques de queda y restringir el movimiento entre regiones (estados, zonas y departamentos o provincias) o con base en género o número de identificación u otros mecanismos. La enfermedad fue declarada pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020.

La energía, al ser un insumo básico en toda actividad (industria, comercio, servicios, salud, educación, movilidad, telecomunicaciones, bienestar, ocio, entre otros) ha tenido afectaciones o incidencias inmediatas, por ejemplo, en la producción y consumo de electricidad. Sectorialmente, los efectos han sido mixtos: en las viviendas (el sector residencial) se registra un incremento en el consumo (por el confinamiento, el mandato de permanecer en casa y el teletrabajo), en tanto que en casi todos los otros sectores (industria, comercio, servicios, gobierno), el consumo de electricidad va a la baja.

A escala global se estima que, hasta mediados de abril de 2020, los países que aplicaron un paro total a las actividades no esenciales experimentaron una disminución promedio del 25%

<sup>16</sup> CPB (Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis), Instituto Holandés de Investigación en Economía y Política Internacional. Fue creado en 1945, inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial [en línea] <https://www.cpb.nl/en>.

en la demanda de energía eléctrica, en tanto que en los países que aplicaron un paro parcial, la disminución promedio ha sido del 18%. La demanda de petróleo también se vio fuertemente afectada, principalmente por la reducción de las actividades de transportación terrestre (movilidad) y aérea, actividades que constituyen casi el 60% de la demanda mundial de petróleo<sup>17</sup>. Al cierre del primer trimestre de 2020, el consumo se había reducido en alrededor de un 5%, no obstante, durante las últimas semanas se estima que el transporte terrestre (por carretera y en las ciudades) era casi un 50% inferior al promedio de 2019 y la aviación un 60% inferior. Esas cifras corresponden a datos diarios recopilados para 30 países, que representan más de dos tercios de la demanda mundial de energía (AIE, 2020).

Se estima que la recuperación económica podría alcanzarse hasta los años 2021 o 2022, una vez que los planes de estímulo y medidas contracíclicas adoptadas por los gobiernos surtan efecto. Lo anterior también tendrá un correlato con la recuperación del consumo de energía y en un nuevo balance en los mercados globales, regionales y nacionales de energía. Ello a su vez permitirá retomar la senda para construir un futuro energético seguro y sostenible y responder al gran desafío de la transición hacia las energías limpias.

## D. Los recursos energéticos en el mundo: reservas, producción, consumo y tendencias

### 1. Hidrocarburos y combustibles fósiles

#### a) Petróleo

En las últimas dos décadas los recursos mundiales de petróleo<sup>18</sup> convencional crecieron solo un 2,5%, por debajo del crecimiento de la producción acumulada (3,1%). Los países no pertenecientes a la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) tuvieron comportamientos similares, mientras que la OPEP aumentó sus recursos más que la producción. La relación de la producción con las reservas presenta una situación inversa a la anterior, la OPEP aumentó menos las reservas y los productores no OPEP las aumentaron por encima de la producción. Los productores OPEP controlan el 55% del total de los recursos, mientras que el 45% restante lo disponen un gran número de productores no OPEP, de distinto tamaño y con gran dispersión mundial. El *shale oil* producirá un gran cambio en los países que cuentan con ese recurso en condiciones técnicamente recuperables. La Federación de Rusia es el país más favorecido. Le siguen los Estados Unidos, China y la Argentina, que se ubica junto con la República Bolivariana de Venezuela como otro potencial productor de importancia para América del Sur. El Canadá y México están entre los países favorecidos con *shale oil*, además de los Estados Unidos, por lo que el continente americano tendrá una gran cobertura.

Las reservas probadas de consumo acumulan 52 años de consumo (2018) y el medio oriente continua siendo la región con el mayor porcentaje de esas reservas (46,4%), seguido por América (35,4%, 14,5% en América del Norte y 20,9% en Centroamérica, América del Sur y el Caribe, principalmente en la República Bolivariana de Venezuela); los países de la Comunidad de Estados Independientes (CIS, en inglés, países que emergieron de la ex-Unión Soviética, 8%); África (6,8%) y Asia-Pacífico (2,6%) (BP, 2019).

<sup>17</sup> La reducción de la demanda de petróleo y sus derivados a causa de las medidas de contención del COVID-19 fue el detonador que provocó en los primeros meses de 2020 una guerra de precios y quizá el mayor operativo de la OPEP desde su creación para lograr un recorte en la producción petrolera, que fue alcanzando apenas el 12 de abril de 2020.

<sup>18</sup> CAF/ENERINTER-Estudios Energéticos Consultores (2017).

Los países del SICA son importadores netos de hidrocarburos. Solo Guatemala y Belice tienen una pequeña producción petrolera, destinada mayoritariamente a la exportación. Las economías de estos países muestran una alta dependencia en los hidrocarburos. Los choques petroleros han afectado en forma severa a estos países. El alza en los precios de los hidrocarburos impacta directamente en los costos del sector transporte y este incremento se transmite, en primer lugar, a todas las actividades productivas como la agricultura, la industria y los servicios, y particularmente al comercio, y en segundo lugar, al costo del transporte público y el transporte privado, lo que afecta los ingresos, y en consecuencia el consumo, de la mayor parte de la población. Por esta razón los países del SICA actuaron en forma rápida cuando se dieron las primeras señales de alzas al inicio del ciclo de precios altos del petróleo del período 2003-2013. Las acciones tomadas fueron encaminadas a promover la diversificación de la matriz energética, las energías renovables, la eficiencia energética, los biocombustibles y la cooperación regional. Ello los encaminó a aprobar, en 2007, la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020.

### b) Carbón

El carbón, una fuente de energía intensiva en carbono y el mayor responsable de las emisiones de GEI, ha estado en el centro del debate sobre su incidencia energética en el cambio climático. Un número creciente de países está promoviendo eliminar el carbón en la producción de electricidad. No obstante, al constituir un recurso abundante y asequible en muchas regiones y países, a nivel global continúa siendo la fuente y el combustible preferido para la producción de electricidad, lo que resulta en una tendencia resistente al cambio (AIE, 2018a). En la década de 2000-2010 el consumo de carbón creció a una tasa promedio anual del 4,4% y se redujo al 0,4% en el período 2010-2018. En 2000 la participación global del carbón fue del 25,2%; subió al 29,8% en 2010 y bajó al 27,2% en 2018 (BP, 2019). En buena medida, esa tendencia se explica por el comportamiento de los precios internacionales del petróleo y del gas natural. Las reservas probadas de carbón acumulan 280 años de consumo (2018), que se distribuyen en Asia-Pacífico (42,2%); América del Norte (24,5%); región CIS (17,9%), y Europa (12,8%) (BP, 2019).

El carbón empezó a figurar en la matriz energética de los países centroamericanos en los primeros años del siglo XXI. A raíz de la escalada de precios de los derivados del petróleo que se presentó en el período 2003-2013, todos los países tomaron medidas para impulsar las fuentes renovables de energía, buscando además hidrocarburos y combustibles alternativos a los derivados del petróleo. Dentro de estas últimas medidas, tres países (Guatemala, Panamá y la República Dominicana) tomaron medidas para construir carboeléctricas, como una estrategia para reducir el impacto de los altos precios del petróleo. Estos proyectos empezaron a operar a partir de 2015 (Guatemala), 2018 (Panamá) y 2019 (República Dominicana).

### c) Gas natural

Los recursos totales de gas natural (GN) en las últimas dos décadas crecieron al 1,5%, por debajo del crecimiento de la producción acumulada (3%). Los productores OPEP y no OPEP tuvieron comportamientos similares. Los productores OPEP controlan el 37% del total de los recursos mientras que un gran número de productores no OPEP, de distinto tamaño y con gran dispersión mundial, disponen del 63% restante. Las reservas de la OPEP han repuntado significativamente a partir de 2001. Por su parte, las reservas no OPEP se incrementan a partir de 2007 en forma gradual pero sistemática. Esa evolución implica, dada la relativa baja discrepancia entre las reservas respectivas, que la participación mundial de cada grupo de proveedores oscila en alrededor del 50%. El *shale gas* ha producido un cambio de paradigma en la producción mundial de hidrocarburos y en los mercados energéticos, ya que los Estados Unidos, el mayor consumidor mundial de energía, dejará importar gas en pocos años gracias al aumento de su producción

proveniente de los recursos del *shale gas* y producirá también un gran cambio en los países que cuentan con ese recurso en condiciones técnicamente recuperables tales como China, la Argentina, el Canadá y México, entre otros. Las reservas probadas de gas natural acumulan 51 años de consumo (2018), que se distribuyen en el oriente medio (38,4%), región CIS (31,9%), Asia-Pacífico (9,2%), África (7,3%), América del Norte (7,1%); América del Sur y el Caribe (4,2%) y Europa (2%) (BP, 2019).

En los países del SICA dos países están usando gas natural y un tercer país ha iniciado la construcción de una termoeléctrica que utilizará dicho energético. La República Dominicana utiliza gas natural en una importante central termoeléctrica desde 2000 y en años recientes ha expandido el uso de este hidrocarburo, tanto al transporte como al sector industrial. Panamá inauguró su primera central termoeléctrica a gas natural en agosto de 2018, en tanto que El Salvador inició en 2019 la construcción de su primera termoeléctrica a gas natural. Además de lo anterior, a partir de 2017 en Guatemala se presentan importaciones de energía eléctrica proveniente de México, de una central termoeléctrica a gas natural, de capacidad mediana ubicada en la ciudad de Monterrey. En todos los casos, estas decisiones son tomadas por los países para diversificar su oferta de combustibles y reducir el impacto de los precios de los derivados del petróleo en los precios de la electricidad.

#### **d) Los precios internacionales de los energéticos relevantes**

El petróleo es la principal fuente de energía primaria moderna. Los factores que inciden en el mercado de este energético y sus productos derivados, así como las condiciones particulares de la industria (la logística del suministro, desde las reservas y la exploración, hasta la refinación y el resto de actividades aguas abajo) inciden en la formación y el comportamiento de los precios (volatilidad y tendencias alcistas, estacionarias o decrecientes, de corto, mediano y largo plazos) y en las decisiones de los agentes económicos y en las políticas y planes de desarrollo energético que adoptan los países (tanto los productores y exportadores de hidrocarburos, como los países importadores netos de dichos productos, que es el caso de los países que conforman el SICA).

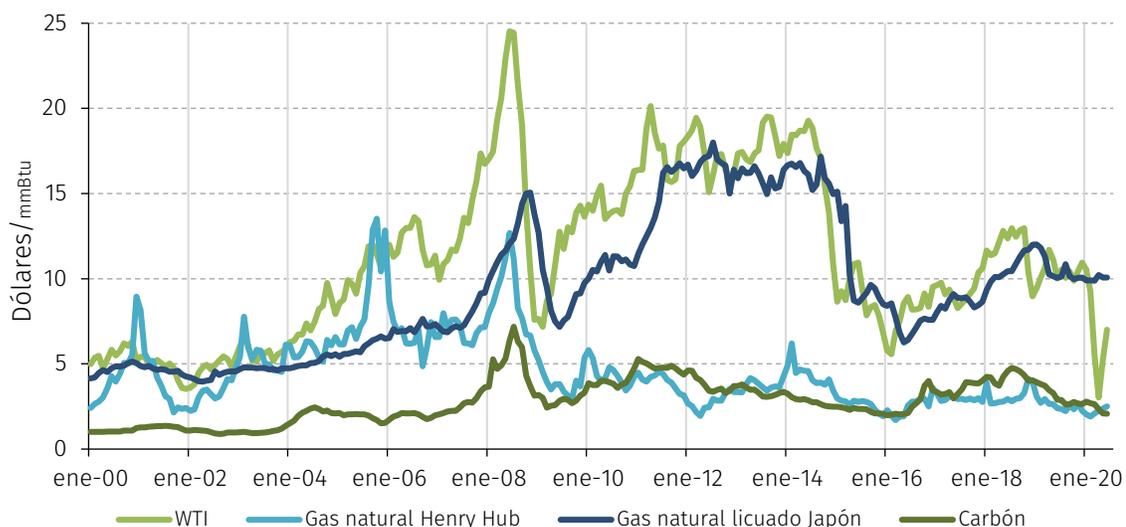
Se reconocen múltiples factores que inciden en los precios del petróleo, entre ellos el agotamiento de las reservas, la disponibilidad del recurso y su costo de acceso, la tasa de utilización de las capacidades de producción, la capacidad de absorción de las economías exportadoras, el crecimiento de la demanda de petróleo, el poder de mercado de algunos operadores, la especulación sobre los mercados, la evolución del precio del dólar y las tensiones geopolíticas (Hanser, 2014). En la conformación de escenarios futuros de precios sobresalen dos puntos de vista: i) el mercado ha sufrido cambios estructurales y los precios bajos del petróleo prevalecerán por un período prolongado; y ii) actualmente se presenta un ciclo más y los precios del petróleo se recuperarán en el mediano plazo (Fattouh, 2016).

Por su carácter dominante y por constituir una industria de mayor desarrollo, con amplia capacidad de comercialización regional y global, el mercado petrolero incide en los precios del gas natural y del carbón, especialmente en las decisiones de nuevos proyectos energéticos. En el caso del gas natural, los mayores volúmenes de las transacciones se hacen por medio de gasoductos. La comercialización de ese producto en forma de gas natural licuado (GNL) requiere que haya infraestructura de compresión y licuefacción (en los puertos de embarque), de regasificación (en los puertos de recepción) y de buques marinos metaneros. De esta manera se explican los marcados diferenciales entre los precios de referencias de este energético.

En el gráfico I.1 se muestra una comparación de precios (con base en el poder energético —calórico— de cada producto, dólares por millón de unidades térmicas británicas (Btu) de los

tres energéticos referidos en sus principales precios marcadores de referencia). Obsérvese cómo, a partir de 2010, el gas natural en su referencia Henry Hub (en la costa del Golfo de México, Erath, Louisiana, Estados Unidos) y el precio del carbón se mantienen en precios muy cercanos, con los precios más bajos (dólares por millón de Btu, mmBtu). Con respecto a las tendencias de los precios futuros del petróleo, los principales organismos y agencias internacionales especializadas en energía coinciden en dar una mayor ponderación a los escenarios globales con crecimientos moderados del petróleo y sus derivados, tanto en los horizontes de mediano plazo (2030) como en los de largo plazo (2040)<sup>19</sup>.

**Gráfico I.1**  
**Mundo: comparación de precios internacionales de petróleo, carbón y gas natural**  
(En dólares /mmBtu)



Fuente: Elaboración propia a partir del World Bank Commodity Price Data (The Pink Sheet), actualizado al 4 de septiembre de 2020.

## 2. Fuentes renovables de energía (FRE)

En 2016, las energías renovables modernas (que no incluyen el uso tradicional de la biomasa) representaron aproximadamente alrededor del 10,4% del consumo de energía primaria moderna (CEPM), con las siguientes participaciones con respecto al CEPM: hidroeléctrica (3,7%); energía térmica renovable (biomasa, usos directos del calor geotérmico y la solar térmica, 4,1%); energías renovables modernas (eólica, solar, geotermoeléctrica, biomasa para cogeneración y producción de biogás, mareomotriz, 1,7%) y biocombustibles para el transporte (0,9%). La participación global de las energías renovables dentro del CEPM ha tenido un modesto incremento en los últimos años, pese al tremendo crecimiento en algunos segmentos renovables, en especial las energías renovables variables (ERV) (REN21, 2018).

<sup>19</sup> Las actualizaciones de escenarios energéticos mundiales realizados por las principales agencias de energía coinciden en señalar que las condiciones globales, incluyendo los aspectos geopolíticos, tienen mayor incidencia en los precios del petróleo. Es decir, los precios del crudo están más influenciados por los mercados internacionales que por los supuestos sobre los recursos internos y los avances tecnológicos, no así en el caso del gas natural. En los escenarios de referencia (crecimiento económico global y un desplazamiento sostenido hacia matrices energéticas bajas en carbono), los precios del crudo se estiman inferiores a 50 dólares por barril hasta 2050 y los de gas natural inferiores a 4 dólares por millón de Btu hasta 2035 (IEA, 2019).

### **a) Hidroelectricidad**

Las regulaciones cada vez más estrictas sobre el ambiente y los impactos de infraestructura como las hidroeléctricas, así como la vigilancia y participación de las poblaciones locales, que también buscan asegurar que no existan afectaciones por la desviación de los caudales, hacen cada vez más complicado el desarrollo de estos proyectos, especialmente en el caso de hidroeléctricas de capacidades mediana y grande. Las dificultades generalmente son mayores en el caso de proyectos binacionales (de los que existen varias propuestas en los países centroamericanos). El crecimiento de conflictos y movilizaciones sociales en contra del desarrollo de nuevas hidroeléctricas ha ido en incremento en todo el mundo. En los países del SICA, la conflictividad social de las hidroeléctricas es alta, especialmente en Guatemala y Honduras.

Un aspecto importante es el relacionado con las actividades para la conservación de las cuencas y en la educación de las comunidades sobre el papel de las hidroeléctricas en la provisión de servicios ambientales. Ello ayudará a aminorar la reacción negativa de las comunidades para nuevos desarrollos hidroeléctricos. Aun con las dificultades señaladas, esta tecnología sigue siendo la de mayor participación en los países del SICA (41%) pero con tendencia a la baja<sup>20</sup>.

### **b) Energía solar y eólica**

En la generación de electricidad a escala mundial, las energías eólicas y solares son las fuentes energéticas con mayor velocidad de penetración. El desarrollo sostenido se ha debido, entre otros factores, a una sustancial reducción de costos que las volvió más competitivas. No obstante, en el caso de la energía solar su uso para calor directo en aplicaciones productivas aún es incipiente. De igual forma, su penetración global en el mercado mundial es sumamente baja, por lo que su potencial de expansión no es muy grande. En el caso centroamericano, la energía eólica y principalmente la energía solar han emergido como tecnologías disruptivas; en 2018 representaron el 9,6% de la producción de electricidad.

### **c) Geotermia**

La geotermia muestra un menor dinamismo que otras fuentes renovables, además de menor difusión en el mundo por la localización de los recursos y el riesgo minero que implica en su prospección, aunque la capacidad instalada mundial ha crecido de manera importante y se ha duplicado desde 1990. Los países con mayor capacidad instalada son los Estados Unidos y Filipinas, y en menor medida Indonesia, Italia, Nueva Zelandia, México, Islandia, El Salvador y Costa Rica. En la subregión SICA seis de los ocho países tienen centrales geotérmicas en operación, que representaron en 2018 el 5,2% de la producción de electricidad. Además de la alta confiabilidad y capacidad de ofrecer potencia firme con altos factores de carga, la geotermia representa una tecnología con bajo impacto ambiental. A diferencia de otros recursos renovables, no se ve afectada (salvo en forma indirecta) por las variaciones meteorológicas y el cambio climático. La innovación, el desarrollo tecnológico y los nuevos esquemas de financiamiento han posibilitado reducir los costos y los riesgos en exploración y explotación de esta tecnología.

### **d) Biomasa**

El uso de la biomasa se divide en dos categorías principales, tradicional y moderno. El uso tradicional se refiere a la combustión de biomasa en formas tales como leña, desechos animales

---

<sup>20</sup> En los países centroamericanos la energía hidroeléctrica representó el 86% (1990), el 57% (2000) y el 50% (2018) de la producción eléctrica nacional.

y carbón vegetal tradicional. Las tecnologías modernas de biomasa incluyen biocombustibles líquidos producidos a partir de bagazo y otras plantas, biorefinerías, biogás producido por digestión anaerobia de residuos, sistemas de calefacción de pellets de madera y otras tecnologías. Alrededor de las tres cuartas partes del uso de energía renovable en el mundo implica bioenergía y más de la mitad del consumo de biomasa tradicional. La bioenergía representó aproximadamente el 10% del consumo total de energía final y el 1,4% de la generación mundial de energía en 2015. Los productos de la bioenergía se pueden quemar directamente para calefacción o generación de energía, o se pueden convertir en sustitutos de petróleo o gas.

#### *i. Biocombustibles*

La producción y el aprovechamiento del biogás a partir de la descomposición de materia orgánica pueden ser utilizados en la cocción de alimentos como sustituto del gas licuado de petróleo y de la leña. Los biocombustibles líquidos (bioetanol y biodiésel), para uso principalmente en transporte, experimentaron un extraordinario desarrollo a escala mundial, sobre todo en la década de 2000. Los mayores productores mundiales son los Estados Unidos y el Brasil, que en conjunto representan más dos tercios de la producción mundial de ambos biocombustibles. Tanto para el biodiésel como para el etanol de maíz o sorgo subsiste el debate y las tensiones permanentes con respecto a la competencia con la producción y el destino para la alimentación humana. En los países del SICA los resultados han sido modestos. Por otra parte, la producción y el aprovechamiento de biogás ha continuado, a paso lento, pero firme.

#### *ii. Cogeneración en procesos industriales*

Se puede obtener energía eléctrica como subproducto del calor residual de la biomasa utilizada en procesos agroindustriales. Además de alimentar los procesos referidos, esta energía puede ser inyectada a las redes de distribución de electricidad. La agroindustria que más ha aprovechado esta cogeneración es la azucarera. En el Brasil alrededor del 8,5% de la electricidad es generada en ingenios azucareros (2018). En los países del SICA esa tecnología representó el 5,1% de la producción de electricidad (2018).

#### *iii. Biomasa tradicional para cocción de alimentos e industrias artesanales*

La biomasa es una fuente primaria de energía principalmente en países en desarrollo (AIE, 2018b). Su principal uso es para cocción de alimentos, pero también se usa en la calefacción y en industrias artesanales. Se estima que alrededor de 2.600 millones de personas en el mundo dependen de la biomasa para la cocción de alimentos. En los países del SICA esa cifra asciende a cerca de 20 millones de personas (alrededor del 80% se ubica en tres países: Guatemala, Honduras y Nicaragua).

### **3. Tendencias globales**

#### *a) Tendencias históricas*

Las principales tendencias históricas globales observadas (sustentadas por evidencia, cifras oficiales registradas por los países) en las últimas décadas, principalmente en el presente milenio se citan a continuación (BP, 2019):

- El consumo de energía primaria moderna (CEPM, combustibles fósiles, energía renovable y energía nuclear) en el mundo ha crecido en forma sostenida en las últimas tres décadas, con tasas de crecimiento promedio anual del 2,6% (2000-2010) y del 5% (2010-2018), por lo que representó 13,86 miles de billones de toneladas de petróleo equivalente (tpe) en 2018, de los que solamente el 41% correspondió a los países de la OCDE (comparado con 58% en 2000).

- La región Asia-Pacífico tuvo el mayor crecimiento en el CEPM con tasas promedio anual del 5,8% (2000-2010) y del 10,6% (2010-2018), y constituye el 43% del consumo de energía primaria moderna global en 2018 (comparado con el 28% en 2000).
- La región de América Latina y el Caribe representa solo una pequeña parte de dicho CEPM (6,4% en 2018, dos décimas menos que en 2000) y registra tasas de crecimiento promedio anual del 2,7% (2000-2010) y del 4,7% (2010-2018).
- Por fuente y tecnologías, la participación mundial en 2018 fue: petróleo y sus derivados 33,6%; carbón 27,2%; gas natural 23,9%; renovables 10,8% (hidroeléctricas convencionales 6,8% y las otras energías renovables 4%), y energía nuclear 4,4%. El petróleo y en menor medida el carbón y la nuclear muestran participaciones declinantes, en tanto que el gas natural y las energías renovables muestran participaciones crecientes.
- La demanda mundial de energía crece más lentamente que el PIB mundial, lo que ha posibilitado una reducción de la intensidad energética (cantidad de energía utilizada para producir una unidad de PIB). Entre 2000 y 2016, la intensidad energética disminuyó alrededor del 1% anual.
- En contraste, la intensidad de carbono en el sector energía (contenido de CO<sub>2</sub> por unidad de energía utilizada) ha permanecido estacionaria.

#### b) *Las tendencias que incidirán en los escenarios energéticos globales futuros*<sup>21</sup>

En un estudio reciente de la Agencia Internacional de Energía (AIE) se analizan las tres principales dimensiones del desarrollo energético (asequibilidad, confiabilidad y sostenibilidad), y se concluye que las tres dimensiones están estrechamente interconectadas y el adecuado balance entre las tres, requiere un enfoque exhaustivo de las políticas energéticas. Por ejemplo, las ERI (eólica y solar fotovoltaica), con el beneficio de representar energía asequible de bajas emisiones, requieren reservas adicionales de capacidad para el funcionamiento confiable de los sistemas eléctricos. En el caso del gas natural, la conformación de un mercado de gas mundial más interconectado (con el desarrollo del mercado del GNL, nuevas rutas<sup>22</sup> y, en algunas regiones, nuevos gasoductos), proveerá nuevas fuentes y rutas de suministro, a la vez que intensificará la competencia entre los proveedores, lo que requerirá nuevos análisis para la evaluación de posibles déficits de suministro en los países (AIE, 2018b).

Si no se introducen cambios en las políticas vigentes (2018), un escenario probable de políticas actuales<sup>23</sup> apunta a lo siguiente:

- El consumo global de energía se incrementará en 25% a 2040, debido al crecimiento demográfico, mejores ingresos y la urbanización. Esta tendencia de incremento en el consumo de energía es atenuada en forma drástica por las mejoras continuas en eficiencia energética. Todo el crecimiento procede de las economías en desarrollo, con la India a la cabeza.

<sup>21</sup> Agencia Internacional de Energía (AIE), 2018b, *World Energy Outlook (Perspectivas de la energía en el mundo)*, Francia, noviembre [en línea] <http://iea.org/weo/>.

<sup>22</sup> Por ejemplo, la ampliación del canal de Panamá (el tercer juego de esclusas se inauguró el 26 de junio de 2016), que ha posibilitado nuevas rutas en los buques metaneros de gran capacidad (*neopanamax*) entre la costa este de los Estados Unidos y Chile, República de Corea, Hong Kong (China) y otros destinos. A fines de 2018 alrededor de 7,5 buques de GNL por semana, con coincidencias de hasta cuatro buques de GNL en un mismo día (véase: Autoridad del Canal de Panamá [en línea] <https://micanaldepanama.com/>). Sobre esa base existe una iniciativa en Panamá para conformar un *hub* de gas natural.

<sup>23</sup> En este tipo de escenarios, referidos generalmente como *business as usual*, se considera una lenta tendencia ascendente de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía de aquí a 2040, una trayectoria muy poco en sintonía con lo que los conocimientos científicos afirman que se necesitará para abordar el cambio climático.

- Un profundo desplazamiento del consumo energético hacia Asia, región que representará la mitad del crecimiento mundial de gas natural, el 60% del aumento de las ERI (eólica y solar), más del 80% del crecimiento de petróleo y más del 100% del incremento del carbón y la energía nuclear (lo anterior se complementa con descensos en las participaciones de otras regiones).
- La revolución del gas de lutita (*shale gas*) y los esquistos seguirá incidiendo en el suministro de petróleo y gas, perfilando a los Estados Unidos como el mayor productor mundial. Este país podría representar más de la mitad del crecimiento de la producción mundial de petróleo y gas para 2025 (y un 75% y 40%, respectivamente, para 2040).
- La generación distribuida de la producción de energía a escala local continuará ganando terreno y la digitalización coadyuvará a la mayor rentabilidad de las tecnologías renovables, en particular las ERI (solar y eólica).
- La convergencia de tecnologías renovables más baratas, las aplicaciones digitales y el papel creciente de la electricidad constituirán el vector crucial de cambio clave para las perspectivas de alcanzar muchos de los objetivos mundiales de desarrollo sostenible (AIE, 2018b).
- Un nuevo proceso de transformación de gran calado de la industria eléctrica, actualmente en su fase inicial, posibilitará una mayor utilización de la electricidad en sectores industriales más ligeros, servicios y tecnologías digitales, coadyuvando al rápido incremento de las fuentes de energía renovables y apoyando los esfuerzos de reducción de emisiones, principalmente las de GEI.
- El consumo de derivados del petróleo por las flotillas de autos alcanzaría su punto máximo a mediados de la década de 2020; no obstante, la industria petroquímica y los transportes de carga, aéreos y marítimos mantendrán el crecimiento de la demanda global de petróleo.
- El gas natural superará al carbón en 2030 para convertirse en el segundo combustible de mayor utilización a escala global. Proporciones mayores de ERI (eólica y solar) y otras energías renovables, como la geotérmica, incidirán en una menor utilización del gas natural.

Escenarios de desarrollo sostenible, con políticas públicas encaminadas a alcanzar los compromisos para detener el cambio climático, en especial los expresados en los correspondientes NDC de los países, requerirán de una amplia transformación del sector de la energía. La industria eléctrica debería acelerar su transformación y las fuentes renovables de energía serán la principal vía para alcanzar el acceso universal a la energía.

Sobre el recurso hídrico (que continúa siendo la tecnología renovable líder), deberá prestarse especial atención a las mayores restricciones al uso del agua y a las crecientes dificultades para obtener los licenciamientos social y ambiental de las futuras hidroeléctricas. Es un tema de particular importancia para los países de la subregión del SICA, en donde varios países tienen un gran potencial teórico de ese recurso sin explotar. En algunos países de esta subregión ya se han alcanzado consensos con horizontes de largo plazo (2050). No obstante, continúa como asignatura pendiente en los países que reportan el mayor rezago en el acceso universal a las energías y los servicios modernos de energía.

## E. La subregión del SICA

El Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) es el marco institucional de la integración de la región centroamericana, constituido, el 13 de diciembre de 1991, por los Estados de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Posteriormente, se adhirieron como miembros plenos Belice en 2000 y, a partir de 2013, la República Dominicana. Su objetivo fundamental es alcanzar la integración bajo la observancia de principios de paz, libertad, democracia y desarrollo. A continuación se resumen los principales antecedentes que se han tenido presentes en la formulación de la Estrategia Energética 2030 de la subregión.

### 1. La preocupación social y ambiental en la región: la ALIDES

El planteo de una política de desarrollo sostenible en la región se remonta a fines de la década de 1980 y comienzos de la década de 1990. La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) es un órgano del SICA creado por los presidentes centroamericanos a fines de 1989, mediante la firma del Convenio Centroamericano para la Protección del Medio Ambiente, que entró en plena vigencia en 1999. Su principal misión es fomentar la integración regional en materia de política ambiental, con el fin de impulsar el desarrollo sostenible regional.

El principal logro del CCAD fue suscribir la Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible (ALIDES), orientada a construir un modelo de desarrollo sostenible desde un enfoque integral, considerando los componentes político, económico, social y ambiental. La Alianza para el Desarrollo Sostenible se firmó en Managua, República de Nicaragua, el 12 de octubre de 1994, en un proceso que convocó tres cumbres presidenciales consecutivas. La iniciativa de la ALIDES fue presentada por los presidentes de la región en la primera Cumbre de las Américas celebrada en Miami y en la que se estableció un acuerdo marco con los Estados Unidos mediante el que se convirtió en el primer socio extrarregional de la ALIDES.

La ALIDES se basa en siete principios fundamentales para lograr el desarrollo sostenible que “prevalecerán en todas las políticas, programas y actividades promovidas por los Estados, individual y conjuntamente, así como por la sociedad civil, en atención a que constituyen la base de los objetivos y compromisos de interés común” (Presidentes de los países centroamericanos, 1994). Los siete principios básicos de la ALIDES son:

- El respeto a la vida en todas sus manifestaciones.
- El mejoramiento de la calidad de la vida humana.
- El respeto y aprovechamiento de la vitalidad y diversidad de la tierra de manera sostenible.
- La promoción de la paz y la democracia como formas básicas de convivencia humana.
- El respeto a la pluriculturalidad y diversidad étnica de la región.
- El logro de mayores grados de integración económica entre los países de la región y de estos con el resto del mundo.
- La responsabilidad intergeneracional con el desarrollo sostenible.

### 2. La integración económica regional

El proceso de integración económica regional comenzó en diciembre de 1960 con la firma del Tratado General de Integración Económica Centroamericana, que tenía como meta el establecimiento de un mercado común centroamericano (MCCA) que se caracterizaría por el libre comercio de mercancías dentro del territorio y el establecimiento de un arancel externo común que tendría como etapas anteriores la Unión Aduanera y la zona de libre comercio.

El Tratado creó (Gobiernos de Centroamérica, 1960):

- El Consejo Económico Centroamericano, compuesto por los Ministros de Economía de cada una de las partes contratantes y un Consejo Ejecutivo integrado por un funcionario propietario y un suplente designados por cada una de las partes signatarias del Tratado
- Una Secretaría Permanente, la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), con carácter de persona jurídica, que lo será a la vez del Consejo Económico Centroamericano y del Consejo Ejecutivo creados por este Tratado.
- El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), que tiene una larga trayectoria en el financiamiento de diversos proyectos específicos e iniciativas de integración económica en la región.

En 1991 los cinco países de Centroamérica y Panamá suscribieron el Protocolo de Tegucigalpa que establece el Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) consolidándolo como el marco institucional de la región y cuyo objetivo principal era alcanzar la integración centroamericana<sup>24</sup>. Actualmente la SIECA es el órgano técnico y administrativo del Proceso de Integración Económica Centroamericana, con personalidad jurídica de derecho internacional. Cuenta con autonomía funcional, sirve de enlace para las acciones de las otras Secretarías del subsistema económico y coordina con la Secretaría General del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).

Un aspecto importante del proceso de integración centroamericana es la conformación de una Unión Aduanera, que al inicio fue aprobada por los presidentes de los cinco países que originalmente pertenecían al Mercado Común Centroamericano (MCCA). La unión entraría en vigor en 2004 pero dificultades de diversa índole impidieron cumplir ese plazo; el proceso continuó después (véase el recuadro I.2).

#### **Recuadro I.2 Unión Aduanera Centroamericana**

Durante la XLIV Reunión de Jefes de Estado y de Gobierno de los países miembros del SICA (Declaración de Placencia), los presidentes de la región instruyeron a los Ministros de la Integración Económica Centroamericana a elaborar una hoja de ruta que contemple tiempos, plazos y responsables para los trabajos conducentes al establecimiento de la Unión Aduanera Centroamericana, de conformidad con el Convenio Marco para el Establecimiento de la Unión Aduanera Centroamericana en sus tres fases fundamentales: libre circulación de bienes y facilitación del comercio, modernización y convergencia normativa, y desarrollo Institucional.

En junio de 2015, el Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO), presentó la hoja de ruta 2015-2025 para avanzar en la Unión Aduanera (COMIECO, 2015). Paulatinamente se ha ido avanzando en esta hoja de ruta y se han dado pasos en varias de las actividades planteadas originalmente (SIECA, 2018). En junio de 2017, Guatemala y Honduras firmaron un acuerdo de unión aduanera al que se unió El Salvador en noviembre de 2018, constituyendo la unión aduanera entre los países del norte de Centroamérica (PNCA), un paso muy importante para la integración regional del comercio.

Fuente: Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO), *Hoja de Ruta para Avanzar en la Unión Aduanera*, junio de 2015, y Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), *Hoja de Ruta de la Unión Aduanera Centroamericana*, información a marzo de 2018, Guatemala.

<sup>24</sup> En 1993 se suscribió el Protocolo al Tratado General o Protocolo de Guatemala con el fin de conformar una Unión Económica Centroamericana.

### 3. Algunos antecedentes de la integración energética en la región

Dentro de ese contexto se desarrolla el largo proceso de integración eléctrica en la región, que comienza prácticamente con el Tratado de Integración Económica en 1960. Los primeros estudios fueron elaborados por la sede subregional de la CEPAL en México, que tuvo una presencia relevante a lo largo de todo el proceso de integración eléctrica. El tratado ha alcanzado logros importantes y es, en esencia, el más relevante dentro de la integración energética en la región. A continuación se resumen los principales avances relacionados con la integración y cooperación energética en la subregión, que se citan en orden cronológico y avance de las iniciativas.

#### a) *El mercado eléctrico regional*

A partir de 1975 se fueron construyendo interconexiones eléctricas binacionales entre varios países de la región, conformados dos bloques regionales aislados entre sí, el norte, conformado por Guatemala y El Salvador, y el sur, integrado por los cuatro países restantes, hasta septiembre de 2002, fecha en que entró en operación la línea de transmisión Honduras-El Salvador, a 230 kV, con lo que se cerró una conexión física desde Guatemala hasta Panamá.

Luego de un proceso de avance de varios años, en 1996 los presidentes de los países de Centroamérica firmaron en la ciudad de Guatemala el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central o Mercado Eléctrico Regional (MER). Este instrumento fue suscrito por los presidentes de los seis países en diciembre de 1996 y posteriormente ratificado por las respectivas asambleas legislativas. El Tratado estableció el marco jurídico regional necesario para la creación del mercado eléctrico regional (MER) y de los organismos regionales que dan apoyo al mismo. Se considera la formación y crecimiento gradual de un MER competitivo (basado en el trato recíproco y no discriminatorio, que contribuya al desarrollo sostenible de la región dentro de un marco de respeto y protección al medio ambiente) y las bases para abrir los mercados nacionales al intercambio regional, tanto en el acceso a la transmisión eléctrica, como a las oportunidades de comprar y vender electricidad entre participantes de los diferentes países.

En cuanto a la equidad social, uno de sus objetivos es propiciar que los beneficios lleguen a todos los habitantes de los países de la región. Por su carácter de convenio internacional, el Tratado se ubica jerárquicamente por encima de las leyes nacionales y en segundo plano con respecto a la constitución de los países. Fue necesario definir y aprobar un conjunto de interfases regulatorias para asegurar una plena armonización entre las leyes y reglamentos nacionales y la legislación regional. Mediante el Tratado y sus protocolos se crearon las entidades requeridas para la conformación del MER:

- La Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), que es el ente regulador y normativo del Mercado Eléctrico Regional.
- El Ente Operador Regional (EOR), que es el ente operador del MER.
- La Empresa Propietaria de la Red (EPR), encargada de desarrollar, diseñar, financiar, construir y mantener un primer sistema de transmisión regional que interconectará los sistemas eléctricos de los seis países.
- El Consejo Director del Mercado Eléctrico (CDMER), que es el responsable de impulsar el desarrollo del mercado regional y de adoptar las decisiones necesarias para lograr los objetivos y fines integrales del Tratado y sus protocolos.

En el mapa I.1 se muestra un esquema con la transmisión regional del SIEPAC y se incluye la interconexión eléctrica México-Guatemala, enlace binacional en operación desde 2010, que ha tenido incidencia especial tanto en mercado eléctrico guatemalteco como en el MER.

La EPR quedó constituida como una empresa regional<sup>25</sup>. Tuvo a su cargo la construcción del SIEPAC y actualmente presta los servicios de transmisión eléctrica regional a los agentes registrados en el MER. El primer circuito fue concluido a fines de 2014. La evolución de las transacciones ha sido creciente, aun cuando en varios países han existido rezagos en el desarrollo de la transmisión nacional, lo que ha restringido la capacidad de transferencia de los diferentes tramos del SIEPAC. Los estudios realizados por el EOR han identificado los refuerzos de transmisión nacional necesarios para recuperar la transmisión regional y además, se han realizado estudios para construir un segundo sistema de interconexión regional.

Mapa I.1

## Sistema de Interconexión Eléctrica de los países de América Central (SIEPAC)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de fuentes oficiales.

### b) El subsector de hidrocarburos

Contando con el apoyo de varios cooperantes, entre 1986 y 2004 la CEPAL ejecutó proyectos de asistencia técnica para mejorar las condiciones del abastecimiento de hidrocarburos a los países de la subregión. Esas iniciativas permitieron reunir por primera vez a las autoridades del subsector petrolero de los países. Fue conformada una importante base de datos que permitió a

<sup>25</sup> El directorio de la Empresa Propietaria de la Red (EPR) está conformado por representantes de las seis empresas públicas de electricidad de los países centroamericanos y de tres empresas extrarregionales (CFE de México, ISA de Colombia y ENEL, transnacional de origen europeo). Debe referirse la existencia de una onceava empresa regional (gemela de la EPR), la Red Centroamericana de Telecomunicaciones (REDCA), que es un operador neutral (*carrier de carriers regional*) de servicios de transporte de banda ancha, sobre el cable de guarda de fibra óptica de la línea SIEPAC.

los países hacer un *benchmarking* de precios y costos de abastecimiento del crudo y sus derivados y con ello iniciar acciones para acceder a mejores precios. Con esos antecedentes, a fines de 1991, el Foro Regional Energético de América Central (FREAC, instancia que reunía a los Ministros de Energía de los países centroamericanos y que tuvo una vida efímera) creó el Comité de Cooperación de Hidrocarburos de América Central (CCHAC), primer grupo de trabajo regional en esta materia, que ha continuado trabajando hasta la fecha y ha dado seguimiento a importantes iniciativas en materia de hidrocarburos, incluyendo un monitoreo semanal de precios al consumidor final de los principales productos petroleros<sup>26</sup>.

A partir de 2018 esta instancia pasó a formar parte del Consejo de Ministros de Energía (CME), funcionando bajo el nombre de Comité de Directores de Hidrocarburos. Gracias a este Comité se ha podido intercambiar información y experiencias entre las oficinas encargadas de supervisar y monitorear los mercados nacionales de hidrocarburos. Un grupo de trabajo especializado de ese Comité ha trabajado en la armonización de las normas técnicas de los productos derivados del petróleo y ha logrado conseguir la aprobación de varios reglamentos regionales. Este proceso de revisión de las normas ha sucedido dentro de un grupo especializado de la Unión Aduanera, que funciona dentro del Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO).

### c) *La Unidad de Coordinación Energética Regional de la SG-SICA*

Durante la II Cumbre de la Iniciativa Energética Mesoamericana, realizada en la República Dominicana, se aprobó la Declaración de la Romana, en la que los Jefes de estado y de gobierno o sus representantes instruyeron a los ministros de energía a crear una unidad de coordinación del sector energético en la Secretaría General del SICA. Durante la XXVIII Reunión Ordinaria de Jefes de Estado y Gobierno de los países del Sistema de Integración Centroamericana, llevada a cabo en Ciudad de Panamá, Panamá, en julio de 2006, se acordó crear la Unidad de Coordinación Energética del SICA, en la Secretaría General. Posteriormente, en la Declaración de San José, nombrada “Hacia el fortalecimiento de la institucionalidad regional”, los jefes de estado y de gobierno de los países del SICA, reunidos en la XXIX Cumbre Ordinaria, comprometidos con el espíritu, principios y propósitos de la integración centroamericana, reconocieron la importancia de esta Unidad de Coordinación Energética y solicitaron el apoyo del BID y de la sede subregional de la CEPAL en México. Esta reunión se llevó a cabo en San José, Costa Rica, en diciembre de 2006 (CEPAL, 2007).

La decisión de los jefes de estado y gobierno de los países del SICA ha sido sumamente importante, pues va orientada a fortalecer la integración centroamericana y viene a llenar el vacío en el tratamiento del sector energético a escala regional. La creación de esta unidad ha permitido oficializar dentro de la SG-SICA las reuniones de Ministros de Energía, coordinar todas las iniciativas y proyectos regionales del sector energético en una forma integral y coherente, apoyar a la SG-SICA en la consecución de asistencia técnica para los proyectos regionales previamente aprobados por los ministros y dar un seguimiento integral al sector energético regional.

La Unidad de Coordinación Energética del SICA (UCE-SICA) lleva alrededor de 12 años de operación y ha ejecutado en forma exitosa varios proyectos de cooperación y organizado reuniones periódicas con las direcciones de energía y de hidrocarburos (al menos dos veces al año), y con los Ministros de Energía (al menos una reunión anual). Dentro de esa dinámica,

---

<sup>26</sup> El Comité de Cooperación de Hidrocarburos de América Central (CCHAC) se creó durante la primera reunión del Foro Regional Energético de Centroamérica (FREAC) en noviembre de 1991. El FREAC fue la primera instancia ministerial sobre energía y tuvo una vida efímera, entre 1991 y 1996. Actualmente se ha conformado el Consejo Sectorial de Ministros de Energía del Sistema de la Integración Centroamericana, que también ha tenido apoyo de la CEPAL.

durante 2018 las autoridades de los países aprobaron el reglamento del Consejo de Ministros de Energía del SICA (CME-SICA), con lo que dicho consejo ha adquirido la categoría de ente oficial del SICA. Otros logros importantes han sido: i) la aprobación de la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 (a fines de 2007); ii) la aprobación, en 2018, de las primeras cuatro normas regionales de eficiencia energética (en proceso de oficializarse por medio de reglamentos técnicos de la Unión Aduanera), y iii) la conformación del Centro Regional de Energía Renovable y Eficiencia energética de los países del SICA (SICREEE), con el apoyo de un organismo de las Naciones Unidas (convenio suscrito en julio de 2018)<sup>27</sup>.

Luego de cuatro décadas de desarrollo de la institucionalidad regional del sector energético, la coordinación que lleva a cabo la UCE-SICA implica interactuar con ocho entes rectores de los sectores de energía de los países (ministerios o secretarías a cargo de dicho sector), con al menos seis entes sectoriales regionales y alrededor de cuarenta instancias nacionales específicas de los subsectores energéticos nacionales (reguladores, direcciones de energía e hidrocarburos y empresas de electricidad, que incluyen a transmisoras, distribuidoras, generadoras, administradoras de mercados de electricidad, entre otros). En el diagrama A.1 del anexo I al presente documento se muestra un esquema de la institucionalidad regional del sector energía.

#### d) Cooperación con México

En 2005, dentro del marco del Plan Puebla-Panamá (PPP)<sup>28</sup>, la Secretaría Nacional de Energía de México propuso un Programa de Integración energética México-Centroamérica (PIEM), que incluyó a Belice y la República Dominicana, es decir, a todos los países del SICA. El plan incluyó siete proyectos<sup>29</sup> de los que solamente dos prosperaron: la interconexión eléctrica binacional México-Guatemala (véase el mapa I.1) y el Programa Mesoamericano para el uso Racional y Eficiente de la Energía (PMUREE). En 2008, el PPP fue replanteado y evolucionó al Proyecto Mesoamérica (PM), que fue lanzado oficialmente en 2008<sup>30</sup>. El PM está actualmente activo en el nivel de estructura política y ha impulsado iniciativas sectoriales específicas. En el caso que los países consideren la extensión del MER y el desarrollo de interconexiones intrarregionales (hacia México y Colombia), estos mecanismos existentes podrían servir como apoyo.

El 1 de diciembre de 2018, los presidentes de El Salvador, Guatemala, Honduras y México suscribieron una declaración en la que se sentaron las bases de entendimiento para la elaboración de una nueva relación entre sus países mediante un Plan de Desarrollo Integral (PDI). Los cuatro países expresaron su voluntad de profundizar la cooperación en materia de desarrollo y migración para hacer de la movilidad humana una opción y no una obligación. Los países firmantes solicitaron el apoyo técnico de la CEPAL para el diseño e implementación de esta iniciativa (CEPAL, 2019).

<sup>27</sup> Este centro tiene su sede en El Salvador y contará con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

<sup>28</sup> El Plan Puebla Panamá (PPP) surgió en 2000 como iniciativa de México, con el objetivo de contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de Centroamérica y México para brindarles mejores oportunidades de progreso. Este mecanismo fue planteado como complementario de la integración regional impulsada por el Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).

<sup>29</sup> Los siete proyectos fueron la construcción una refinería regional de alta conversión, una central eléctrica para utilizar el coque producido en la refinería, una red de franquicias PEMEX para establecer estaciones de servicio en los países del SICA, la integración eléctrica México-Centroamérica, la gasificación de Centroamérica, energías renovables y eficiencia energética.

<sup>30</sup> Cumbre de Presidentes y Jefes de Estado y de Gobierno de México, Centroamérica y Colombia, el 28 de junio de 2008 en el marco de la X Cumbre del Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla, celebrada en Villahermosa, México, como resultado de un proceso de reestructuración institucional.

En mayo de 2019, la CEPAL presentó una propuesta de PDI centrada en tres componentes: un diagnóstico de la situación económica, social y ambiental, la identificación de áreas de oportunidad y la formulación de 30 recomendaciones. Estas últimas se articularon en cuatro pilares: desarrollo económico, bienestar social, cambio climático y gestión del riesgo de desastres, y gestión integral del ciclo migratorio. Una propuesta concreta es impulsar el desarrollo regional con los países del norte de Centroamérica (PNCA, El Salvador, Guatemala y Honduras), que han venido presentando un flujo migratorio creciente hacia el norte. El Plan busca contribuir a alcanzar una migración segura, ordenada y regular en estos países y, de manera simultánea, atacar sus causas estructurales de tal forma que la movilidad humana sea una opción (CEPAL, 2019d).

El PDI se elaboró teniendo en cuenta las iniciativas integracionistas impulsadas por los países del SICA, de forma tal que las propuestas presentadas han potenciado las sinergias con el SICA. Específicamente, en el sector energía se ha incluido la interconexión de México con el SIEPAC, que se llevaría a cabo considerando los principios que se han establecido para proyectos intrarregionales en el SIEPAC. También se ha incluido una interconexión gasífera de México con los PNCA, que se complementa con las opciones de suministro de gas natural licuado por la que ya han optado tres países del SICA (República Dominicana, Panamá y El Salvador). En energías renovables se plantea el desarrollo de la generación distribuida como una forma de impulsar el desarrollo local y el aprovechamiento de los recursos existentes (en especial la solar, la hidroelectricidad, la geotérmica, la eólica y la biomasa), en congruencia con el ODS 7 de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Actualmente los países efectúan la revisión final del PDI.

#### 4. La Estrategia 2020

En noviembre de 2007 se publicó la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020. El objetivo general era “asegurar el abastecimiento energético de América Central, en calidad, cantidad y diversidad de fuentes, necesario para garantizar el desarrollo sostenible, teniendo en cuenta la equidad social, crecimiento económico, la gobernabilidad y compatibilidad con el ambiente, de acuerdo con los compromisos ambientales internacionales” (CEPAL, 2007, pág. 98).

Sus objetivos específicos eran reducir la tasa de crecimiento de la demanda de derivados de petróleo (por sectores de consumo y generación de energía eléctrica); reducir la dependencia energética de fuentes importadas, aumentando la oferta de fuentes renovables de energía; mejorar la eficiencia y promover el uso racional de la energía, tanto de los sectores de la demanda como de la oferta; incorporar nuevas tecnologías y fuentes de energía menos contaminantes; aumentar el acceso a los servicios energéticos de las poblaciones de menores ingresos y aisladas; mitigar los efectos del uso y producción de energía sobre el ambiente; desarrollar proyectos energéticos con recursos naturales compatibles con el ambiente y con los asentamientos humanos.

En la Estrategia 2020 se definió una serie de metas referentes a acceso a la energía por parte de la población con menos recursos, uso racional y eficiencia energética, fuentes renovables de energía, biocombustibles para el sector transporte y cambio climático. En el anexo II se muestra un resumen del avance de esta Estrategia hasta 2018. La diferencia entre “sustentable” y “sostenible” es que el segundo es más amplio y se refiere a todas las aristas del desarrollo, en tanto que el primero se utiliza para referirse a los recursos naturales<sup>31</sup>. En la Estrategia Energética 2030 de los países del SICA se usará el término “sustentable” para mantener la congruencia con los acuerdos que se han tomado dentro del SICA.

<sup>31</sup> Las expresiones desarrollo sostenible y desarrollo sustentable se aplican a principios para alcanzar los objetivos de desarrollo humano y al mismo tiempo sostener la capacidad de los sistemas naturales (satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras). Parece existir consenso de considerar dentro del desarrollo sostenible, un espectro mayor de necesidades (políticas, sociales y culturales, entre otras) (Rivera-Hernández, 2017).

## 5. Antecedentes de la Estrategia 2030

A fines de 2015 la Unidad de Energía y Recursos Naturales (UERN) de la sede subregional de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en México empezó a ejecutar el proyecto "Fortalecimiento de la capacidad de los países de Centroamérica y el Caribe". Este proyecto estuvo dirigido hacia los ocho países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) y tiene el objetivo de fortalecer la capacidad de las políticas nacionales de eficiencia energética y energía sostenible. Las actividades propuestas en este proyecto estuvieron destinadas a proporcionar soluciones de energía sostenible, que tuvieran en cuenta los principios de inclusión social y equidad.

Las naciones del SICA se han propuesto una serie de metas en un proceso de transición energética, a partir de medidas que contemplen todas las dimensiones del desarrollo sostenible. Entre ellas, facilitar el acceso a la energía de los sectores vulnerables, hacer uso eficiente de la energía, aumentar la utilización de las energías renovables y definir una adecuada estrategia frente al cambio climático, de acuerdo con los compromisos asumidos en las denominadas NDC. Durante 2016-2017 la CEPAL colaboró con los países en una serie de actividades de fortalecimiento institucional en los tres ejes contenidos en el ODS 7 (acceso, eficiencia energética y energías renovables). La búsqueda de soluciones robustas es cada vez más compleja y se abren nuevas amenazas que podrían aumentar la vulnerabilidad socioeconómica de la región, dependiendo de la trayectoria de sus políticas públicas y la evolución de condiciones de borde, ajenas a su control.

En la reunión realizada en la Ciudad de Panamá entre el 29 y 31 de agosto de 2017 se definieron los lineamientos para el estudio de la prospectiva energética a 2035 que fue realizado utilizando la metodología SAME (evaluación de escenarios energéticos) de la OLADE. Dichos lineamientos se referían a la matriz de generación eléctrica, generación distribuida, robustez del subsector eléctrico ante el cambio climático, movilidad eléctrica, biocombustibles, transporte eficiente, utilización de gas natural en el transporte, cocción eficiente y acceso a combustibles modernos. A partir de los planes de desarrollo nacional elaborados por los países, se evaluaron escenarios nacionales para determinar la convergencia de las metas regionales que se proponen en la Estrategia (CEPAL, OLADE, 2019).



## Capítulo II

# El contexto socioeconómico y energético regional de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)

### A. Contexto socioeconómico

El Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) está conformado por los siguientes ocho países (en orden alfabético): Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana. La subregión del SICA tiene una población de alrededor de 59 millones de habitantes (2017) y un territorio de 571.000 km<sup>2</sup>. La población se encuentra distribuida así: Guatemala (28,9%); República Dominicana (18,7%); Honduras (15,8%); Nicaragua (10,8%); El Salvador (10,5%); Costa Rica (7,6%); Panamá (7,1%) y Belice (0,7%).

Los primeros siete países se ubican en el istmo centroamericano y representan alrededor del 82% de la población y 91% del territorio de la subregión. La República Dominicana es un estado insular ubicado en el mar Caribe. La densidad promedio es de 102 habitantes/km<sup>2</sup>. La densidad poblacional es alta (arriba del promedio) en tres países: El Salvador (291/km<sup>2</sup>), República Dominicana (224/km<sup>2</sup>) y Guatemala (155/km<sup>2</sup>), y media o baja (del orden del promedio o menor) en los otros cinco países: Costa Rica (87/km<sup>2</sup>); Honduras (82/km<sup>2</sup>), Panamá (55/km<sup>2</sup>), Nicaragua (48/km<sup>2</sup>) y Belice (17/km<sup>2</sup>). En el cuadro II.1 se muestra un resumen de los principales datos e indicadores económicos, demográficos, sociales (pobreza), de desarrollo, de acceso a servicios modernos de energía y de vulnerabilidad al cambio climático de los países del SICA. El último dato se basa en la población que se ubica en la zona con vulnerabilidad a sequías severas, conocida como el Corredor Seco Centroamericano. La mayor parte de la información de ese cuadro está referida a 2018.

**Cuadro II.1**  
**Países del SICA: principales datos e indicadores socioeconómicos, de acceso a la energía y de vulnerabilidad al cambio climático**

País	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	República Dominicana
Superficie (km <sup>2</sup> )	22 970	51 100	21 040	108 890	112 490	130 370	75 420	48 670
Población total (2018, <i>en miles de habitantes</i> ) <sup>a</sup>	383	4 999	6 421	14 901	9 588	6 466	4 177	10 627
PIB por habitante (2018, <i>en dólares de 2010</i> ) <sup>b</sup>	4 224	9 960	3 536	3 184	2 314	1 914	11 897	7 501
Índice de desarrollo humano (IDH, 2018) <sup>c</sup>	0,720	0,794	0,667	0,651	0,623	0,651	0,795	0,745
Clasificación del IDH (2018) <sup>c</sup>	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
Población en situación de pobreza extrema ( <i>en porcentajes</i> ) <sup>d</sup>	N.D.	4,0	0,6	15,4	19,4	18,3	6,2	5,0
Urbana ( <i>en porcentajes</i> ) <sup>d</sup>	N.D.	3,2	4,1	7,2	8,9	8,3	1,3	4,5
Rural ( <i>en porcentajes</i> ) <sup>d</sup>	N.D.	6,1	13,2	23,4	32,0	32,3	17,3	6,9
Población en situación de pobreza ( <i>en porcentajes</i> ) <sup>d</sup>	N.D.	16,1	34,5	50,5	55,7	46,3	14,5	22,0
Urbana ( <i>en porcentajes</i> ) <sup>d</sup>	N.D.	13,8	25,8	34,9	42,4	36,5	7,2	21,5
Rural ( <i>en porcentajes</i> ) <sup>d</sup>	N.D.	22,4	48,6	65,8	71,7	59,8	30,9	24,3
Población urbana ( <i>en porcentajes del total</i> ) (2018) <sup>e</sup>	45,7	79,2	71,1	53,9	55,2	58,1	67,4	81,2
Hogares sin acceso a combustibles modernos para cocinar ( <i>en porcentajes</i> ) (2018) <sup>f</sup>	13,6	6,2	11,8	54,4	45	45,4	10,3	8,7
Urbanos ( <i>en porcentajes</i> ) <sup>g</sup>	< 5	2,0	8,2	50,3	24,4	31,4	< 5	< 5
Rurales ( <i>en porcentajes</i> ) <sup>g</sup>	20,5	14,3	51,4	93,8	89,1	91,8	45,7	20,9
Acceso a electricidad ( <i>en porcentajes</i> ) (2018) <sup>h</sup>	95,6	99,4	97,0	88,1	80,8	95,6	93,3	97,9
Población de municipios con vulnerabilidad a sequía severa (Corredor Seco) (2018) <sup>i</sup>	0	1 914 863	597 232	191 3648	512 301	2 000 926	0	0
Número de municipios con vulnerabilidad a sequía severa (Corredor Seco)	0	30	26	51	32	27	0	0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de fuentes oficiales.

<sup>a</sup> CEPALSTAT, con excepción de Guatemala con información del Instituto Nacional de Estadística (INE), "Resultados del Censo 2018" (preliminar).

<sup>b</sup> CEPALSTAT.

<sup>c</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Índice de desarrollo humano, 2019, "Panorama general, Informe sobre desarrollo humano 2019. Más allá del ingreso, más allá de los promedios, más allá del presente: Desigualdades del desarrollo humano en el siglo XXI".

<sup>d</sup> CEPALSTAT: Datos a 2018 para Costa Rica, El Salvador, Honduras, Panamá y la República Dominicana y a 2014 para Guatemala y Nicaragua.

<sup>e</sup> CELADE, "Estimaciones y proyecciones de población a largo plazo. 1950-2100. Revisión 2019": Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana; World Bank, World Development Indicators: Belice; e Instituto Nacional de Estadística (INE), "Resultados del Censo 2018" (preliminar): Guatemala. IEA, World Energy Outlook 2019: Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana; Instituto Nacional de Estadística (INE), "Resultados del Censo 2018" (preliminar): Guatemala; y Clean Cooking Alliance (incluye carbón vegetal), año sin especificar: Belice.

<sup>§</sup> ENAHO, 2015: Costa Rica; ENCOVI 2014: Guatemala; Clean Cooking Alliance (incluye carbón vegetal), año sin especificar: Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá.

<sup>h</sup> Unidad de Energía y Recursos Naturales de la sede subregional en México de la CEPAL sobre la base de datos oficiales.

<sup>i</sup> Elaboración propia con información de INEC (2018): Costa Rica (proyección); DIGESTyC (2018): El Salvador (proyección); INE (2018): Guatemala (resultados preliminares del censo); INE (2018): Honduras (proyección); INIDE (2018): Nicaragua (Anuario Estadístico 2017).

A continuación se presenta un breve resumen de la situación económica y social en los países que conforman la subregión del SICA, las principales características de los sectores de energía de estos países, incluyendo la situación del acceso a los servicios modernos de energía, y los principales avances en la integración y complementación económica, incluyendo la integración y cooperación energética. Esto constituye el punto de partida para la formulación de la propuesta energética sustentable 2030 de esta subregión.

## 1. Crecimiento, pobreza y equidad

### a) Crecimiento económico

Una mirada al crecimiento económico de la subregión SICA en el período 1990-2019 muestra un crecimiento económico promedio anual de 4,3%. Dos países presentaron un desempeño superior al promedio, Panamá 5,7% y la República Dominicana 5,4%, y seis países por debajo, Costa Rica (4,2%), Belice (3,9%), Guatemala y Honduras (3,7%), Nicaragua (3,1%) y El Salvador (2,5%). El análisis de tres subperíodos (1990-2000; 2000-2010 y 2010-2019) muestra algunas variaciones que corresponden a ciclos específicos en cada país. Destacan Panamá y la República Dominicana, que en los tres subperíodos crecieron por encima del promedio de la subregión y fueron líderes a escala de América Latina y el Caribe. Por su parte, Guatemala y Honduras siempre estuvieron por debajo. Por último, Nicaragua, Costa Rica, El Salvador y Belice se situaron por encima del promedio cuando menos en un subperíodo (véase el cuadro II.2, en el que también se muestran las tasas de crecimiento promedio anual del PIB por habitante).

De manera congruente con lo anterior y con tasas de crecimiento de la población menores que las de las economías, el PIB por habitante registró un crecimiento de 2,6% en el período en referencia (1990-2019), con incrementos superiores o muy cercanos al promedio en dos países — República Dominicana (4%), Panamá (3,7%) y los restantes seis países con crecimientos por debajo del promedio regional (véanse el cuadro II.2 y el gráfico II.1). Lo anterior muestra una tendencia a la conformación de dos grupos: el del sur de Centroamérica y la República Dominicana y el otro, conformado por los cinco países del norte de Centroamérica.

**Cuadro II.2**  
**Países del SICA: tasas promedio de crecimiento del PIB y del PIB por habitante, 1990-2019**

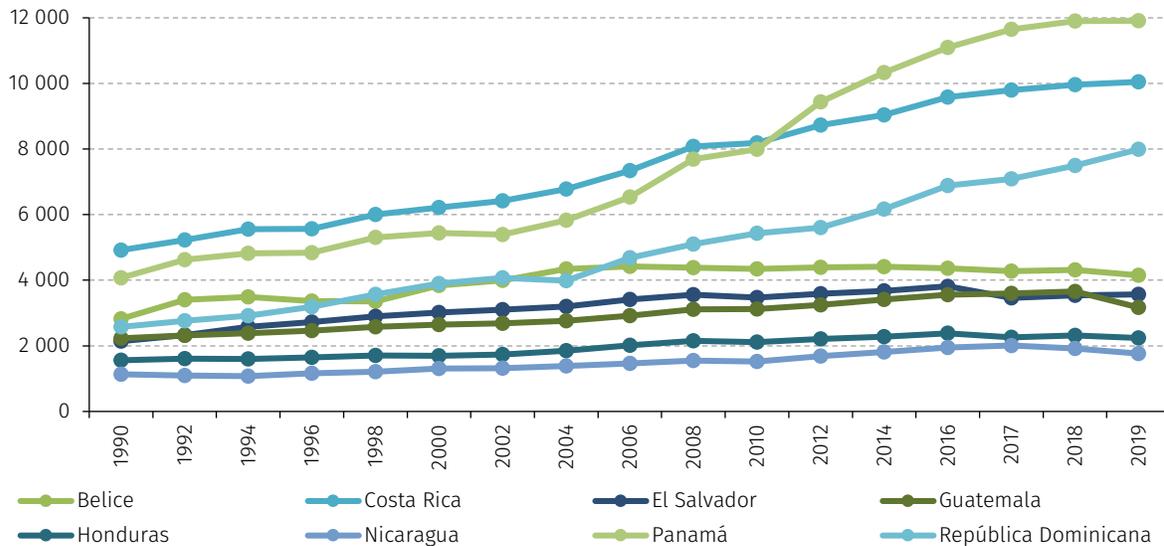
	PIB			PIB por habitante		
	1990-2000	2000-2010	2010-2019	1990-2000	2000-2010	2010-2019
Promedio	4,6	4,1	4,3	2,6	2,5	2,7
Panamá	5,1	5,9	6,2	2,9	3,9	4,4
Nicaragua	3,4	2,9	3,1	1,4	1,5	1,8
Rep. Dominicana	6,1	4,9	5,3	4,3	3,5	4,1
Costa Rica	4,8	4,3	3,5	2,4	2,8	2,4
El Salvador	3,3	1,6	2,5	2,2	1,1	2,0
Honduras	3,3	4,1	3,6	0,4	1,7	1,8
Guatemala	4,1	3,3	3,6	1,8	1,0	1,5
Belice	6,0	3,7	1,8	3,1	1,0	-0,3

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), estimaciones propias sobre la base de fuentes oficiales.

Notas: PIB a precios de 2010. En 2019 los países registraron los siguientes crecimientos del PIB: República Dominicana (5,1%); Guatemala (3,8%); Panamá (3%); Honduras (2,7%); El Salvador (2,4%); Costa Rica 2,1%; Belice (0,3%) y Nicaragua (-3,9%).

En la década 1990-2000 los países del SICA crecieron en promedio a una tasa del 4,6%; este crecimiento se redujo en medio punto porcentual en la década siguiente (2000-2010) y creciendo levemente en el período 2010-2019<sup>32</sup>. En todo el período referido (1990-2019), los países del SICA han experimentado un crecimiento económico sostenido, lo que se refleja en un incremento sustancial del PIB por habitante que es más notorio en Panamá, Costa Rica y la República Dominicana (véanse el gráfico II.1 y el cuadro II.2).

**Gráfico II.1**  
**Países del SICA: evolución del PIB por habitante, 1990-2019**  
(En dólares constantes de 2010 por habitante)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)-CEPALSTAT con información revisada hasta septiembre de 2019.

Panamá y Costa Rica muestran niveles más altos, en el primer caso con crecimiento sustancial en los últimos diez años y en el segundo con tendencia a atenuar el crecimiento. Estos países alcanzaron en 2019 un PIB por habitante en el rango de 10.000 y 12.000 dólares por habitante (en dólares constantes de 2010), superior al de los otros países del SICA. La República Dominicana mostró también una tendencia francamente creciente, Belice muestra una tendencia al estancamiento y los otros cuatro países registraron un crecimiento moderado. En 2019 el PIB por habitante de estos países fue: Panamá (11,9); Costa Rica (10); República Dominicana (8); Belice (4,1); El Salvador (3,6); Guatemala (3,2); Honduras (2,2) y Nicaragua (1,8) (en miles de dólares constantes de 2010 por habitante).

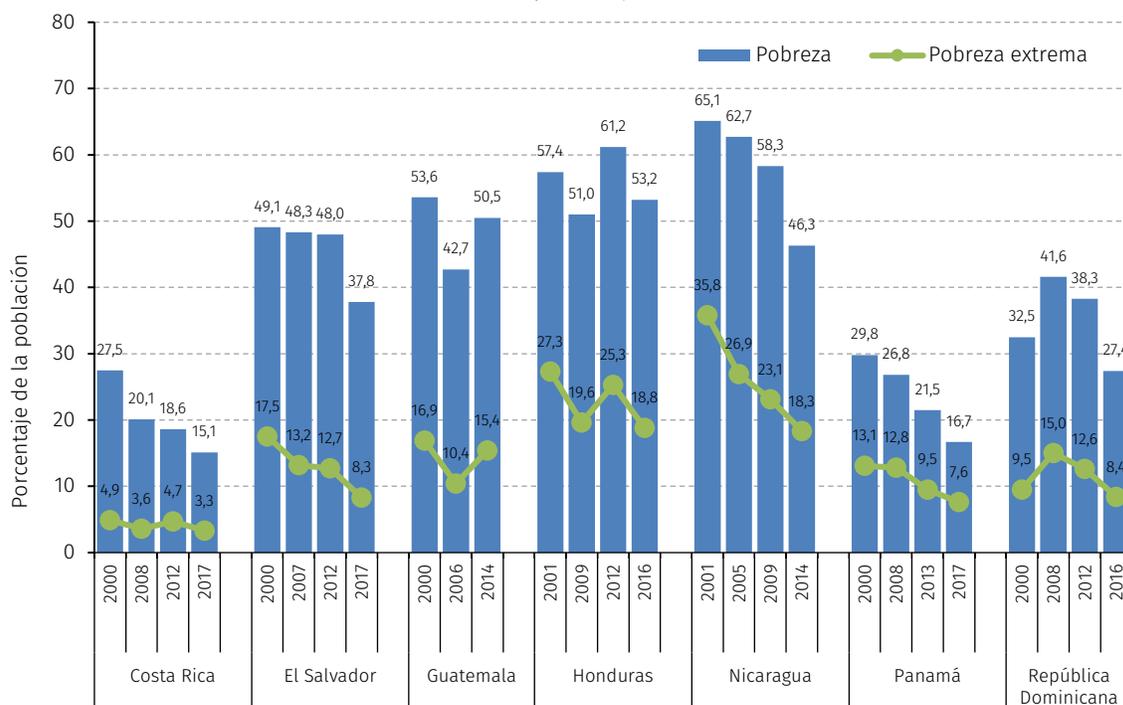
### b) Pobreza general e indigencia

Ante esta mejora en los niveles de producto por habitante, ¿qué ha pasado con la pobreza? La incidencia de la pobreza y la indigencia también disminuyeron y en algunos casos sustancialmente. No obstante, luego del esfuerzo realizado en las últimas tres décadas y de los resultados obtenidos, aún se aprecian niveles muy altos de pobreza en varios países de

<sup>32</sup> En 2019 los crecimientos del PIB (de mayor a menor) fueron: República Dominicana (5,1%); Guatemala (3,8%); Panamá (3%); Honduras (2,7%); El Salvador (2,4%); Costa Rica (2,1%); Belice (-2%), y Nicaragua (-3,9%). La subregión presentó un crecimiento de 3,2%.

la región<sup>33</sup> (véase el gráfico II.2), que son justamente los que muestran los consumos de leña tradicional más altos. Una tendencia similar se aprecia en los niveles de indigencia.

**Gráfico II.2**  
**Países del SICA: evolución de la pobreza e indigencia**  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de CEPALSTAT.

Nota: Los valores del eje vertical indican porcentajes de la población total del país.

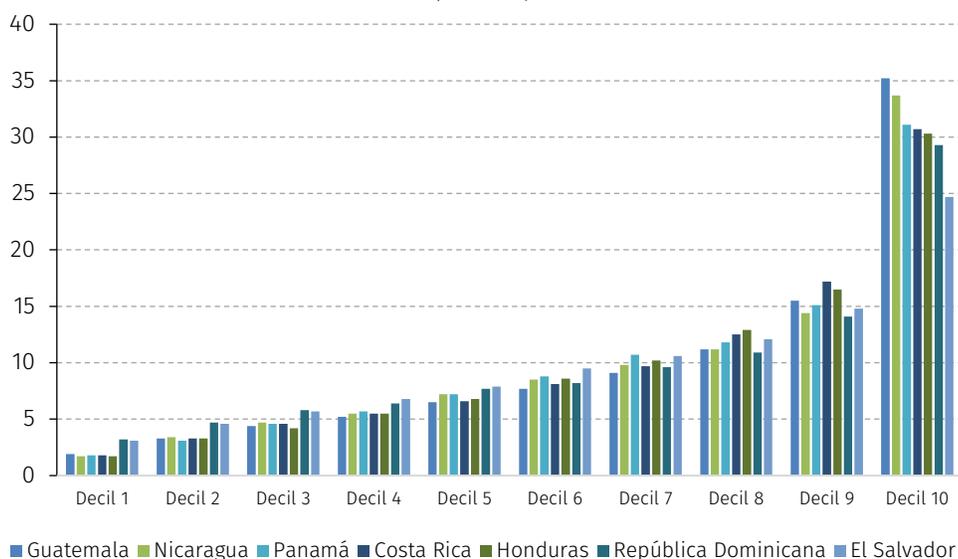
Con respecto a la distribución del ingreso, permanecen aún fuertes inequidades en los países de la región, donde el decil más rico concentra entre el 33% y el 45% del ingreso (véase el gráfico II.3). De acuerdo con cifras de 2014<sup>34</sup>, la población que vive con ingresos superiores a tres veces la línea de la pobreza va desde el 5% en el caso más dramático a un 43% en el mejor de los casos (véase el gráfico II.4). Es decir, que entre el 57% y el 95% de la población, dependiendo de los países, vive con ingresos inferiores a tres veces el límite de la pobreza.

Pero ¿qué significa el valor P (línea de pobreza) en términos de dólares? Esto naturalmente varía dependiendo de las condiciones de vida y costos relativos de cada país, pero para los cuatro países en los que se disponen datos del valor P (línea de pobreza), la pobreza urbana varía entre 114 y 180 dólares (véase el cuadro II.3, para Costa Rica, El Salvador, Guatemala y la República Dominicana). Esto quiere decir que la población que vive por debajo del límite 3P, lo hace con ingresos de entre 300 dólares y 500 dólares para el área urbana dependiendo de los países, y de entre 200 dólares y 400 dólares en áreas rurales.

<sup>33</sup> Los datos sobre pobreza y distribución del ingreso utilizados provienen de la base de datos de la CEPAL, CEPALSTAT, y llegan a 2014. Aunque hay en algunos informes más recientes de las encuestas de hogares, no los hay en todos los países de la región. En el caso de Belice, no se dispone de datos sobre incidencia de la pobreza.

<sup>34</sup> Es el año más reciente para el que hay datos de pobreza y distribución del ingreso para toda la región.

**Gráfico II.3**  
**Países del SICA: distribución del ingreso 2014 nacional<sup>a</sup>**  
 (En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de CEPALSTAT.

<sup>a</sup> Los datos para Guatemala y Nicaragua corresponden a 2014. Los datos para Honduras son de 2016.

**Cuadro II.3**  
**Países del SICA: línea de la pobreza, 2014**  
 (En dólares)

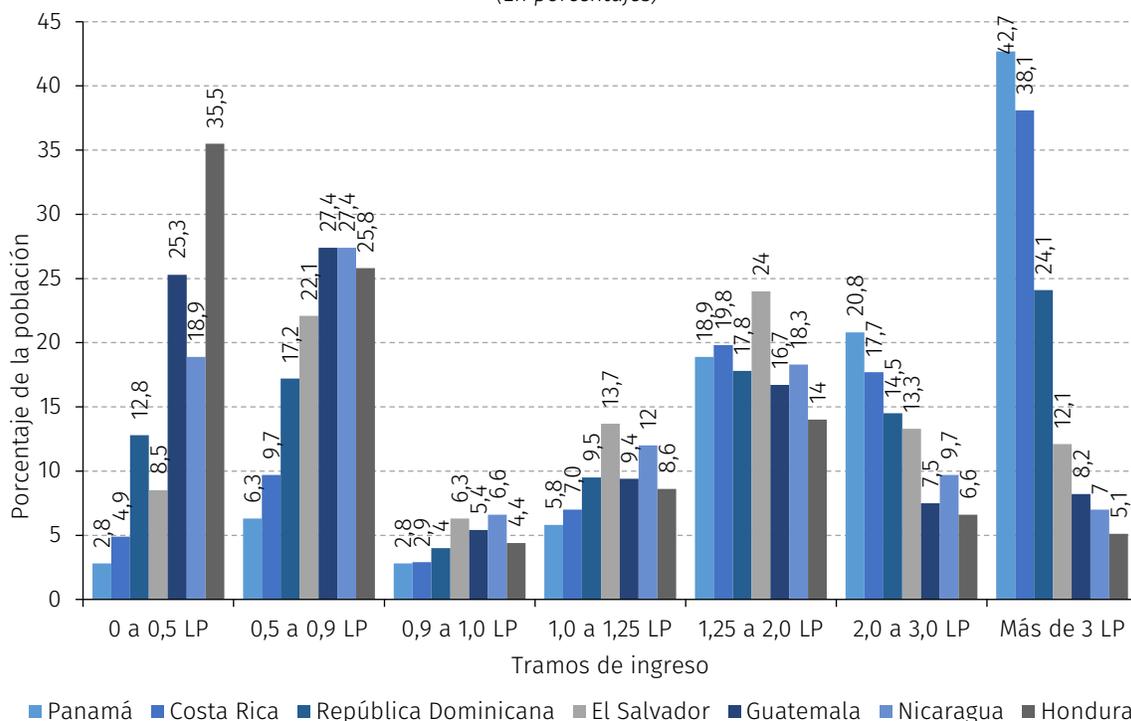
			Valor P	Valor 2P	Valor 3P
Costa Rica	Rural	Indigencia	62,38	124,76	187,14
		Pobreza	101,27	202,54	303,81
	Urbana	Indigencia	79,81	159,62	239,43
		Pobreza	146,14	292,28	438,42
El Salvador	Rural	Indigencia	35,09	70,18	105,27
		Pobreza	67,48	134,96	202,44
	Urbana	Indigencia	54,32	108,64	162,96
		Pobreza	104,46	208,92	313,38
Guatemala	Rural	Indigencia	84,08	168,16	252,24
		Pobreza	126,15	252,30	378,45
	Urbana	Indigencia	107,5	215,00	322,5
		Pobreza	179,24	358,48	537,72
Rep. Dominicana	Rural	Indigencia	59,22	118,44	177,66
		Pobreza	95,62	191,24	286,86
	Urbana	Indigencia	63,3	126,60	189,90
		Pobreza	113,86	227,72	341,58

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de CEPALSTAT.

**Gráfico II.4**

**Países del SICA: distribución de las personas de acuerdo con tramos de ingreso por habitante, en términos del valor de la línea de pobreza, 2014**

(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de CEPALSTAT.

Este panorama de pobreza, indigencia, distribución del ingreso y línea de pobreza tiene una relación directa con el ODS 7.1, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos, y muestra claramente un gran obstáculo: la capacidad de pago. ¿Cómo puede pensarse en avanzar con el acceso universal en estas condiciones de supervivencia tan severas? Posiblemente sea necesario recurrir a subsidios focalizados, debidamente financiados y temporales, mientras se avanza con la eliminación de la pobreza (ODS 1).

Un examen de los ODS 1 y 7 lleva a discutir el concepto de “pobreza energética”, común tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo, relacionado con el consumo de energía en los hogares y el papel primordial de los servicios energéticos, ya que las personas no demandan energía sino servicios energéticos en el hogar (iluminación, cocción de alimentos, calefacción, enfriamiento, fuerza motriz para tareas básicas del hogar como el lavado de ropa, electricidad para dispositivos esenciales y calefacción) y, en forma indirecta, para los servicios de movilidad y transporte. Además del acceso a servicios modernos de energía, una de las principales preocupaciones surge cuando las familias requieren de una proporción considerable de sus ingresos para pagar los servicios de energía y del transporte público. En el recuadro II.1 se muestra un resumen de los principales aspectos que deben ser tomados en cuenta al medir la pobreza energética.

### Recuadro II.1 Pobreza energética

Si bien no existe un consenso con relación a este concepto, muchas definiciones consideran que una familia se encuentra en situación de pobreza energética cuando las personas que habitan una vivienda no satisfacen sus necesidades básicas de energía, relacionadas con una serie de satisfactores y bienes económicos que son considerados esenciales en un lugar y tiempo determinados y de acuerdo con las convenciones sociales y culturales. Las necesidades básicas de energía de una familia (también referidas como necesidades absolutas) dependen del lugar, de las costumbres, de la cultura, del tipo de vivienda, del tamaño y características del grupo familiar y de las tecnologías utilizadas. En este sentido, los umbrales de pobreza energética podrían ser específicos para cada país y variar entre regiones de un mismo país, dependiendo de las diferencias entre zonas cálidas y zonas templadas o frías. La no satisfacción de las necesidades básicas de energía podría deberse a la falta de acceso (falta de infraestructura o suministro irregular) o a la falta o insuficiencia de ingresos para pagar las facturas de energía.

La meta 7.1 del ODS 7 da la pauta para agrupar los servicios modernos de energía, por una parte, en los relacionados con el acceso a energía eléctrica y, por otro, el uso de tecnologías y combustibles limpios como principal fuente de energía. Un indicador de pobreza energética debería construirse a partir de la medición del acceso de las viviendas a los servicios de electricidad y de combustibles modernos para cocción de alimentos y de la capacidad de las familias para afrontar el gasto de los servicios referidos. En el caso de combustibles modernos para cocción, el principal factor que debe tomarse en cuenta es la contaminación al interior del hogar. Además de la electricidad (estufa eléctrica o de inducción), se considera que las estufas que utilizan gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), bioetanol y biogás, además de algunas estufas mejoradas a base de biomasa, cumplen con los estándares mínimos de contaminación referidos. Las estufas mejoradas a base de biomasa son una solución intermedia o parcial que requiere de programas especiales para empoderar a las comunidades en el uso sostenible de esas tecnologías.

También deberán tomarse en cuenta las condiciones de acceso, que en el caso de la electricidad se mide por la conexión a una red de electricidad (generalmente pública) o bien por la posesión de una fuente de generación propia (panel solar u otro) y por la continuidad (número de horas al día del servicio) y la calidad (voltaje y frecuencia). En el caso de otros combustibles, como el caso del GLP, el acceso está relacionado con la extensión de la red de distribución minorista de ese energético, que generalmente solo se extiende a las áreas urbanas y semiurbanas, y es deficiente en las poblaciones más alejadas y en las zonas rurales.

En los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) los subsidios pueden ser un punto de partida para construir los umbrales de pobreza energética. No obstante, la sostenibilidad y eficiencia de esos subsidios debe ser analizada caso por caso. Actualmente los subsidios son:

a) Electricidad: todos los países tienen considerados subsidios (directos o cruzados) para las tarifas residenciales, en umbrales que van de 75 a 200 kWh/mes.

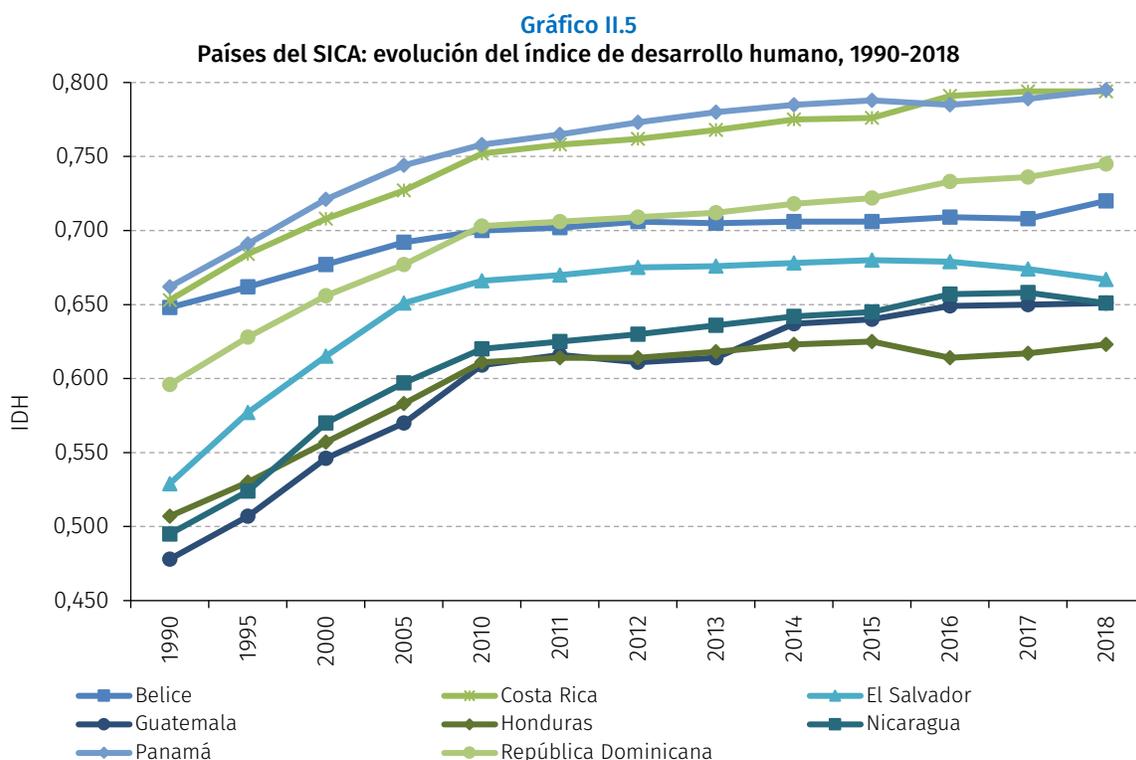
b) Combustibles modernos para cocción de alimentos: tres países (El Salvador, Panamá y la República Dominicana) tienen subsidios al gas licuado de petróleo (GLP) en pequeñas presentaciones (25 libras, alrededor de 80 kWh/mes). Se estima que este podría este valor podría cubrir las necesidades básicas para cocción de alimentos.

Los indicadores de pobreza energética deberán medir las condiciones de acceso a los servicios modernos de energía, su calidad y confiabilidad (continuidad), y la capacidad de las familias para afrontar el pago. Por lo tanto, este tipo de indicadores puede ser de especial utilidad en las estrategias que impulsarán los países para el cumplimiento de la meta 7.1 del ODS 7.

Fuente: Elaboración propia.

## 2. El índice de desarrollo humano (IDH)

El índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que mide los logros medios obtenidos en las dimensiones fundamentales del desarrollo humano. El IDH es la media aritmética de los índices normalizados de cada una de las tres dimensiones siguientes: salud, educación y riqueza. Este indicador muestra también una mejora sustancial en los últimos 25 años, aunque se mantienen diferencias apreciables entre los países (véase el gráfico II.5).



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), "Human Development Report 2018" [en línea] <http://hdr.undp.org/en/2018-update>.

Los países del SICA muestran un orden dependiendo del IDH similar al del PIB por habitante, excepto para el caso de Honduras y Nicaragua (véase el cuadro II.4).

**Cuadro II.4**  
**Países del SICA: orden dependiendo del PIBpc y del IDH**

País	PIBpc 2018	IDH 2018
Panamá	11 897	0,795
Costa Rica	9 960	0,794
Rep. Dominicana	7 501	0,745
Belice	4 317	0,720
Guatemala	3 658	0,651
El Salvador	3 536	0,667
Honduras	2 314	0,623
Nicaragua	1 914	0,651

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Índice de Desarrollo Humano 2019, "Panorama general, Informe sobre Desarrollo Humano 2019. Más allá del ingreso, más allá de los promedios, más allá del presente: Desigualdades del desarrollo humano en el siglo XXI" [en línea] <http://report.hdr.undp.org/es/> y CEPALSTAT.

## B. Abastecimiento, producción y consumo de energía en los países del SICA

Se presentan solamente los aspectos principales de la oferta y el consumo de energía y del abastecimiento y acceso a las energías modernas (hidrocarburos y electricidad), que en esta etapa del trabajo son más relevantes apuntando hacia la Estrategia Energética Sustentable 2030 de los países del SICA.

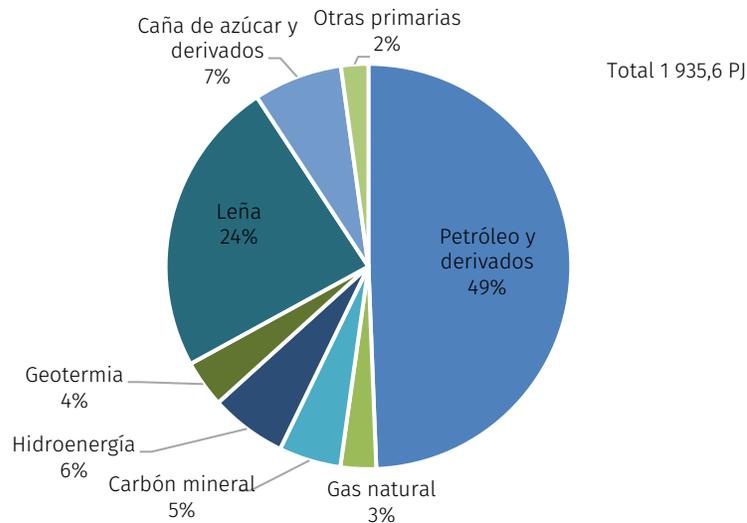
### 1. Oferta y consumo de energía

#### a) Oferta

La oferta de energía primaria más las importaciones de productos derivados del petróleo de los países del SICA (2018) es de alrededor de 1.936 petajoules (PJ) y se desglosa en los siguientes rubros (véase el gráfico II.6): hidrocarburos y combustibles fósiles importados 57% (petróleo y derivados, gas natural y carbón); biomasa 31% (leña y bagazo de caña principalmente) y otras renovables 12% (hidroenergía, geotermia y otras). Por países, la alta dependencia de las matrices energéticas a los combustibles fósiles importados se presenta en las siguientes proporciones: República Dominicana (78%); Panamá (76%); El Salvador (74%); Belice (56%); Honduras (52%); Costa Rica y Nicaragua (51%) y Guatemala (38%). La menor dependencia del exterior significa un mayor uso de las energías renovables modernas (como la hidroenergía, la geotermia, el viento y el sol), así como de las tradicionales (biomasa).

Gráfico II.6

Países del SICA: oferta de energía primaria más importaciones de productos derivados del petróleo, 2018



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

#### b) Consumo final de energía

##### i. Evolución histórica

El consumo total de energía del SICA creció a una tasa promedio anual del 3% entre 1990 y 2018 y está cubierto fundamentalmente por derivados de petróleo, cuya participación aumentó al 51,6% en 2018, y leña, que bajó del 48% al 29% en el mismo período. Considerando solamente el consumo de energías comerciales o modernas, la tasa de crecimiento del

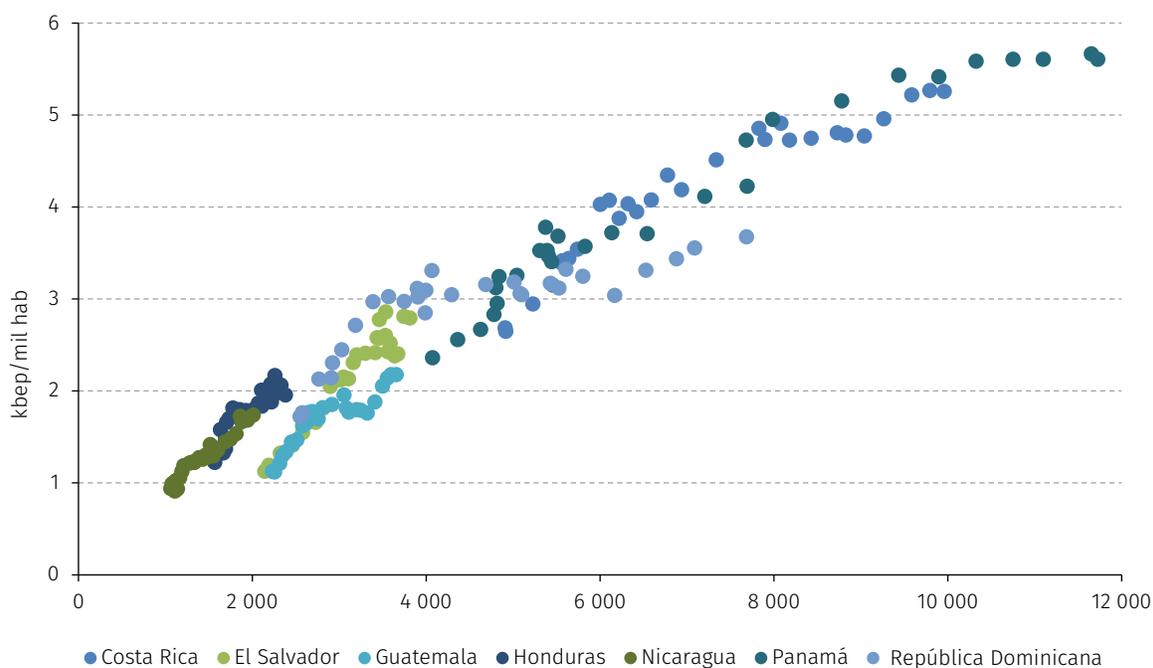
consumo de la región fue del 4,4%, similar a la tasa de crecimiento del PIB de 4,4%. La tasa de crecimiento del consumo energético total de la región fue del 3% para el período 1990-2018, mientras que el consumo del transporte fue del 4,8%, el consumo industrial 2,3% y el residencial 1,8%. Dado que el transporte consumió el 100% hidrocarburos, esa fue la razón fundamental para la penetración sustancial de los derivados de petróleo en el consumo total.

Por otro lado, se observó una mayor participación de la electricidad en el consumo industrial y en el sector residencial a consecuencia del aumento de los índices de electrificación y probablemente de los cambios naturales en las preferencias de los consumidores; a medida que aumenta el ingreso usualmente hay un mayor uso de electrodomésticos. Estos cambios en la estructura de la matriz de consumo se produjeron principalmente en la primera década del período: en 2000 los derivados del petróleo ya representaban el 49% del consumo energético total de la región y la electricidad el 13%.

El crecimiento del consumo en transporte fue muy alto precisamente en esa década (7,6%) y estuvo determinado en gran medida por el crecimiento acelerado del parque automotor. Aunque no se dispone de datos para el mismo período, el parque automotor total, incluyendo todos los tipos de vehículos de pasajeros y cargas, creció a una tasa del 7,8% entre 2006 y 2016. En el mismo período, el consumo en el transporte creció a una tasa del 3,6% mientras que el consumo de la industria creció al 2,1% y el residencial al 1,8%; en consecuencia, la tasa del consumo total de energía fue del 2,5%. Se observa una tendencia general a un crecimiento atenuado del consumo de energías comerciales por habitante dependiendo del PIB por habitante, aunque hay algunas diferencias entre los países (véase el gráfico II.7).

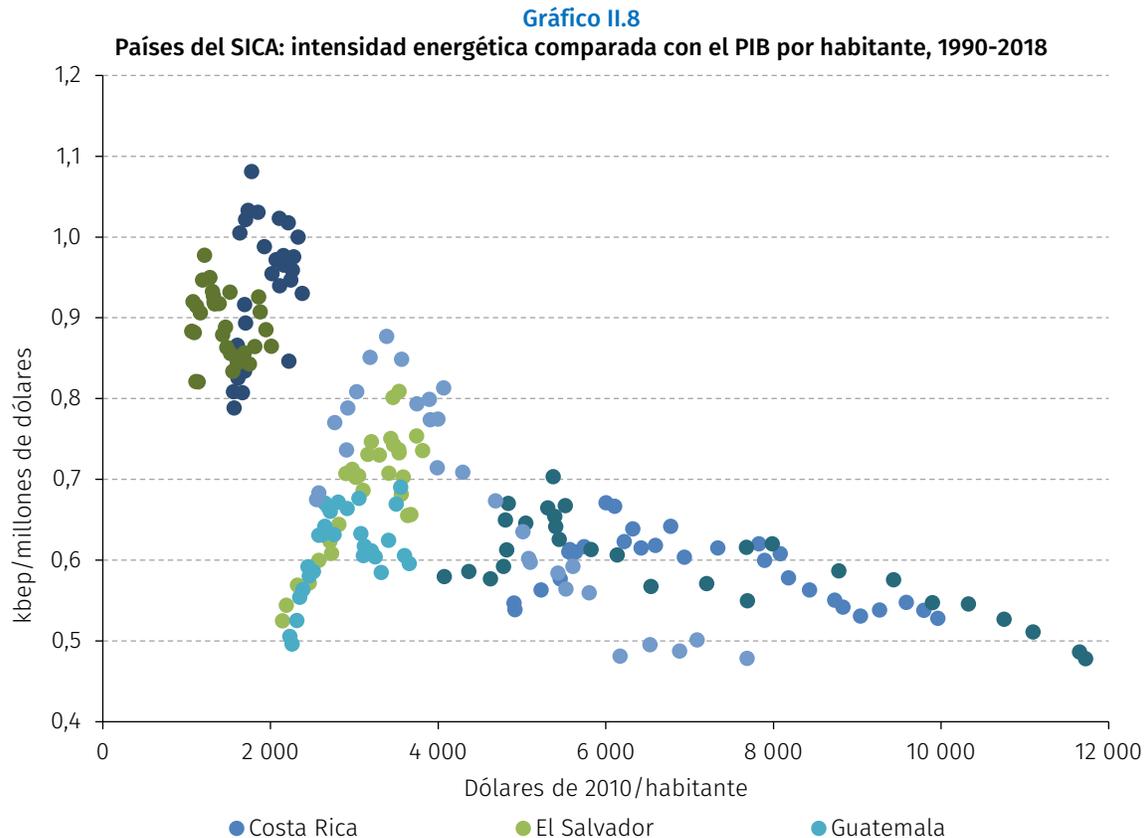
**Gráfico II.7**

**Países del SICA: consumo de energía por habitante comparado con el PIB por habitante, 1990-2018**  
(Dólares de 2010/habitante)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y CEPALSTAT.

El sendero energético muestra diferentes comportamientos entre países, algunos con tendencia decreciente, aunque a escala regional se ubican dentro de una franja que puede indicar que, realizando esfuerzos adicionales de eficiencia energética, el futuro de la región podría tener un sendero decreciente (véase el gráfico II.8). No obstante, en el gráfico se muestra que algunos países se encuentran en una situación complicada, con alta intensidad energética y bajo ingreso por habitante (Honduras y Nicaragua), mientras que en otros se observan tendencias crecientes de la intensidad energética (Guatemala y El Salvador). Este indicador no es suficiente para obtener conclusiones determinantes sobre la eficiencia energética ni para efectuar comparaciones entre países, ya que depende de la estructura económica y su evolución en cada caso, las tendencias de la intensidad energética podrían ser el resultado de cambios estructurales en la economía.

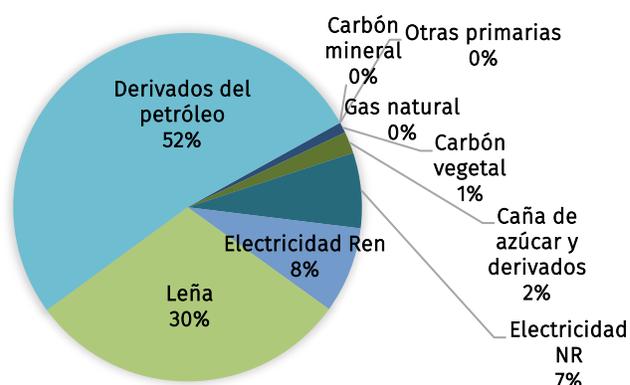


Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y CEPALSTAT.

### *ii. Situación del consumo final en 2018*

El consumo final de energía de los países del SICA (2018) es de alrededor de 1.491 petajoules (PJ) y se desglosa en los siguientes rubros: derivados del petróleo 52% (en su mayor parte utilizados en el transporte); electricidad 15% (alrededor de 3/5 partes producidas con fuentes renovables de energía y el resto con combustibles fósiles); y biomasa 30% (en su mayor parte leña, utilizada para cocción de alimentos y en industrias artesanales) (véase el gráfico II.9).

**Gráfico II.9**  
**Países del SICA: consumo final de energía, 2018**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

A continuación se presentan algunos comentarios relevantes:

- Por países, la alta dependencia de las matrices energéticas a los combustibles fósiles importados se presenta en las siguientes proporciones: República Dominicana (86%); Panamá (76%); El Salvador (74%); Belice (56%); Honduras (52%); Costa Rica y Nicaragua (51%) y Guatemala (38%). La menor dependencia del exterior significa un mayor uso de las energías renovables, tanto las modernas (como la hidroenergía, la geotermia, viento y el sol), como de las tradicionales (biomasa).
- Cinco países presentan muy alta o alta participación de las energías modernas o comerciales (hidrocarburos y electricidad): Panamá (92%); El Salvador (90%); Costa Rica (86%); República Dominicana (84%) y Belice (74%).
- Tres países registran muy alta o alta participación de las energías tradicionales (en su mayor parte leña): Guatemala (57%); Honduras (41%) y Nicaragua (39%).
- A escala sectorial, un 74,5% del consumo de la región corresponde al transporte y al consumo residencial; si se agrega la industria, se totaliza el 90,7% del consumo regional. El sector comercial, servicios y público representa solamente un 7,9% del consumo energético, aunque es muy importante en el consumo de electricidad (véase el cuadro II.5).
- En términos de las principales fuentes de energía, la electricidad se consume casi totalmente en tres sectores: residencial (33,9%), industria (27,6%) y comercial, servicios y sector público (34,9%). El gas licuado de petróleo (GLP) se consume 53,7% en el sector residencial, 19,6% en el transporte y 17,8% en la industria. El 76,9% del diésel se utiliza en transporte y el 17,5% en la industria, mientras que el 93,6% del consumo de leña es residencial. Con respecto al gas natural, hasta 2017 se utilizaba solamente en la República Dominicana; en los sectores de consumo final se consumía en ese año 83% en industria y 14,9% en transporte; no obstante, era utilizado mayoritariamente para generación eléctrica (88%), mientras que los dos sectores de consumo final mencionados representaban en conjunto el 12% del total del gas utilizado en el país. En 2018 este energético se comenzó a utilizar en Panamá, en un importante proyecto termoeléctrico.

**Cuadro II.5**  
**Países del SICA: matriz de consumo energético, 2018**  
 (En petajoules)

Sector	Transporte	Industria	Residencial	Comercial, servicios y sector público	Agro, pesca y minería	Construcción y otros	Total
Petróleo	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Gas natural	0,7	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
Carbón mineral	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
Leña	0,0	13,4	415,8	14,9	0,3	0,0	444,4
Caña de azúcar y derivados	0,0	24,9	0,0	0,0	0,0	0,0	24,9
Otras primarias	0,0	4,4	0,5	0,0	0,9	0,0	5,8
Electricidad	0,4	62,9	77,5	79,7	7,2	0,7	228,3
Gas licuado	20,8	18,8	56,9	8,7	0,1	0,7	105,9
Gasolinas/Alcohol	267,3	4,8	0,0	2,7	0,3	1,4	276,5
Keroseno/Jet Fuel	27,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	29,2
Diesel oil	236,6	54,0	0,0	9,0	5,6	2,5	307,7
Fuel oil	1,3	17,5	0,0	0,9	0,0	0,0	19,8
Coque	0,0	31,8	0,0	0,0	0,0	0,0	31,8
Carbón vegetal	0,0	0,0	5,4	1,5	0,0	0,0	7,0
Total	554,9	241,1	556,6	117,7	14,7	5,4	1490,5
Total (en porcentajes)	37,2	16,2	37,3	7,9	1,0	0,4	100,0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

## 2. El abastecimiento de hidrocarburos

En el cuadro II.6 se muestra un balance de las importaciones, producción (en las dos refinerías que operan, una en la República Dominicana y otra en Nicaragua), consumo y exportación de petróleo y productos derivados para 2018. Durante dicho año, las importaciones fueron del orden de 260,3 millones de barriles y representaron una factura de 10.276 millones de dólares, cifra que representó el 12,3% de los ingresos por exportaciones de bienes y servicios dicho año.

**Cuadro II.6**  
**Centroamérica y República Dominicana: balance de petróleo y derivados, 2018**  
 (En miles de barriles)

Sector	Producción	Importación	Consumo	Exportación
Petróleo	3 519	21 612	21 057	2 874
Total de productos	20 462	238 722	247 481	8 678
Gas natural	0	27 543	26 801	362
Gas licuado	517	44 142	38 719	6 402
Gasolinas	4 642	57 983	60 563	446
Kero/Jet	3 063	16 004	16 302	497
Diésel	5 778	59 804	65 369	457
Fuel oil	6 261	31 861	38 194	173
Otros	200	1 385	1 533	342

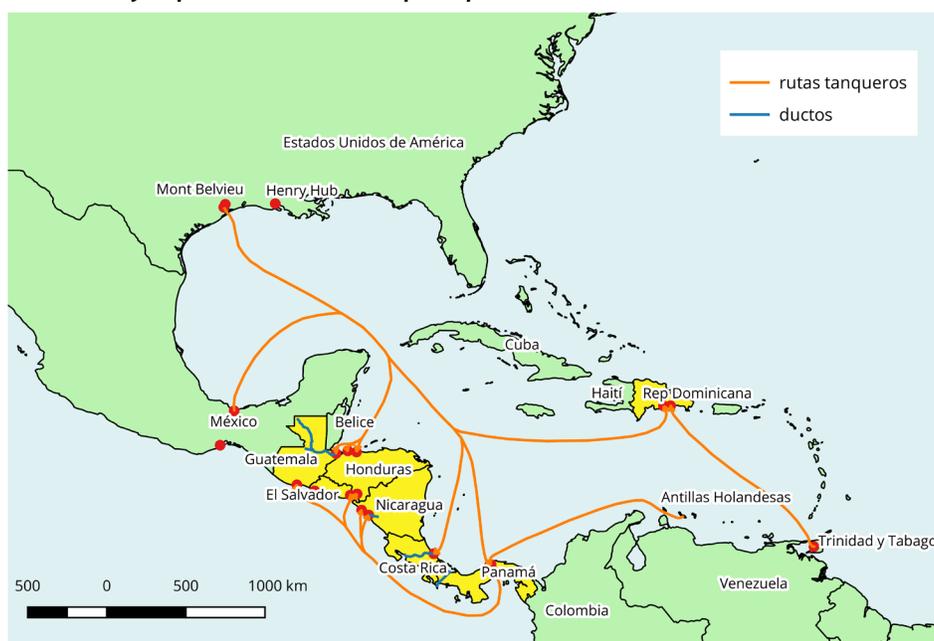
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales (CEPAL, 2018).

Este indicador llegó a representar 20,3% y 18,4% en 2008 y 2013, cuando los precios del petróleo presentaron máximos históricos (véase el gráfico II.9). Por países, ese indicador de

vulnerabilidad a las importaciones petroleras en 2018 fue el siguiente: Panamá (8,3%); Costa Rica (7,8%); República Dominicana (14,5%); Honduras (15,8%); Nicaragua (17%); El Salvador (18,1%), y Guatemala (18,7%) (CEPAL, 2020a). Más de dos tercios (71%) de los hidrocarburos provinieron de puertos ubicados en los Estados Unidos (costa del Golfo de México). Por su parte, las importaciones de Trinidad y Tabago representaron el 7,6%, que en su mayor parte correspondieron a gas natural enviado a la República Dominicana. La República Bolivariana de Venezuela, con sus exportaciones principalmente a Nicaragua y la República Dominicana bajo el acuerdo de Petrocaribe, retomó la tercera posición en el abasto regional con un 6,9%. Con sus exportaciones de petróleo crudo a la República Dominicana, México es el cuarto proveedor de hidrocarburos de la región. El restante 13% correspondió a importaciones provenientes de otros 25 países.

En los mapas II.1 y II.2 se muestra un resumen de las principales vías y rutas de entrada de las importaciones de hidrocarburos para los países del SICA. En el mapa II.2 también se incluyen gráficos a escala sobre el volumen de los mercados nacionales y el volumen de las importaciones por las tres vías existentes —dos marinas y una terrestre—, durante 2017 (por vía marina, en puertos del mar Caribe y océano Pacífico o por vía terrestre, desde México). En el mapa II.3 se muestra un resumen de la procedencia de las importaciones (países que suministran los productos) y la participación relativa en 2000, 2005, 2010, y 2014 a 2018.

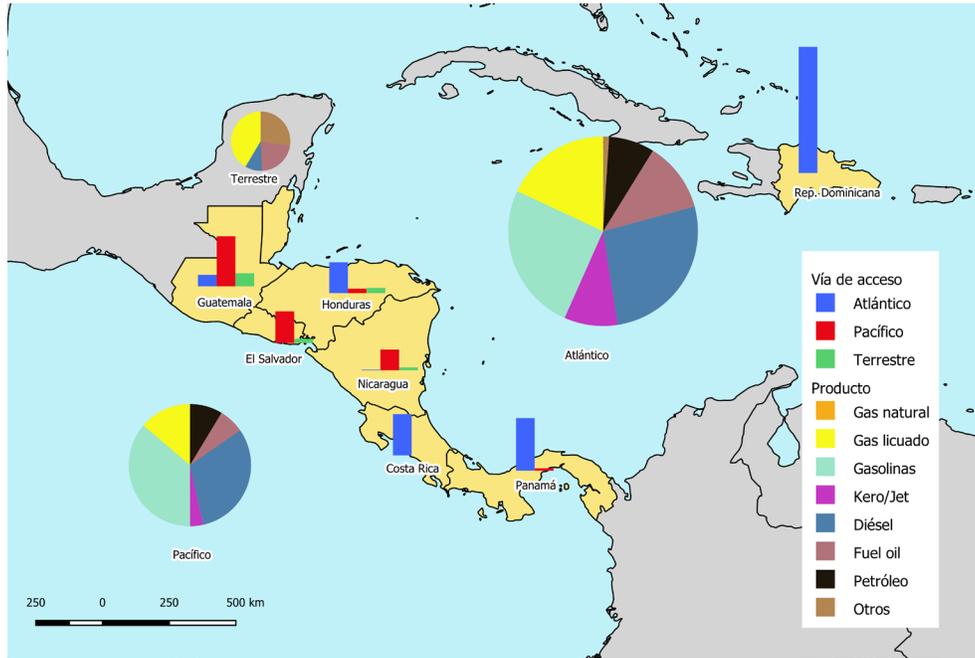
**Mapa II.1**  
**Centroamérica y República Dominicana: principales rutas de abastecimiento de hidrocarburos**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Centroamérica y República Dominicana: estadísticas de hidrocarburos, 2018* (LC/MEX/TS.2019/25), Ciudad de México, diciembre de 2019.

Mapa II.2

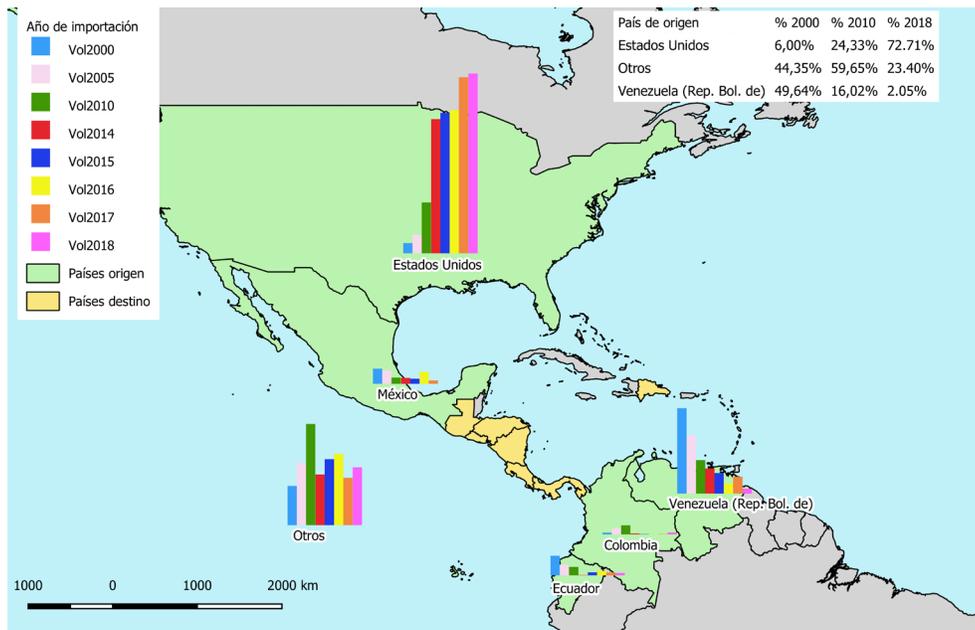
Centroamérica y República Dominicana: vía de entrada y volumen de las Importaciones de hidrocarburos



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Centroamérica y República Dominicana: estadísticas de hidrocarburos, 2018* (LC/MEX/TS.2019/25), Ciudad de México, diciembre de 2019.

Mapa II.3

Centroamérica y República Dominicana: procedencia de las importaciones de hidrocarburos, 2000, 2005, 2010, 2014 a 2018



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales. Nota: "Otros" hace referencia a importaciones recibidas de países no señalados en el gráfico y a importaciones sin identificar su origen. La ubicación del gráfico en el océano Pacífico responde a razones de diseño exclusivamente.

Como se puede observar, ha crecido la participación de las importaciones provenientes de las refinerías y e instalaciones de licuefacción del gas natural ubicadas en los Estados Unidos (en la costa del Golfo de México) y se han reducido las importaciones provenientes de la República Bolivariana de Venezuela. Hay países cuyo suministro es principalmente por el océano Atlántico, en tanto que otros son abastecidos mayoritariamente por el océano Pacífico (con una porción relevante que debe pasar por el Canal de Panamá).

Los precios de los productos derivados del petróleo y el abastecimiento de hidrocarburos constituyen temas energéticos de alta sensibilidad para los países del SICA. Como producto energético primario, el petróleo y sus derivados son utilizados, directa o indirectamente, en las distintas actividades económicas. El aumento de los costos de producción comprime márgenes y genera presiones inflacionarias, afectando en forma más relevante al transporte privado y colectivo, la producción de energía eléctrica y la industria con usos intensivos de energía. El presupuesto de los hogares se ve afectado por la necesidad de hacer un mayor gasto en los rubros de energía y transporte, sobre todo el de las familias de menores ingresos (CEPAL, 2009d). Por esas razones, una de las funciones principales del Comité de Directores de Hidrocarburos es monitorear el mercado regional de los derivados del petróleo.

### 3. El abastecimiento de energía eléctrica

#### a) Capacidad instalada y producción de electricidad

La potencia instalada total de la región asciende, de acuerdo con cifras de 2019, a 23,452 MW, con una componente de centrales a base de fuentes renovables de energía (FRE) del 58% y el 42% restante correspondió a termoeléctricas convencionales. La producción de energía eléctrica ascendió a 72,7 tera watts hora (TWh), de los que el 52,2% fue producida por FRE y el restante 47,7% por hidrocarburos (derivados del petróleo y gas natural) y carbón (véase el cuadro II.7, desglosado por tecnología y por países). Bajo el acápito del SIEPAC aparecen los seis países signatarios del tratado marco para la conformación de un mercado eléctrico regional (MER) centroamericano, cuya infraestructura inicial (primer circuito troncal) fue inaugurado en 2014.

**Cuadro II.7**  
**Países del SICA: oferta y suministro de energía eléctrica, 2019**

	Total	Hidro	Geo	Eólica	Biomasa	Solar	Biogás	Térmica
<b>Potencia instalada (en MW)</b>								
SICA	23 452,1	7 873,6	706,5	1 579,8	1 918,3	1 415,8	20,8	9 937,1
SIEPAC	18 373,3	7 195,9	706,5	1 209,5	1 844,8	1 227,9	20,8	6 167,9
Belice	157,8	54,5			43,5	0,5		59,3
Costa Rica	3 566,5	2 343,2	261,9	410,9	71,0	5,4		474,1
El Salvador	2 258,0	575,7	204,4		307,6	406,3	6,9	757,1
Guatemala	4 111,4	1 574,5	52,0	107,4	1 024,9	92,5	5,9	1 254,3
Honduras	2 713,0	725,9	35,0	235,0	223,1	510,8		983,1
Nicaragua	1 599,7	157,4	153,2	186,2	218,2	14,0		870,7
Panamá	4 124,7	1 819,3		270,0		198,9	8,1	1 828,5
Rep. Dominicana	4 921,0	623,2		370,3	30,0	187,5		3 710,0
<b>Generación (en GWh)</b>								
SICA	72 744,2	22 511,7	4 146,5	5 175,2	3 782,9	2 325,9	74,0	34 728,0
SIEPAC	54 075,7	21 454,5	4 146,5	4 386,2	3 484,5	2 165,7	74,0	18 364,3
Belice	274,0	74,6			91,9	0,6		106,8
Costa Rica	11 312,9	7 826,7	1 512,6	1 796,3	72,1	9,6		95,6
El Salvador	5 672,1	1 522,4	1 372,8		548,2	488,1	29,1	1 711,6
Guatemala	12 228,2	4 381,1	262,1	330,8	1 861,0	233,4	24,7	5 135,1

	Total	Hidro	Geo	Eólica	Biomasa	Solar	Biogás	Térmica
Honduras	9 253,3	2 405,2	295,9	818,3	456,5	1 115,5		4 161,8
Nicaragua	4 056,7	222,8	703,1	716,2	546,7	24,2		1 843,7
Panamá	11 552,5	5 096,3		724,6		294,8	20,25	5 416,5
Rep. Dominicana	18 394,5	982,7		789,0	206,5	159,6		16 256,8

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales (CEPAL, 2020a).

### b) Compras y ventas del SIEPAC

Las compras y ventas de electricidad (importaciones y exportaciones), dentro del SIEPAC se han incrementado en los últimos años. En 2019 representaron el equivalente al 5,7% de la producción de energía, cifra que es un indicador del peso de las transacciones regionales. Estas transacciones se concentran más en los países del norte (Guatemala y El Salvador), lo que es explicado por la mayor convergencia de las regulaciones de los mercados nacionales de dichos países y por una historia larga de transacciones bilaterales que se remontan desde 1986. Las limitaciones de transmisión en varios tramos de la red del SIEPAC (en buena medida causados por las postergaciones de importantes obras de transmisión de los sistemas nacionales) reducen en forma drástica las posibilidades de transacciones con los países del sur (Costa Rica y Panamá). En el cuadro II.8 y en el gráfico II.10 se muestra el resumen de transacciones regionales registradas durante 2019, en tanto que en el gráfico II.11 se ilustra la evolución del comercio intrarregional de electricidad desde sus inicios (1976) a la fecha.

**Cuadro II.8**  
**SIEPAC: exportaciones e importaciones de energía eléctrica, 2019**  
 (En GWh)

País	Exportaciones	Importaciones	Importaciones/	Exportaciones/
	(GWh)	(GWh)	(En porcentajes) <sup>a</sup>	(En porcentajes) <sup>b</sup>
Guatemala <sup>c</sup>	1 657,1	9,5	0,1	13,6
El Salvador	656,7	1 948,8	28,0	11,6
Honduras	5,9	259,5	2,7	0,1
Nicaragua	0,2	434,4	9,7	0,0
Costa Rica	322,6	339,8	3,0	2,9
Panamá	431,5	96,3	0,9	3,7
Total	3 073,9	3 088,3	5,7	5,7

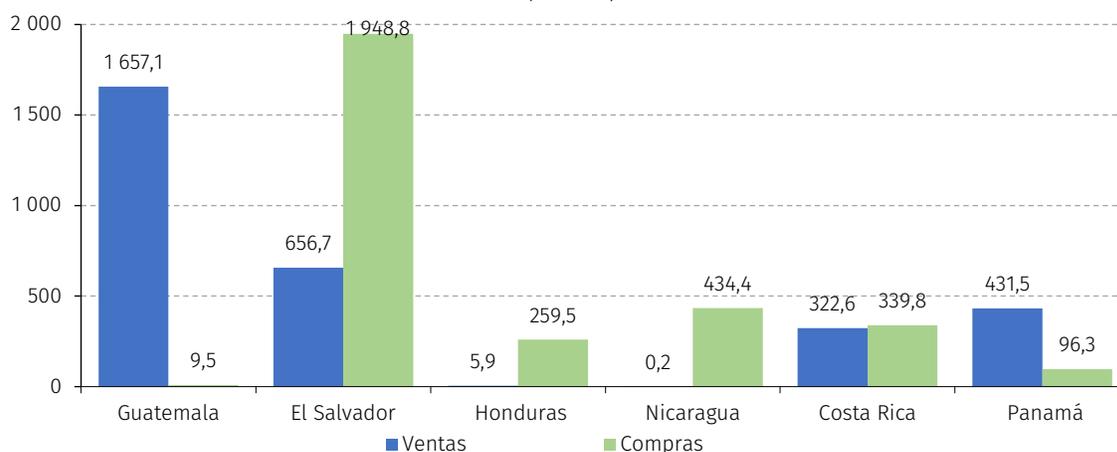
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.

<sup>a</sup> Este indicador representa el porcentaje de la demanda nacional que es servido por medio de importaciones.

<sup>b</sup> Este indicador representa el porcentaje de la producción nacional de energía eléctrica que es dirigido a las exportaciones.

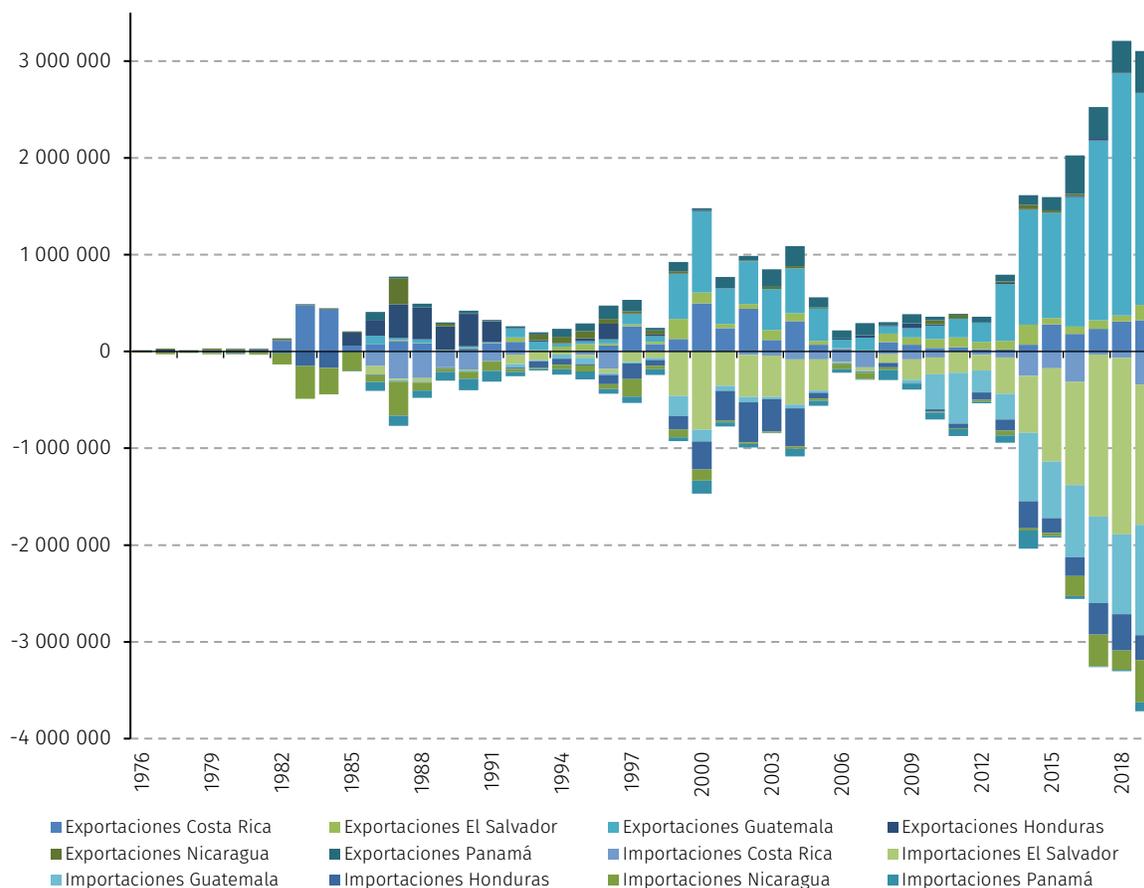
<sup>c</sup> En el caso de Guatemala, el 10% de su demanda nacional fue servida por importaciones de energía de México. Por otra parte, el 4,2% de su producción nacional de electricidad fue dirigida al sudeste de México.

**Gráfico II.10**  
**SIEPAC: ventas y compras entre países, 2019**  
 (En GWh)



Fuente: Ente Operador Regional (EOR), reportes diarios del último día de cada mes de las transacciones regionales en el MER.

**Gráfico II.11**  
**Centroamérica: importaciones y exportaciones de electricidad, 1976 a 2019**  
 (En MWh)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales del Ente Operador Regional (EOR) del Mercado Eléctrico Regional (MER) de América Central. Para las cifras de los intercambios entre Guatemala y México se usaron cifras del Administrador del Mercado Mayorista (AMM) de Guatemala.

Con base en el cuadro II.8 y los gráficos II.10 y II.11 se hacen los siguientes comentarios:

- El volumen de las transacciones regionales ha sido creciente, de manera que se ha registrado un primer pico en 2000 y se ha retomado una tendencia creciente a partir de 2005.
- El Salvador y Guatemala han tenido el mayor volumen de las transacciones. El primer país ha llegado a satisfacer el 29% a partir de compras de energía con los países vecinos, en tanto que Guatemala ha destinado más del 14% de su producción eléctrica para el MER del SIEPAC.
- Honduras y Nicaragua sirven una porción significativa de su demanda (4,2% y 4,6% respectivamente) a partir de compras de energía con agentes ubicados en los países vecinos.
- Panamá y Costa Rica son los países que registran el menor volumen (relativo) de transacciones regionales.

Los beneficios que han obtenido los países de la operación del Mercado Eléctrico Regional (MER) son muy significativos. Se estima que, solamente cuantificando los ahorros por desplazamiento de energía cara (a partir de producción más barata en los países vecinos), los seis países están obteniendo beneficios del orden de 125 millones de dólares anuales. Una parte de esos ahorros son trasladados a los usuarios finales (reduciendo o bien evitando o aminorando las alzas en las tarifas) y otra se contabiliza como utilidad en los libros de los agentes que participan en el MER (en 2017 existían 232 agentes, en su mayor parte generadores, seguidos de comercializadores, grandes usuarios, distribuidores y empresas transportistas).

La contabilidad referida de beneficios no incluye lo relacionado con la reducción de situaciones de desabastecimiento. En los últimos años, al menos tres países han logrado evitar crisis de suministro de electricidad (por situaciones de sequías y reducción de la producción hidroeléctrica o bien, por salidas forzadas o postergación de entrada de importantes centrales generadoras). Estos datos ponen de manifiesto la importancia de la construcción del segundo circuito del SIEPAC, así como la construcción de los refuerzos nacionales de transmisión, especialmente en Honduras y Nicaragua, y en Panamá, la cuarta línea del centro del país, a la provincia de Chiriquí. Ese proyecto incrementará de manera sustancial las transacciones regionales de electricidad y los beneficios correspondientes; el más importante es el relacionado con la incidencia en la reducción de los precios mayoristas de electricidad.

Otro tema importante tiene que ver con las interconexiones extrarregionales. El enlace con México podría ejecutarse en el mediano plazo, por lo que se requeriría finalizar los estudios del diseño del mercado eléctrico (entre México y los países de Centroamérica), y los estudios de factibilidad (económica y financiera) e ingeniería del enlace México-SIEPAC. Igualmente importante podría ser, en el largo plazo, el enlace con Colombia.

### **c) Pérdidas de electricidad**

En la región del SICA se observan tres países con niveles altos de pérdidas de transmisión y distribución: Honduras (32,5%); República Dominicana (30,2%)<sup>35</sup>, y Nicaragua (21,2%). Cuatro países —Belice (14,9%), El Salvador (13,5%) y Guatemala y Panamá (ambos con 13,3%)— tienen niveles de pérdidas moderadamente altas. Solo Costa Rica reporta un nivel aceptable de pérdidas (10,9%) (véase el cuadro II.9).

<sup>35</sup> En la República Dominicana, las pérdidas de transmisión corresponden a un 1,8% y las de distribución a un 28,4%.

**Cuadro II.9****Países del SICA: evolución de las pérdidas en transmisión y distribución de energía eléctrica, 2010-2018**

Año	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	República Dominicana
2010	11,8	10,8	12,3	13,2	24,3	25,4	14,4	37,2
2011	13,1	12,3	12,1	13,9	27,3	24,1	15,0	34,8
2012	12,5	11,6	12,6	13,7	30,0	23,1	14,1	37,4
2013	12,2	11,6	12,1	14,3	31,2	22,8	13,8	35,3
2014	12,5	11,6	12,0	13,4	31,3	23,3	14,1	33,9
2015	11,9	11,9	11,9	13,8	32,6	24,7	14,5	33,0
2016	12,0	11,1	11,9	13,9	32,6	23,0	15,1	33,3
2017	12,3	10,9	12,1	14,4	33,7	21,6	13,6	31,7
2018	14,9	10,9	13,5	13,3	32,5	21,2	13,3	30,2

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales, (CEPAL, 2020c).

Nota: En 2019, preliminarmente Panamá tiene 13% y República Dominicana un 29%.

Los niveles altos de pérdidas comerciales o no técnicas (errores en la medición, ausencia de medición y robo de energía) pueden afectar la facturación y las finanzas de las empresas y repercutir sobre la calidad del servicio técnico y comercial y la calidad del producto. Un análisis desglosado de las pérdidas por empresa y por regiones, subestaciones o circuitos, que seguramente existe en los organismos especializados de cada país (entes reguladores), permitirá revisar las estrategias para reducir estas anomalías. Parte de esas pérdidas están relacionadas con conexiones directas o ausencia de medición y focalizadas en zonas de rezago social. En algunos casos, representan zonas de alta conflictividad social, en donde también hay rechazo a proyectos de infraestructura eléctrica.

Otro aspecto que debe observarse es el alto nivel en la gestión de pérdidas de algunas distribuidoras metropolitanas (como en Costa Rica y Guatemala), en donde estas empresas registran pérdidas menores al 8%. Una reducción al nivel del 12% en los países del SICA que registran pérdidas moderadas y altas permitiría aumentar la facturación en una cantidad de energía de alrededor de 5,6 teravatios-hora (TWh) al año. Esa cifra podría incrementar los ingresos por facturación en alrededor de 300 millones de dólares anuales (considerando un precio de 5,3 centavos de dólar por kWh).

**d) Cobertura del servicio**

La cobertura del servicio eléctrico se ha incrementado sustancialmente en los últimos 20 años (véase el cuadro II.10), por lo que en 2018 se llegó a niveles que estarían entre el 80,8% en Honduras y el 99,4% en Costa Rica.

**Cuadro II.10****Centroamérica y República Dominicana: población servida con energía eléctrica, 2000-2018**

Año	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	República Dominicana
2000	81,0	97,1	84,5	73,3	43,1	44,0	83,7	90,2
2005	83,9	98,1	87,5	77,1	52,3	53,4	86,4	92,1
2007	85,0	98,6	91,1	78,7	57,1	60,4	87,4	92,9
2010	89,9	99,1	91,7	81,2	63,9	69,8	89,9	94,7
2011	90,3	99,3	92,6	82,0	65,7	72,4	90,3	95,2
2012	90,9	99,3	93,6	82,9	67,9	73,7	90,7	95,7
2013	91,7	99,4	95,0	83,7	70,1	76,2	91,1	96,3
2014	92,4	99,4	95,1	84,6	72,4	80,4	91,5	96,7

Año	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	República Dominicana
2015	93,2	99,3	95,4	85,5	74,0	85,3	92,0	97,2
2016	94,0	99,3	96,0	86,3	75,1	90,1	92,4	97,4
2017	94,8	99,4	96,7	87,2	77,2	94,0	92,9	97,5
2018	95,6	99,4	97,0	88,1	80,8	95,6	93,3	97,9

Fuentes: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales de:

a) Instituto Costarricense de electricidad (ICE), Índice de cobertura eléctrica 2017, San José, octubre de 2017.

b) Dirección General de Estadística y Censos de El Salvador (DIGESTYC), Encuesta de hogares de propósitos múltiples 2018, San Salvador, 2019, y otros reportes similares de años anteriores.

c) Instituto Nacional de Estadística (INE), información en la página web del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda, Ciudad de Guatemala, 2018.

d) Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), Cobertura del servicio de energía eléctrica en Honduras 2018, Tegucigalpa, marzo de 2019.

e) Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) de Nicaragua.

f) Secretaría Nacional de Energía de Panamá y nuevo cálculo de índice sobre la base de información del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) de Panamá.

Índice de electrificación por país en 2019: Costa Rica (99,4%); El Salvador (97,6%); Honduras (83,11%); Nicaragua (97,16%); Panamá (93,84%).

Aunque en términos generales los índices de electrificación son altos, en varios países resta aún un margen significativo para alcanzar la universalidad del acceso al servicio eléctrico, principalmente en áreas rurales y en zonas más alejadas, lo que presenta dificultades crecientes para alcanzar dicha meta.

## C. Los recursos energéticos en los países del SICA

### 1. Hidrocarburos

Solo Belice y Guatemala poseen pequeñas reservas probadas de hidrocarburos (equivalentes a 9,63 Mbbl y 440,47 Mbbl, respectivamente), situación que diferencia al SICA de las otras subregiones de América Latina. Varios países están interesados en realizar las actividades de exploración, proyectos que, en caso de ser exitosos, requerirían más de diez años para desarrollarse.

### 2. Fuentes renovables de energía (FRE)

#### a) Energías renovables convencionales

Con respecto al potencial energético renovable, el SICA se caracteriza por una disponibilidad importante de hidroenergía. Se estima que el bloque cuenta con 27,24 GW aprovechables con una concentración importante de dicho recurso en Costa Rica, Guatemala y Honduras, países donde se concentra el 63% del potencial hidroenergético subregional (OLADE, 2017). Desde el punto de vista ambiental, la energía hidroeléctrica tiene la gran ventaja de ser un recurso limpio y renovable. Su utilización no genera emisiones de GEI, por lo que contribuye a la reducción del calentamiento global. Adicionalmente, los proyectos a pequeña escala no producen impactos significativos al ambiente local cuando están instalados y operados de forma apropiada.

No obstante, muchas veces dichos proyectos están ubicados en sitios de elevada sensibilidad ambiental o social, por lo que pueden inducir impactos de carácter local. Es por ello que en el desarrollo de un proyecto, es necesario tomar en cuenta estos posibles impactos, incorporar en el diseño y análisis de las distintas alternativas a los posibles afectados y proponer medidas de mitigación adecuadas. Deben realizarse estudios para

verificar que los proyectos hagan el mejor aprovechamiento de los ecosistemas y recomendar medidas para disminuir el riesgo de alterar el equilibrio natural existente, durante la construcción y operación de estos proyectos. Todo lo anterior debe estar contemplado en los estudios de impacto ambiental.

El principal problema presente en forma muy visible en cuando menos tres países del SICA (Guatemala, Honduras y Panamá) está relacionado con el licenciamiento social de los proyectos hidroeléctricos. Además de las dificultades de negociar la compra de terrenos con múltiples propietarios (que en algunos casos tienen muy pocas opciones hacia donde trasladarse), los interesados y los inversionistas deben llevar a cabo procesos de consulta con las comunidades afectadas en el área de incidencia de la cuenca. En el caso de pueblos indígenas y tribales, estos procesos deberán cumplir con lo establecido en los reglamentos del Convenio 169 de la OIT. Los países del SICA son signatarios de dicho convenio<sup>36</sup>.

Todo lo anterior presenta un panorama complicado para los proyectos hidroeléctricos, en especial los de capacidad mediana (superior a 50 MW) y grande (mayor a 100 MW), aunque en algunos países los de capacidad pequeña (10 MW) también generan conflictividad social. La complicación es mayor en el caso de proyectos binacionales (ubicados sobre ríos limítrofes), dado que en la región aún no hay convenios y legislación sobre el uso y aprovechamiento de cuencas compartidas. Más allá de la producción hidroeléctrica, la conservación de las cuencas constituye un tema que deberá ser atendido por los países del SICA.

## **b) Recursos geotérmicos**

La porción continental de la subregión del SICA dispone de un gran potencial geotérmico y experiencia en el aprovechamiento geotérmico, pues la región aprovecha este recurso desde 1970. El istmo centroamericano se ubica en el Cinturón de Fuego del Pacífico y en consecuencia cuenta con recursos geotérmicos muy significativos (véase el mapa II.4), con un potencial estimado entre 3.000 y 5.000 MW para producción de electricidad<sup>37</sup> en 64 sitios potenciales (FCS, BCIE, y KFW, 2016). De estos 64, ocho campos han sido desarrollados en los últimos 40 años, 29 áreas están en diferentes etapas de preinversión y 27 en fase de reconocimiento geológico. Las primeras evaluaciones sobre este recurso datan de mediados del siglo XX.

El Salvador puso en operación su primera planta geotérmica en 1975. Posteriormente Nicaragua (1983), Costa Rica (1994), Guatemala (1998) y Honduras (2017) empezaron a aprovechar el calor geotérmico para la producción de electricidad. Además de tener costos competitivos, alta confiabilidad y capacidad de ofrecer potencia firme con altos factores de carga, la geotermia representa una tecnología de bajo impacto ambiental. A diferencia de otros recursos renovables, no se ve afectada (salvo en forma indirecta) por las variaciones meteorológicas y el cambio climático.

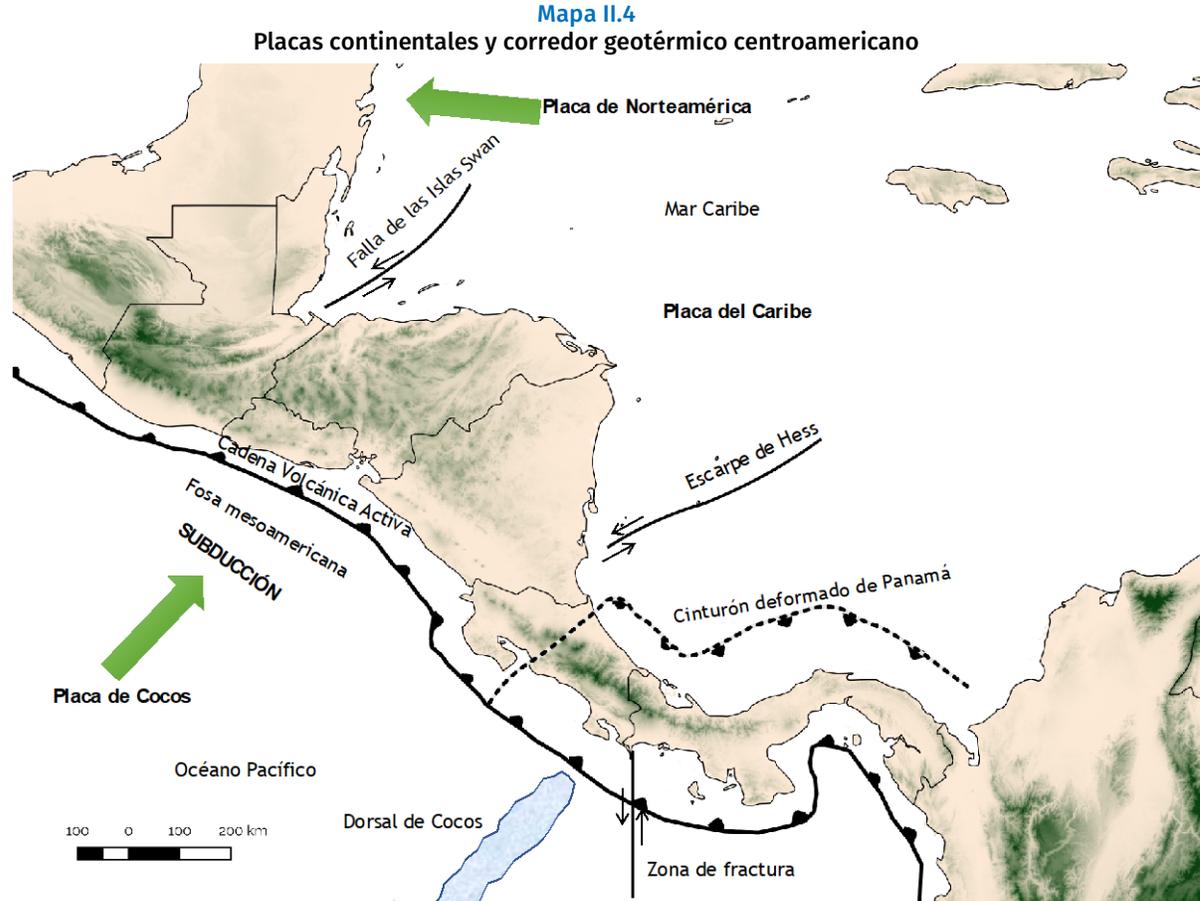
En 2019 la geotermia representó el 7,7% de la producción de electricidad de los países centroamericanos (5,7% a nivel del SICA), con las siguientes participaciones: El Salvador<sup>38</sup>

<sup>36</sup> El Convenio 169 es un instrumento que asegura los derechos colectivos e individuales de los pueblos indígenas. El eje del Convenio son los derechos colectivos y, entre ellos, el derecho a la consulta. Este pretende ser un mecanismo que obligue al Estado a escuchar las necesidades de los pueblos indígenas mediante el diálogo abierto y la negociación antes de encaminar algún proyecto que impacte en el desarrollo de las comunidades. El mecanismo de consulta tiene como finalidad buscar el consentimiento informado, tanto del Estado como del sector privado y los pueblos indígenas.

<sup>37</sup> Algunas veces las unidades de potencia eléctrica geotérmica se refieren a MW para indicar la producción neta de electricidad en los sitios evaluados.

<sup>38</sup> El Salvador, después de Islandia, es el segundo país del mundo con mayor utilización relativa del recurso geotérmico en la generación de electricidad (IRENA, 2015a).

(24,2%); Nicaragua (17,3%); Costa Rica<sup>39</sup> (13,4%); Honduras (3,2%), y Guatemala (2,1%) (véase el anexo I del presente documento) (CEPAL,2020a). Belice, Panamá y la República Dominicana no cuentan con producción eléctrica con este recurso, pero si tienen un pequeño potencial identificado en sitios donde hay recursos geotérmicos, posiblemente de baja entalpía<sup>40</sup>.



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), elaboración propia sobre la base de FCS (Fichtner Consulting Services), BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) y KfW (Banco de Desarrollo del Estado de la República Federal de Alemania) (2016), *Potential of Geothermal Development in Central America*, Stuttgart, Alemania y F. E. Montalvo (2013), *Current Status of Geothermal Resources Development in Central America*, UNU GTP and LaGeo, San Salvador.

Aun considerando la larga historia (de más de siete décadas de prospecciones geotérmicas en algunos países) los inventarios existentes de recursos geotérmicos son muy limitados. En su mayor parte consisten en reconocimientos geológicos superficiales que no cuentan con la información suficiente para tener cálculos bien fundamentados —con perforaciones de suficiente profundidad y diámetro, análisis químicos de los fluidos, densidad y temperatura, modelado de campos, entre otros— del potencial teórico y la calidad

<sup>39</sup> Con la entrada de Pailas II, en julio de 2019. Esta central geotérmica, ubicada en Curubandé de Liberia, tiene una capacidad instalada de 55 MW.

<sup>40</sup> La clasificación del recurso geotérmico se hace con base en el rango de temperaturas de los mantos: baja entalpía, con temperaturas menores a 90 °C, sirve principalmente para usos industriales; entalpía moderada, con temperaturas entre 90° y 150 °C (para usos industriales y con potencial para generación eléctrica con tecnologías en desarrollo); media entalpía con temperaturas entre 150° y 200 °C (generación eléctrica a escala comercial con ciclos binarios y aprovechamiento de calor para usos industriales), y alta entalpía, con temperaturas mayores a 200 °C (generación eléctrica y aprovechamiento de calor).

del vapor (de baja, media y alta entalpía). De acuerdo con la opinión de especialistas, no existe información suficiente para tener una estimación del potencial teórico, con base en fundamentación científica sólida<sup>41</sup>. Teniendo presente esa anotación, se menciona una estimación preliminar del potencial geotérmico por desarrollar en seis países centroamericanos, del orden de 2.750 MW de potencia neta entregada por centrales geotérmicas (Dolezal, 2013, véase el anexo II). Otros evaluadores consideran que el potencial podría ser aún mayor<sup>42</sup>. Dos países no cuentan aún con reconocimientos y prospecciones geológicas que permitan dimensionar futuras instalaciones (Belice y la República Dominicana).

Además de la producción de electricidad, hay muchas oportunidades para utilizar el calor geotérmico en procesos industriales (el calor residual y los condensados de vapor se pueden utilizar en el proceso de deshidratación de frutas y productos agrícolas, en industrias como la cerámica, alimentos y otras), pero aún con la abundancia del recurso ha sido poco aprovechado (en especial en El Salvador y Guatemala se registran algunos ejemplos). Este uso representa una oportunidad a considerar para el futuro desarrollo de parques industriales. Por el contrario, el uso directo de fuentes termales para fines recreativos, turísticos y médicos se observa en todos los países, pero aún queda un potencial muy alto sin utilizar.

Se han efectuado diagnósticos para determinar los factores que limitan el desarrollo geotérmico en los países. En algunos casos las mayores debilidades se encuentran en los marcos institucionales, ya sea en su carencia o en su insuficiencia. Esto es más notorio en los casos en los que el desarrollo de nuevas centrales quedó en manos de inversionistas privados. Durante las etapas iniciales de desarrollo se requieren inversiones significativas, que inciden en la incertidumbre percibida en el recurso. Esta es una barrera sustancial para movilizar el capital de riesgo necesario para financiar la perforación exploratoria<sup>43</sup>. Actualmente han surgido algunas facilidades y fondos para financiar, facilitar y acelerar el desarrollo geotérmico en América Latina con el propósito de fomentar la inversión del sector público y privado en la producción de energía geotérmica<sup>44</sup>. Se debe también trabajar en la búsqueda de las líneas de financiamiento para desarrollar proyectos de energía geotérmica de baja entalpía, lo que deberá realizarse conjuntamente con programas de desarrollo de pequeñas y medianas industrias y desarrollo local.

Otras barreras están relacionadas con aspectos institucionales (deficiencias en la planificación estratégica, inventarios limitados); el marco legal y regulatorio (concesiones, incentivos, regulación del uso de aguas subterráneas, entre otros), y temas ambientales (en especial cuando el recurso coincide con los parques nacionales y reservas ecológicas). Estos temas han sido abordados en diversos estudios como los de la Agencia Internacional de las

---

<sup>41</sup> Algunos países como El Salvador cuentan con un inventario muy limitado de recursos geotérmicos superficiales con información técnica (temperatura, análisis químico del fluido -SiO<sub>2</sub>, Na, K, Mg, SO<sub>4</sub>, Cl, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, densidad, entre otros). Queda un trabajo muy amplio por hacer para tener una mejor medición del recurso geotérmico (información y opinión de la experta Sulamith Kastl, Directora Regional del "Proyecto para Identificación de Yacimientos de Energía Geotérmica en Centroamérica", que lleva a cabo el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania (BGR).

<sup>42</sup> Pese a que estudios previos coinciden en el alto potencial geotérmico del istmo, existen diferencias en cuanto al potencial expresado en capacidad con un rango de entre 2,73 y 13,21 GW, lo cual correspondería a ~50 sitios de interés (Dolezal, 2013).

<sup>43</sup> La exploración y el desarrollo de proyectos geotérmicos conlleva ciertos riesgos, principalmente en la exploración y del recurso. Es decir, al hacer una perforación no se tiene certeza del tamaño y la calidad del recurso geotérmico, afectando también la planeación y diseño del número de perforaciones requeridas y el diseño de la capacidad del sistema. Esta etapa puede tardar hasta diez años antes de que se pueda comenzar a generar electricidad, por lo mismo, el riesgo financiero es una de las barreras más grandes que existen en un mayor desarrollo de este recurso.

<sup>44</sup> Véase, por ejemplo, "Geothermal Development Facility for Latin America" [en línea] <https://gdflac.com/>.

Energías Renovables (IRENA, 2016) y el Programa de Apoyo a la Gestión del Sector Energético (ESMAP, 2016). No obstante, se deben reconocer las muchas bondades del recurso. A las ya apuntadas (bajos impactos ambientales, costos bajos de producción, alta confiabilidad, oferta de energía firme e inmunidad a los efectos nocivos del cambio climático), debe sumarse una menor conflictividad social (a diferencia de los recursos hídricos, que siempre tendrán un conflicto con los usuarios del agua en las diferentes partes de la cuenca considerada).

Los hechos anteriores sustentan la importancia del recurso geotérmico en los países del SICA, que jugará un papel fundamental en el desarrollo del sector energético. Después de la hidroelectricidad, la energía geotérmica constituye la segunda fuente renovable de energía de importancia en tres países (El Salvador, Nicaragua y Costa Rica). En otros dos países (Honduras y principalmente en Guatemala), el recurso está escasamente aprovechado y su participación se podría incrementar de manera sustancial en la matriz energética. En los casos de Belice, Panamá y la República Dominicana se debe continuar haciendo la prospección y la evaluación del recurso para determinar el potencial aprovechable y las vocaciones para su uso.

### c) *Biomasa*

El aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía ofrece un amplio rango de beneficios ambientales: puede contribuir a mitigar el cambio climático y el efecto invernadero, reducir la lluvia ácida, prevenir la erosión de los suelos y la contaminación de las fuentes de agua, reducir la presión provocada por la basura urbana, enriquecer el hábitat de la vida silvestre y ayudar a mantener la salud humana y la estabilidad de los ecosistemas. Todas las cosechas, incluyendo las plantaciones energéticas, capturan carbono a través de las plantas mientras crecen, produciendo un balance natural de carbono en los suelos. Cuando se quema biomasa, el dióxido de carbono liberado es absorbido por la siguiente cosecha en crecimiento; este se denomina un ciclo cerrado de carbono.

De hecho, la cantidad de carbono secuestrado puede ser mayor que la del liberado durante la combustión debido a que muchos de los cultivos energéticos son permanentes: al utilizar solo una parte de la planta las raíces, además de estabilizar los suelos, secuestran carbono en su regeneración año tras año. No obstante, por su naturaleza, la biomasa tiene una baja densidad relativa de energía; es decir, se requiere que esté disponible en grandes volúmenes para producir potencia, en comparación con los combustibles fósiles, por lo que el transporte y manejo se encarecen y se reduce la producción neta de energía. La clave para este problema es ubicar el proceso de conversión cerca de las fuentes de producción de biomasa, como aserraderos, ingenios azucareros y granjas, donde hay desechos de aserrío, bagazo de caña y excretas de animales. Todos los países del SICA tienen un gran potencial en biomasa y los ingenios azucareros ya están aprovechando una gran parte.

En el sector agroindustrial en el SICA destaca el potencial energético de la biomasa tanto para generación de electricidad y calor, como para la producción de biocombustibles destinados al sector transporte. Desde la década de 1990 varios ingenios azucareros aprovechan los residuos de la caña de azúcar en procesos de cogeneración. En 2019 el aprovechamiento de la biomasa en ingenios cañeros representó el 6,4% de la producción de electricidad de los países centroamericanos (5,2% a nivel del SICA), con las siguientes participaciones: Belice (33,6%); Guatemala (15,2%); Nicaragua (13,5%); El Salvador (9,7%); Honduras (4,9%), República Dominicana (1,1%) y Costa Rica (0,6%, véase el anexo I del presente documento).

La importancia de la caña de azúcar en el sector agrícola es indicativo de un potencial aún aprovechable de este recurso para fines energéticos. El cultivo del café es otro recurso de interés energético, pues varias procesadoras de este cultivo dicen estar aprovechando los residuos del proceso en ciclos de cogeneración. El aprovechamiento de residuos agrícolas para producción de biogás también es de interés en la subregión, particularmente el aprovechamiento de residuos de piña y banano, así como residuos pecuarios. En el anexo IV se muestra una estimación del potencial energético de la biomasa en los países del SICA.

#### **d) Biocombustibles**

En sentido estricto, los biocombustibles deben ser ubicados dentro de los recursos biomásicos. Su producción a escalas industriales y nacionales requiere de políticas agroindustriales específicas, incluyendo incentivos fiscales. Durante las próximas décadas, se estima que los combustibles fósiles líquidos continuarán siendo el eje de la energía en el sector transporte, lo que genera una fuerte dependencia de proveedores externos. De este modo, un sector esencial del país está expuesto a la volatilidad y eventual aumento del precio del petróleo y de sus derivados. Asimismo, usar combustibles fósiles en el transporte tiene importantes impactos ambientales tanto a escala local como global.

Los biocombustibles representan una alternativa a los combustibles fósiles líquidos, sobre todo para el parque vehicular, aunque también pueden tener aplicaciones en ciertas áreas industriales. La introducción de bioetanol en lugar de gasolina y de biodiésel en lugar de petróleo diésel permitiría reducir las emisiones negativas al ambiente (sobre todo material particulado y dióxido de carbono), bajar la dependencia externa, ya que se cuenta con producción local, y reducir la exposición a la volatilidad de precios, además de abrir la posibilidad de menores precios. No obstante, se debe tener especial cuidado de no crear conflictos en el uso del suelo que afecten la seguridad alimentaria. En la primera década del presente milenio la mayor parte de países del SICA hicieron extensas evaluaciones y estudios sobre este tema. Así, Panamá y Honduras aprobaron leyes específicas para promover la producción y el uso de biocombustibles y Costa Rica inició pruebas piloto para evaluar el uso del bioetanol.

#### **e) Energías renovables variables no convencionales**

##### **i. Eólica**

Estudios previos también destacan recursos eólicos atractivos en Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua con una velocidad promedio de 4,8 m/s (OLADE, 2017) en 12.969 kilómetros cuadrados de los países mencionados (Dolezal, 2013), lo que se sumaría a varias áreas de interés en la República Dominicana con evaluaciones recientes que muestran muchos sitios con excelentes velocidades del viento promedio (de hasta 7 m/s) (Worldwatch Institute, 2015). El abatimiento de los costos de la tecnología eólica y los incentivos contemplados en las leyes de promoción de la energía renovable han posibilitado un gran despliegue de este recurso, principalmente en Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (véase el anexo II del presente documento). A futuro, los desarrollos mar adentro (*off-shore*) constituirán un recurso potencial de gran dimensión.

En 2019 los parques eólicos representaron el 7,1% de la producción de electricidad de los países centroamericanos (8,1% a nivel del SICA), con las siguientes participaciones: Nicaragua (17,7%); Costa Rica (15,9%); Honduras (8,8%); Panamá (6,3%); República Dominicana (4,3%) y Guatemala (2,7%). El Salvador y Belice no reportaban utilización del recurso eólico (véase el anexo I del presente documento).

## ii. Solar

Los ocho países del SICA cuentan con un excelente potencial para aprovechar la energía solar. Destaca el potencial de la costa del océano Pacífico de los países centroamericanos con una radiación que oscila entre 6–7,5 kWh/m<sup>2</sup>/día. No obstante, la zona céntrica y costa del océano Atlántico también reporta una radiación solar importante de entre 5 y 6,5 kWh/m<sup>2</sup>/día con cierta heterogeneidad en algunas áreas donde se observa una menor radiación (Johnson y Meisen, 2012). La República Dominicana también registra una radiación sustancial de entre 5 kWh/m<sup>2</sup>/día y 6 kWh/m<sup>2</sup>/día (Worldwatch Institute, 2015).

Los registros de radiación solar de los países del SICA, el abatimiento de los costos de la tecnología y los incentivos contemplados en las leyes de promoción de la energía renovable han posibilitado un gran despliegue de este recurso, principalmente en Honduras, Panamá y El Salvador (véase el anexo II del presente documento). A futuro, la generación distribuida a pequeña escala (techos solares) constituirá un recurso de gran dimensión, que podría amplificarse en forma geométrica, con los avances y abaratamiento del almacenamiento (super baterías), lo que podría suceder a fines de la tercera década o inicios de la cuarta década del presente milenio.

También hay un gran potencial de la energía termosolar (uso directo de calor solar). Las aplicaciones más utilizadas se encuentran en el calentamiento de agua (para viviendas, hoteles, hospitales, algunos servicios y procesos industriales) y en el secado de alimentos y productos agrícolas (deshidratación de frutas y secado del café, por ejemplo). Una instalación solar consiste en un campo de colectores solares a través del que se hace circular agua o un fluido de trabajo. Para procesos industriales, las tecnologías más apropiadas son los colectores de aire, colectores de agua y colectores de concentración solar. Para suministrar temperaturas más elevadas, se requieren colectores de concentración solar (Ortega, 2018). El potencial de usar esta tecnología es alto, sobre todo en el comercio, los servicios y la industria, y en viviendas ubicadas en regiones de clima templado. El uso de cocinas solares podría tener un nicho de aplicación, en especial en zonas alejadas, de alta marginación y con condiciones de estrés forestal.

En 2019 las granjas solares representaron el 4% de la producción de electricidad de los países centroamericanos (3,2% a nivel del SICA), con las siguientes participaciones: Honduras (12,1%); El Salvador (8,6%); Panamá (2,6%); Guatemala (1,9%); República Dominicana (0,9%) Nicaragua (0,6%), y cifras pequeñas en Costa Rica y Belice (véase el anexo I del presente documento).



## Capítulo III

# Conceptualización de la estrategia energética y su contribución a los ODS

### A. Vinculación entre el ODS 7 y otros ODS

Dado que la energía es transversal a todos los sectores sociales y las actividades económicas, podría afirmarse que el cumplimiento del ODS 7 de manera directa o indirecta contribuye al cumplimiento de la gran mayoría de los Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Además, dada la concepción integrada e indivisible de la Agenda 2030, el cumplimiento de cada objetivo también debe ponderarse dependiendo de su interrelación y aportación a los restantes objetivos. No obstante, teniendo en cuenta esa concepción (integridad e indivisibilidad), la Agenda 2030 no se puede seccionar, pero sí es conveniente hacer priorizaciones.

Esa es una tarea que corresponde a cada país y a sus instituciones y que debe discutirse a través de diálogos nacionales. A manera de ejemplo, de las 169 metas, cada país podría considerar un período de tiempo en que se priorizarán un cierto grupo de metas: 80 metas en un primer período, para luego ir avanzando gradualmente, hasta completar las 169 metas. En el caso del ODS 7, cada uno de los países del SICA ha esbozado sus respectivas rutas en los planes nacionales de energía. Corresponde al Consejo de Ministros de Energía (CME) del SICA discutir y consensuar una hoja de ruta regional para el cumplimiento del ODS 7. Sobre esa base y como punto de partida, es conveniente identificar las vinculaciones o nexos prioritarios del ODS 7 dentro de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible.

## 1. Principales nexos y vinculaciones de las metas del ODS 7 con otros ODS

En particular se considera que el ODS 7 tiene efectos directos en el cumplimiento de los ODS 1 (pobreza), 2 (alimentación), 3 (salud), 6 (agua), 9 (industria, innovación e infraestructura), 10 (desigualdad), 11 (ciudades y comunidades sostenibles), 12 (consumo y producción sostenibles) y 13 (cambio climático)<sup>45</sup>. Con respecto a los ODS 1 y 10, la meta de acceso universal a energía moderna es crucial para contribuir a mejorar las condiciones de vida de la población al permitir el goce de diferentes servicios, tales como iluminación, cocción de alimentos, refrigeración de alimentos, confort ambiental, telecomunicaciones, uso de electrodomésticos, bombeo de agua y entretenimiento, entre otros.

Asimismo, el cumplimiento del ODS 7 ayuda a reducir la pobreza y la desigualdad al favorecer mejores condiciones para el desarrollo del capital humano de las personas, particularmente su salud y educación, lo que, a su vez, contribuye a mejorar su productividad. Asimismo, la generación de ingresos es una de las claves para mejorar la calidad de vida de las familias y de las comunidades rurales. El desarrollo de sistemas de energía renovable a precios razonables y confiables ha permitido mejorar la producción y comercialización de una variedad de actividades generadoras de ingresos (CEPAL, 2018). Esto es, el uso de aparatos y maquinaria que requieren de algún energético moderno permite mejorar la productividad de algunas actividades y, por ende, favorece que haya mayores ingresos para las familias.

Con relación a los ODS 2 y 6, la energía tiene nexos con la alimentación y el agua por ser necesaria para la irrigación de cultivos y para realizar diferentes procesos de la cadena de valor de los alimentos, incluyendo aquellos de plantas de procesamiento de alimentos y el transporte. En lo que respecta al nexo alimentación-energía se requiere el fomento de prácticas asequibles y eficientes de los mercados de alimentos, en las que la energía juega un papel fundamental como medio tecnológico que ofrece soluciones en todos los ámbitos de la cadena alimenticia (CEPAL, 2018). En el caso de la electricidad generada a través de hidroeléctricas, se debe gestionar el agua para no afectar las necesidades de agua de los sectores agropecuario, agroalimentario, residencial y de otros sectores. El estudio del nexo agua-energía es necesario para mejorar las condiciones de extracción, transporte, purificación, distribución, consumo y tratamiento final (CEPAL, 2018), procesos para los que es necesario el uso de energía. “Existen modelos probados de uso eficiente del agua y la energía que permiten optimizar el uso de energía para satisfacer eficientemente las necesidades de agua al menor costo posible” (CEPAL, 2018).

Con respecto al ODS 3, el acceso a combustibles modernos y limpios en los hogares (electricidad y gas, por ejemplo) permitirá disminuir la propensión a enfermedades respiratorias agudas causadas por la inhalación de partículas contaminantes al interior de las viviendas debido al uso de fogones a base de leña o carbón vegetal y de otros combustibles no limpios para cocción de alimentos, calefacción y calentamiento de agua, particularmente entre las familias más pobres. En ese sentido, el cumplimiento de la meta 1 sobre acceso universal a servicios energéticos modernos del ODS 7 es esencial para el cumplimiento de la meta 9 del ODS 3, es decir, reducir la tasa de mortalidad por contaminación del aire en hogares y en el ambiente.

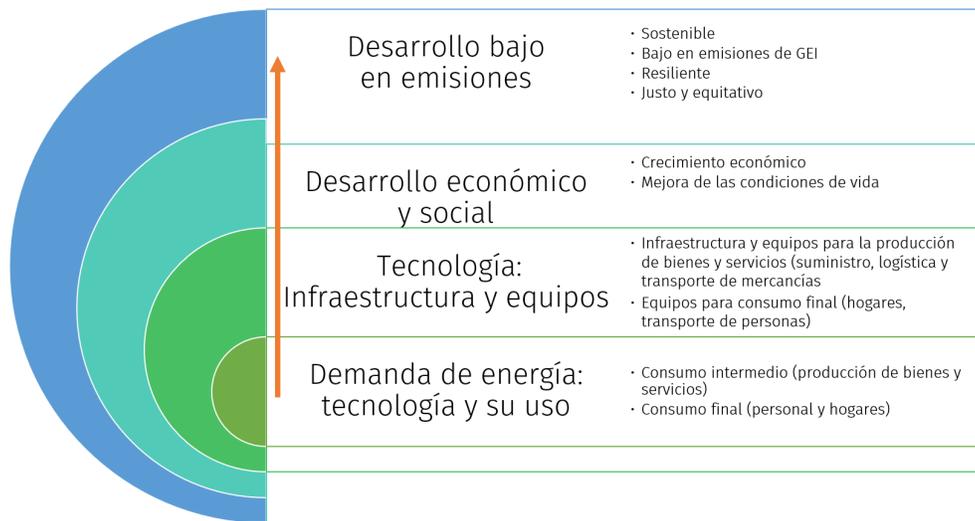
---

<sup>45</sup> El documento *Accelerating SDG 7 Achievement. Policy Briefs in Support of the First SDG 7 Review at the UN High-Level Political Forum 2018* (preparado por agencias y comisiones económicas de las Naciones Unidas, organismos internacionales, agencias de cooperación internacional, universidades, centros de pensamiento y organizaciones no gubernamentales) contiene un análisis minucioso de las relaciones y efectos directos e indirectos del ODS 7 con algunos ODS de la agenda de desarrollo.

El cumplimiento de las metas de aumento de la eficiencia energética y de la participación de las energías renovables del ODS 7 contribuyen a cumplir con el ODS 8. La eficiencia energética es fundamental para desacoplar el crecimiento económico del consumo de energía, mientras que el desarrollo de las industrias asociadas a las energías renovables permite la generación de nuevos empleos. Ambas metas contribuyen al desarrollo sostenible, pues la eficiencia energética y las energías renovables permiten disminuir los efectos sobre el medio ambiente y sobre el cambio climático del sector energía, particularmente el de los combustibles fósiles. En ese sentido la oferta y demanda de bienes energéticamente eficientes y de bienes que permiten el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía son fundamentales para el desarrollo sostenible (véase el diagrama III.1).

Diagrama III.1

### Metas 2 y 3 del ODS 7: energías renovables, eficiencia energética, tecnología y su uso: la visión macro



Fuente: Elaboración propia

Con respecto al ODS 9, la inversión en infraestructura es un factor fundamental del crecimiento económico y un detonador del incremento en la productividad y los ingresos de la población en general. La inversión en infraestructura y equipamiento que permite mejorar la eficiencia energética en los procesos productivos y reducir el gasto en energía junto con la creación de cadenas de valor asociadas a la energía limpia contribuye al crecimiento económico mediante la creación de empleos y de nuevos mercados de energía eléctrica, reduce el impacto ambiental y mejora el nivel de vida de la población en general (CEPAL, 2018).

Con relación al ODS 11, la eficiencia energética y el uso de energías limpias y renovables contribuye a un transporte público, industrias, comunidades y ciudades más limpias, promoviendo el crecimiento económico, mitigando los efectos del cambio climático y contribuyendo a mejorar el medio ambiente. El cumplimiento de las metas del ODS 12, por otra parte, demanda que la producción sea sostenible, por lo que es necesario acudir a medidas de eficiencia energética que reduzcan el consumo de energía y la utilización de energías limpias y renovables que contribuyan a disminuir las emisiones de GEI.

En el caso del ODS 13, las políticas y estrategias dirigidas a combatir el cambio climático deben incluir como uno de sus ejes centrales la reducción del consumo de combustibles fósiles para la producción de electricidad, para la combustión de muchos tipos de transporte y para la generación de calor en procesos industriales, ya que dichos procesos son la

principal fuente de GEI. Esto es, las metas de aumentar la eficiencia energética y la participación de las energías renovables y limpias del ODS 7 son clave para el combate al cambio climático.

La Estrategia Energética 2030 debe contribuir al desarrollo económico, al abatimiento de la pobreza y la desigualdad y a la reducción del impacto sobre el medio ambiente local y a combatir el cambio climático. El logro de la meta 1 del ODS 7 sobre el acceso universal a la energía aporta a eliminar la pobreza y a mejorar la calidad de la vida de las personas contribuyendo a la seguridad alimentaria, la salud, la educación y a la provisión de servicios básicos en las viviendas, es decir, tiene impactos positivos muy importantes sobre el eje social del desarrollo sostenible, pero también sobre el eje económico al permitir un aumento de la demanda de bienes y servicios con la mejora de la situación económica de las personas. Por su parte, el logro de las metas 2 y 3 del ODS 7, sobre el aumento de la participación de las energías renovables y de la eficiencia energética, permite establecer una cadena de suministro y una oferta de bienes y servicios más amigable con el medio ambiente (eje ambiental), a la vez que contribuye al crecimiento económico (eje económico) mediante la creación de empleos (eje social).

Debe destacarse el papel central de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático relacionadas con el cumplimiento de las tres metas del ODS 7, pues como se mencionó anteriormente, el uso de combustibles fósiles es la principal fuente de GEI, con lo que queda patente la necesidad de universalizar los servicios energéticos modernos y limpios, aumentar la eficiencia energética y la participación de las energías renovables con la finalidad de combatir el cambio climático y contribuir cabalmente al cumplimiento de las metas del ODS 13. De ahí la importancia de que en las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) se tome en cuenta el papel central de la energía en el combate al cambio climático y se sugiera para el caso de los países del SICA, la iniciativa para las contribuciones regionalmente determinadas, que permita conjuntar las experiencias y esfuerzos de los países de la subregión en el combate al cambio climático y tener un acceso coordinado y, probablemente, de mayor cuantía al financiamiento verde, además de un mejor aprovechamiento del recurso financiero (véase el diagrama III.2).

## **2. Impactos interrelacionados de la meta de acceso universal a energías modernas del ODS 7 sobre el cumplimiento de las metas de otros ODS**

La meta de universalización de la cobertura eléctrica y del uso de combustibles limpios en la cocción de alimentos del ODS 7 tiene impactos interrelacionados sobre el ODS 2 (alimentación), el ODS 3 (salud), el ODS 4 (educación) y el ODS 5 (género). En mayor o menor medida, en los países del SICA persiste el uso tradicional de la biomasa en fogones que ocasionan una alta contaminación al interior de las viviendas, lo que tiene efectos sobre la salud de los miembros de los hogares, en particular la de mujeres y niños, quienes tienen una mayor exposición a las partículas tóxicas que emite la quema de leña en los fogones tradicionales al pasar más tiempo dentro de las viviendas.

Asimismo, en muchos casos la recolección de leña es realizada por mujeres y niñas, quienes tienen que dedicar una gran cantidad de tiempo no solo a esta actividad, sino también a la preparación de alimentos. Usar combustibles modernos para cocer alimentos permitirá disminuir la exposición a contaminantes al interior de los hogares (contribuyendo al ODS 3) y a que mujeres y niñas puedan dedicar más tiempo a otras actividades (contribuyendo al ODS 5), incluyendo la educación. Al respecto, la electricidad en la vivienda permite contar con la iluminación necesaria para extender las horas del estudio después del atardecer, así como el uso de computadoras y equipos de comunicación (contribuyendo al

ODS 4). La energía moderna también permite mejorar y ampliar la calidad de los servicios educativos y los servicios de salud.

En el caso del ODS 5, sobre la igualdad de género, es menester promover el enfoque de género para garantizar una mayor participación de la mujer en todos los órdenes de la vida regional, por lo que es necesario incorporar dimensión transversal en las Agendas de los Consejos de Ministros del SICA<sup>46</sup>. La igualdad sustantiva de género es un asunto estratégico y de alta prioridad que debe incorporarse en las políticas y planes de desarrollo nacionales y regionales y otorgarle la centralidad que merece<sup>47</sup>. Al respecto, en la subregión fue aprobada en 2013 la Política Regional de Igualdad y Equidad de Género (PRIEG) de los países del SICA<sup>48</sup>.

## **B. El eje social: desafíos para la universalización de los servicios modernos de energía**

### **1. Abatimiento de la pobreza, reducción de la desigualdad de género y aumento de la calidad de vida**

Los servicios energéticos modernos contribuyen al combate a la pobreza al permitir mejorar las condiciones de vida de los miembros de los hogares debido a las mejoras en su salud, educación y productividad como resultado de eliminar combustibles contaminantes y poco eficientes como la leña utilizada en fogones tradicionales. Asimismo, permite que mujeres y niñas que utilizaban gran parte de su tiempo en la recolección de leña y la preparación de alimentos tengan la posibilidad de destinar ese tiempo a actividades de ocio, educación y trabajo remunerado. Sin embargo, no basta con proveer la infraestructura para suministrar los servicios energéticos, sino que también es necesario mejorar los ingresos de los hogares para así aumentar el uso de electricidad y de combustibles modernos junto con la compra de aparatos y equipamientos eficientes y limpios para el goce de diferentes servicios (cocción de alimentos, calentamiento de agua, bombeo de agua, confort ambiental y entretenimiento, entre otros).

#### ***a) Generación de empleo, fuentes de generación de ingresos adecuados con salario digno***

Uno de los factores fundamentales para lograr la eliminación de la pobreza es generar empleos dignos, es decir, fuentes de generación de ingresos adecuados con salario digno, lo que permitirá un crecimiento económico con equidad. El resultado será un círculo virtuoso, pues habrá una mayor demanda de bienes y servicios por los empleos mejor remunerados, lo que contribuirá al desempeño de la economía en general, con la posibilidad de aumentar la equidad en la distribución del ingreso, bienes y servicios.

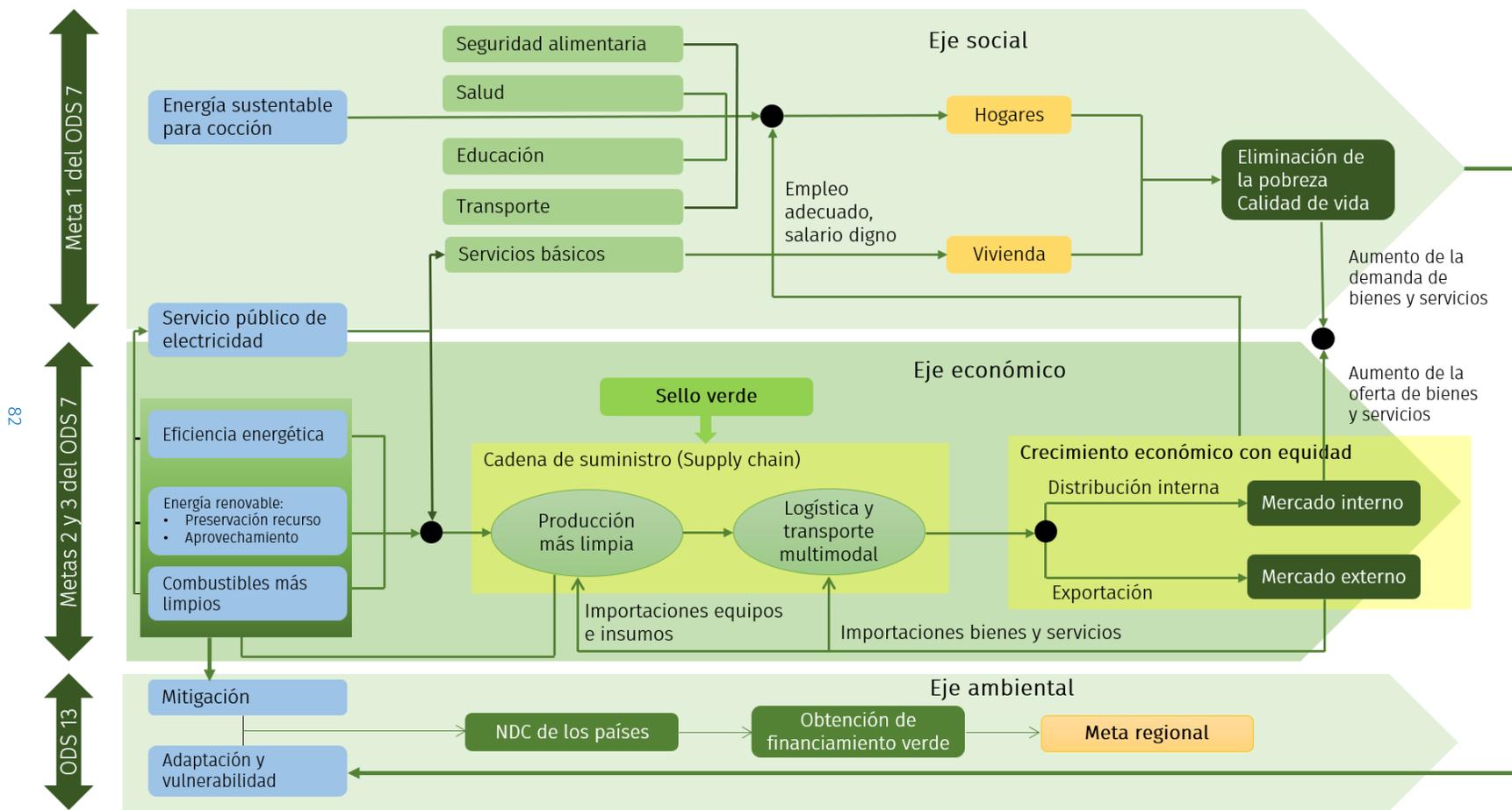
<sup>46</sup> XXVI Reunión Ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), Tegucigalpa, Honduras. 30 de junio 2005.

<sup>47</sup> XXXV Cumbre Ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), Ciudad de Panamá, Panamá. 29 y 30 de junio de 2010.

<sup>48</sup> XLII Reunión Ordinaria de jefes de Estado y de Gobierno de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), Buenaventura, Provincia de Coclé, Panamá, 14 de diciembre de 2013.

Diagrama III.2

Impacto del cumplimiento de las metas del ODS 7 sobre los ejes social, económico y ambiental del desarrollo sostenible y su relación con el ODS 13



Fuente: Elaboración propia.

**b) Protección social para garantizar educación, salud, seguridad alimentaria, vivienda, electricidad, energías modernas para cocción de alimentos y otros servicios básicos**

Además de los ingresos que tienden a eliminar la pobreza monetaria, se requiere el acceso a servicios básicos de calidad y a precios asequibles para contribuir a la eliminación de la pobreza mediante un enfoque multidimensional. Educación, salud, seguridad alimentaria y acceso a electricidad, a energías modernas para cocción y a otros servicios básicos, además de una vivienda digna, son esenciales para una vida digna de los miembros de los hogares.

Desafortunadamente las posibilidades de acceso a una vivienda digna (construcción adecuada, calidad de materiales, localización, seguridad en la tenencia y viviendas energéticamente eficientes) con servicios básicos de calidad (electricidad, agua potable, alcantarillado, recolección de residuos, entre otros) pueden estar limitadas por la ubicación de los hogares, por sus condiciones socioeconómicas, particularmente de aquellas familias en situación de pobreza y pobreza extrema, y por las condiciones de exclusión que pueden sufrir mujeres jefas de hogar pobres, indígenas, afrodescendientes y habitantes de las zonas rurales y de las áreas periurbanas de las ciudades. En el caso de las mujeres jefas de hogar de escasos recursos es necesario el desarrollo de programas que les permitan acceder a viviendas dignas, tierras, financiamiento y créditos productivos.

El acceso a los servicios básicos (electricidad, combustibles modernos, agua potable y alcantarillado) debe ir más allá de la disponibilidad de los mismos. Esto es, el acceso debe implicar además la calidad y asequibilidad de los servicios, no solo su disponibilidad.

**c) Transporte**

Si bien no está directamente relacionado con la meta de universalización de servicios energéticos modernos en los hogares, es necesario reconocer la importancia social y económica del transporte para las familias y la economía en general, además de sus efectos sobre el medio ambiente. Se requiere una visión integral sistémica del transporte. Por un lado, del transporte de carga necesario para atender las cadenas de suministro de todos los sectores de la economía, pero en especial el transporte de pasajeros para que las personas y sus familias puedan acceder a servicios de transporte sostenibles y de calidad, tanto para sus viajes hogar-trabajo como los relacionados con actividades de recreación y otros motivos.

En América Latina, las principales características de la distribución modal de la movilidad urbana son el claro predominio del transporte público con respecto del transporte individual motorizado y la relevancia del transporte no motorizado (desplazamientos a pie y en bicicleta). El modo dominante lo constituye el servicio de transporte público, usado por el 43% de los usuarios para sus desplazamientos diarios. El transporte privado es usado en 26% de los viajes diarios, de acuerdo con los datos referidos a quince ciudades representativas de la región en 2007. Datos más recientes establecen un mayor predominio del transporte público en algunas de las principales ciudades de América Latina, en las que se alcanzan niveles superiores al 50% de los viajes en 2010 (Rozas, Jaimurzina y Pérez, 2015).

El transporte público de pasajeros (urbano, interurbano y rural) se constituye como un servicio público básico, cuya disponibilidad y desempeño tiene significativos impactos en el bienestar de la sociedad. “El transporte tiene importancia al observar el gasto de las familias por tipo de insumos. Ello porque el gasto en servicios de transporte constituye el segundo más importante del presupuesto de los hogares. De acuerdo con las encuestas de ingresos y gastos en hogares, el servicio de transporte representa entre el 9% en El Salvador y el 14% en Costa Rica. En estos dos países y también en Panamá y la República Dominicana, y aún

teniendo en cuenta los subsidios, estos porcentajes de participación de los servicios de transporte en el gasto total de las familias es generalmente más pronunciado en las familias de menores ingresos” (CEPAL, 2018h, pág.10). De ahí que muchos expertos concuerden en que el Estado debe regular (en algún grado) las industrias de prestación de los servicios de transporte públicos.

No hay una solución única al problema del transporte de pasajeros con calidad y accesibilidad (BRT, metro, autos eléctricos o una combinación de ellos), ya que la movilidad de los ciudadanos requiere de un enfoque integral que involucre la sostenibilidad y la eficiencia del transporte. En particular, “el auto eléctrico no soluciona la sostenibilidad del sector transporte y puede agudizar los problemas del sector. Si los países decidieran facilitar la importación de autos eléctricos, debería considerarse en qué condiciones se daría dicha importación, por cuanto los subsidios que se otorgarían no contribuirían a lograr una mayor equidad. Deberían considerarse políticas proactivas hacia la construcción de transporte público, y eventualmente líneas de ferrocarril de alta velocidad para unir las principales zonas económicas de algunos de los países.

La electrificación del transporte sin dudas puede contribuir a reducir emisiones de GEI, pero esto dependerá de la matriz de generación del caso analizado. Es decir, si el país cuenta con ventajas comparativas en su dotación de fuentes renovables para la generación, sin dudas, la electrificación —en condiciones económicas y sociales adecuadas— podría ser una alternativa (CEPAL, 2018h, pág. 22). En definitiva, ninguna solución puede partir del mantenimiento del *statu quo* del uso de transporte privado casi de manera exclusiva, sobre todo en el caso de los sectores de mayores ingresos de la población. A medida que aumentan los ingresos, aumenta la posibilidad (para algunas personas se convierte incluso en un derecho) de poseer automóvil. No obstante, su uso indiscriminado acarrea muchos problemas (congestionamientos viales, contaminación ambiental, accidentes y necesidad de espacios para estacionamiento, entre otros), lo que puede ser contrarrestado, parcialmente, por el uso de transporte público, sobre todo para los viajes del hogar al trabajo y viceversa en áreas urbanas.

## **2. Barreras para la universalización de los servicios energéticos modernos**

Entre las barreras más relevantes para alcanzar la universalización de los servicios modernos de energía pueden mencionarse:

### **a) Falta de coordinación de las entidades responsables de políticas, estrategias y planes de acción**

Alcanzar las metas del ODS 7 excede el ámbito institucional y la capacidad técnica y operativa de los actores del sector energía, incluyendo organismos públicos y empresas privadas. Se requiere el involucramiento de varios sectores, idealmente bajo la conducción de organismos de planificación de la economía nacional.

### **b) Falta de planes operativos y de inversión**

Muchas veces las intenciones con respecto al cumplimiento de las metas del ODS 7 quedan en el establecimiento de políticas y lineamientos estratégicos, pero no llegan a acciones e inversiones concretas. Eso ha sucedido, históricamente, en el caso de la ampliación del uso de energías modernas para cocción de alimentos. El uso de estufas mejoradas a base de biomasa o GLP requiere de inversiones muy altas que no se plantean como planes de inversión propiamente dichos. Mientras que el uso de renovables en la generación eléctrica se amplía sustancialmente en algunos países, la mayoría de la población en situación de

pobreza continúa utilizando leña. A esto debe agregarse que las políticas de universalización de energía moderna no son asumidas como políticas de Estado, por no tener carácter vinculante y permanente, por lo que cada nuevo gobierno tiene la opción de cambiarlas y, por lo tanto, no tienen continuidad.

#### *c) Limitaciones de la capacidad de pago*

Esta es sin duda una barrera sustancial que permanecerá mientras no se logre abatir la pobreza y aumenten los ingresos de los segmentos de población más vulnerables. Requiere de subsidios focalizados y transitorios, es decir, que solo permanezcan dependiendo del avance de los programas de reducción de la pobreza. En todos los países del SICA existen subsidios al consumo residencial de electricidad (directos o indirectos) para los sectores de la población de menores ingresos (generalmente los de menor consumo) y, en algunos casos, subsidios al GLP en pequeñas presentaciones para uso doméstico en la cocción de alimentos. Cada país deberá revisar la racionalidad y sostenibilidad de los subsidios energéticos existentes y hacer los ajustes correspondientes para alcanzar la meta de universalización de los servicios modernos de energía del ODS 7.

#### *d) Factores culturales y desconocimiento de la población*

Los perfiles de consumo de leña de algunos segmentos de la población, por ejemplo, responden a parámetros culturales (como mantener permanentemente el fogón encendido) y, en algunos casos, el desconocimiento sobre alternativas posibles, dificultando la modificación de patrones de comportamiento, aún en la presencia de subsidios.

#### *e) Exclusión de la toma de decisiones de grupos específicos de la sociedad*

En algunos casos los modelos socioculturales de las comunidades pueden ser excluyentes, opresivos y discriminatorios hacia grupos específicos como mujeres, indígenas y afrodescendientes. La discriminación de género, por ejemplo, tiene impactos profundos y elevados costos para las mujeres de diferentes edades en términos de la violencia física, sexual, psicológica y los feminicidios, además de la falta de desarrollo social, económico, político y cultural. La discriminación de las mujeres genera afectaciones negativas en el desarrollo de las familias y de las comunidades, lo que también genera costos importantes a las economías debido al menoscabo de las capacidades y competencias que las mujeres pueden aportar a la economía, incluyendo la producción de recursos de capital para su propio desarrollo. En muchas ocasiones la decisión sobre la tecnología y el combustible a usar en los hogares es tomada por los miembros de género masculino, sin tomar en cuenta la opinión de las mujeres, que en no pocos casos son más receptivas al uso de tecnologías energéticas más modernas, como en el caso de las estufas eficientes.

### **3. Género**

Especial atención requiere el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 5, que contempla lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas y tiene entre sus metas: a) reconocer y valorar los cuidados y el trabajo doméstico no remunerados mediante servicios públicos, infraestructuras y políticas de protección social, promoviendo la responsabilidad compartida en el hogar y la familia; y b) asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública (CEPAL, 2018a).

De acuerdo con el Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019 de las Naciones Unidas, las mujeres dedican aproximadamente el triple de tiempo que los hombres al cuidado y trabajo doméstico no remunerado y, debido a esto, cuentan con menos tiempo

para el trabajo remunerado, lo que las deja con una gran desventaja social y económica. En dicho informe se menciona que se están reformando las leyes para promover la igualdad de género y, aunque hay más mujeres en cargos de liderazgo político, continúan siendo subrepresentadas en todos los niveles de decisión política. Por otro lado, en la esfera laboral, las mujeres representaron el 39% de la fuerza de trabajo, pero solo el 27% de los cargos directivos (Naciones Unidas, 2019a).

La energía es un componente esencial de nuestra vida diaria y necesaria para todas las actividades que realizamos. Debido al papel que juega la mujer en el bienestar del hogar y la familia, su participación en la toma de decisiones para la provisión de servicios energéticos es muy importante, especialmente en el sector rural (Pachauri, 2013). La mujer ha sido generalmente excluida de la toma de decisiones y de participar en temas de energización rural, y no ha sido sino hasta la última década que ha empezado a tomar un papel más activo. Esta exclusión tiene raíces sociales y culturales cuyo origen se encuentra en la asignación de papeles a hombres y mujeres (OLADE, 2014). No obstante, muchas comunidades rurales han comenzado a modificar ciertos patrones socioculturales con respecto al papel de la mujer en la gestión de los recursos energéticos de su hogar y comunidad, con resultados muy positivos (CEPAL, 2020d).

En muchos hogares y comunidades de escasos recursos, la principal fuente de energía para cocción de alimentos y calefacción es la leña, cuya recolección recae principalmente en las mujeres niñas y niños, quienes ocupan gran parte de su tiempo en dicha actividad, con el riesgo de exposición al humo cuando se preparan los alimentos y a los peligros que pudieran presentarse con la recolección, tales como accidentes y agresiones. El tiempo dedicado a la recolección de leña implica que no pueden realizarse otras actividades, ya sea personales o productivas (Cecelski, 2002).

El involucramiento de las mujeres en el desarrollo y manejo de proyectos de electrificación rural ha ido aumentando en los últimos años a través de la creación de grupos de mujeres cuyo objetivo es aprovechar la electricidad para usos productivos. Además, también ha aumentado la participación de las mujeres en las juntas directivas de los respectivos comités, asociaciones o cooperativas asociados a los proyectos de electrificación rural con diferentes tecnologías de energía renovable. El papel de la mujer ha incluido la realización de actividades administrativas, financieras y técnicas (por ejemplo, la instalación y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos).

Las mujeres también han tenido oportunidades de participar en proyectos de estufas eficientes a base de leña ayudando a una mayor adaptación y apropiación de la tecnología por parte de las familias. Pese a que el involucramiento de las mujeres es fundamental, la participación de los hombres también es necesaria para el éxito de este tipo de proyectos, sobre todo por cuestiones socioculturales (CEPAL, 2019b). La falta de aceptación por parte de los hombres y las comunidades se considera una barrera para una mayor participación de las mujeres. No obstante, existen ejemplos exitosos de participación de las mujeres que resaltan la importancia de que la mujer se involucre en los proyectos por el valor agregado que brinda, como en el caso de las lideresas comunitarias en proyectos de energía, tanto en países del SICA como en América del Sur<sup>49</sup>.

---

<sup>49</sup> En una reunión reciente, lideresas comunitarias de Guatemala (Quiché y Huehuetenango), Costa Rica (Guanacaste) y Perú (Cajamarca) describieron con orgullo el papel que juegan en el éxito de sus respectivos proyectos y sus conocimientos en temas de energía (tanto en electrificación rural como en el uso de estufas eficientes para cocción de alimentos) y sus usos productivos. Para ellas lo más importante ha sido el empoderamiento, demostrando que pueden contribuir al proyecto y a sus comunidades como emprendedoras y lideresas, además de brindar una mejor calidad de vida y desarrollo para sus hijos y familias. Asimismo, enfatizan la importancia del involucramiento de las

De acuerdo con la UNESCO, las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) son la base que sustenta la Agenda 2030 y estudiarlas proporciona conocimientos, habilidades, actitudes y conductas necesarias para crear sociedades inclusivas y sostenibles (UNESCO, 2019). En ese sentido, la incorporación de las mujeres en las disciplinas STEM, incluyendo las relacionadas con el sector energético, contribuirá a cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible y a cumplir con las metas de la estrategia energética en materia de equidad de género y acceso a la energía moderna para la iluminación, cocción de alimentos, calentamiento de agua, calefacción y confort ambiental, entre otros servicios energéticos.

## C. El eje económico: papel de la eficiencia energética y las energías renovables en el desarrollo sostenible

### 1. Cadenas de suministro

Una cadena de suministro es el conjunto de actividades, instalaciones y medios de distribución necesarios para llevar a cabo el proceso de venta de un producto en su totalidad. Esto es, desde la búsqueda de materias primas y posterior transformación, hasta la fabricación, distribución y entrega al consumidor final. La cadena de suministro es una función estratégica y logística que involucra todas las operaciones que son indispensables para que un producto logre llegar al cliente final en óptimas condiciones.

La cadena de suministro puede verse como la materialización operacional de una cadena de valor que “comprende toda la variedad de actividades que se requieren para que un producto o servicio transite a través de las diferentes etapas de producción, desde su concepción hasta su entrega a los consumidores y la disposición final después de su uso” (CEPAL, 2014. Pág. 26). Independientemente de su tamaño, toda empresa participa en al menos una cadena de valor local. Por ejemplo, un productor agrícola de autoconsumo compra insumos (semillas, herramientas, fertilizantes y otros) que lo hacen interactuar con otros eslabones de la cadena. Las empresas que exportan directa o indirectamente participan, además, en cadenas regionales o globales de valor. El concepto de cadena global divide distintos eslabones de la cadena de valor en diversas empresas o plantas de una empresa situadas en diferentes espacios geográficos” (CEPAL, 2014, pág. 17).

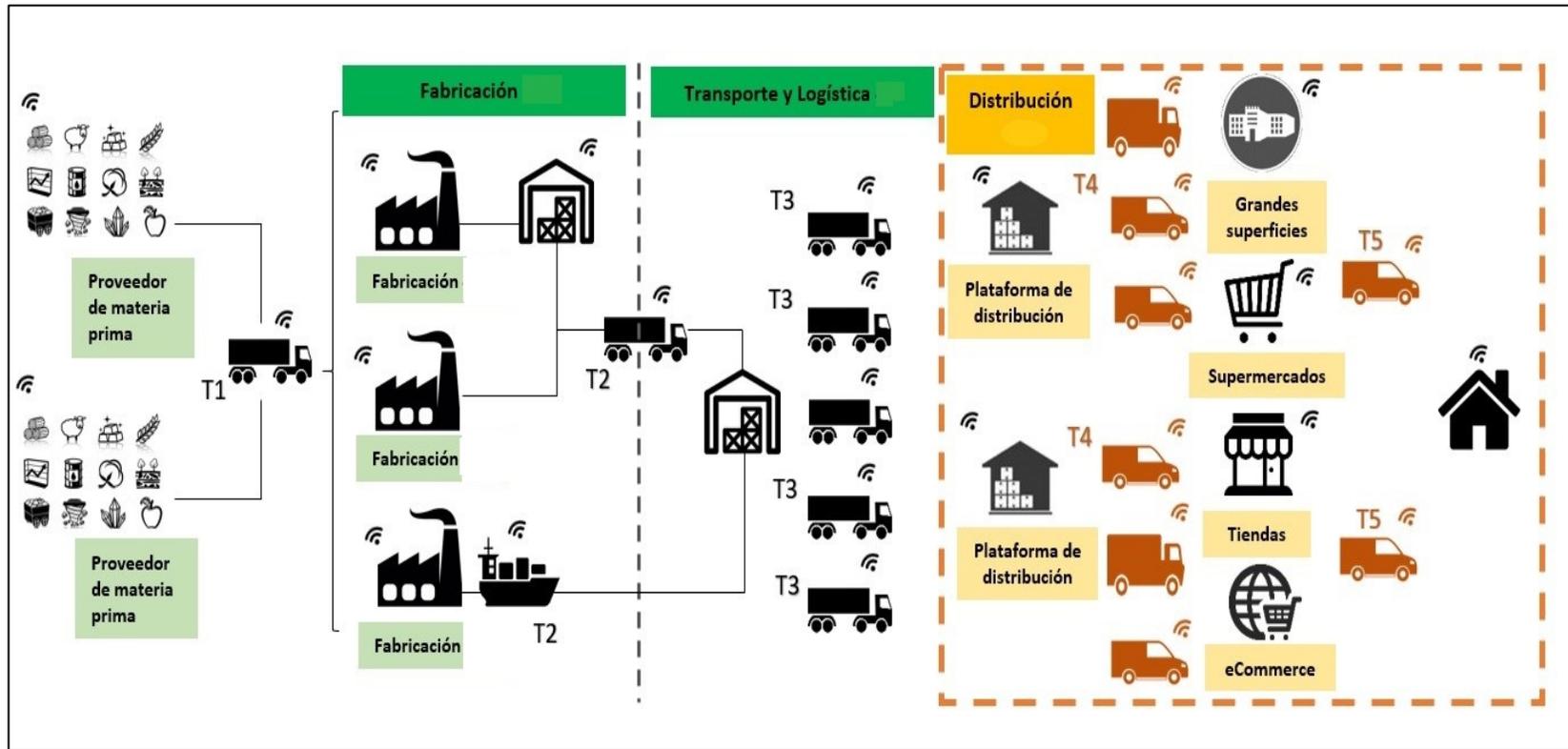
En el diagrama III.3 se muestra una descripción gráfica sintética del concepto de cadena de suministro, donde se observa la vinculación entre los procesos productivos, desde las materias primas hasta el producto final, además de los diferentes tipos de transporte y almacenamiento de las distintas etapas de la logística. Este gráfico fue preparado por un centro especializado en logística, considerando las implicaciones de la Cuarta revolución industrial y la transformación digital<sup>50</sup> en los modelos del sector logístico (CEL-IBM, 2018).

---

mujeres en estos temas para disminuir y evitar los abusos que han sufrido por falta de servicios energéticos por cuestiones de género y justicia (‘Taller de Energía Verde e Inclusiva’, Lima Perú, noviembre de 2019).

<sup>50</sup> La cuarta revolución industrial, también conocida como industria 4.0, se refiere a la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas observada en las últimas dos o tres décadas. Se anticipan cambios fundamentales en los procesos actuales, tanto de la vida cotidiana como del trabajo, la industria, el comercio y la educación, entre otros. Incluye los sistemas ciberfísicos (una combinación de infraestructura física con *software*, sensores, nanotecnología y tecnología digital de comunicaciones) y el internet de las cosas, que posibilitan la digitalización de los procesos.

Diagrama III.3  
Esquema general de una cadena de suministro, logística y transporte



Fuente: Centro de Innovación para la Logística y el Transporte (CITET), citado en García (2018) y CEL-IBM (2018).

Dicha representación es válida independientemente de que los países del SICA estén aún lejos de la cuarta revolución industrial. Lo que se muestra es que la cadena de suministro es un concepto más amplio que la logística y el transporte. En el caso del transporte se debe emplear el medio y modo de transporte más eficiente y toda la cadena está enlazada por medio de la tecnología de la información (en ciertos casos se enlazan los objetos a través del internet de las cosas<sup>51</sup> (IoT, por sus siglas en inglés), por ejemplo, en una producción dispersa geográficamente).

El concepto de cadena de suministro es distinto del de cadena logística. La cadena logística se basa en la planificación y control de los bienes que se envían a los clientes, cumpliendo con la cantidad, la calidad y el tiempo concertado previamente. Para ello, la cadena logística se centra en la organización del transporte necesario para cumplir con las entregas de los productos producidos en la fábrica hasta el cliente final. De este modo es necesario garantizar el correcto mantenimiento y control de las flotas, así como el almacenamiento y la organización de la mercancía vendida e inventarios. En cambio, la cadena de suministro controla todo el flujo de trabajo relacionado con la fabricación de los productos, desde la adquisición de las materias primas hasta la entrega al cliente, pasando por la producción de bienes y su almacenamiento. Por tanto, la cadena de suministro engloba también los procesos relacionados con la cadena logística y se asegura de que todas las necesidades del cliente queden cubiertas.

Un ejemplo sencillo de la importancia de la energía en las cadenas de suministro puede ser cualquier producción agrícola como una plantación de banano para exportación. La fruta, que no se cultiva y cosecha para comerla en la plantación, requiere de un proceso de recolección, preparación, empaque, carga en contenedores refrigerados, transporte hacia los puertos o mercado interno y, en el caso de mercados externos, transporte y descarga en los centros de distribución al consumidor final. La etapa primaria de las actividades agrícolas no es un gran consumidor de energía y pesa muy poco en el balance energético nacional, pero en las etapas siguientes de la cadena de producción industrial, logística y transporte se tienen consumos de energía muy altos, principalmente en lo que respecta al transporte. La industria, pues, requiere mayores consumos de energía.

Si se ven separadamente los distintos eslabones de la cadena, se pierde la perspectiva de la eficiencia energética que puede mejorarse a lo largo de toda la cadena. Por ejemplo, es frecuente ver camiones de 20 a 40 toneladas de cuatro o cinco ejes distribuyendo mercaderías en los locales de grandes cadenas de supermercados, vehículos que consumen un galón por hora en ralentí. Lo más eficiente sería acopiar la mercadería en centros de logística en la periferia de las ciudades y a partir de allí enviarla en unidades más pequeñas a los locales de distribución.

## 2. Producción sostenible

Este tema adquiere gran relevancia no solamente con relación al cumplimiento del ODS 12 en sí mismo, sino también para el ODS 8 sobre la promoción de un crecimiento económico sostenido, inclusive y sostenible y empleo decente y productivo para todos, además de contribuir al ODS 1 sobre la eliminación de la pobreza. En lo que respecta al ODS 7, las metas de aumento de la eficiencia energética y de la participación de las energías renovables contribuyen a que la producción a lo largo de toda la cadena pueda ser sostenible.

---

<sup>51</sup> Por ejemplo, Airbus emplea estos servicios para ubicar en tiempo real, mediante internet, la ubicación de las distintas partes de sus aviones en producción, que se encuentran en varios países.

En el caso de la eficiencia energética tiene un impacto económico positivo sobre la producción de bienes y servicios en dos líneas principales:

- Reducción de costos de operación, debido a la utilización eficiente de las fuentes de energía.
- Aumento de los ingresos, debido a la posibilidad de mantener o ampliar las ventas en mercados con requisitos ambientales más estrictos o incentivos importantes.

Desde hace ya un tiempo, el factor decisivo es el segundo, es decir, el aumento de los ingresos.

En términos generales, la incidencia del costo de la energía en los costos de producción es baja, excepto en procesos intensivos en energía, y, por otro lado, las ventajas competitivas de la producción más limpia en los mercados internacionales son mayores dependiendo de las crecientes exigencias de reducir impactos ambientales y emisiones de GEI en el ciclo de vida de los productos para entrar a ciertos mercados, para lo que hay que obtener ciertas certificaciones (véase “sello verde” en el diagrama III.2), y donde cada vez es más importante el papel de las energías renovables.

Por ejemplo, la Unión Europea tiene requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía, buscando “reducir el impacto medioambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida, incluido en la selección y en el uso de materias primas, en la fabricación, envasado, transporte y distribución, instalación y mantenimiento, utilización y fin de vida útil. Si se toma en consideración este impacto en la fase de diseño, existen grandes posibilidades de facilitar la mejora medioambiental de una manera rentable” (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2009, pág. 2).

En general, los productos que ingresan al mercado europeo pueden circular libremente, pero hay especificaciones de diversa índole y procedimientos para obtener calificaciones y acceder a ciertos beneficios, como el EMAS (Eco-Management and Audit Scheme). El proceso de registro en el EMAS es transparente para garantizar la credibilidad del mecanismo, por lo que una tercera entidad independiente está encargada de verificar el sistema de gestión medioambiental. Solo las organizaciones registradas pueden utilizar el logotipo del EMAS. El sistema tiene un tratamiento especial para las pymes (pequeñas y medianas empresas). El EMAS puede contribuir a que una empresa:

- Reduzca los costos asociados a la gestión de recursos y residuos.
- Reduzca al mínimo los riesgos medioambientales y el riesgo de multa por infracción a la normativa medioambiental.
- Cumpla los requisitos reglamentarios.
- Se acoja a exenciones a la normativa medioambiental (por ejemplo, en cuanto a informes e inspecciones).
- Mejore sus relaciones con las partes interesadas internas y externas.
- Mejore continuamente su rendimiento medioambiental.
- Consiga una ventaja competitiva al mejorar su credibilidad, transparencia y buena reputación entre los clientes.

Aunque la Organización Mundial del Comercio (OMC) advierte sobre las exigencias ambientales y acceso a los mercados, es conveniente prevenir un posible proteccionismo verde, ya que las exigencias ambientales pueden obstaculizar el comercio y utilizarse incluso como subterfugio proteccionista (OMC, 2011). La respuesta no consiste en reducir el nivel de las normas ambientales, sino en establecer normas adecuadas y hacer posible que los exportadores las cumplan.

El Comité de Comercio y Medio Ambiente presta atención especial a este tema y a sus efectos en los países en desarrollo. Así, la eficiencia energética y el uso de energías renovables no son solamente una obligación de responsabilidad social, sino también un buen negocio que puede potenciar la economía generando empleo y aumentando las exportaciones. Hay múltiples ejemplos en la región del SICA y en América Latina sobre la relevancia de la producción sostenible para acceder a los mercados. Uno de ellos es la acción de mitigación nacionalmente apropiada (NAMA, por sus siglas en inglés) de la producción del café en Costa Rica, que se muestra en el recuadro III.1.

**Recuadro III.1**  
**NAMA café de Costa Rica**

A escala regional se considera un referente muy interesante la Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada (NAMA) del Café de Costa Rica, cuya producción se ha potenciado como fuerte generador de divisas por exportaciones mediante una estrategia de certificación de neutralidad de carbono. Para reducir la huella de carbono del sector, que representa un 9% de las emisiones nacionales de GEI, y mantener una producción sostenible, el gobierno de Costa Rica planea implementar la NAMA en un proceso participativo entre los sectores público, privado, financiero y académico. Su objetivo es reducir las emisiones de GEI y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos tanto a nivel de plantaciones de café como de beneficios de café.

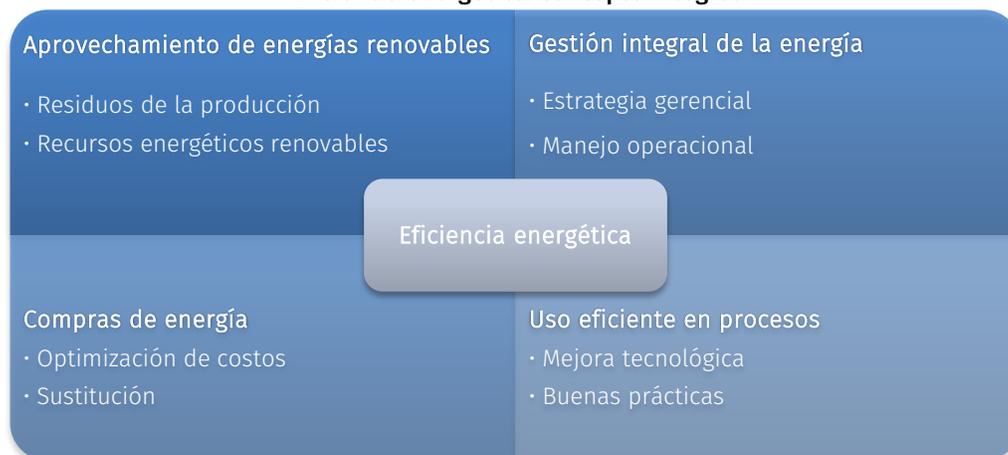
Una de las estrategias es que los productores de café y los operadores de planta obtengan los conocimientos agronómicos y tecnológicos necesarios para iniciar un cambio hacia la producción de café baja en emisiones de carbono. Otra estrategia para la sostenibilidad de la iniciativa es el acceso a opciones de financiación atractivas para inversiones ecoeficientes a largo plazo que estarán conectadas con compradores internacionales interesados en productos sostenibles y de alta calidad. Incluirá toda la cadena de valor, desde agricultores hasta exportadores, en una variedad de actividades, incluyendo un fideicomiso que apoya a los productores afectados por la plaga de la roya del café en la renovación de sus plantaciones.

Fuente: NAMA Café de Costa Rica [en línea] <http://www.namacafe.org/es/nama-café-de-costa-rica>.

En la región hay centros de producción más limpia en varios países, que en algunos casos agrupan una cantidad importante de empresas, por ejemplo, en Guatemala y Panamá. Este último país diseñó hace una década una política de producción más limpia (ANAM, 2007). Por otra parte, se está avanzando en la definición de estrategias de producción y consumo sostenibles. El caso más reciente es el de Costa Rica, donde se estableció una “Política Nacional de Producción y Consumo Sostenibles, concebida como una Política de Estado, con una visión de largo plazo y que se sustenta en la coordinación efectiva y la articulación del conjunto de actores que involucran la temática. Las instituciones públicas, el sector privado, la academia y la sociedad civil juegan un papel de primer orden...” (Gobierno de Costa Rica, 2018, pág. 49).

Entre sus principios está la sostenibilidad, por lo que promueve esquemas de producción y consumo guiados por la premisa básica de asegurar la satisfacción de las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias; y prevenir la contaminación, que busca el uso responsable de los recursos naturales y energéticos, así como prevenir la generación de residuos y emisiones contaminantes. Asimismo, visualiza un papel central para las tecnologías de información y comunicación (TIC). Dentro de estas estrategias de producción sostenible, el papel de la eficiencia energética y el aprovechamiento de energías renovables en las unidades productivas es central. Destacan cuatro áreas fundamentales: a) gestión integral de la energía, a nivel de estrategia gerencial y manejo operativo; b) aprovechamiento de energías renovables, c) optimización de las compras de energía y d) uso eficiente de la energía en los procesos (véase el diagrama III.4).

**Diagrama III.4**  
**Eficiencia energética: concepto integral**



Fuente: Elaboración propia.

Un aspecto esencial es el acceso a los sectores productivos y empresas, que son las que deben implementar las acciones de mejores prácticas operativas y cambios tecnológicos. En tal sentido, un marco legal, regulatorio e institucional apropiado es necesario, pero no suficiente: se requiere llegar a las empresas que en su mayoría son pymes, que desconocen la eficiencia de sus procesos productivos y las opciones de mejoras disponibles y su importancia para obtener ventajas competitivas. En tal sentido, las empresas de servicios energéticos (ESCO, por sus siglas en inglés) desempeñan un papel muy importante, al igual que el sistema financiero en general.

### 3. El transporte como parte de la cadena de suministro y logística

La eficiencia del transporte no está configurada solamente por el tamaño del parque automotor, su edad, la eficiencia de los vehículos que se encuentran en el mercado y su uso, sino que también tiene mucho que ver con la infraestructura y los sistemas de logística, la organización empresarial del sector y el aprovechamiento de las ventajas de optimización que brinda el transporte multimodal. Dentro del concepto de cadena de suministro la logística y el transporte juegan un papel central, tanto en la operación de la cadena como en el consumo de energía. Así, el transporte de la logística: “Describe el movimiento físico de la carga desde un origen a un destino, mediante una secuencia de modos (aéreo, marítimo, carretero, ferroviario, entre otros), la logística está relacionada con el conjunto de actividades involucradas para asegurar la entrega de la mercancía al cliente. Con el objetivo de prestar un servicio que asegure la disponibilidad de productos en destino con la calidad exigida, involucra procesos tales como la planificación de volúmenes, la organización de flujos a lo largo de una red de orígenes y destinos, la consolidación de mercancías y almacenaje en posiciones intermedias o en nodos de distribución, la organización del transporte multimodal, los procesos de inspección y arancelarios, así como los típicos procesos de embalaje, etiquetaje, control de calidad, *picking*, *packing*, entre otros. En este sentido, mientras que el transporte solo involucra el plano físico de actividad, la logística incorpora además los planos estratégicos, organizacional y de información” (Departamento Nacional de Planeación de Colombia y Advanced Logistics Group España, 2008, pág. 5).

Dentro de este proceso la tecnología de información aplicada a la logística (Camargo, 2005) juega un papel muy importante al posibilitar el acceso a toda la información sobre la cadena logística por internet; integrar a sus socios en un ambiente único y con total

seguridad; intercambiar de manera controlada documentos; contar con informes gerenciales personalizados, conforme a la necesidad de cada cliente; y diseñar cadenas de logística y transporte que requieren de una planificación integrada basada en algunos estudios básicos fundamentales, entre ellos la elaboración de matrices de origen-destino para pasajeros y cargas que incluyan todos los medios y modos de transporte, basados en relevamientos de campo exhaustivos.

## D. El eje ambiental

### 1. Cambio climático

Debido a su ubicación geográfica y a su situación socioeconómica, la mayor parte de los países del SICA se encuentran entre los veinte más vulnerables a los eventos climáticos extremos, con una afectación en pérdidas humanas, de ecosistemas y servicios asociados, disminución del recurso hídrico y mayor incidencia en enfermedades gastrointestinales, respiratorias y transmitidas por vectores (ERCC, 2019)<sup>52</sup>.

De acuerdo con la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC, 2019) de los países del SICA, los desastres con mayor impacto son los de origen hidrometeorológico y están asociados a ciclones tropicales y huracanes de diversa magnitud, cuyos impactos son mayores en la costa del litoral Atlántico de la región, además de que en las últimas dos décadas se han generado tormentas tropicales en la costa del Pacífico con precipitaciones torrenciales o con lluvias de larga duración que han sido la causa de inundaciones, derrumbes y deslizamientos de tierra que ocasionaron centenas de muertos, destrucción de infraestructura y medios de vida de miles de familias campesinas y daños en zonas urbanas.

El Corredor Seco Centroamericano (CSC) abarca regiones de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. El CSC enfrenta períodos de sequía en su vertiente del Pacífico que han afectado la producción agrícola, sobre todo del maíz y del frijol, debido a que la falta de lluvia afecta las fases críticas del desarrollo de estos cultivos (CEPAL, 2015). En el CSC las sequías ocurren cada cinco o seis años y han provocado grandes pérdidas en la producción de alimentos en Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala. Estas sequías han tenido impactos principalmente en las cosechas de pequeños productores, en los recursos hídricos disponibles y en la seguridad alimentaria en general (véase el mapa III.1). Paradójicamente, la frecuencia de las inundaciones se ha duplicado en casi todos los países (ERCC, 2019).

El impacto económico de los eventos climáticos extremos ocurridos en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua (con valores de 2008) ha sido el siguiente:

- Tormenta tropical Stan (1 al 5 de octubre de 2005): 1,3 mil millones de dólares.
- Huracán Mitch (22 de octubre a 9 de noviembre de 1998): 8.000 millones de dólares.
- Huracán Joan (10 de octubre a 2 de noviembre de 1988): 1,4 mil millones de dólares.

Los países con las pérdidas económicas más altas fueron Honduras (5,6 mil millones de dólares), Nicaragua (4,5 mil millones de dólares) y Guatemala (2,2 mil millones de dólares) (ERCC, 2019).

<sup>52</sup> En el período 1997-2016, Honduras, Nicaragua y la República Dominicana aparecieron en los lugares 1, 4 y 10, respectivamente, con Guatemala y El Salvador en los lugares 11 y 16, respectivamente. Esto significa que cinco de los países de la región del SICA se encuentran entre los 20 países más vulnerables del mundo. Los otros países de la región (Belice, Panamá y Costa Rica) ocupan los lugares 27, 95 y 101, respectivamente, de acuerdo con el índice global de riesgo climático (CRI). Este índice analiza en qué medida los países han sido afectados por los impactos de los eventos de pérdida relacionados con el clima (tormentas, inundaciones, olas de calor, entre otros) (CRI, 2018).

**Mapa III.1**

**Centroamérica: áreas de principal preocupación en materia de inseguridad alimentaria aguda, 2015**



Fuente: Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET), “Sequía amenaza a 3,5 millones de personas en ausencia de asistencia”, USAID [en línea] <http://www.fews.net/es/central-america-and-caribbean/alert/october-16-2015>.

Los países del SICA, al igual que la mayoría de los países del mundo, prepararon contribuciones previstas y determinadas a escala nacional (INDC, por sus siglas en inglés) como parte del proceso para la firma del Acuerdo de París en 2015. A diferencia del Protocolo de Kyoto, el Acuerdo de París deja que cada país determine las contribuciones que puede aportar para reducir las emisiones y las contribuciones adicionales a las que se puede comprometer con recursos externos, de acuerdo con su situación y condiciones nacionales. De manera voluntaria, los países pueden incluir metas de adaptación. Después de la ratificación del Acuerdo de París, los países tenían la opción de entregar contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) actualizadas. De los países de la región del SICA, solamente Belice entregó compromisos actualizados. En el cuadro III.1 se resumen las medidas de mitigación y los sectores priorizados en adaptación ratificadas por cada uno de los países de la región del SICA en sus NDC.

**Cuadro III.1**

**Medidas ratificadas de mitigación y los sectores priorizados en adaptación por cada uno de los países de la región del SICA en sus NDC**

País	Medidas	
	Mitigación	Adaptación (sectores priorizados)
Belice	<p>Metas condicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir el consumo de leña entre el 27% y el 66% (desde 2,1 GgCO<sub>2</sub> (2.100 tCO<sub>2</sub>) por año en 2020 hasta 12,4 GgCO<sub>2</sub> (12,400 tCO<sub>2</sub>) para 2030. La reducción acumulada sería de 118Gg (118.000 toneladas) en el período 2020-2030.</li> <li>Llegar al 85% de energía renovable para 2030 mediante la implementación de energía hidroeléctrica, solar, eólica y biomasa, y reducción de pérdidas de transmisión y distribución de 12% al 7% para 2030.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agua</li> <li>Agricultura</li> <li>Salud</li> <li>Biodiversidad</li> <li>Zona costera</li> <li>Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura</li> <li>Bosques</li> <li>Asentamientos humanos</li> <li>Turismo</li> </ul>

País	Medidas	
	Mitigación	Adaptación (sectores priorizados)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir en 20% el consumo de combustible de transporte convencional para 2030 y promover la eficiencia energética en el sector transporte.</li> <li>Reservas y manejo forestal sostenible: reducir las emisiones de GEI en 410,5 GgCO<sub>2</sub> (410.500 tCO<sub>2</sub>) por año y alcanzar 2.477 GgCO<sub>2</sub> (2.477.000 tCO<sub>2</sub>) en el período 2020-2030.</li> <li>Manglares: evitar las emisiones actuales de alrededor de 11,2 GgCO<sub>2</sub> (11.200 tCO<sub>2</sub>) por año y eliminar 2,2-35 GgCO<sub>2</sub> (2.220-35.000 tCO<sub>2</sub>) adicionales por año entre 2020 y 2030. La reducción acumulada de emisiones sería de hasta 379 GgCO<sub>2</sub> (379.000 tCO<sub>2</sub>) entre 2015 y 2030.</li> </ul> <p>Metas no condicionadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilitar políticas, leyes y proyectos existentes, tiempo del personal y la integración de actividades de desarrollo y cambio climático.</li> </ul>	
Costa Rica	<p>Metas condicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El país aspira a convertirse en una economía de carbono neutral a partir de 2021, como culminación de su acción voluntaria, previa a 2020. Está comprometido a un máximo absoluto de emisiones de 9.374.000 tCO<sub>2</sub>e netas a 2030, con una trayectoria propuesta de emisiones por habitante de 1,73 toneladas netas para 2030, 1,19 toneladas netas por habitante para 2050 y -0,27 toneladas netas por habitante para 2100.</li> <li>Reducir las emisiones de GEI en 44% con respecto al escenario BAU y las emisiones en 25% en comparación con las de 2012. Para lograr este objetivo, Costa Rica tendría que reducir 170.500 toneladas de GEI por año hasta 2030.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agua</li> <li>Agricultura</li> <li>Salud</li> <li>Biodiversidad</li> <li>Zona costera</li> <li>Gestión de riesgos</li> <li>Infraestructura</li> <li>Asentamientos humanos</li> <li>Energía</li> </ul>
El Salvador	<p>Metas incondicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El Salvador tiene una serie de contribuciones para establecer un marco legislativo e institucional que pueda orientar el desarrollo económico y social hacia las bajas emisiones y la adaptación al cambio climático.</li> <li>En octubre de 2016, El Salvador estableció una meta del 46% de reducción de emisiones de GEI con respecto a un crecimiento sin acciones concretas de mitigación o <i>business as usual</i> (BAU) para 2025.</li> </ul> <p>Metas condicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se podría lograr un porcentaje adicional del 15%, condicionado al apoyo financiero para el desarrollo de 92 MW adicionales provenientes de generación geotérmica para iniciar operación en 2020.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agua</li> <li>Agricultura</li> <li>Salud</li> <li>Infraestructura</li> </ul>
Guatemala	<p>Metas incondicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir el 11,2% de sus emisiones de GEI del año base 2005 proyectado para 2030. Esta reducción del 11,2% implica que las emisiones, en un escenario tendencial BAU, de 53,85 millones de tCO<sub>2</sub>e para 2030, se reducirá a 47,81 millones de tCO<sub>2</sub>e en ese año.</li> </ul> <p>Metas condicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir hasta un 22,6% de sus emisiones totales de GEI desde el año base 2005 proyectado hasta 2030. Esta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agua</li> <li>Agricultura</li> <li>Salud</li> <li>Biodiversidad</li> <li>Zona costera</li> <li>Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura</li> <li>Gestión de riesgos</li> </ul>

País	Medidas	
	Mitigación	Adaptación (sectores prioritizados)
	reducción en 22,6% implica que las emisiones, en un escenario de tendencia BAU de 53,85 millones de tCO <sub>2</sub> e para 2030, se reduciría a 41,66 millones de tCO <sub>2</sub> e en ese año.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosques</li> <li>• Infraestructura</li> </ul>
Honduras	<p>Metas condicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el 15% de las emisiones en relación con los niveles de BAU para 2030 en todos los sectores incluidos en este escenario BAU. Este compromiso está condicionado a un apoyo favorable y predecible y a los mecanismos de financiamiento climático disponibles.</li> <li>• Como objetivo sectorial, Honduras se compromete a forestar/reforestar 1 millón de hectáreas de bosque antes de 2030. Además, a través de la NAMA de cocinas eficientes se espera reducir en un 39% el consumo de leña en las familias, lo que ayudará en la lucha contra la deforestación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Agricultura</li> <li>• Salud</li> <li>• Biodiversidad</li> <li>• Zona costera</li> <li>• Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura</li> <li>• Gestión de riesgo</li> <li>• Bosques</li> </ul>
Nicaragua	<p>Metas condicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el 29,4% de las emisiones del sector energía en 2010 y 67,8% de las emisiones del sector uso y cambio de la tierra en 2010.</li> <li>• Incrementar el porcentaje de generación eléctrica mediante fuentes de energía renovables al 60% en 2030, lo que representa un incremento del 35% con respecto a 2007.</li> <li>• Propiciar la producción agroecológica, plantaciones de cultivos permanentes bajo sombra, así como reducir las prácticas ganaderas extensivas e incorporar bosques en tierras ociosas, que permitan conservar las capacidades nacionales de los sumideros de carbono.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Agricultura</li> <li>• Salud</li> <li>• Biodiversidad</li> <li>• Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura</li> <li>• Infraestructura</li> <li>• Asentamientos humanos</li> </ul>
Panamá	<p>Metas incondicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar en un 30% la capacidad instalada para 2050 de otros tipos de fuentes renovables en el sector energético y en el sector UT-CUTS, con el fin de aumentar la capacidad de absorción de carbono en un 10% en comparación con el escenario de referencia para 2050.</li> </ul> <p>Metas condicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el país recibe apoyo internacional en los medios de implementación, la capacidad de absorción puede aumentar hasta un 80% con respecto al escenario de referencia para 2050.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua,</li> <li>• Bosques</li> </ul>
República Dominicana	<p>Metas condicionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir al 25% las emisiones para 2030 con respecto al año base 2010. Esta reducción está condicionada a un apoyo favorable y predecible, a mecanismos de financiamiento climático factibles y a que se corrijan las fallas de los mecanismos de mercado existentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Salud</li> <li>• Biodiversidad</li> <li>• Bosques</li> <li>• Asentamientos humanos</li> <li>• Energía</li> <li>• Turismo</li> <li>• Industria</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con información de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, 2020) y el Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe (J. Samaniego, 2019).

Del cuadro III.1 se puede deducir que cada país utiliza indicadores, metas y líneas de base diferentes, tanto para mitigación como para adaptación. Si bien se tienen metas más específicas para mitigación, las medidas de adaptación incluyen una mezcla de necesidades y medidas para reducir riesgos y vulnerabilidad y opciones de adaptación. Para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP26) los países deben entregar compromisos nuevos y más ambiciosos que ayuden a alcanzar la meta del Acuerdo de París de “reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático al mantener los incrementos de la temperatura promedio global en este siglo muy por debajo de los 2 °C por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 °C”<sup>53</sup>. De acuerdo con Carbon Tracker (CITA), los NDC actuales llevarán a un aumento de temperatura mundial de entre 2 °C y 3 °C por encima de niveles preindustriales, por lo que se ha hecho un llamado a los países para incrementar la ambición en los nuevos NDC a entregarse en 2020<sup>54</sup>.

Para evitar rebasar los límites de adaptación en ecosistemas frágiles y tener pérdidas irreversibles, las emisiones deben reducirse en 45% para 2030 y alcanzar el cero neto para 2050 (IPCC, 2018). Si bien los NDC actuales no reflejan esto, el cumplimiento de reducción de emisiones en estos tiempos es fundamental, sobre todo para países en desarrollo con cierto nivel de vulnerabilidad, que corren el riesgo de incrementar sus necesidades y costos de adaptación, además de arriesgar los avances logrados o no cumplir con ciertos objetivos de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible, por ejemplo, el abatimiento de la pobreza y el hambre y la mejora de las condiciones de salud de su población.

En este sentido, al establecer las metas se deben tomar en cuenta las sinergias y compensaciones entre metas de mitigación, adaptación y desarrollo sostenible (IPCC, 2018)<sup>55</sup>. En la revisión y planteamiento de los nuevos NDC se deberá cuidar que exista coordinación con el sector energía y con otros sectores productivos y económicos que también van a reportar compromisos de reducción de emisiones. Las metas regionales sugeridas en la Estrategia Energética 2030 podrían potenciar el futuro planteamiento de una meta regional.

La COP 25, celebrada en Madrid, España en diciembre de 2019, fue llamada también “la COP de la ambición” puesto que se estableció que se “debe marcar un cambio de rumbo en la ambición, trayendo nuevos actores a la mesa: gobiernos regionales, locales y ciudades y al sector privado, tanto productivo como financiero. Porque la acción climática no es ni debe ser solo una cuestión política. Los compromisos nacionales son necesarios, pero no suficientes. Nadie puede quedar fuera”<sup>56</sup>. Si bien los países del SICA no son grandes contribuyentes a las emisiones a escala global, sí deberán evaluar cuáles compromisos asumirán como parte de esa agenda climática más ambiciosa.

<sup>53</sup> Véase el texto del Acuerdo de París [en línea] <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/ques-el-acuerdo-de-paris>.

<sup>54</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), “Statement by the Executive Secretary of UN Climate Change, Patricia Espinosa, on the Outcome of COP25” [en línea] <https://unfccc.int/news/statement-by-the-executive-secretary-of-un-climate-change-patricia-espinosa-on-the-outcome-of-cop25>.

<sup>55</sup> Otro estudio de la CEPAL (en prensa), analiza el vínculo entre NDC y ODS tomando en cuenta los Acuerdos de París y Sendai y la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible.

<sup>56</sup> Discurso de la Presidenta de la COP25, 10 de diciembre de 2019 [en línea] <https://unfccc.int/es/news/cop25-debe-cambiar-el-rumbo-de-la-accion-y-la-ambicion-climaticas-comienzan-las-sesiones-de-alto>.

Algunos países, como Costa Rica, tienen un planteamiento muy sólido para alcanzar la neutralidad de carbono. Algunos temas que podrán evaluar otros países podrían ser, por ejemplo, compromisos para no iniciar ningún nuevo proyecto de carbón a partir de 2030 y empezar a retirar los existentes a partir, quizá, de 2030. Esto apoyará más el uso de energías renovables (incluyendo la generación distribuida), considerando el gas natural como un hidrocarburo de transición, más eficiente y limpio que otros combustibles fósiles.

## Capítulo IV

### Las metas del ODS 7: análisis cuantitativo

#### A. La meta 1 del ODS 7: acceso universal a energías modernas

##### 1. Acceso universal a energías modernas para cocción

###### a) *Consumo de leña, pobreza y desarrollo humano*

Los países del SICA que mantienen altos índices de pobreza son los que tienen mayor consumo de leña por habitante (véase el gráfico IV.1). Lo mismo se aprecia dependiendo del índice de desarrollo humano (véase el gráfico IV.2). Se encuentra una alta correlación entre los índices de pobreza y la evolución del consumo de leña. En el caso de Costa Rica, El Salvador, Panamá y la República Dominicana, la incidencia de la pobreza y sus consumos por habitante de leña son inferiores a los de Guatemala, Honduras y Nicaragua, cuyos índices de incidencia de la pobreza y consumo de leña por habitante son claramente mayores (véase el gráfico IV.3). Esto se explica por la importante penetración del GLP en El Salvador, Panamá y la República Dominicana, en buena medida con base en subsidios (en el recuadro IV.1 se dan mayores detalles sobre los subsidios en Centroamérica). En el caso de Costa Rica, la electricidad es el energético más utilizado para la cocción de alimentos, seguido del GLP.

**Recuadro IV.1**

**Subsidios al GLP en algunos países de Centroamérica**

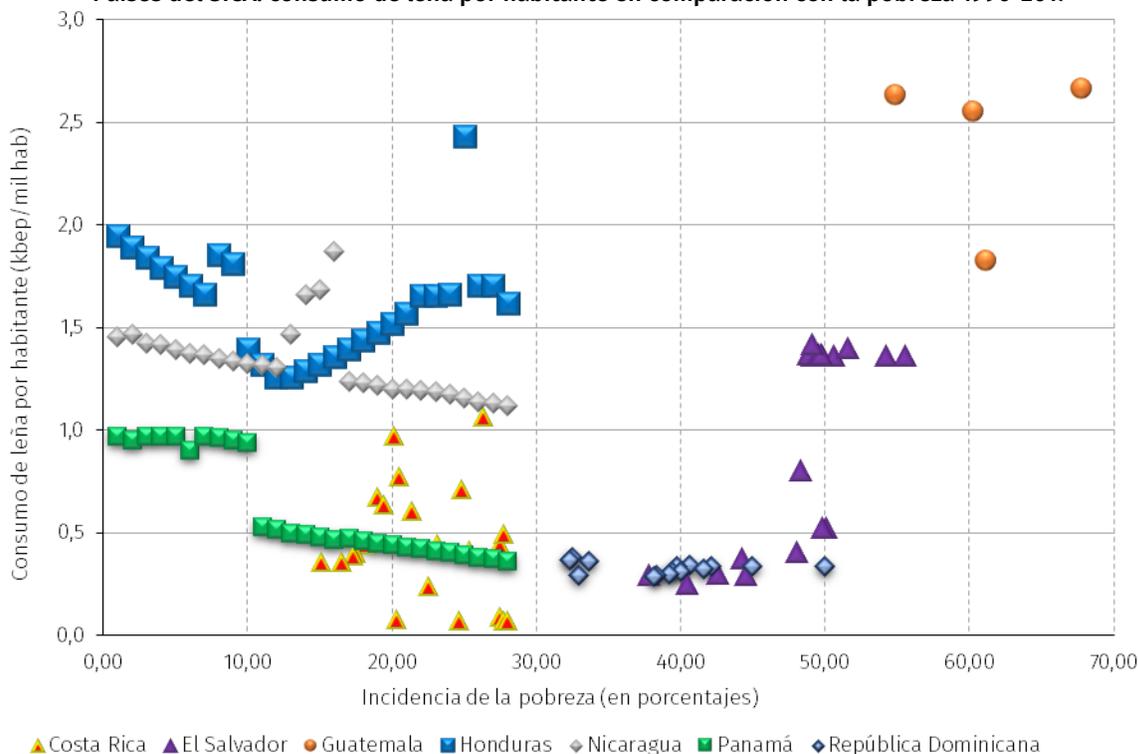
En El Salvador anteriormente se aplicó un subsidio generalizado, pero en la actualidad se ha enfocado a las familias de menores recursos con base en la ubicación de la vivienda (barrios de clase baja) y el consumo eléctrico de la vivienda. El subsidio se otorga sobre el precio de un cilindro de 25 libras, considerando un consumo de un cilindro mensual por vivienda. El monto del subsidio se calcula mensualmente y la cobertura alcanza a cerca de 1,2 millones de familias. El monto ha oscilado en torno a los seis dólares mensuales en los últimos meses. En la República Dominicana, por su parte, hay un subsidio conceptualmente similar al de El Salvador, que se otorga por familia de manera mensual y para la compra de un cilindro de 25 libras. Está focalizado a las familias de menores recursos y su cobertura alcanza alrededor de 950.000. El monto es cercano a los 4,50 dólares al mes por familia.

En Panamá el subsidio al GLP es generalizado. El precio de venta del cilindro de 25 libras está fijo en 4,37 dólares desde hace 25 años. El gobierno aplica una fórmula de precios de paridad de importación para calcular los márgenes de los agentes de la cadena de suministro (importador, envasador, distribuidor y venta minorista) y así calcular el monto del subsidio que transfiere a los agentes para cubrir los costos y márgenes. En Honduras, por último, hay un mecanismo de fórmula de precios de paridad de importación que, en caso de rebasar un tope, se subsidia el excedente. El mecanismo solo se aplicó durante el período de precios extremadamente altos del mercado internacional del primer quinquenio de la presente década.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de base a entrevistas sostenidas por funcionarios de la CEPAL con las Direcciones y oficinas encargadas de los subsectores de hidrocarburos de los países del SICA.

**Gráfico IV.1**

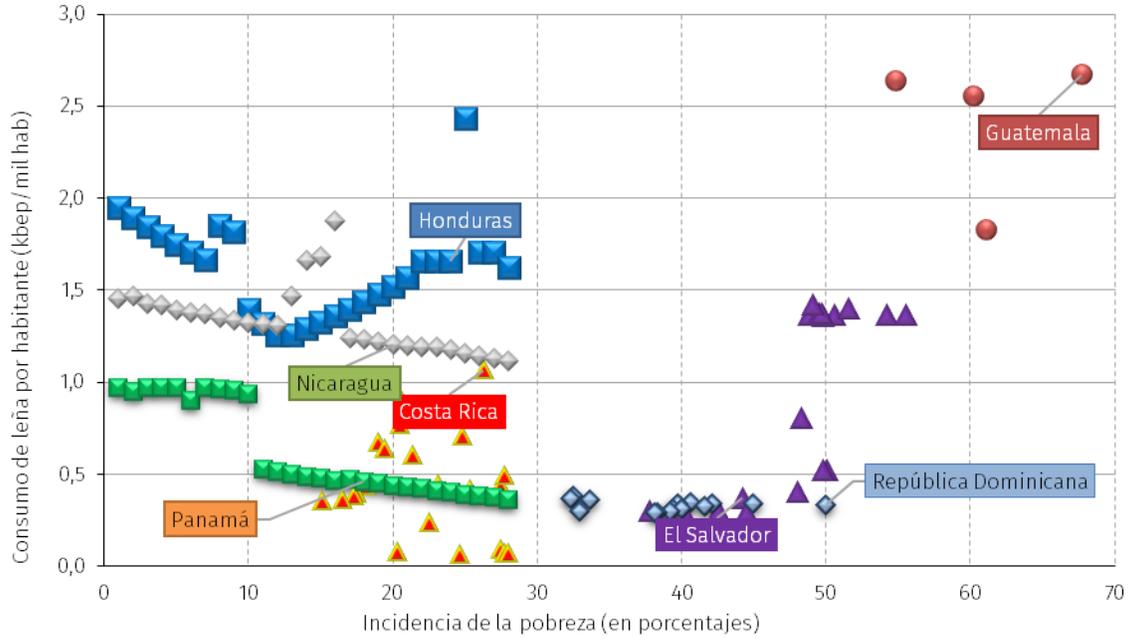
**Países del SICA: consumo de leña por habitante en comparación con la pobreza 1990-2017**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del sieLAC de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y CEPALSTAT.

Gráfico IV.2

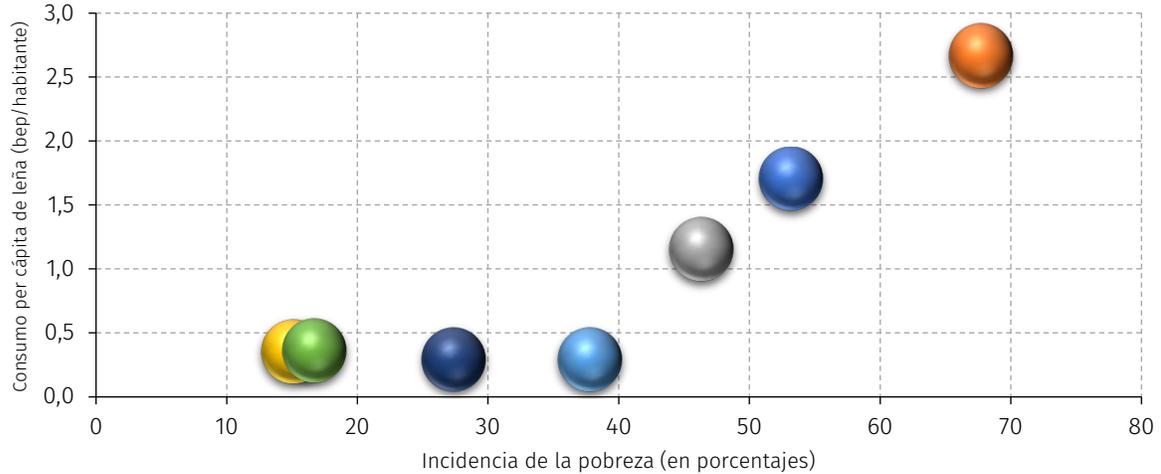
Países del SICA: consumo de leña por habitante en comparación con el índice de desarrollo humano (IDH), 1990-2017



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del siELAC de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), *Human Development Report 2016*.

Gráfico IV.3

Países del SICA: consumo de leña por habitante en comparación con la incidencia de la pobreza 2017



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del siELAC de OLADE y CEPALSTAT.

## **b) Escenarios a 2030 para el acceso universal a combustibles y tecnologías modernas para cocción de alimentos**

Se parte de la información sobre población histórica y proyectada por el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)<sup>57</sup>. A partir de los Censos de Población y Vivienda disponibles y de Encuestas Nacionales de Hogares de Propósitos Múltiples, que se realizan regularmente en la mayoría de los países de la región, se obtiene el número de personas por hogar, los números de hogares urbanos y rurales totales y su distribución de acuerdo con la fuente de energía para cocinar. Con base en la proyección de población del CELADE se determina un escenario referencial a 2030, manteniendo la estructura de la distribución por fuente de energía para cocción. Sobre la base de este escenario y la meta de acceso universal a las energías modernas a 2030, se construye un escenario ODS (meta 1 del ODS 7) para el número de hogares de acuerdo con la fuente energética para cocción de alimentos.

A partir del número de hogares y los consumos por hogar estimados con base en el consumo total del balance energético de 2016, se llega a establecer el escenario de consumos de energía. Los consumos se determinan a escala nacional, ya que no existen balances energéticos diferenciados por área urbana y rural. El año base para el análisis de escenarios es 2016. Además de integrar los datos de fuentes específicas, en ciertos casos donde no hay censos recientes o encuestas con información actualizada, se efectuaron estimaciones.

Así, en un escenario referencial y siguiendo las proyecciones de población del CELADE, para el conjunto de la región SICA se pasaría de los 14,4 millones de hogares actuales a 18,4 millones en 2030, de los que el 32% utilizaría leña como principal fuente de energía para cocinar y el 58% de gas licuado, es decir, el resultado sería la estructura actual. De ellos, 13,8 millones de hogares serían urbanos, el 18% utilizando leña y el 69% gas licuado, mientras que en áreas rurales se encontrarían los 4,6 millones de hogares restantes, 61% que utilizan leña como fuente de energía para cocinar y 34% GLP. A partir de este escenario se construye el escenario ODS (meta 1 del ODS 7). Para tal fin se plantearon dos alternativas: una hipótesis de máximo cumplimiento, que es el cumplimiento absoluto de la meta 1 del ODS 7: acceso universal a energías modernas y más eficientes para cocinar. Esto significa que para 2030 ya no debería haber hogares que utilicen leña de manera tradicional, mediante fogones abiertos.

Dado que este es un esfuerzo de gran magnitud, se construyó, a manera de análisis de sensibilidad, un segundo escenario ODS con hipótesis bajas de reemplazo de leña tradicional por GLP y estufas de leña eficientes. Estos dos escenarios constituyen referencias (máxima e intermedia) que, sumados a la evaluación beneficio/costo de los programas y los incentivos (incluyendo posibles subsidios), permitirán a cada país decidir sobre la penetración máxima viable para las tecnologías modernas de cocción. En el caso del GLP, los problemas de logística de transporte y distribución de este energético no permitirán una cobertura total, especialmente en pequeñas comunidades rurales. En el caso de las estufas de leña eficientes, la aceptación de las tecnologías es el principal desafío. Ambas tecnologías requerirán de estrategias de educación para el uso adecuado, mantenimiento y reemplazo de los equipos. Como hipótesis de trabajo se adoptó el supuesto de que en 2016 no había hogares que utilizaran estufas eficientes de leña. Aunque seguramente había, no existe información disponible al respecto.

## **c) Hipótesis máxima: acceso universal a 2030**

En este caso se establecieron hipótesis de reemplazo de la casi totalidad de los fogones de leña por estufas eficientes y GLP, dejando solo un pequeño remanente, ya que, sobre todo

<sup>57</sup> Véase Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) [en línea] <https://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-poblacion-total-urbana-rural-economicamente-activa>.

en áreas rurales, puede ser casi imposible llegar al 100%. De los 18,4 millones de hogares que se esperan existan hacia 2030 en la región, solo el 1,4% utilizaría leña de manera tradicional para cocinar (unos 264.000 hogares), mientras que el 68% lo haría con GLP (12,6 millones de hogares)<sup>58</sup>, y el 19% utilizarían estufas de leña eficientes (cerca de 3,6 millones de hogares).

En áreas urbanas estaría totalmente erradicado el uso de fogones abiertos, mientras que en áreas rurales habría solamente un remanente de 4,5% de hogares que emplean fogones tradicionales a base de leña. El mayor esfuerzo de reemplazo estará en Guatemala, Honduras y Nicaragua, por ser los países que concentran el mayor problema de uso de leña de manera tradicional y en condiciones ambientales y de salubridad deficientes.

El reemplazo total de los fogones abiertos para cumplir el objetivo de acceso universal a energía moderna y eficiente para 2030 implica introducir 3,6 millones de estufas eficientes en la región, es decir, un 95% de estas en los tres países con mayor consumo actual de leña y más de 2,1 millones de cocinas de gas licuado (véase el cuadro IV.1). Este reemplazo constituye un gran reto para la región, en especial para Guatemala, Honduras y Nicaragua.

En el caso de Costa Rica hay un número menor de hogares que utilizan leña, cuyo reemplazo sería absorbido por el crecimiento regular del GLP. Además, este atenuaría su penetración dependiendo del crecimiento de la electricidad, que es una estrategia considerada por el país en virtud de su generación casi totalmente renovable. Lo anterior representa un drástico cambio estructural, pues para el total de la región SICA, el 68% de los hogares usarán GLP, el 19% estufas de leña eficientes y un 11% energía eléctrica a 2030 (véase el gráfico IV.4).

**Cuadro IV.1**  
**Países del SICA: reemplazo de fogones de leña a 2030, hipótesis máxima**

	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	República Dominicana <sup>a</sup>	SICA
<b>Estufas de leña eficientes</b>									
Urbano	0	0	0	1 086 143	0	220 853	0	0	1 306 996
Rural	9 049	0	62 014	1 037 530	604 873	420 974	59 266	64 592	2 258 298
Total	9 049	0	62 014	2 123 673	604 873	641 827	59 266	64 592	3 565 294
<b>Estufas de GLP</b>									
Urbano	23 408	0	54 337	638 068	506 055	204 673	20 098	129 759	1 576 397
Rural	7 634	0	16 326	278 651	80 569	64 765	69 368	53 406	570 720
Total	31 042	0	70 664	916 719	586 624	269 438	89 466	183 165	2 147 117

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> El consumo de leña en el país está directamente afectado por las necesidades de consumo de Haití, por lo que se han realizado esfuerzos para usar de manera eficiente la leña mediante la densificación del recurso a través de la fabricación y utilización de briquetas.

<sup>58</sup> Son los hogares totales que utilizan GLP, es decir, los del escenario base más los que reemplazaron los fogones de leña por GLP.

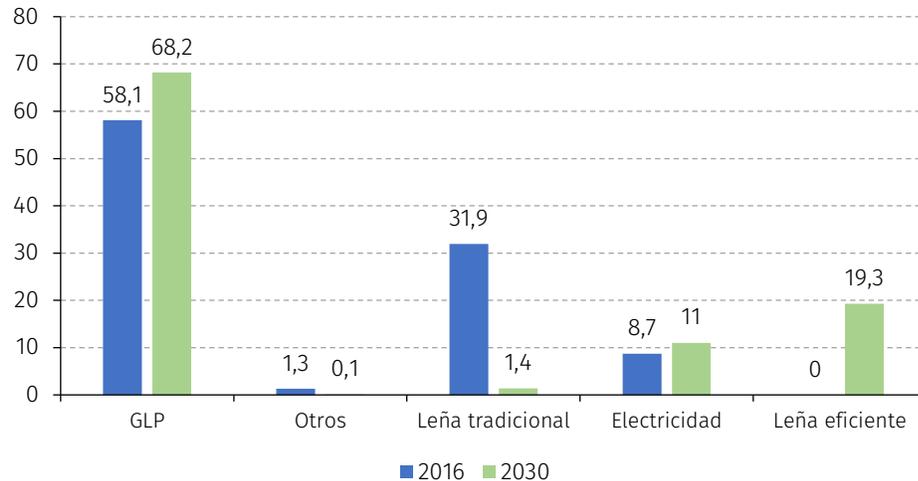
**Cuadro IV.2**  
**Países del SICA: población urbana y rural y número de hogares de acuerdo con la fuente de energía utilizada para cocinar a 2016**

		Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	República Dominicana	SICA
Población total	<i>En miles de habitantes</i>	367,0	4 869,8	6 324,3	14 468,5	8 944,6	6 152,3	3 991,3	10 652,1	57 531,3
Urbana		45,5%	77,5%	69,7%	53,3%	54,1%	57,8%	66,8%	79,6%	64,5%
Rural		54,5%	22,5%	30,3%	46,7%	45,9%	42,2%	33,2%	20,4%	35,5%
Población urbana	<i>En miles de habitantes</i>	167,0	3 774,1	4 408,8	7 705,0	4 839,0	3 556,0	2 668,2	8 479,1	37 094,5
Población rural	<i>En miles de habitantes</i>	200,0	1 095,8	1 915,5	6 763,5	4 105,6	2 596,3	1 323,1	2 173,0	20 436,8
Personas por hogar	Urbano	3,77	3,30	3,50	4,39	4,26	4,20	3,50	3,40	3,77
	Rural	4,20	3,40	3,90	4,75	4,71	4,90	3,90	3,40	4,47
	Total	3,99	3,32	3,61	4,55	4,45	4,47	3,62	3,40	4,00
Número de hogares	Urbano	44 271	1 143 652	1 259 655	1 829 280	1 136 429	846 673	762 334	2 493 853	9 826 949
	Rural	47 617	322 293	491 143	1 446 651	872 155	529 851	339 261	639 128	4 567 399
	Total	91 887	1 465 945	1 750 799	3 275 931	2 008 583	1 376 524	1 101 595	3 132 981	14 394 348
Porcentaje de hogares de acuerdo con la energía principal empleada para cocinar	Leña	14,8%	5,4%	10,9%	54,8%	48,1%	55%	13,1%	7,2%	32,4%
	GLP	83,2%	41,8%	88%	44%	30,9%	43%	86,2%	89,2%	57,6%
	Electricidad	0%	52,8%	1,1%	1,1%	18,1%	1%	0,5%	0,1%	8,6%
	Carbón, keroseno	1,9%			0,1%	2,9%	1%	0,1%	3,5%	1,3%
	Total	100%	100%	100%	100%	100,00%	100%	100%	100%	100%
Número de hogares de acuerdo con la energía principal empleada para cocinar	Leña	13 645	79 161	190 931	1 782 861	965 928	757 088	144 750	225 442	4 664 527
	GLP	76 460	612 765	1 540 054	1 432 144	621 255	591 905	949 905	2 794 818	8 296 294
	Electricidad	0	774 019	19 814	35 346	363 955	13 765	5 508	3 315	1 242 765
	Keroseno	1 782	0	0	3 049	57 445	13 765	1 102	109 406	190 432
	Total	91 887	1 465 945	1 750 799	3 253 400	2 008 583	1 376 524	1 101 264	3 132 981	14 394 017

Fuente: Elaboración propia sobre la base de The Statistical Institute of Belize, 2013; Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Costa Rica (INEC), 2015; Dirección General de Estadísticas y Censo de El Salvador (DIGESTYC), 2016; Censo de Población 2018 del Instituto Nacional de Estadística de Guatemala; estimaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Nicaragua (INEC), 2005; Fundación Internacional para el Desafío Económico Global (FIDEG), 2016; Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá (INEC), 2010, y Oficina Nacional de Estadística de la República Dominicana (ONE), 2016.

Gráfico IV.4

Países del SICA: distribución de hogares de acuerdo con la energía utilizada para cocinar, 2016 y 2030, hipótesis máxima  
(En porcentajes)

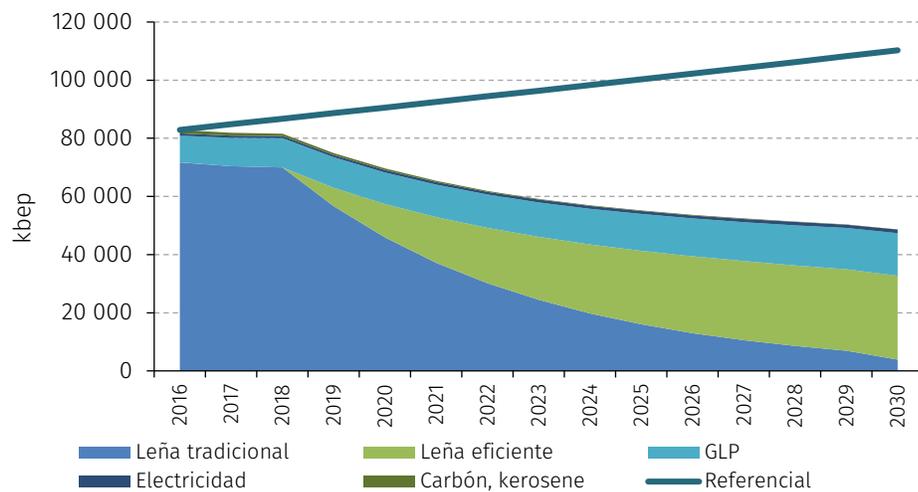


Fuente: Elaboración propia.

En términos de energía, en este escenario se logra una reducción del consumo total para cocción de alimentos superior al 55%, ya que el reemplazo de los fogones de leña no solo tiene impacto sobre el acceso universal a fuentes modernas y más limpias de energía, sino que, al ser efectuado el reemplazo por fuentes de energía y artefactos mucho más eficientes, produce un aumento sustancial de la eficiencia energética del sector y una reducción drástica del consumo (véase el gráfico IV.5).

Gráfico IV.5

Países del SICA (escenario ODS de hipótesis máxima): consumo de energía, 2016-2030



Fuente: Elaboración propia.

Además del aumento sustancial de la eficiencia energética, se produce un cambio estructural radical en el consumo para cocción de alimentos. Así, se reduce el consumo de leña tradicional de más del 86% a un 8%, con un aumento de la participación del GLP del 11% al 30%

y la introducción del consumo de leña mediante estufas eficientes en casi un 60%. Varios organismos internacionales, como la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) suelen denominar este consumo de leña como “leña moderna”. Hasta 2030, el 68% del consumo de energía para cocción seguirá siendo a partir de leña, aunque eficiente casi en su totalidad.

**d) Hipótesis intermedia: cumplimiento parcial del objetivo de acceso universal a 2030**

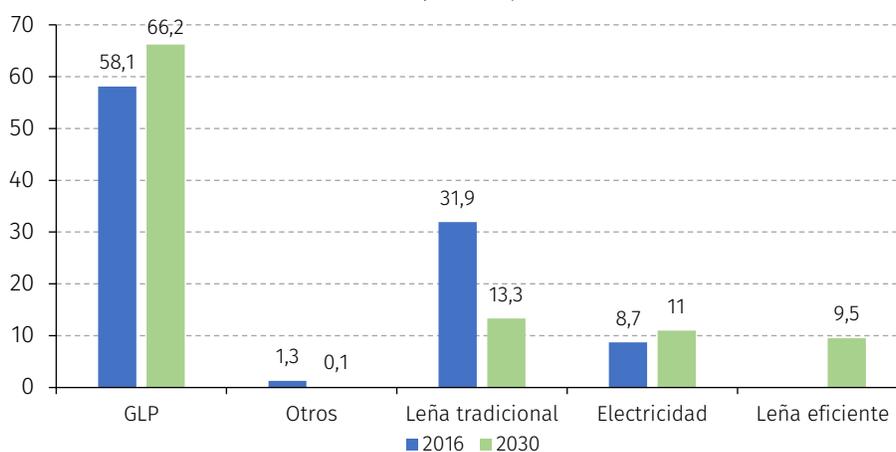
En este caso se adoptan metas más bajas para la sustitución de la leña, suficientemente bajas para contrastar con el escenario anterior y establecer un rango de decisión, sobre todo en los tres países con mayor uso de leña. Así, en Guatemala, los hogares urbanos que seguirían utilizando leña a 2030 pasarían del 20% al 1% y en área rural del 40% al 5%; en Honduras, del 10% al 0,5% y del 30% al 5%, para área urbana y rural, respectivamente, y en Nicaragua, del 20% al 1% y del 40% al 5%, para área urbana y rural, respectivamente. El número de estufas eficientes se reduce a algo menos que la mitad para el total de la región, con respecto a la hipótesis máxima, 1,75 millones de estufas, mientras que las cocinas de GLP adicionales requeridas bajan en menor proporción, a cerca de 1,8 millones (véase el cuadro IV.3), con un cambio estructural mucho menos significativo en el perfil de uso de energía de los hogares (véase el gráfico IV.6).

**Cuadro IV.3**  
**Países del SICA: reemplazo de fogones de leña a 2030, hipótesis intermedia**

	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	República Dominicana	SICA
<b>Estufas de leña eficientes</b>									
Urbano	0	0	0	374 532	0	58 119	0	0	432 651
Rural	9 049	0	41 200	518 765	372 015	259 061	59 266	59 943	1 319 298
Total	9 049	0	41 200	893 297	372 015	317 180	59 266	59 943	1 751 949
<b>Estufas de GLP</b>									
Urbano	23 408	0	54 337	638 068	330 529	146 554	20 098	129 759	1 342 752
Rural	7 634	0	16 326	278 651	80 569	0	28 690	20 862	432 732
Total	31 042	0	70 664	916 719	411 098	146 554	48 788	150 621	1 775 484

Fuente: Elaboración propia.

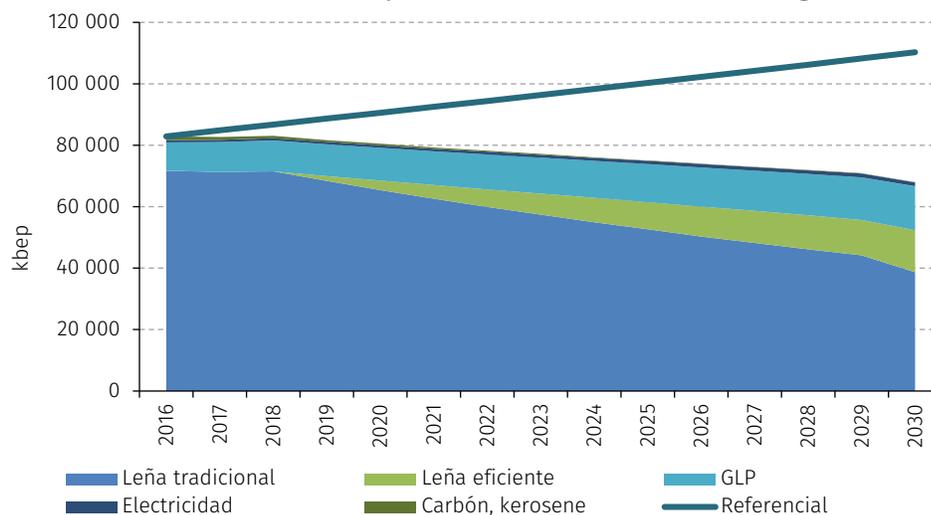
**Gráfico IV.6**  
**Países del SICA: distribución de hogares de acuerdo con la energía utilizada para cocinar, 2016 y 2030, hipótesis intermedia**  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al consumo de energía, en este escenario también se obtiene una reducción del consumo de leña y del total para cocción de alimentos, aunque mucho menor que en la hipótesis máxima (un 37%) (véase el gráfico IV.7). El cambio en la estructura del consumo también es significativamente menor. La participación de la leña tradicional cae del 86% al 57% y hay una participación de la leña eficiente del 20% a 2030.

**Gráfico IV.7**  
**Países del SICA (escenario ODS de hipótesis intermedia): consumo de energía, 2016-2030**

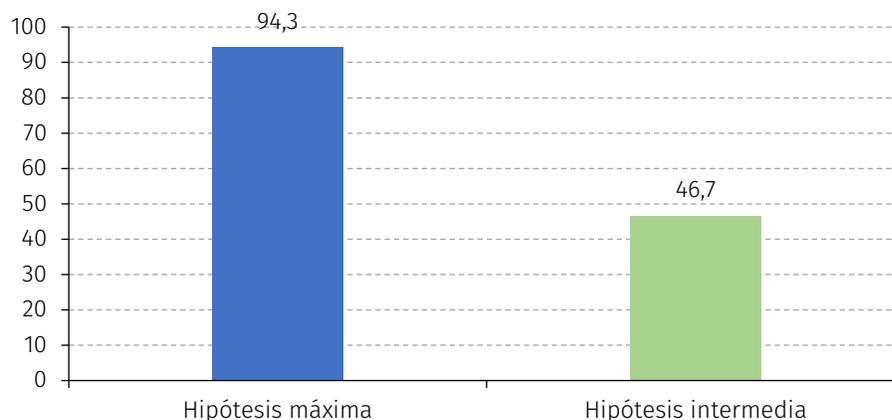


Fuente: Elaboración propia.

#### e) Cumplimiento de la meta 1 del ODS 7: comparación de escenarios

La meta 1 del ODS 7 se refiere al acceso y no al consumo energético. Es decir, a la población que tendrá acceso a energía moderna. La hipótesis máxima implica un esfuerzo de gran magnitud, pues significa cumplir con la meta del ODS 7 a plenitud (un 94,3%), mientras que la hipótesis intermedia implica un cumplimiento del 46,7% (véase el gráfico IV.8).

**Gráfico IV.8**  
**Países del SICA: cumplimiento de la meta 1 del ODS 7 a 2030**  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia.

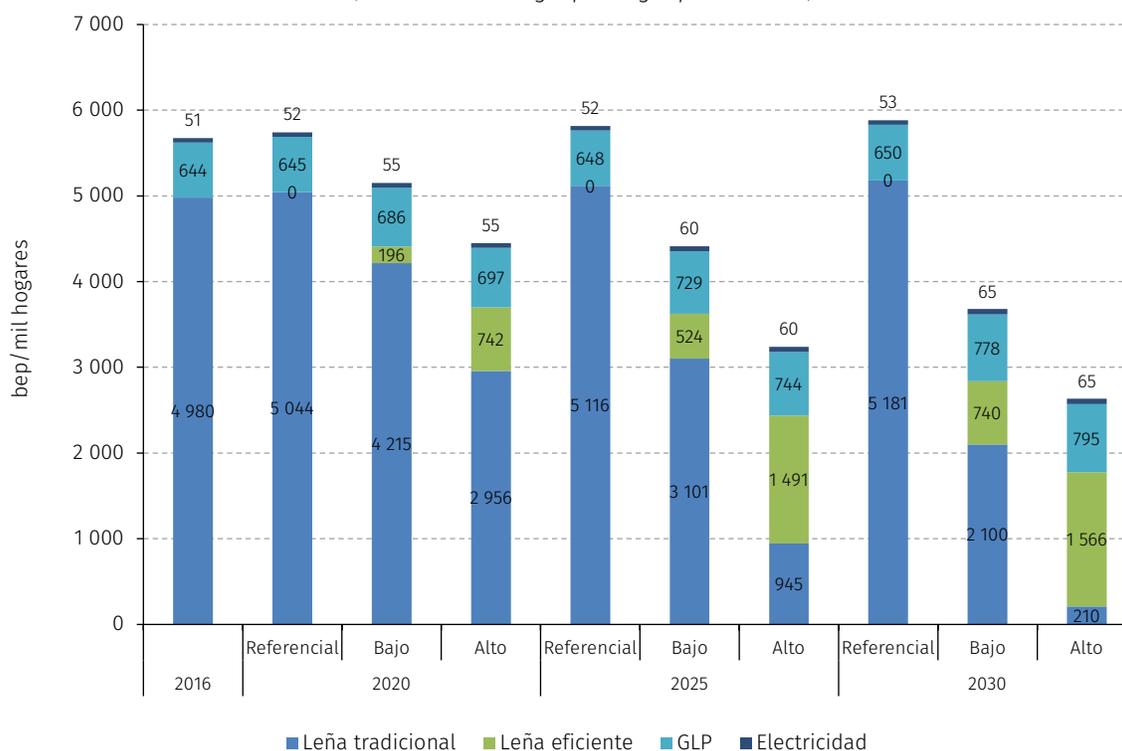
Resumiendo lo indicado para cada escenario, para alcanzar la meta 1 del ODS 7 habría que efectuar un reemplazo de medios de cocción en unos 3,5 millones de hogares en la hipótesis intermedia y 5,7 millones de hogares para el caso del acceso universal a 2030 a fuentes sustentables para cocción de alimentos (véase el gráfico IV.9). En términos de consumo energético, los escenarios de sustitución de leña tradicional conducen a una reducción del consumo de energía por hogar debido al efecto de aumento en la eficiencia, del 55% en el escenario de máxima sustitución y del 37% en el escenario intermedio (véase el gráfico IV.9).

**Cuadro IV.4**  
**Países del SICA: introducción de estufas de leña eficientes y GLP**

Estufas de leña eficientes	Hipótesis intermedia		Hipótesis máxima	
	Urbano	Rural	Total	
	432 651	1 319 298	1 751 949	3 565 294
Cocinas GLP	1 342 752	432 732	1 775 484	2 147 117

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico IV.9**  
**Países del SICA: mejora en la eficiencia de los escenarios de sustitución**  
(Consumo de energía por hogar para cocción)

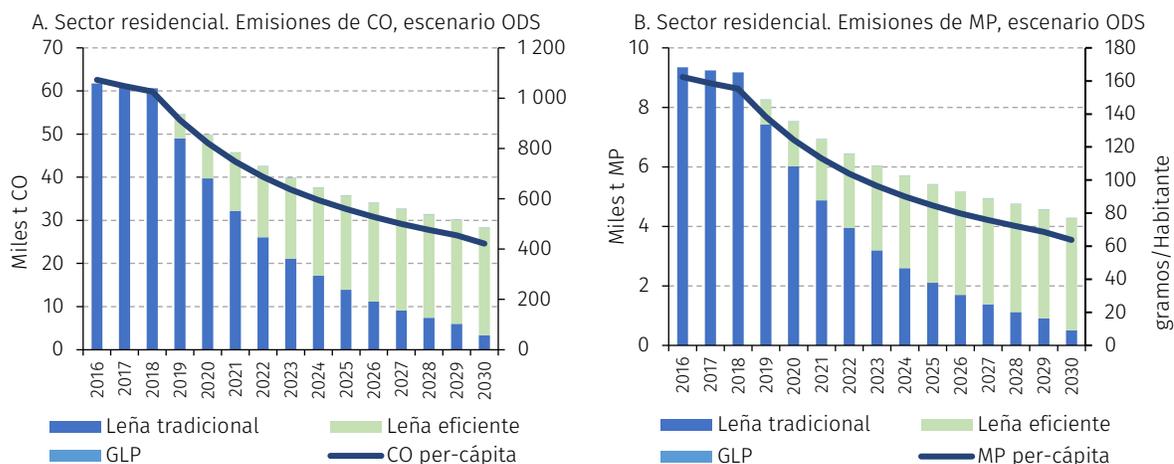


Fuente: Elaboración propia.

La mejora en la eficiencia conduce también a una reducción de emisiones, no solamente de GEI, sino de contaminantes que afectan directamente la salud de las personas en el hogar, como CO y material particulado (véase el gráfico IV.10).

Gráfico IV.10

## Países del SICA: reducción de emisiones de CO y MP originadas en cocción, 2016-2030



Fuente: Elaboración propia.

## 2. Acceso universal al servicio eléctrico

## a) Acceso físico

Aunque los índices de cobertura del servicio son altos en varios países, todavía se debe trabajar para alcanzar la universalidad de acceso al servicio, especialmente en Honduras y Guatemala, en donde alrededor del 19% y 12% de las viviendas, respectivamente, aún no cuentan con electricidad (alrededor de 840.000 viviendas). En los otros cinco países el nivel de electrificación es de entre 93,3% (Panamá) y 99,4% (Costa Rica), lo que representa en su conjunto alrededor de 260.000 viviendas sin electricidad que requieren servicio público (véase el cuadro IV.5). Para la universalización del servicio de electricidad, restaría electrificar por conexión a la red o con soluciones aisladas alrededor de 1,1 millones de viviendas en 2018 y 1,5 millones en 2030. No obstante, es necesario considerar la diferencia entre acceso físico y accesibilidad al servicio, como se verá en el punto siguiente.

Cuadro IV.5

## Países del SICA: población, índice de electrificación y viviendas sin electricidad, 2018

Países	Población	Índice de electrificación	Viviendas sin electricidad	Viviendas sin electricidad
	(En miles)	(En porcentajes)	(En miles)	(En porcentajes)
Costa Rica	4 964	99,4	6,9	0,6
Rep. Dominicana	10 890	97,9	57,1	2,1
El Salvador	6 643	96,7	56,4	3,0
Belice	382	95,6	4,3	4,4
Nicaragua	6 283	95,6	82,2	4,4
Panamá	4 159	93,3	74,6	6,7
Guatemala	14 901	88,1	388,7	11,9
Honduras	9 012	80,8	448,2	19,2
Total	57,234	92,0	1,118,3	8,0

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de cifras oficiales.

Nota: Orden de países ascendente en viviendas sin electricidad (en porcentajes).

Tomando en cuenta que a medida que aumenta el grado de electrificación se torna más difícil y costoso llegar a la población restante dependiendo de la lejanía de las redes y la capacidad de pago, hay algunas opciones tecnológicas que pueden ser apropiadas. Se consideran tres modalidades principales para las zonas que requieren de electrificación:

- Zonas con alta concentración poblacional cercanas a centros ya electrificados, por ejemplo, comunidades localizadas cerca de cabeceras municipales (o su equivalente), donde se pueda hacer una extensión de red.
- Zonas con alta concentración poblacional y aisladas, donde la electrificación puede ser a través de generación distribuida, minirredes con energía renovable o sistemas híbridos.
- Zonas aisladas con alta dispersión poblacional, donde la generación distribuida o las minirredes no son económica o técnicamente factibles, y en donde la solución podría ser a través de sistemas aislados, principalmente paneles solares fotovoltaicos.

El costo para cada modalidad varía. Una extensión de red a no más de 2 km tiene un costo de entre 1.000 y 2.000 dólares por usuario conectado. El costo de minirredes de generación distribuida varía dependiendo de la fuente renovable a utilizar y si se consideran sistemas híbridos, incluso con diésel. El costo por vivienda de una minired solar, por ejemplo, varía entre 1.000 y 1.500 dólares. Finalmente, para sistemas aislados individuales, el costo varía dependiendo de los niveles de electrificación presentados en el cuadro IV.6. Mientras que un sistema básico para nivel 1 puede tener un costo no mayor a 150 dólares, los sistemas solares de los niveles 2 y 3 tienen costos que varían entre 350 y 700 dólares (por ejemplo, un sistema de 80 W tiene un costo aproximado de 600 dólares). Los sistemas para los niveles 4 y 5 tendrán un costo cercano o por encima de los 1.000 dólares.

**Cuadro IV.6**  
**Niveles de electrificación**

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Usos	Radio	Radio	Radio	Radio	Radio
	Iluminación (por habitación)				
	Cargador de celular				
		Iluminación general	Iluminación general	Iluminación general	Iluminación general
		Ventilador	Ventilador	Ventilador	Ventilador
		Televisión	Televisión	Televisión	Televisión
			Licuada	Licuada	Licuada
				Lavadora	Lavadora
				Refrigerador	Refrigerador
				Plancha	Plancha
				Aire acondicionado	
Rango de consumo en kWh	3 a menos de 66	66 a menos de 285	285 a menos de 1 464	1 464 a menos de 2 267	Mayor que 2 267
kWh por año por vivienda	3	66	285	1 464	2 267
Horas promedio de autonomía	4	4	8	16	23

Fuente: Energy Sector Management ESMAP "Measuring Energy Access, Introduction to the Multi-Tier Framework", Sustainable Energy for All [en línea] <https://www.esmap.org/node/55526>.

## b) Gestión, gobernanza y sostenibilidad

Hay diversos esquemas bajo los cuales estas modalidades pueden ser sostenibles. En el caso en que se pueda hacer una extensión de red, las poblaciones conectadas deberán pagar su tarifa eléctrica con la empresa distribuidora correspondiente, como cualquier otro usuario de la red. Dependiendo del país, puede haber más de una distribuidora con la que se puede gestionar la extensión de red. En los casos en que la opción más viable sea una minired, por lo general es conveniente un modelo de gestión comunitario del sistema, que puede tomar la forma de una cooperativa, asociación o comité. Esta entidad da a los usuarios el poder de decisión sobre el sistema y es la encargada de la gestión y el mantenimiento del sistema. En algunos casos, los usuarios pueden optar por crear una empresa comunitaria en la que cada usuario puede ser propietario del sistema, por ejemplo, mediante bonos. Ya sea en forma de cooperativa, asociación o comité, los usuarios definen su propio reglamento interno para el manejo técnico, administrativo y contable del sistema.

Como parte de la implementación del proyecto, se capacita a los usuarios en temas administrativos, contables y técnicos con el objetivo de que la comunidad misma pueda gestionar la minired después de que esta entre en operación y un tiempo predeterminado de acompañamiento. El éxito de estas modalidades radica en las comunidades mismas y el trabajo que puedan hacer conjuntamente. En ocasiones, no es fácil lograr un nivel de confianza que les permita trabajar cercanamente, por lo que la participación y sensibilización comunitaria al inicio del proyecto es uno de los factores más importantes para lograr un mutuo entendimiento del proyecto en cuanto a percepciones y expectativas. En caso de que haya usuarios que no quieran pertenecer al ámbito comunitario, su vivienda tendría un sistema solar fotovoltaico aislado del que ellos mismos estarían a cargo. En el recuadro IV.2 se muestra el ejemplo de ASOCHEL en Guatemala.

### Recuadro IV.2 Guatemala: Asociación Hidroeléctrica Chelense

La Asociación Hidroeléctrica Chelense (ASOCHEL) se creó a partir del proyecto de la minihidroeléctrica de 165 kW, que originalmente servía a las comunidades de Chel, Xesaí y Las Flores, en Quiché, Guatemala. Actualmente la ASOCHEL brinda servicio a once comunidades a través de la gestión de un sistema híbrido, ya que se tuvo que agregar generación diésel de 150 kW para cubrir la demanda creciente. El proyecto tuvo su origen en los programas de apoyo a comunidades refugiadas de la Guerra Civil en Guatemala. Tomando en cuenta este contexto, el período de sensibilización al proyecto duró casi diez años, principalmente para forjar lazos de confianza entre los mismos pobladores y los desarrolladores del proyecto. Con la creación de la ASOCHEL se desarrolló un reglamento interno que permitió definir mejor los papeles y responsabilidades de cada persona —sobre todo para el período en que se precisó de mano de obra para la construcción civil de la minihidroeléctrica—, la votación y plazos de la Junta Directiva, usos de energía, tarifas, penalidades, procedimientos para nuevas conexiones y desconexiones, entre otros temas.

La capacitación a la ASOCHEL incluyó temas técnicos y administrativos. Se dio capacitación para electricistas y linieros al igual que para temas contables y administrativos y se llevó al grupo a visitar otras hidroeléctricas del país para que tuvieran un mejor entendimiento de su funcionamiento. Este es un ejemplo exitoso de una asociación comunitaria sin fines de lucro, que ha permitido implementar una solución de energización aislada, no solamente para los servicios de electricidad en las viviendas, sino también para usos productivos de la energía. Las previsiones para crecimientos futuros (ampliaciones y repotenciaciones) son un tema que deberá reforzarse en futuros desarrollos de miniredes. En este caso, el diseño inicial para tres aldeas ha crecido hasta satisfacer alrededor de 15 comunidades adicionales. Casi 15 años después de la inauguración de la minihidroeléctrica, la ASOCHEL sigue funcionando y brindando servicio, pese a ciertos desafíos, incluyendo la necesidad de repotenciar el sistema y la conexión de un mayor número de usuarios. Otras micro y minihidroeléctricas del país y de la región han implementado esquemas parecidos al de ASOCHEL, ayudando a empoderar a las comunidades beneficiarias y procurar la sostenibilidad de los proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de poblaciones con viviendas aisladas y dispersas donde las minirredes no sean factibles, la solución común es instalar sistemas solares aislados, cuya capacidad depende de las necesidades de cada familia y la capacidad de mantenimiento del sistema. En este caso, cada familia es capacitada en el cuidado y mantenimiento del sistema, y en esquemas de ahorro mensual (tarifa eléctrica) para reposición de baterías y mantenimiento en general. Hay comunidades con viviendas dispersas que aún con sistemas fotovoltaicos aislados prefieren un sistema de gobernanza comunitario, lo que también es posible. En estos casos, al igual que en las cooperativas, asociaciones o comités, los usuarios se rigen bajo un reglamento interno que ellos mismos consensan. Este modelo puede llegar a traer dificultades ya que, por lo general, los fondos de mantenimiento se llegan a destinar primero a las familias que menos cuidan sus baterías.

Para las comunidades aisladas y dispersas con sistemas fotovoltaicos aislados también existen otras modalidades como las de préstamo o pago por servicios. En ambos esquemas, los usuarios no son dueños del sistema, sino que en el primer caso lo alquilan, y en el segundo, además de alquilarlo, la tarifa mensual incluye el servicio de mantenimiento del sistema. Estos esquemas iniciaron en Honduras y la República Dominicana en la década de 1990 y se están retomando nuevamente por las facilidades que brindan a los usuarios.

No se pueden estimar los costos para cada opción ya que este varía, entre otras cuestiones, dependiendo de la lejanía y acceso a las comunidades. La falta de carreteras de terracería o las carreteras de terracería de mala calidad dificultan el acceso de los equipos, incrementando el costo de los proyectos. Pese a esta dificultad, se deben considerar los múltiples beneficios de la entrada de una minired a una comunidad o grupos de comunidades que puede ayudar a cumplir con varias de las metas de los ODS. Las minirredes ayudan a que se abran carreteras, con lo que también se mejoran los sistemas de comunicación y de mercado, sobre todo si son comunidades principalmente agrícolas. En la mayoría de las minirredes, la tecnología utilizada es la de centrales micro o minihidroeléctricas, que deben ser acompañadas de planes de manejo integral de cuencas y reforestación que ayudan a mejorar los ecosistemas y, en algunos casos, tener sistemas de irrigación más eficientes.

Por lo general, las minirredes contemplan tres usos de la electricidad: domiciliar, comunitaria (para escuelas, centros de salud, iglesias y centros comunitarios, entre otros) y productivos, que varían desde pequeñas tiendas con refrigerador para artículos fríos, pasando por tiendas con repuestos eléctricos para viviendas (focos, cables, apagadores) hasta talleres de costura y de carpintería. Es decir, las minirredes no solo llevan electricidad y servicios energéticos, sino también servicios conexos que apoyan otros objetivos de la Agenda 2030 al reducir los niveles de pobreza y brindar servicios de educación y salud al contribuir a la protección de ecosistemas, involucrar a las mujeres en las diferentes etapas del proyecto y mejorar servicios de acceso a agua, comunicaciones y transportes.

Otro aspecto a tomar en cuenta es la regulación de las empresas y equipos a usar mediante la certificación de las empresas que implementen los proyectos y sus técnicos, al igual que la certificación de seguridad y calidad de los equipos para asegurar que los sistemas instalados sean resilientes y confiables y, sobre todo, que no causen daño o peligro a los usuarios. Ya hay protocolos que pueden servir de ejemplo, aunque deben adaptarse al contexto de cada proyecto. La tecnología fotovoltaica, pese a ser confiable y haber sido utilizada por más de tres décadas en ámbitos rurales, tiene una percepción negativa por parte de algunas personas debido principalmente a malas instalaciones o al uso de equipos indebidos que causan no solamente que los sistemas ya no funcionen, sino que también causan daño físico o psicológico a los usuarios.

El servicio que brinden las empresas implementadoras al inicio como parte del período inicial de acompañamiento a las comunidades es uno de los factores clave del éxito de los proyectos. Las cláusulas de este período de acompañamiento deben ser estipuladas durante la fase de planeación del proyecto para asegurar que las garantías de los equipos sean adecuadas, que se dé el acompañamiento necesario en el período de tiempo acordado y que en este período haya personal responsable de responder a las dudas e inquietudes de las comunidades.

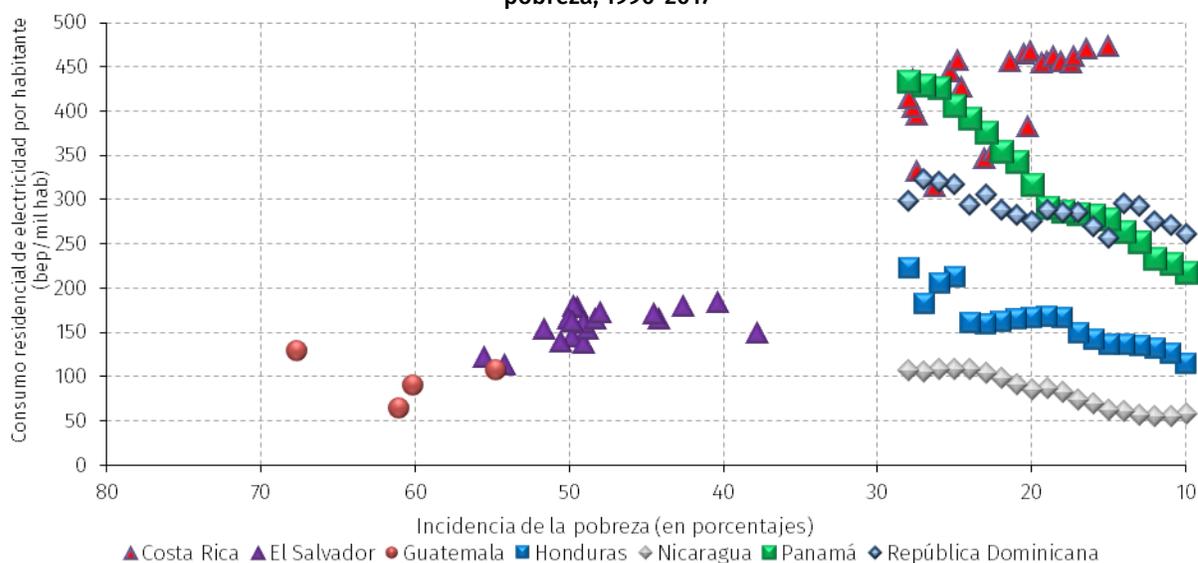
Si bien hay casos en que los proyectos incluyen una donación a fondo perdido, en ocasiones se podrá recurrir a esquemas de préstamo con empresas microfinancieras locales. En estos casos, el acompañamiento no solo es para las comunidades usuarias, sino también para las microfinancieras que en muchas ocasiones no han realizado financiamientos de energías renovables. Ha habido proyectos piloto exitosos que han abierto el mercado de las microfinancieras a proyectos solares y usos productivos derivados de la energía solar. Por ejemplo, hay familias que han obtenido microfinanciamiento para abrir tiendas de repuestos para los sistemas solares y conexiones domiciliarias.

### c) Pobreza, acceso físico y consumos por habitante de electricidad

La simple conexión de red o el suministro mediante opciones descentralizadas permite solamente el acceso físico a la electricidad, no obstante, “es necesario diferenciar los conceptos de acceso y accesibilidad. Los datos muestran que alcanzar un alto grado de cobertura no implica necesariamente niveles significativos de consumo en el sector residencial. Resulta de vital importancia el acceso al equipamiento necesario que permite satisfacer en mayor cantidad y calidad los servicios energéticos, para lo que resultan determinantes los niveles de ingresos” (CAF y otros, 2013, pág. 65). Tal como se está haciendo en la región y como sucede en general en América Latina, se pueden lograr índices de cobertura física muy altos y llegar a casi el 100% de los hogares, independientemente de los niveles de pobreza. No obstante, pese al acceso físico al suministro de electricidad, los consumos de electricidad residenciales por habitante crecen dependiendo de la reducción de la pobreza (véase el gráfico IV.11).

Gráfico IV.11

Países del SICA: consumo residencial de electricidad por habitante en comparación con la reducción de la pobreza, 1990-2017



Fuente: Elaboración propia sobre la base de sobre encuestas de hogares de los países y Banco de Datos de Encuestas de Hogares (BADEHOG) de la CEPAL.

El mismo comportamiento se observa con relación al índice de desarrollo humano (IDH). En los recuadros IV.3 y IV.4 se ejemplifica la diferencia entre acceso y accesibilidad en el Ecuador y Argentina, respectivamente.

#### Recuadro IV.3

##### Quito, Ecuador: acceso y accesibilidad al servicio eléctrico

La ciudad de Quito, con una población de aproximadamente 3 millones de habitantes, tenía una cobertura eléctrica del 99,71% en 2017. En 2010 la cobertura era de 99,3%. La ciudad está atendida por la Empresa Eléctrica Quito, una corporación estatal que presenta indicadores óptimos de servicio técnico y comercial: 0,04% de clientes sin medidor, 99,73% de recaudación, 5,8% de pérdidas de distribución, con excelentes indicadores de calidad de servicio técnico y producto. Aun así, los estratos de consumo más bajos presentan consumos medios por abonado muy bajos. Los estratos hasta 30 kWh/mes representan un 14% de los clientes y constituyen solamente el 0,8% del consumo residencial, con una media de 8,3 kWh/abonado-mes. Los estratos hasta 20 kWh/abonado-mes representan cerca del 12% de los usuarios residenciales, pero solo el 0,4% del consumo, con un consumo medio de 4,8 kWh/abonado-mes. Como referencia, puede considerarse que solo una iluminación con 100 W por 4 horas diarias equivaldría a un consumo de 12 kWh/mes (ENERINTER, EEQ, 2012).

Esta situación se presenta aun cuando existe un subsidio (tarifa de la dignidad, 4 centavos de dólar/kWh) para consumos hasta 110 kWh en la zona de la sierra, donde se encuentra la ciudad de Quito. Es decir, aun con una cobertura superior al 99% y con un subsidio importante, podría estimarse una accesibilidad al servicio del 85% al 90%, frente a una cobertura cercana al 100%. Mientras haya índices de pobreza apreciables, aunque se logre el acceso físico universal no podrá alcanzarse la universalidad en términos de accesibilidad al servicio eléctrico, si hay un porcentaje de hogares con muy bajo consumo debido a la falta de ingresos.

En 2011 la incidencia de la pobreza por ingresos en el Ecuador era del 17,4% en áreas urbanas (10,3% en la ciudad de Quito), 50,9% en áreas rurales, 28,6% a escala nacional (INEC Ecuador, 2016a); la tasa de pobreza multidimensional (TPM) nacional era del 40,7%, 22,2% urbana y 77,2% rural (INEC Ecuador, 2016b). En 2016 los índices de pobreza han descendido al 22,9% a escala nacional, 15,7% urbana, 38,2% rural y 8% en la ciudad de Quito, y la TPM nacional era de 35,1%, 23,4% urbana y 59,9% rural. Aunque no se dispone de información sobre consumos de electricidad por estrato, es esperable que se mantenga una diferencia, aunque menor, entre la cobertura física y la accesibilidad al servicio eléctrico.

Fuente: ENERINTER, EEQ, *Determinación de los usos finales de la energía en el sector residencial. Informe final*, Quito, Ecuador, 2012; INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica) (2015), *Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG)*. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador), *Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo (ENEMDU)*. *Tabulados de pobreza*, Quito, 2016 y *Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo (ENEMDU)*. *Tabulados de Pobreza Multidimensional*, Quito, 2016.

#### Recuadro IV.4

##### Buenos Aires, Argentina: acceso y accesibilidad al servicio eléctrico en villas de emergencia

En Budge y Fiorito la principal fuente energética consumida es el GLP, seguida por la electricidad, el carbón vegetal, el gas natural, el kerosene y los residuos. Es decir, el 81% del consumo es proporcionado por fuentes de alta calidad: GLP, electricidad y gas natural. El 100% de los hogares de la muestra tiene acceso a electricidad. En cuanto al nivel de satisfacción de los servicios energéticos, el estudio reveló que el 85% de los hogares tienen requerimientos insatisfechos en ventilación de ambientes, el 72% en iluminación, el 71% en calefacción, el 54% en calentamiento de agua y el 47% en cocción.

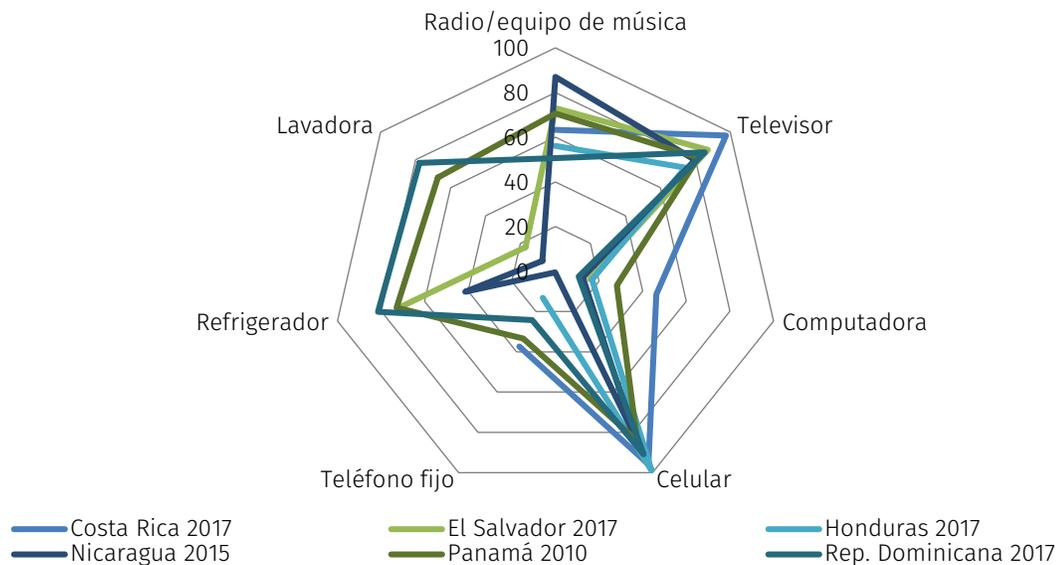
En La Cárcova, el 99% de los hogares encuestados tiene acceso a la electricidad y, de estos, solo el 10% tiene medidor propio, mientras que el 90% restante accede a partir de medidores comunitarios cuyas facturas son pagadas por el municipio o son conexiones ilegales. En cuanto a la satisfacción de necesidades, el 36% de los hogares no se calefacciona, el 22% no tiene ventiladores, el 12% no tiene refrigeradores para conservar alimentos y el 10% no calienta agua para higiene.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de A.L. Suárez y E. Léopore (2014), *Las villas de emergencia de la ciudad de Buenos Aires*, Buenos Aires, Educa.

#### d) *El papel determinante del acceso a los equipamientos*

Si bien es cierto que el acceso a la energía es un prerrequisito para aliviar la pobreza, también se comprueba que el acceso al equipamiento de los hogares revela que muchos usos básicos no se cubren para un segmento importante de la población de menores ingresos. Entre ellos, algunos pueden vincularse con aspectos que contribuyen a la calidad de vida, confort y salud (por ejemplo, la posibilidad de conservar alimentos) mientras que otros pueden ser considerados como barreras para evitar que la brecha socio y psicocultural continúe creciendo (por ejemplo, el acceso a internet y medios de comunicación como factor vinculado a la posibilidad de mejorar los estándares educativos de los pobres para evitar que la desigualdad de oportunidades de empleo se mantenga) (CAF, 2013). La falta de acceso a fuentes modernas de energía lleva a la falta de acceso a electrodomésticos más modernos y eficientes y se vincula con uso de leña, keroseno o GLP. Como se puede observar en el gráfico IV.12, no hay cobertura de todos los usos básicos y de confort, lo que señala un significativo aumento de la brecha socio y psicocultural (CEPAL, 2009c). Para una era en la que el conocimiento y el desarrollo están más interrelacionados que nunca en virtud del progreso tecnológico, esto no puede ser considerado ajeno a la disminución de la pobreza y la desigualdad social.

**Gráfico IV.12**  
**Países del SICA: acceso al equipamiento en seis países de la subregión**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de cifras oficiales.

#### e) *Otros temas (la calidad del servicio y las pérdidas)*

Los ejemplos anteriores referentes a algunas ciudades de América Latina demuestran también que el acceso universal no implica solamente disponibilidad física o accesibilidad al servicio y equipamientos, sino que debe ser en condiciones de calidad de servicio técnico y producto, de acuerdo con normas establecidas. Las altas pérdidas de distribución en algunos países de la región podrían constituir una barrera adicional para el cumplimiento del acceso universal al servicio eléctrico. Los altos índices de pérdidas no técnicas, además de posibles ineficiencias en las empresas distribuidoras de energía eléctrica, indican problemas de ingresos, que conducen a conexiones clandestinas (energía no facturada) y bajos índices de recaudación, y acentúan la

brecha entre el simple acceso físico y la accesibilidad plena al servicio, tal como se explicó anteriormente. Además, las altas pérdidas tienen un impacto financiero que se reflejará en la calidad del servicio técnico y comercial y en la calidad del producto, así como sobre la capacidad de inversión de las empresas eléctricas.

### 3. Los costos del acceso a energías modernas

#### a) Inversión social en energización y subsidios

##### i. Los costos del acceso universal a tecnologías modernas de cocción

En el caso del acceso a energías modernas para cocción, si bien el esfuerzo de inversión es grande, también es de una magnitud alcanzable en la región, en especial en los tres países con alto uso de la biomasa para cocción. Asumiendo que cada reemplazo pueda costar 200 dólares<sup>59</sup> para una estufa de leña eficiente y 400 dólares para una estufa de GLP (montos que incluyen costo de equipo y costo operativo de acceso a la población, convencimiento e instalación), en el escenario de máximo cumplimiento de la meta 1 del ODS 7 a 2030 (aproximadamente 4,6 millones de reemplazos entre estufas eficientes y GLP en el primer escenario), el costo es de alrededor de 1.373 millones de dólares, que equivalen a una inversión anual de 137 millones de dólares en el período 2021-2030, de los que el 42% corresponden a Guatemala (58 millones de dólares/año); 25% a Honduras (34 millones de dólares/año) y 19% a Nicaragua (26 millones de dólares/año). En la hipótesis intermedia, la inversión bajaría a unos 597,1 millones de dólares y representaría 3,2 millones de reemplazos entre estufas de leña eficientes y de GLP.

##### ii. Los costos de la electrificación universal

En el cuadro IV.7 se muestra un resumen de las inversiones requeridas para llegar a la meta de universalización del servicio de energía eléctrica en 2030.

**Cuadro IV.7**  
Países del SICA: resumen de los costos considerados en el plan de inversiones  
(En millones de dólares)

País	Total	Lámparas solares <sup>a</sup>	Extensión de la red (km) <sup>b</sup>				SFV <sup>c</sup>	Minirredes <sup>d</sup>	
			Total	<0,5	<1	<1,5			<1,5
Belice	12		8	0,5	1,2	2,5	3,4	4,0	0,4
Costa Rica	14		8	0,5	1,2	2,6	3,5	5,3	0,5
El Salvador	29		24	1,5	3,8	7,9	10,6	4,7	0,4
Guatemala	290	17,2	241	15,5	38,1	79,9	108,0	29,0	2,6
Honduras	383	22,8	319	20,4	50,4	105,5	142,6	38,3	3,4
Nicaragua	88	5,2	73	4,7	11,6	24,2	32,7	8,8	0,8
Panamá	70		58	3,7	9,1	19,1	25,9	11,5	1,0
Rep. Dominicana	58	3,2	45	2,9	7,1	14,8	20,0	8,9	0,8
Total	944	48	775	50	123	256	347	110	10

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Se refiere a pequeños sistemas solares capaces de proporcionar iluminación y carga de teléfono celular (nivel 1).

<sup>b</sup> Inversiones considerando extensión de red de distribución en los rangos de longitud especificados.

<sup>c</sup> Sistema solar fotovoltaico para servicios básicos de nivel 3.

<sup>d</sup> Las minirredes satisfacen el nivel 4.

<sup>59</sup> En la Estrategia Energética Sustentable 2020 se estimaba el costo de una estufa de leña eficiente entre 100 y 140 dólares.

Esto corresponde a una estimación hecha por los países, con el apoyo del cooperante holandés HIVOS, dentro de una iniciativa para lograr que los países del SICA constituyan la primera región del mundo en desarrollo en alcanzar el 100% de acceso a energía (HIVOS, 2019). Las inversiones ascienden a 944 millones de dólares en el período 2021-2030 y equivalen a una inversión anual de 94 millones de dólares en el período 2021-2030. Tres países representan el 81% de esas inversiones: 41% corresponden a Honduras (38 millones de dólares anuales); 31% a Guatemala (29 millones de dólares anuales) y 9% a Nicaragua (9 millones de dólares anuales).

### *iii. Necesidad de subsidios y salvaguardas sociales*

Pero no es solamente la inversión. Hay una dificultad para acceder a varios millones de hogares, lograr la aceptación y permitir la instalación, así como asegurar el suministro de combustible adecuado, además de la necesidad de establecer o mantener subsidios focalizados en el caso del GLP y, eventualmente, en el suministro comercial de leña para estufas eficientes y mejoradas de manera temporal, dependiendo de la curva de abatimiento de la pobreza que cada país pueda lograr. En el caso del servicio eléctrico, dependiendo de la cantidad de la población sin acceso pleno al servicio, en general una proporción alta de la misma o toda se encontrará en deciles de bajos o muy bajos ingresos, en situación de pobreza e incluso en la indigencia. Esto significa que habrá que mantener o establecer subsidios para cubrir el costo de un servicio cuyas inversiones no podrán ser recuperadas en su totalidad.

Los subsidios focalizados al consumo de energía podrían morigerar las desigualdades, en pro de una mayor equidad del consumo por nivel de ingreso, pero no serían su solución: es necesario por tanto subsidiar también los equipamientos o facilitar el financiamiento de los mismos con objeto de equipar mejor a los sectores de bajos ingresos y acceder así a un mejor abastecimiento de sus servicios energéticos en calidad y cantidad. A la hora de establecer nuevos subsidios o modificar los existentes, los países deberían considerar algunos aspectos relevantes:

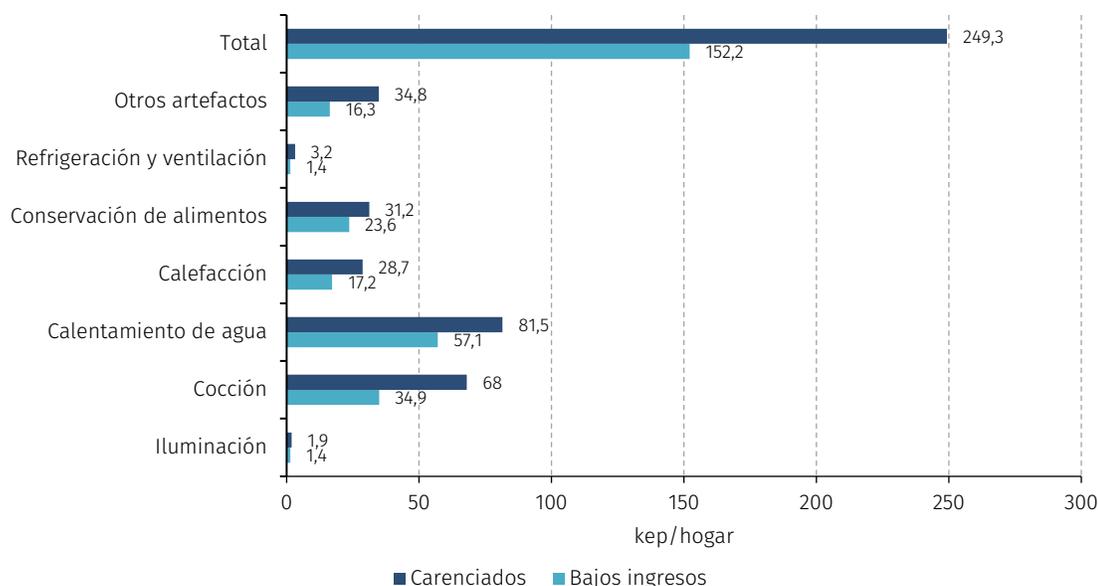
- Los subsidios a la energía o los equipamientos del hogar son, por naturaleza, de carácter temporal, ya que deben concebirse como una contribución para mejorar las condiciones de vida de los sectores de bajos o muy bajos ingresos mientras se trabaja en la erradicación de la pobreza. No obstante, estos sectores no pueden permanecer marginados del sistema económico y que sigan siendo pobres no es una situación aceptable.
- Deberán ser bien fiscalizados, estableciendo claramente el origen de los fondos y los mecanismos de pago.
- Deben estar focalizados, garantizando que lleguen a los sectores necesitados, pero no al resto de la sociedad, lo que, además de regresivo, es una carga económica muy fuerte para la economía nacional.

Asimismo, se debe considerar la transparencia en la aplicación de subsidios o transferencias de recursos a los sectores de menores ingresos, evitando situaciones distorsionantes. Por ejemplo, en el Uruguay, además de la estratificación en altos, medianos y bajos ingresos, se considera un cuarto estrato, los carenciados, que al tener tarifas sociales o energía totalmente gratuita consumen más energía que los estratos formales de bajos ingresos. Estos hogares reúnen dos características: habitan en asentamientos irregulares, están “colgados” de la red eléctrica del servicio público (conexiones clandestinas que no pagan la energía consumida) y reúnen condiciones socioeconómicas que los sitúan por debajo de los hogares de bajos ingresos, tales como menores ingresos por habitante, mayor hacinamiento y características de la vivienda más deficientes.

Este estrato se concentra en la ciudad de Montevideo y, de acuerdo con un estudio realizado en 2008 (Fundación Bariloche (FB) y el Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN), diciembre 2008), en esa ciudad el consumo energético total por hogar de los carenciados era 64% mayor que el del estrato de bajos ingresos, cercano al del estrato de ingresos medios (solamente un 13% menor). Este comportamiento se observó en todos los usos de la energía (véase el gráfico IV.13).

**Gráfico IV.13**

**Montevideo, Uruguay: consumo por hogar de sectores carenciados y de bajos ingresos, de acuerdo con su uso**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de informaciones de Fundación Bariloche (FB) y Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN), diciembre 2008.

#### **iv. Consideraciones sobre el financiamiento para la energización social**

Ante las inversiones requeridas para la universalización de los servicios energéticos modernos, que en buena parte serán a fondo perdido, y los subsidios que posiblemente deban aplicarse, se presenta el tema de su financiamiento. Entre los antecedentes de financiamiento de la banca de desarrollo internacional está el caso del BID (institución que también coordina el *hub* para las Américas de “Energía Sostenible para todos”<sup>60</sup>) y de cooperación bilateral de países para programas de este tipo, en muchos casos a través de fondos específicos constituidos por los países, mediante asignación de recursos estatales o, a veces, mediante porcentajes sobre algunas categorías tarifarias. En América del Sur hay algunos ejemplos exitosos, por ejemplo, el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) del Perú y el Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM) del Ecuador.

En la región del SICA también hay fondos de este tipo sobre los que no se cuenta con mucha información. Por ejemplo, en Honduras, el Programa Nacional de Electrificación Rural y Social<sup>61</sup>

<sup>60</sup> Con esta iniciativa lanzada en 2011 por el Secretario General de Naciones Unidas se busca movilizar a diferentes sectores, representativos del conjunto de la sociedad para conseguir tres objetivos vinculados entre sí, para 2030: el acceso universal a los servicios modernos de energía, doblar el radio de mejora en eficiencia energética y duplicar la cuota de energía renovable en el *mix* energético global.

<sup>61</sup> Gobierno de Honduras, Empresa Nacional de Energía Eléctrica, “Electrificación rural” [en línea] <http://www.enee.hn/index.php/electrificacion-nacional/electrificacion-rural>.

apunta a solucionar las carencias de electricidad o a mejorar la calidad del abastecimiento energético de viviendas y centros comunitarios en el medio rural y social, fomentando el desarrollo productivo y mejorando la calidad de vida y las oportunidades de acceso a la educación y la salud de estas familias. Con el propósito de promover el desarrollo de la electrificación del país, la ENEE ha sido la encargada de administrar el Fondo Social de Desarrollo Eléctrico (FOSODE), creado por la Ley Marco de 1994 y dirigido a financiar los estudios y las obras de electrificación, en especial las de interés social. En Nicaragua, el Fondo para el Desarrollo de la Industria Eléctrica Nacional (FODIEN)<sup>62</sup> está a cargo de ejecutar el Proyecto de Electrificación Rural-Fondos del Tesoro (ER-FT), el Proyecto de Electrificación de Nicaragua (PELNICA), el Proyecto de Electrificación Rural con Cofinanciamiento del GIZ y el Programa de Desarrollo de Energía Renovable en Áreas Rurales (DERAR).

Estos ejemplos están mayormente orientados a ampliar la cobertura física del servicio eléctrico, pero no el acceso a equipamientos del hogar, que requiere de un análisis de posibles subsidios o financiamientos, ganancias de eficiencia energética y análisis costo-beneficio del equipamiento que se pretende introducir.

#### *v. Otras consideraciones: el uso racional y eficiente de la energía en la cocción de alimentos*

Además de las consideraciones de salud y de carácter social para sustituir las tecnologías contaminantes e ineficientes para cocinar, desde el punto de vista de la sustentabilidad de los recursos energéticos es primordial avanzar hacia un uso más racional y eficiente de la energía en la cocción de alimentos. La meta 1 del ODS 7 de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible establece que para la cocción de alimentos deben usarse energías limpias y eficientes, preferiblemente gas (natural o GLP), biogás y electricidad. Alrededor de una tercera parte de la población de los países del SICA aún utiliza leña como principal combustible para cocinar y se observan barreras culturales, económicas y logísticas para hacer la transición a combustibles más eficientes y limpios. Hay una clara correlación entre el uso de la leña y los ingresos de las familias (con mucho mayor uso en los deciles de menores ingresos) y en las zonas rurales y pequeñas poblaciones, en donde la logística de transporte hace más difícil la distribución del GLP. En ese sentido, es menester considerar:

- Establecer mecanismos de apoyo social (transferencias directas o subsidios) para las familias de menores ingresos.
- Mejorar la logística de distribución del GLP.
- Continuar apoyando el uso de estufas mejoradas y limpias que permita reducir el consumo de leña, disminuir los costos y el tiempo dedicado a la recolección de la biomasa y reducir las emisiones en el interior de las viviendas.
- Desarrollar procesos de formación, información, capacitación y otros que contribuyan a preparar e informar a las mujeres en modelos alternativos y sustentables de consumo, preparación y cocción de alimentos.

En las zonas rurales y pequeñas poblaciones se debe poner atención al papel que juegan las mujeres en estas actividades ligadas a la cocción de alimentos (desde la recolección de la leña hasta la preparación de los alimentos). Hay estufas mejoradas eficientes a base de leña con el potencial de reducir sustancialmente la contaminación en el interior de los hogares y también de reducir el consumo de leña y, consecuentemente, el tiempo empleado en su recolección. Además, de acuerdo con los usos y costumbres, se deberán buscar soluciones para reducir las

<sup>62</sup> Gobierno de Nicaragua, Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL), "Fondo para el desarrollo de la industria eléctrica nacional (FODIEN)" [en línea] <http://www.enatrel.gob.ni/fodien/>.

horas que las mujeres dedican a esas actividades. Por ejemplo, en el caso de las tortillas a base de maíz (que requieren procesos especiales para su elaboración como molienda, preparación de la masa y de las tortillas), la formación de pequeñas cooperativas femeninas podría ser de mucha utilidad para reducir el tiempo dedicado por las mujeres a dicha actividad.

## **B. La meta 2 del ODS 7: aumentar la participación de las fuentes renovables de energía**

### **1. Los planes nacionales de energía eléctrica**

Los países, de acuerdo con lo establecido en sus respectivos marcos legales y regulatorios, asignan a las instituciones responsables (ministerios de energía, empresas públicas de electricidad y administradores de los mercados de electricidad) para asegurar el suministro eléctrico nacional en el corto y largo plazos, así como los criterios (confiabilidad y economía) para garantizar un equilibrio entre la oferta y la demanda de la electricidad a costos y precios razonables. Los instrumentos fundamentales para esos propósitos son los planes nacionales de energía eléctrica de corto, mediano y largo plazos. Los primeros caen en el ámbito de las instituciones responsables de los centros de despacho de carga y de la administración de los mercados de electricidad y corresponden a los planes de seguridad operativa.

Los planes de mediano y largo plazos han quedado a cargo de las instituciones rectoras del sector energía (generalmente los ministerios de energía) o bien de las empresas estatales rectoras del subsector eléctrico. En la mayor parte de los casos son planes indicativos que sirven de guía a los entes reguladores para convocar a procesos de licitación relativos a compras de energía de largo plazo, lo que, a su vez es el mecanismo para construir nuevas centrales generadoras. En el caso de Costa Rica, se trata de un plan de cumplimiento obligatorio para su empresa estatal, que es la responsable del suministro de electricidad en todo el país. No obstante, hay una porción pequeña del mercado costarricense servida por agentes privados, municipalidades y cooperativas, todos productores de energía renovable. En los otros siete países, la empresa (o empresas estatales) solamente cubren una porción del mercado de electricidad y la otra porción corresponde a agentes generadores privados.

Los planes nacionales de expansión de la generación eléctrica de largo plazo generalmente se hacen para períodos que van de 15 a 20 años y se formulan de acuerdo con criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales en los que se toma en cuenta la seguridad de suministro a costo y precio razonables (servicio al menor costo), la diversificación de las fuentes de suministro, la participación de las fuentes renovables, la reducción de la dependencia de combustibles fósiles, la seguridad energética y la sostenibilidad ambiental. En el caso de los seis países que conforman el SIEPAC, en los planes se considera el Mercado Eléctrico Regional (MER) solamente para intercambio de excedentes, debido a que no hay mecanismos que permitan y garanticen contratos de largo plazo.

Una vez aprobados los planes de expansión, los países hacen sus respectivos planes de transmisión de electricidad. Por lo general, es decir responsabilidad de las empresas transmisoras (la mayor parte estatales) que, a su vez, presentan sus propuestas a los entes reguladores para su aprobación, incluyendo los mecanismos para el repago de las obras consideradas (vía tarifas de peaje y de servicios de transmisión). En muchos países esta fase —de aprobación o ejecución de los planes de transmisión y sus correspondientes tarifas— ha quedado rezagada y ha provocado el deterioro en la calidad y continuidad del servicio en los países y, en el caso del SIEPAC, ha reducido la capacidad efectiva de los enlaces regionales.

La integración de los mercados eléctricos de la región eventualmente evolucionará para permitir contratos de largo plazo que gocen de la misma confiabilidad que la generación local. No obstante, ahora mismo la actividad de contratos de largo plazo aún es incipiente. Asimismo, hay un rezago en las inversiones de la red de transmisión que limita las transferencias máximas entre países y que resta dinamismo a los intercambios que potencialmente podrían esperarse del MER. No obstante, en la operación del sistema se aprovechan plenamente las ventajas inmediatas que la interconexión y el mercado regional ofrecen, comprando y vendiendo energía para beneficio de los usuarios del sistema eléctrico.

## 2. El Plan Regional del Sistema de Interconexión de los países de América Central

El Ente Operador Regional (EOR) se encarga de dirigir y coordinar la operación técnica del Sistema Eléctrico Regional del SIEPAC y realizar la gestión comercial del MER. En su artículo 28, el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central establece, como parte de los principales objetivos y funciones del EOR, que este debe “formular el plan de expansión indicativo de la generación y la transmisión regional, previniendo el establecimiento de márgenes regionales de reserva y ponerlo a disposición de los agentes del mercado”. Los alcances, metodología y procedimientos para realizar la planificación de largo plazo se encuentran establecidos en el reglamento del MER (RMER), que señala, entre otros, que el proceso de Planificación a largo plazo debe incluir como dato externo los planes de expansión de corto plazo de cada país, de acuerdo con información de los organismos nacionales operadores del sistema y del mercado; que la tasa de descuento regional utilizada en las evaluaciones de los planes se determina conforme a lo establecido en los numerales 10.4.5, 10.6.1 y 10.6.2 del Libro III del RMER. El valor de la tasa de descuento regional fue establecido por el ente regulador regional, es decir, la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), que también es la encargada de definir el costo de la energía no suministrada y la metodología de cálculo del excedente del consumidor (EOR, 2018).

Otros datos relevantes corresponden a las áreas protegidas en cada país, importantes para elaborar las propuestas de rutas de nuevos ramales y circuitos del SIEPAC. Programar estas expansiones es el fin primordial de los planes del EOR, que también son de utilidad para evaluar el papel de los proyectos regionales de generación de electricidad (emprendimientos concebidos para satisfacer las necesidades de mercados de electricidad de dos o más países). A la fecha solo hay evidencia de una hidroeléctrica mediana concebida para exportar a un tercer país<sup>63</sup>. Sin embargo, los proyectos de ciclos combinados a gas natural en operación y en construcción (en Panamá y en El Salvador) podrían revelar interés de los agentes para incursionar (con la ventaja competitiva del gas natural) en el MER<sup>64</sup>. La información que se presenta a continuación está basada en el estudio de expansión indicativa de la generación (EOR, 2018), los planes nacionales de generación eléctrica de los países centroamericanos y en un estudio de escenarios energéticos regionales de los países del SICA.

<sup>63</sup> La Central Hidroeléctrica Xacbal (94 MW, San Gaspar Chajul, El Quiché, Guatemala) fue construida por el grupo hondureño Terra con el propósito de vender (exportar) su energía a una distribuidora de electricidad en El Salvador. La falta de mecanismos de largo plazo para la venta de energía no permitió la operación del esquema original.

<sup>64</sup> Los proyectos termoeléctricos a base de gas natural en operación, construcción y con licencia son: a) en Panamá: AES Colón Costa Norte, 381 MW (en operación desde agosto de 2018); Martano-SINOLAM, 420 MW (2023), y NG-Power (Telfers), 660 MW (2027), y b) en El Salvador: Electricidad del Pacífico (EDP- Quantum), 381 MW, (2021).

### a) Proyecciones de potencia y energía eléctrica

En los cuadros IV.8 y IV.9 se muestran las proyecciones de la demanda de energía eléctrica y potencia de los países del SIEPAC, así como los resultados para esas dos variables en 2017 y 2018. Las proyecciones fueron calculadas a partir de las tasas de crecimiento utilizadas por el EOR en el escenario de base de los estudios prospectivos (EOR, 2018).

**Cuadro IV.8**  
Países centroamericanos: proyección de la demanda de energía eléctrica, 2017, 2018, 2028 y 2030  
(En GWh)

	Total	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
2017	52 420	10 524	6 658	9 535	4 403	11 008	10 294
2018	52 795	10 848	6 783	9 174	4 386	11 113	10 492
2028	72 465	15 003	7 681	12 001	5 812	14 545	17 423
2030	77 328	16 009	7 875	12 663	6 148	15 349	19 283
Tasa <sup>a</sup> (en porcentajes)	3,3	3,3	1,3	2,7	2,9	2,7	5,2

Fuente: Elaboración propia a partir de cifras oficiales (2017-2018) y estudios prospectivos de los países.

<sup>a</sup> Tasa de crecimiento en el período 2020-2030.

**Cuadro IV.9**  
Países centroamericanos: proyección de la demanda de potencia de punta (no coincidente) (MW), 2017, 2018, 2028 y 2030

	Total	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
2017	8420	1750	1081	1561	680	1692	1657
2018	8509	1763	1072	1602	692	1716	1665
2028	11729	2456	1214	2104	1079	2161	2715
2030	12527	2624	1245	2222	1179	2263	2994
Tasa <sup>a</sup> (en porcentajes)	3,3	3,4	1,3	2,8	4,5	2,3	5,0

Fuente: Elaboración propia a partir de cifras oficiales (2017-2018) y estudios prospectivos de los países.

<sup>a</sup> Tasa de crecimiento en el período 2020-2030.

A partir de la información de los cuadros IV.8 y IV.9 se observa que los crecimientos observados —tanto en potencia como en energía— en los últimos años han sido muy bajos, especialmente a partir de 2016. En el período 2005-2016, la demanda de energía eléctrica del MER creció en promedio un 3,8%. Por país se registran las siguientes tasas: Panamá (5,8%); Honduras (4,5%); Nicaragua (4,3%); Guatemala (3,6%); Costa Rica (2,7%) y El Salvador (3,8%). Las tasas planteadas en el escenario de referencia por el EOR son conservadoras, se ajustan a la situación que se ha observado en los países e incluso podría ser alta si se consideran las proyecciones económicas vigentes a inicios de 2020.

En el período 2005-2015, los crecimientos económicos observados en los países fueron los siguientes: Panamá (7,6%); Nicaragua (4,1%); Costa Rica (4,3%); Guatemala (3,8%); Honduras (3,6%); y El Salvador (2,1%). En su conjunto, las economías de los seis países que conforman el MER crecieron en 4,2% en el período de referencia. Se observa cierta correlación entre el crecimiento de las economías y el consumo de electricidad. Un punto porcentual de crecimiento de las economías se reflejó en un crecimiento aún mayor en el consumo de electricidad en tres países (elasticidad mayor a uno): Honduras (1,25), El Salvador (1,13) y Nicaragua (1,06). En los otros tres países ese indicador fue menor a la unidad: Guatemala (0,95); Panamá (0,76); Costa Rica (0,63) y la subregión

(0,85). El crecimiento promedio de un punto porcentual de las economías de los países del SIEPAC representa 0,85 puntos porcentuales en la demanda de energía eléctrica del MER.

Además de la explicación económica (derivada de la actividad en los principales sectores de las economías), hay otros factores que podrían estar incidiendo en un menor crecimiento del consumo de la energía. Por una parte, las acciones y programas de eficiencia energética, que se han venido implantando durante los últimos tres quinquenios. Por otra parte, está el crecimiento de la generación distribuida (en su mayor parte solar) emprendida por los usuarios y de la que se registra solamente una porción muy pequeña (reportada como mercado minorista en algunos países).

### *b) Los planes de expansión de la generación en un escenario de referencia*

Se realizó un análisis de la expansión en un escenario conservador como el planteado en los estudios del EOR, haciendo los ajustes respectivos del corto plazo (considerando la situación en 2019 y los proyectos programados para entrar en el corto plazo 2020-2021) y mediano plazo en dichos estudios, así como los ajustes específicos mayores realizados recientemente en países como Costa Rica. Este país anunció en 2019 que descartaba un importante proyecto hidroeléctrico de sus opciones energéticas (El Diquís, 623 MW), debido a la pérdida de competitividad de este proyecto con respecto a las otras opciones de desarrollo y la inviabilidad de poder absorber su energía, dadas las condiciones de crecimiento actual de la demanda (ICE, 2019). Con esos ajustes, en el cuadro IV.10 y el gráfico IV.14, se presenta un resumen de las adiciones a la generación de electricidad en el período 2020-2030.

**Cuadro IV.10**  
**Países centroamericanos: adiciones en nuevas centrales de generación eléctrica, período 2020-2030, por tecnología (MW)**

	Hidro	Solar	Eólica	Biomasa	Geotérmica	Búnker	Carbón	Gas Natural	Total
2020-2025	640	62	133	64	100	35	0	1 100	2 134
2026-2030	946	153	130	0	71	0	0	660	1 960
Total	1 586	215	263	64	171	35	-	1 760	4 094

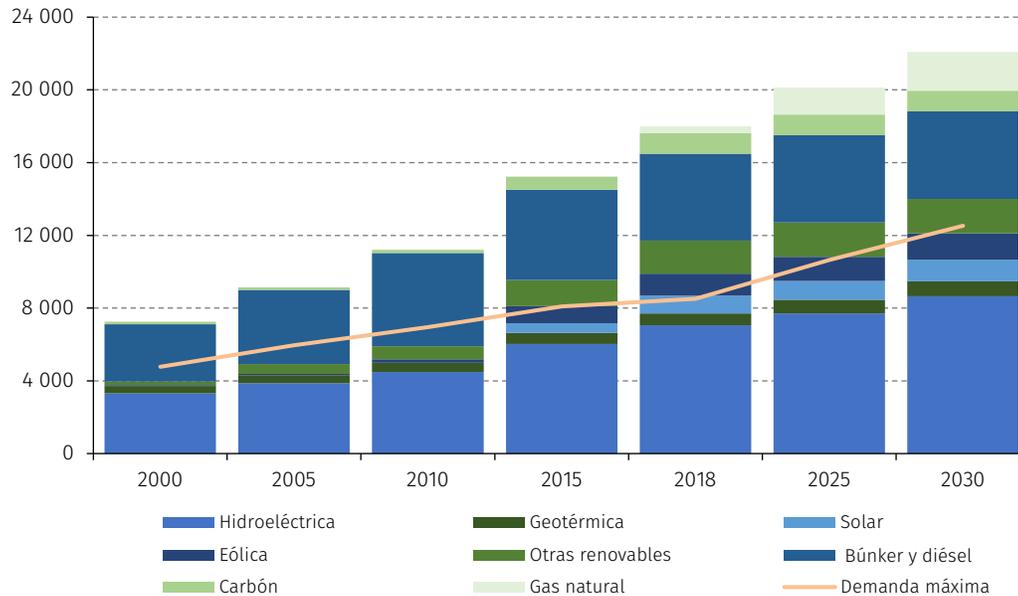
Fuente: Elaboración propia a partir de cifras oficiales (2017-2018) y estudios prospectivos de los países.

Como se puede observar en el gráfico IV.14, a partir de 2023, el nivel de certidumbre de los proyectos propuestos es menor, sobre todo en el caso de proyectos que aún no cuentan con estudios completos de factibilidad. De acuerdo con datos de cierre de 2019, tres países cuentan con márgenes amplios de holgura con respecto a su demanda interna (Guatemala, Costa Rica y Panamá, este último por proyectos recientes de gas natural y carbón que entraron en operación). El Salvador pasaría a esa situación luego de la entrada de un importante proyecto de gas natural a fines de 2021.

Del total de adiciones, el 56% corresponde a energías renovables: hidroeléctricas (39%); eólico (6%); solar (5%); geotérmico (4%) y solar (2%). El 44% termoeléctrico corresponde casi en su totalidad a gas natural. La opción del carbón quedó descartada, pues aún no se incorporan en las evaluaciones del EOR los costos por las externalidades negativas de ese energético. Esa situación muestra que, aún con un escenario de precios muy favorables del gas natural, las energías renovables son la opción más económica en Centroamérica.

Gráfico IV.14

**Países centroamericanos: adiciones en nuevas centrales de generación eléctrica, por tecnología y demanda de potencia de punta proyectada (no coincidente), 2000-2030**  
(En MW)



Fuente: Elaboración propia a partir de cifras oficiales.

Asimismo, una estimación de la participación por tecnologías de la producción de electricidad en 2030 muestra un 82% para las renovables (7% más alto que en 2018) y 18% para la termoeléctrica. Por tecnología renovable, las participaciones son: hidroeléctrica (54%), biocombustibles, principalmente biomasa agroindustrial (12%), geotérmica (7%) y eólica (6%). Por su parte, el gas natural ingresa al MER a partir de proyectos en Panamá y en El Salvador. Los estudios de optimización de escenarios realizados por el EOR muestran espacio para un proyecto de gas natural al final del período en Nicaragua.

Actualmente tres países —Costa Rica, Guatemala y Panamá— cuentan con significativos márgenes de reserva (capacidad efectiva menos demanda) durante todo el año, lo que les permite a sus agentes ofrecer sus excedentes para exportación al MER. No obstante, la reducción de la capacidad en varios tramos de la línea regional del SIEPAC y el atraso de muchas obras de transmisión nacional (los denominados refuerzos nacionales) han limitado en forma drástica las transacciones internacionales de electricidad. Por esa razón, el segundo circuito del SIEPAC es un proyecto prioritario para los países centroamericanos. Además de mejorar la seguridad de suministro, la recuperación de la capacidad de transmisión del SIEPAC también aportará importantes beneficios económicos (reducción de precios y costos de la energía eléctrica).

La cartera de proyectos de energías renovables por los países evaluados en los estudios del EOR se encuentran en el anexo V. Este listado no constituye una cartera exhaustiva de proyectos renovables. Como se comentó en el apartado relacionado con las reservas de recursos energéticos, quizá con la excepción parcial del recurso hidroeléctrico, no hay evaluaciones rigurosas del potencial de otros recursos renovables (geotermia, viento y solar, entre otros). En el caso de la energía solar, su utilización (tanto en granjas solares como en generación distribuida en los techos de las viviendas, escuelas, industria, entre otros) apenas ha comenzado y se espera que continúe en los siguientes años, impulsada principalmente por la reducción del precio de las tecnologías y por los altos precios de la electricidad. Otras tecnologías renovables con

posibilidades de mejoras en diseño y reducción de costes son la energía marina, que podría representar una abundante oferta en los países del SICA a partir de la tercera y cuarta décadas de este milenio<sup>65</sup> (véase el anexo VI del presente documento sobre tecnologías).

La abundancia de fuentes renovables de energía (FRE) en los países del SICA, las perspectivas positivas derivadas del abatimiento de los precios y costos de las energías variables (solar y eólica), el surgimiento de otras tecnologías con característica disruptivas, pero sobre todo la exitosa historia integracionista (plasmada quizá entre sus mejores ejemplos en el SIEPAC y la paulatina conformación de un mercado eléctrico regional) constituyen sólidos antecedentes para continuar impulsando el Corredor Centroamericano de Energías Renovables (CECCA, por sus siglas en inglés)<sup>66</sup>. Para avanzar en esa iniciativa se requerirían estudios y propuestas de modificaciones al diseño del MER y sus reglamentaciones, con el fin de facilitar el comercio y transacciones de energía renovable, así como para provocar una mayor atracción de inversiones para el desarrollo de estas energías. También se requeriría readecuar los marcos legales y regulatorios nacionales de las renovables, así como adaptar el marco regulatorio del MER. Todo ello constituirá, quizá, el principal reto energético para el SICA y podría ser un elemento fundamental en la búsqueda de articulaciones del sector energía con las contribuciones nacionalmente determinadas de los países, a fin de construir la primera meta regional de las Américas<sup>67</sup>.

Las transacciones con México también representan una oportunidad potencial para los países centroamericanos. Actualmente solo Guatemala posee una interconexión eléctrica con México, que únicamente permite intercambios de energía firme y secundaria entre esos países. No obstante, el MER se ha visto beneficiado con importantes soportes de servicios complementarios o auxiliares (*ancillary services*). Una interconexión a mayor escala (México-Guatemala-SIEPAC) sin duda potenciará los beneficios y podría facilitar un gran despliegue de las energías renovables, posibilitado un gran corredor mesoamericano de las energías limpias. Esto constituirá un reto desafiante para el SICA, sobre todo si se plantea en el contexto del desarrollo energético regional y del gran impulso ambiental<sup>68</sup>.

<sup>65</sup> Una primera evaluación realizada en 2016, en El Salvador, detectó 20 puntos claves identificados en la costa salvadoreña para aprovechar la energía mareomotriz.

<sup>66</sup> Esta iniciativa ha sido impulsada por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). El objetivo del CECCA es apoyar una mayor participación de las energías renovables en los sistemas eléctricos nacionales y la red regional y promover el comercio transfronterizo de energía renovable. Durante las actividades preparatorias de la COP25 (PRECOP25) llevadas a cabo en San José, Costa Rica, en octubre de 2019, en la reunión ministerial de energía se formalizó un convenio de cooperación de IRENA con los países del SICA.

<sup>67</sup> Durante la PRECOP25, en la reunión interministerial energía y ambiente de los países del SICA, las autoridades propusieron analizar la viabilidad de conformar una meta regional de energía con base en la Estrategia Energética 2030 y en consonancia con los objetivos de otros cooperantes (NDC Partnership, HIVOS, IRENA, Euroclima, entre otros). Los temas de esta meta regional abarcan varias áreas, entre ellas, las energías renovables y el Corredor Centroamericano de Energías Limpas.

<sup>68</sup> Propuesta de la CEPAL a los países de América Latina y el Caribe para un tránsito hacia el cambio estructural progresivo y de carbono neutralidad. El gran impulso ambiental es el producto de una reorientación coordinada de políticas, inversiones, regulaciones y régimen de impuestos que debe producir una trayectoria convergente de los múltiples y diferentes actores, sectores e inversiones y que permita crear innovaciones y procesos sinérgicos entre los suministros, habilidades, equipamientos, servicios, distribuciones, redes, demandas y patrones.

### 3. Belice y la República Dominicana

#### a) Belice

La economía de Belice, su población y su sistema energético son más pequeños que los correspondientes de los países del SICA. Esa diferencia es sustancialmente más amplia al hacer la comparación con México. Los sistemas de suministro de Belice están interconectados con México desde diciembre de 1998 por medio de un enlace de 115 kV que permite importar desde este país más del 40% de su consumo de electricidad. La capacidad instalada de generación local no es suficiente para satisfacer su demanda interna de electricidad. En un estudio reciente se evaluaron opciones para la conexión de Belice al SIEPAC (vía Guatemala) o fortalecer la interconexión con México. La segunda resultó ser la opción más conveniente, incluso para posibilitar un mercado eléctrico subregional de Belice con la región norte de Guatemala (EEC, 2017).

Con base en un escenario de referencia para un plan de expansión de generación para Belice, considerando la participación de proyectos hidroeléctricos y de biomasa y sus tecnologías asociadas, la interconexión con México y la interconexión en el largo plazo con Guatemala, se recomendó una expansión futura adicional basada en energías renovables (eólica y solar) y generación térmica de respaldo alimentada por productos derivados del petróleo (OLADE, 2019b). Sobre esa base, suponiendo que la demanda de energía eléctrica crezca un 4% y que las importaciones desde México se mantengan a un nivel máximo del 0,25% de la demanda, se obtendrían necesidades de nueva generación renovable del orden de 30 MW en el período 2020-2030 (véase el cuadro IV.11). Las decisiones de inversión para nueva capacidad dependerán, además del portafolio existente, de la estrategia de importación de electricidad desde México y de la estrategia nacional de desarrollo del país.

**Cuadro IV.11**

**Belice: suministro actual de energía eléctrica y requerimientos de nueva generación, 2020-2030**

Año	Demanda máxima (MW)	GWh		
		Generación	Importación	Demanda interna
2005	63,5	149,8	254,0	403,8
2015	96,0	345,9	255,0	601,0
2016	96,0	371,0	243,4	615,4
2017	104,5	400,1	230,1	630,2
2018	104,0	416,0	235,1	651,1
<b>Proyección</b>				
2020	115	494	212	705
2030	145	573	191	763

Fuente: Elaboración propia a partir de cifras oficiales.

Nota: Nueva capacidad por instalar: 30 MW.

#### b) La República Dominicana

Constituye la economía más grande de los ocho países que conforman el SICA, con un PIB real muy por encima de la mayor parte de las economías de los países centroamericanos. Su sistema energético es también de mayor tamaño. Por su situación insular (conforma junto con Haití la isla La Española), las posibilidades de integración energética con los países vecinos son limitadas, aunque hay muchas formas de cooperación y complementariedad energética, tanto con los países del SICA como con los estados del Caribe. Un resumen de las principales cifras del

subsector eléctrico de la República Dominicana se muestra en el cuadro IV.12. Por la alta dependencia de combustibles fósiles importados para la producción de electricidad (dada la baja participación de las energías renovables), el precio de la producción de la energía ha sido una de las continuas preocupaciones en este país, situación que llevó hace alrededor de dos décadas a introducir el gas natural<sup>69</sup> y, posteriormente, a realizar una importante contratación de compra de energía eléctrica a partir de carbón, por medio de una termoeléctrica de gran tamaño que iniciará sus operaciones en los primeros meses de 2020<sup>70</sup>.

**Cuadro IV.12**  
**República Dominicana: resumen del sistema eléctrico nacional interconectado, 2009-2018**

Año	(MW)		(GWh)				Distribución		Pérdidas (En porcentaje)	
	Capacidad instalada	Demanda máxima	Generación	Inyecciones por generación	Retiros	Pérdidas de transmisión	Energía comprada	Pérdidas	Transmisión	Distribución
2009	2 959,1	1 743,3	11 529,2	11 177,7	10 950,0	227,7	10 225,8	3 704,9	2,0	36,2
2015	3 552,9	2 079,6	14 956,6	14 177,4	13 915,4	262,0	13 077,7	4 071,3	1,8	31,1
2016	3 613,7	2 242,9	15 891,8	14 893,3	14 627,6	265,7	13 545,6	4 267,2	1,8	31,5
2017	3 737,4	2 295,2	16 326,5	15 282,5	14 992,6	289,9	13 748,5	4 104,3	1,9	29,9
2018	3 984,3	2 301,6	16 763,1	15 701,6	15 415,4	286,3	14 303,5	4 063,6	1,8	28,4

Fuente: Elaborado sobre la base de cifras oficiales del Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (OC-SENI) de la República Dominicana (varios informes anuales) así como de la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE), Informe de desempeño del sector eléctrico, Santo Domingo, diciembre de 2018.

El país ha sobrellevado una larga crisis energética con constantes interrupciones del servicio y considerables costos para los usuarios, en especial cuando estos deben recurrir a grupos generadores para el suministro. Además, la República Dominicana tiene altas pérdidas “no técnicas” de electricidad (a través de conexiones ilícitas). Se ha desarrollado un sistema para gestionar la energía no servida, que permite hacer cortes de energía programados. Todo ello ha constituido una significativa carga fiscal para el gobierno que, junto con la sociedad civil, el sector privado y los partidos políticos, han llegado a un consenso, denominado Pacto Eléctrico (que está pendiente de ratificación final), que posiblemente permitirá al país superar ese problema.

En 2018 las energías renovables representaron el 14,4% de la generación del sistema nacional interconectado (hidroelectricidad 10,5%, eólica 2,9%, solar 0,5% y Biomasa 0,5%). La producción termoeléctrica representó el 85,6% (22% correspondió a gas natural y 63,6% a carbón y derivados del petróleo). El país ha planteado metas ambiciosas para reducir sus emisiones de GEI, disminuir la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles y reducir los impactos en el medio ambiente, incluyendo aquellos asociados al cambio climático. La meta planteada es reducir las emisiones de GEI en un 25% para 2030 con relación a las emisiones registradas en 2010. El logro de este objetivo requerirá un cambio en la matriz energética del país.

La República Dominicana cuenta con un potencial significativo de recursos renovables, muchos de ellos todavía no considerados en la planificación tradicional por los costos de las tecnologías, situación que empieza a cambiar. Con apoyo de la IRENA, el país elaboró una hoja de

<sup>69</sup> La central de ciclo combinado AES Andrés entró en operación en 2003 y cuenta con un ciclo combinado de una capacidad de 310 MW.

<sup>70</sup> La central termoeléctrica Punta Catalina tiene una capacidad instalada de 750 MW y está compuesta por dos unidades que operan mediante carbón mineral. El proyecto fue adjudicado a partir de una licitación realizada en 2013 por la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE), en representación de las tres empresas distribuidoras de electricidad del país (EDESUR, EDENORTE y EDEESTE). El proyecto ya pasó su período de pruebas y será inaugurado, de acuerdo con notas de prensa, en la segunda quincena de febrero de 2020.

ruta que cuantifica el potencial de energías renovables por tecnología y toma en cuenta los costos y ahorros asociados a esas tecnologías renovables. En esa hoja de ruta se proponen proyectos de generación de electricidad de 2,4 GW, de los que el 66% corresponde a tecnologías de energías renovables, principalmente eólica terrestre e hidroeléctricas (IRENA, 2017c). Así, para 2030, el 54% de toda la electricidad producida en el país provendría de fuentes renovables (de una oferta eléctrica de alrededor de 16 TWh/año, de los que 6,1 TWh anuales serían producidos por el viento y 3 TWh mediante sistemas fotovoltaicos, con capacidades de 2,3 GW y 1,9 GW respectivamente). La capacidad instalada para 2030 sería de 10 GW y en ese horizonte comenzaría la reducción (retiro) de centrales termoeléctricas ineficientes y contaminantes (principalmente las carboeléctricas).

### **C. La meta 3 del ODS 7: mejorar y aumentar la eficiencia energética**

El desarrollo económico con mayores niveles de eficiencia energética es un importante paso hacia el sendero de la sostenibilidad. Desde una perspectiva de mediano y largo plazos, la promoción de la eficiencia energética está motivada por la mayor eficiencia en el gasto y el alto potencial de producir ahorros energéticos, así como por los impactos ambientales positivos de la eficiencia energética, principalmente en la reducción de las emisiones de GEI. Todos los países del SICA han promovido programas de eficiencia energética y han designado unidades y personal especializado dedicado al tema de la eficiencia energética dentro de sus ministerios responsables del sector energía. Algunos países han aprobado leyes para promover el uso eficiente de la energía (Costa Rica desde 1994 y, recientemente, Panamá y Nicaragua). Por otra parte, todos los países han considerado la eficiencia energética dentro de sus planes nacionales de energía y, en algunos casos, también la han considerado para la mitigación de GEI en las correspondientes NDC. En cuanto a normas y estándares técnicos de eficiencia energética, los países han aprobado algunas normativas (en iluminación, refrigeración y motores) a escala nacional o regional.

La elaboración de planes nacionales de eficiencia energética debe partir de una amplia aceptación de sus beneficios y de los compromisos a asumir por los agentes (públicos, privados y sociedad civil). El plan debe sustentarse en el conocimiento certero de los factores que lo hacen necesario y que varían de acuerdo con el contexto de cada país, pudiendo ser el desarrollo económico, la competitividad, la seguridad energética, el ambiente y la salud pública. Es deseable que los planes estén respaldados por una ley o instrumento jurídico que instituya a su vez una agencia (comisión, ministerio o institución) responsable de todo lo relacionado con el tema de eficiencia energética, con suficiente autoridad y autonomía de gestión para garantizar el cumplimiento de las normas, objetivos y metas (CEPAL, 2017g).

Un primer paso al elaborar planes es crear una base de información del sector energético nacional que permita tener un panorama claro de los flujos energéticos (desde la producción, transformación, importación y almacenamiento, hasta sus usos finales por los diferentes sectores económicos), las instituciones, agentes involucrados y las normas y procedimientos que rigen las transacciones, incluyendo la formación de precios y los impuestos y subsidios aplicables. Un balance nacional confiable proporcionará una visión global del perfil energético del país y permitirá supervisar la seguridad energética y reflejar la dinámica de los mercados de energía. A partir de este balance se podrán generar indicadores económicos agregados, así como estimar emisiones de GEI y hacer comparaciones entre regiones y países. Una forma simplificada y consistente de estos procesos se obtiene a partir de la Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE), que fue levantada en los países del SICA con el apoyo de la CEPAL.

Una de las grandes tareas para los ministerios e instituciones que tienen a su cargo el sector energía deberá ser el monitoreo y supervisión de los programas de eficiencia energética, la formulación de nuevos programas e iniciativas y el involucramiento de todos los sectores (privado, público, industria, comercio, servicios, gobierno y administraciones municipales). En el caso de los servicios públicos, atención especial requerirán los servicios de agua (intensivos en el uso de energía eléctrica para el bombeo de agua) y la electricidad. Este último, no solo en la reducción de pérdidas técnicas y no técnicas, sino también en las campañas educativas dirigidas a los usuarios para el buen uso de la energía. En el caso del transporte (de personas y de carga, público y privado), se requerirá un esfuerzo y atención especial, por tratarse de una actividad económica transversal, que consume la mayor porción de productos derivados del petróleo (gasolina y diésel) y es la primera o segunda mayor fuente de emisiones de GEI. El transporte tiene una gobernanza complicada en la que intervienen varias instancias, tanto de los gobiernos centrales como de los gobiernos subnacionales, y requiere una coordinación multisectorial para el desarrollo e implementación de políticas con el objetivo de disminuir las emisiones de GEI.

## **1. Escenarios a 2030: mejoras en el parque automotor, aumento de eficiencia, energías renovables y combustibles más limpios en transporte**

Se parte del parque automotor total por cada 1.000 habitantes, que se vincula con el PIB por habitante para proyectar su crecimiento. El parque automotor se separa por tipo de vehículo y motor, por sus rendimientos en km/galón y por los recorridos medios anuales; así se obtiene el consumo de combustible por tipo de vehículo y fuente de energía. Para la separación entre motores ciclo Otto y diésel y la estimación de los recorridos medios y rendimientos en km/galón, se tomó como base la información del estudio de CEPAL sobre proyección del consumo de combustibles y biocombustibles en el sector transporte de Centroamérica (CEPAL, 2009b), información que se ajustó para lograr el cierre de consumos de gasolina y diésel con el balance energético de 2016.

### **a) Escenario de contribución del sector transporte a la meta 3 del ODS 7**

La información sobre parque automotor presenta algunas dificultades; las más importantes son:

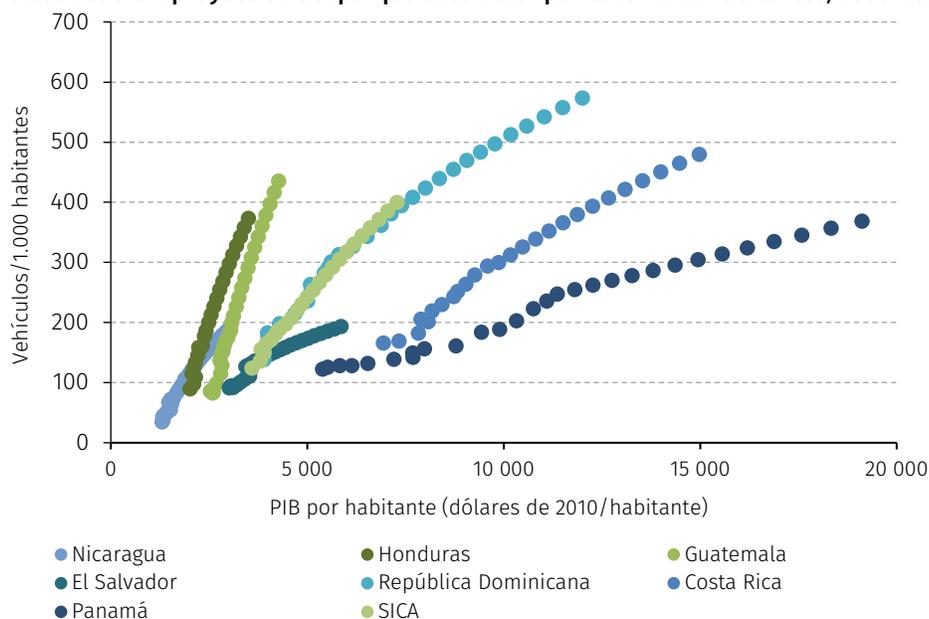
- La clasificación de vehículos es totalmente disímil, no concuerda en ningún país, aunque en ciertas categorías hay consistencia (en muchos casos se especifica lo que incluye cada categoría, pero en otros la explicación es solo parcial).
- La clasificación de los datos históricos no es consistente y presenta diferencias entre períodos, pues las series estadísticas no están retropoladas.
- Las series de tiempo cubren períodos diferentes, en un caso se encontró información para un solo año y en otros para dos años.
- No se contó con datos de Belice.

En general, no se encuentra información sobre estudios de planificación del transporte. Esta información sería clave para poder tener una mejor comprensión del funcionamiento del sector sobre bases cuantitativas, como matrices origen-destino, planes de movilidad, entre otros

#### **i. La proyección del parque automotor**

Con base en los análisis históricos por país de la evolución del parque vehicular por habitante y el PIB por habitante, se proyectó el parque automotor por cada 1.000 habitantes (véase el gráfico IV.15).

**Gráfico IV.15**  
**Países del SICA: proyección del parque automotor por cada 1.000 habitantes, 2000-2030**



Fuente: Elaboración propia.

Para efectuar la proyección del parque por habitante se efectuó una proyección simple por tendencias del PIB y el PIB por habitante. Multiplicando el parque por habitante por la población total se obtiene el parque automotor total para cada país. En el caso de El Salvador solo se encontraron datos para 2013 y 2014, mientras que para Nicaragua únicamente se obtuvieron datos para 2015. Se trabajó con base en la composición histórica del parque vehicular hasta 2007, estimada en un estudio de la CEPAL de 2009. Para construir el escenario por cambios y mejora de la eficiencia en el uso de energía en el transporte como parte de la meta 3 del ODS 7 se consideraron las siguientes hipótesis a 2030: 20% de reducción del recorrido medio de autos; 15% de participación de híbridos y 25% de eléctricos en parque de autos; 20% de mejora en los km/galón de los motores ciclo Otto y 30% de los de ciclo diésel; 10% de bioetanol; y 7% de biodiésel. Estas hipótesis fueron aplicadas a todos los países<sup>71</sup>.

Se está planteando analizar la posibilidad de introducir el GLP en el transporte en toda la región, por lo que sería importante analizar cuidadosamente si realmente es una opción viable para estudiarla más a fondo. Es un combustible con un mercado difícil para la región, casi monopolístico, la importación y el transporte no es fácil y hay otras opciones para el transporte sostenible, no solo otros combustibles alternativos como el gas natural y los biocombustibles, sino también opciones tecnológicas de sistemas de transporte masivos electrificados, cadenas logísticas multimodales, entre otros.

<sup>71</sup> El objetivo es realizar un ejercicio cuantitativo para tener una idea del orden de magnitud del esfuerzo en términos del parque automotor, lo que puede requerir una mejora en el desempeño energético del transporte carretero. De ninguna manera se pretende formular un plan regional o nacional, ni propuestas específicas sobre determinadas opciones ni metas específicas en cada país, sino que se plantean hipótesis de manera general, para tener una visión de conjunto. En consecuencia, estos resultados no pueden compararse con otros análisis realizados basados en otras metodologías y con distintas hipótesis.

Otra hipótesis de trabajo es que no hay vehículos híbridos ni eléctricos en el año base (2016). Esto no es así, pero es imposible diferenciarlos, ya que no se reflejan en las estadísticas publicadas, que solo se refieren al tipo de vehículo y no al tipo de motor y, en todo caso, representan una proporción menor en relación con el parque total. Los supuestos de penetración de híbridos y eléctricos se aplicaron solamente a los automóviles. Igualmente, no se tuvo acceso a datos disponibles sobre uso de biocombustibles en el año base y se supuso que su consumo es cercano a cero. La proyección obtenida se muestra en el cuadro V.13, donde se aprecia cómo para el conjunto de la región se reducen la intensidad energética del transporte carretero y el consumo promedio por vehículo. Para alcanzar estos resultados, las hipótesis planteadas sobre penetración de vehículos híbridos y eléctricos significan llegar a 2030 con un parque de 1,1 millones de autos híbridos y 1,9 millones de autos eléctricos para toda la región.

Cuadro IV.13

**Países del SICA: evolución histórica y proyección del parque automotor total e indicadores, 2006, 2016, 2020 y 2030**

	2006	2016	2020	2030	
Parque automotor	Costa Rica	729 487	1 429 928	1 711 504	2 588 571
	El Salvador	643 294	881 673	993 807	1 287 804
	Guatemala	1 285 153	3 250 194	4 490 354	8 772 058
	Honduras	669 120	1 580 243	2 137 201	3 906 630
	Nicaragua	294 961	675 105	840 489	1 332 234
	Panamá	446 225	940 957	1 144 046	1 781 816
	Rep. Dominicana	2 010 983	3 854 038	4 708 901	6 966 571
	Total	6 079 223	12 612 138	16 026 301	26 635 684
Población (En miles de habitantes)	49 154	57 155	60 112	66 641	
Parque por cada 1 000 hab.	124	221	267	400	
PIB por habitante (En dólares de 2010/por habitante)	3 595	4 752	5 309	7 288	
Consumo energía (kBEP)	58 659	83 943	102 164	126 910	
Consumo promedio (BEP/vehículo)	9,6	6,7	6,4	4,8	
Intensidad energética (BEP/en millones de dólares)	332,0	309,1	320,1	261,3	

Fuente: Elaboración propia.

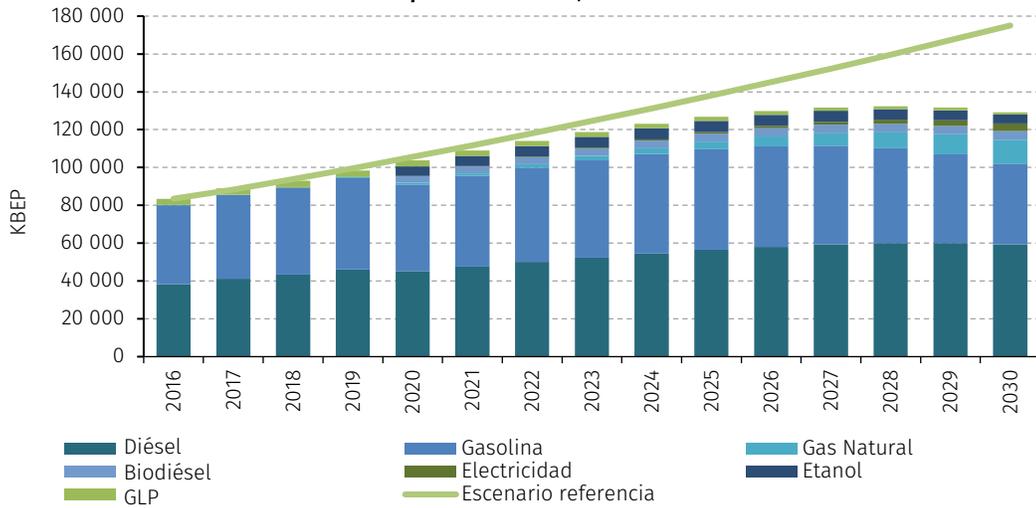
## ii. Consumo de energía

El consumo de energía resultante muestra una clara tendencia a la baja en el escenario de contribución del sector transporte a la meta 3 del ODS 7, con una reducción muy significativa a 2030 con respecto al escenario referencial sin cambios, así como un cambio en la estructura debido a la introducción de energía eléctrica, gas natural y biocombustibles (véanse los gráficos IV.16 y IV.17).

La tasa de crecimiento del consumo energético total del transporte carretero es del 3,1% en el escenario de contribución del sector transporte a la meta 3 del ODS 7, frente al 5,4% en el escenario referencial sin cambios, que muestra claramente el impacto logrado por los cambios introducidos. Como ya se indicó precedentemente, los problemas de información no permiten consolidar una estimación de consumos por tipo de vehículos y por tipo motor de manera uniforme para toda la región. Solamente como ejemplos ilustrativos y para mostrar la importancia de cada tipo de transporte y vehículo en el consumo de las gasolinas y el diésel, en el caso de Costa Rica el 83% de la gasolina se consume en vehículos privados, mientras que el 62% del consumo de diésel del sector transporte es para la carga y el 16% para autobuses y microbuses.

Gráfico IV.16

Países del SICA (escenario de contribución del sector transporte a la meta 3 del ODS 7): consumo energético en transporte carretero, 2016-2030



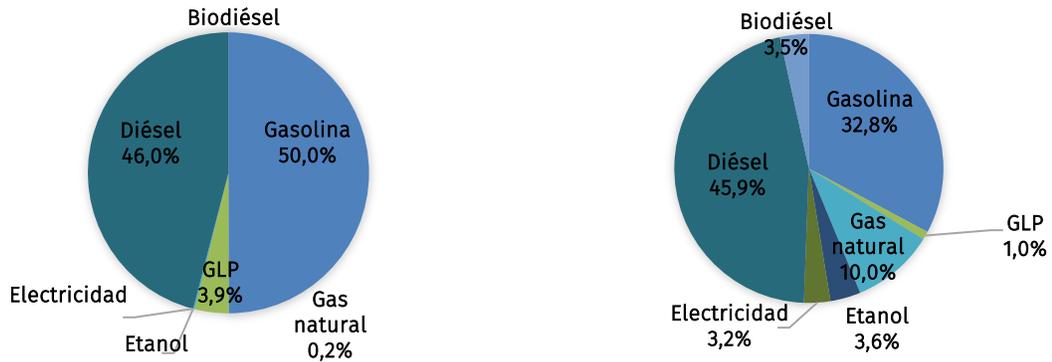
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico IV.17

Países del SICA: cambio en la matriz de consumo de energía en transporte carretero de 2016 a 2030

A. Consumo de energía en transporte, 2016

B. Consumo de energía en transporte, 2030



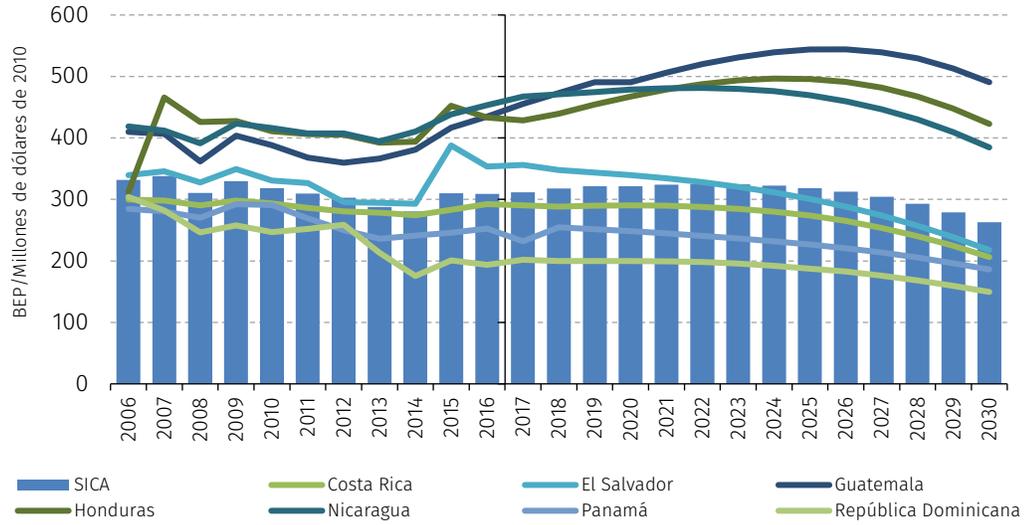
Fuente: Elaboración propia.

### iii. Indicadores de eficiencia

La meta 3 del ODS 7, relativa a la eficiencia energética, señala que deberá duplicarse la tasa de mejora de la eficiencia energética. El período histórico que debe tomarse de referencia deberá ser establecido en cada país. Para los efectos de este documento se han estimado dos indicadores: la intensidad energética y el consumo medio por vehículo (véanse los gráficos IV.18 y IV.19). La mejora de la intensidad energética presentará dificultades en tres países, Guatemala, Honduras y Nicaragua, pues la disminución del indicador se comenzará a notar a partir de 2022 en Nicaragua y en 2026 en los otros dos países (véase el gráfico IV.18).

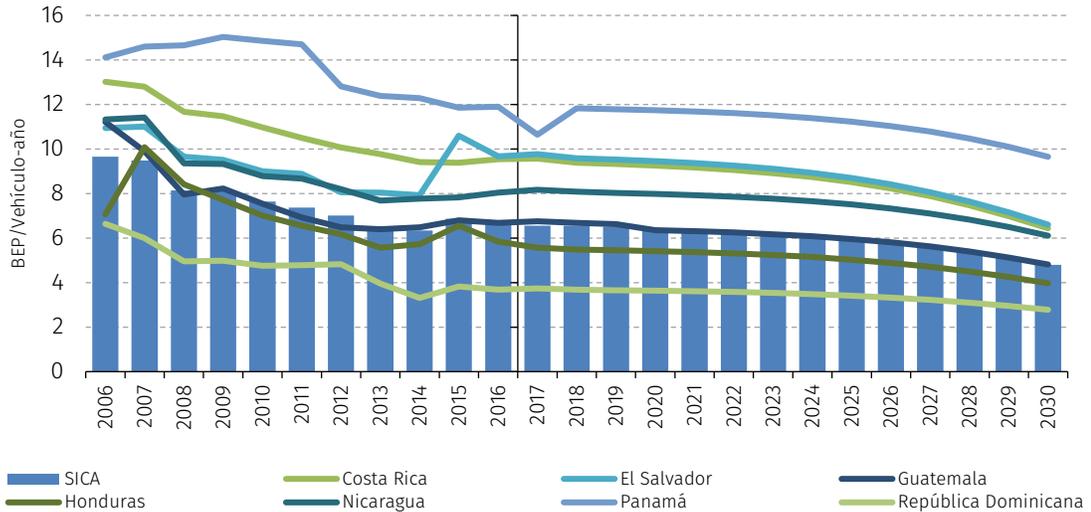
Como se ilustra en el gráfico IV.19, el consumo medio por vehículo ya venía cayendo significativamente en todos los países y continúa esa tendencia a 2030. Las cifras observadas para dicho indicador son resultado de la renovación del parque automotor.

**Gráfico IV.18**  
Países del SICA: intensidad energética del transporte automotor, 2006-2030



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico IV.19**  
Países del SICA: consumo promedio por vehículo, 2006-2030



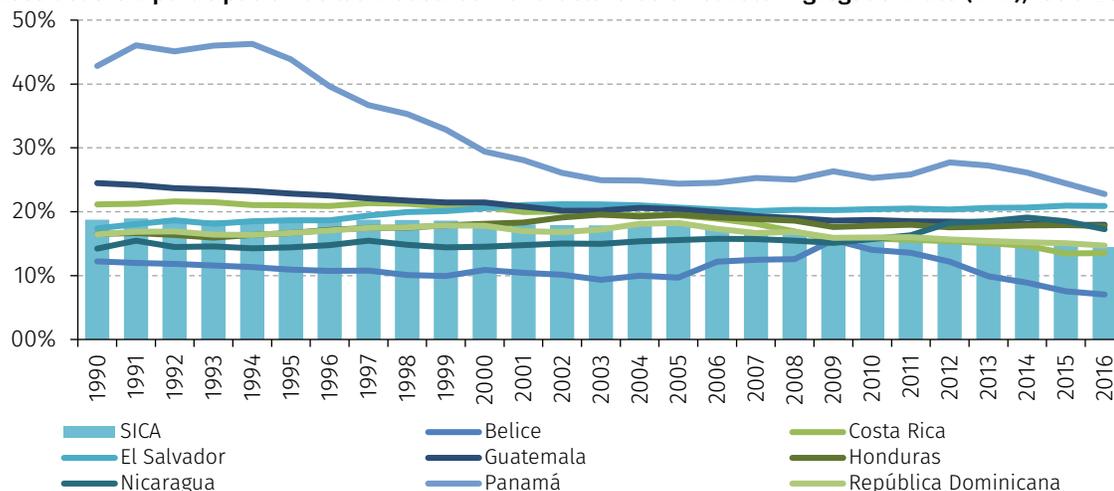
Fuente: Elaboración propia.

### b) La industria

El sector industrial juega un papel muy importante en la economía de los países. La participación de la industria manufacturera, aun cuando ha declinado, es relevante en el valor agregado de varios países, manteniendo un peso relevante en la economía de la región (véase el gráfico IV.20). Las ramas de actividad más relevantes están en sectores vinculados al sector agropecuario y la agroindustria.

Gráfico IV.20

Países del SICA: participación de las industrias manufactureras en el Valor Agregado Bruto (VAB), 1990-2016



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de CEPALSTAT.

## 2. El consumo energético

En el conjunto de la región el sector industrial representa el 17% del consumo total de energía y un 28% del consumo de energía eléctrica, con diferencias entre los países (véase el cuadro IV.14). Este consumo energético indica una tendencia, en general, al estancamiento o crecimiento de la intensidad energética, lo que, aunque no es un diagnóstico totalmente definitivo, es una primera señal de ineficiencia que mostraría, en principio, un potencial importante para mejorar la eficiencia energética.

Cuadro IV.14

Países del SICA: participación de la industria en el consumo energético, 2018  
(En porcentajes)

País	Leña	Electricidad	Gas licuado	Diésel Oil	Fuel Oil	Consumo total
Belice	---	22,6	10	12,7	---	23,2
Costa Rica	57,9	19,4	40,6	6,3	95,9	22,3
El Salvador	6,9	34,5	33	35,9	99,9	21,7
Guatemala		36,2	20	8	100	7,4
Honduras	6	30,3	30	16,7	44,6	14,6
Nicaragua	5	28,7	10,9	13,7	96,5	12
Panamá	19,1	6,6	31	37,4	100	20,7
Rep. Dominicana	---	35,3	4,9	13,5	100	24,6
SICA	3	27,6	17,7	17,6	88,5	15,9

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del sieLAC de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), 2019a.

## 3. Potencial de aprovechamiento de energías renovables

La industria puede ser también un motor de las energías renovables mediante el aprovechamiento de los residuos biomásicos de la producción agroindustrial y forestal. Hay potencial en la industria azucarera y en otras agroindustrias como el café, el arroz y la producción de aceite de palma. Asimismo, la tarea pendiente, no solamente en los países del SICA sino en

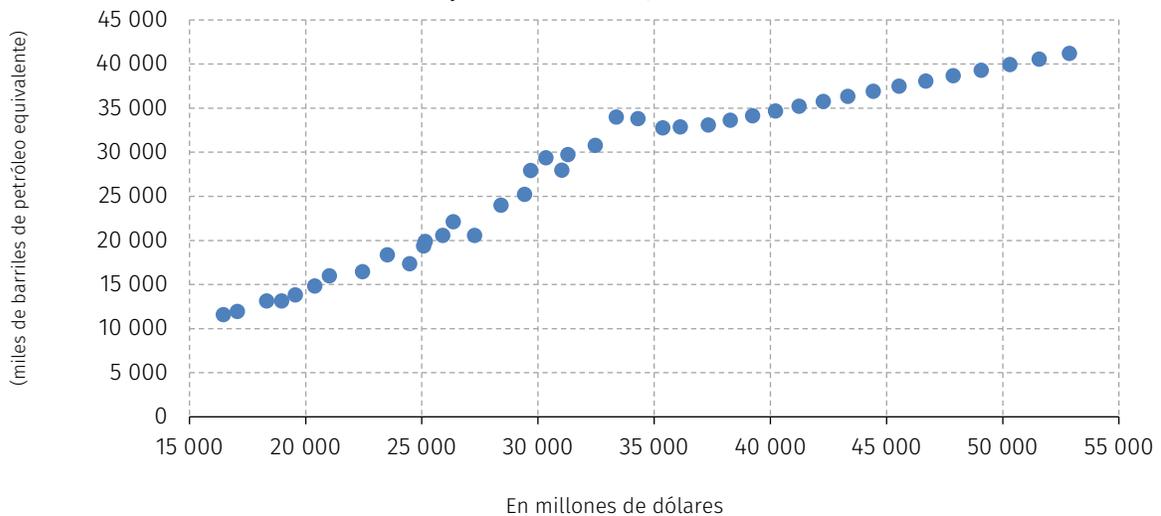
toda América Latina, es el uso de energías renovables en los sectores de consumo diferentes a la electricidad. Entre los ejemplos de uso de energía termosolar y geotermia de baja entalpía en algunos procesos están los de la agroindustria (secado y deshidratación).

Además del calentamiento de agua para viviendas y hospitales y del secado de productos agrícolas, el aprovechamiento del calentamiento solar (y geotérmico) tiene un nicho importante en algunos procesos de algunos subsectores industriales como la minería, la elaboración de productos alimenticios y bebidas y la fabricación de productos farmacéuticos. En el caso de la geotermia, sería conveniente que, dentro de las políticas de desarrollo industrial, se promuevan esquemas para facilitar el aprovechamiento del calor de la tierra en zonas donde se hayan identificado recursos de baja o media entalpía. Las cocinas solares podrían ser parte de la solución en las regiones de estrés forestal.

#### 4. Escenario de contribución de la industria a la meta 3 del ODS 7

El análisis del consumo energético dependiendo de su desempeño económico (intensidad energética) para el sector industrial es difícil de realizar ya que se observan, en ciertos casos, comportamientos que no permiten visualizar tendencias claras debido a cambios en la estructura productiva que no pueden detectarse con la información disponible o a inconsistencias de información histórica sobre los consumos de energía. A pesar de eso se elaboró, a efectos ilustrativos, un escenario de eficiencia energética en la industria partiendo de la vinculación entre el consumo total de energía del sector y el valor agregado bruto (VAB) industrial, considerando una reducción del consumo del 20% a 2030 con respecto a un escenario tendencial para ese mismo año. Esta es una hipótesis razonable dependiendo de las tendencias históricas de la región. Los resultados se muestran en los gráficos IV.21 y IV.22. Con base en esta hipótesis, la mejora en la eficiencia energética del sector implicaría una reducción de unos 10.000 kBEP en el consumo para 2030, además de una reducción apreciable en la intensidad energética, con comportamientos disímiles entre los países.

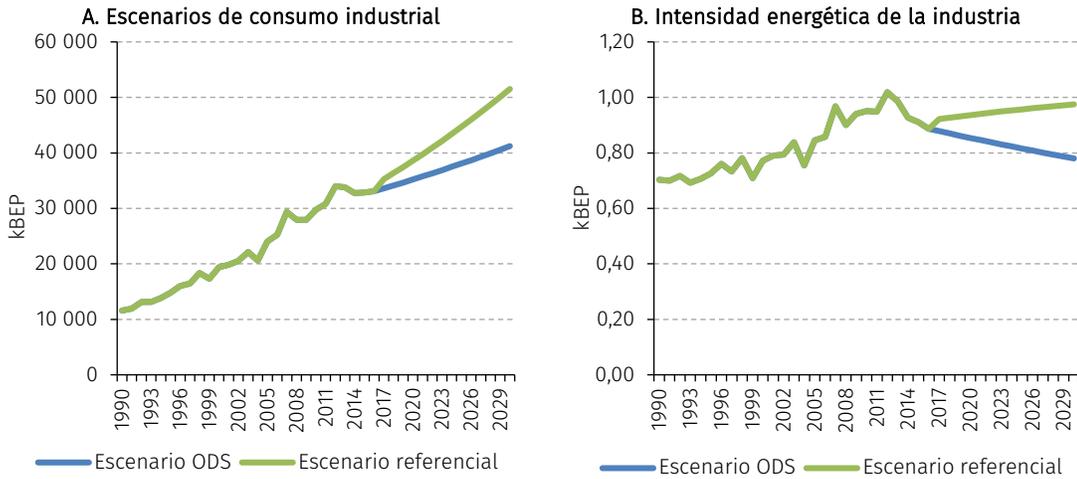
**Gráfico IV.21**  
Países del SICA (escenario de contribución de la industria a la meta 3 del ODS 7): consumo Industrial comparado con el VAB, 1990-2030



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico IV.22

Países del SICA: escenarios de consumo e intensidad energéticos industrial, 1990-2030



Fuente: Elaboración propia.

c) *Movilidad sostenible y electromovilidad*

En los últimos años, posiblemente en los primeros años del presente milenio, a raíz de los problemas medioambientales y sociales derivados del crecimiento de la población, las grandes ciudades y la cantidad de medios y modos de transporte, que se han extendido con escasa coordinación y en ausencia de políticas públicas, ha surgido el concepto de movilidad sostenible, que busca satisfacer las necesidades de traslado de personas, bienes y servicios, en forma oportuna, eficiente y no contaminante. La ausencia de estas políticas y la desorganización sistemática entre actores trajo como principales consecuencias la contaminación del aire, el consumo excesivo de energías y la saturación de vías urbanas de comunicación, entre otros aspectos.

La movilidad sostenible es aquella capaz de satisfacer las necesidades de la sociedad de moverse libremente, acceder, comunicarse, comercializar o establecer relaciones sin sacrificar otros valores humanos o ecológicos básicos, actuales o del futuro. Este movimiento por la movilidad sostenible ha surgido desde las instituciones del medio ambiente y las administraciones municipales de las grandes urbes, que han tratado de resolver los problemas de la congestión vehicular (y el ingente crecimiento de los tiempos de desplazamiento) y las emisiones contaminantes. De esa forma, en varios países (desarrollados y en desarrollo) se han implementado sistemas de transporte como los BRT (autobuses articulados rápidos con pistas exclusivas), ciclovías, carriles reversibles, metros (subterráneos y de superficie) y otras soluciones para mejorar la movilidad y la vialidad. La movilidad sostenible puede incluir, además, infraestructura mejorada para peatones, electrovías y otra infraestructura que mejore la eficiencia del transporte para que esta sea incluyente, segura y reducida en emisiones de GEI.

La electromovilidad es quizá el principal vector de la movilidad sostenible y representa cualquier sistema de transporte terrestre basado en vehículos propulsados por electricidad. Las tecnologías utilizadas para transferir la electricidad a los vehículos pueden incluir el uso de baterías que pueden ser recargadas mientras el vehículo está estacionado o mediante la colocación de una batería precargada, la provisión de energía mientras el vehículo está en movimiento (como los trolebuses), a través de tanques de hidrógeno producido vía electrólisis y vehículos híbridos que combinan motores eléctricos con motores de combustión interna.

La transición a la electromovilidad en los países del SICA es de vital importancia, considerando que son países importadores de hidrocarburos y a que sus matrices energéticas están avanzando hacia el predominio de las energías provenientes de recursos renovables. Asimismo, el menor uso de combustible derivado del petróleo para el transporte público y privado permitirá reducir la dependencia de hidrocarburos y las emisiones de GEI, particularmente si los vehículos utilizados son propulsados con electricidad que proviene de fuentes de energía renovables. Recientemente algunos países del SICA han desarrollado diversos esfuerzos para promover la electromovilidad privada y pública, cuyos resultados se empezarán a visualizar en los próximos años. Entre dichos esfuerzos se encuentran los siguientes:

- Las ciudades de Panamá y Santo Domingo cuentan con sistemas de tren subterráneo. Estos sistemas de transporte público masivos abonan a la electromovilidad de dichos países y han ayudado a reducir el congestionamiento vehicular en las metrópolis.
- La ciudad de Guatemala y San Salvador han puesto en funcionamiento sistemas de transporte público con carriles dedicados. En Guatemala se estudian otras opciones de transporte (el tren de superficie y el tren subterráneo).
- En Honduras, la Secretaría de Energía, junto con el Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), Instituto Hondureño de Transporte Terrestre (IHTT) y la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), promueve, fomenta e incentiva la electromovilidad sostenible, mediante la utilización de nuevas tecnologías limpias que reducen las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. La iniciativa todavía se encuentra en la fase de preparación de estudios básicos [en línea] <https://sen.hn/2020/03/06/fomento-a-la-electromovilidad-en-honduras/>.
- En Panamá, el Programa Nacional de Movilidad Eléctrica tiene como objetivo hacer la transición hacia un modelo de transporte público eléctrico que permita ahorrar combustible y reducir emisiones. La Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica de Panamá propone líneas de acción que servirán de guía para los actores principales involucrados en el transporte, y tienen el propósito de establecer una estructura de gobernanza y coordinación del sector público y el sector privado, que vele por la implementación de la estrategia con iniciativas concretas (ONU Medio Ambiente, 2019).
- Por su carácter de integralidad, visión de largo plazo y alineamiento con las metas de descarbonización, se destacan las acciones tomadas por Costa Rica (véase el recuadro IV.5).

#### Recuadro IV.5

##### Costa Rica: el transporte y la movilidad sostenible en el Plan Nacional de Descarbonización

La iniciativa de neutralidad de carbono impulsada por este país considera cambios profundos en la producción y consumo de energía, con el transporte como uno de los ejes que requerirán una transformación profunda. La alta participación de las energías renovables y la situación de poseer una cartera muy amplia de proyectos con energías renovables, que se amplifica con la disrupción mundial de la energía solar, ha impulsado al país a adelantar los planes de electromovilidad. En 2019 se presentó el Plan Nacional de Descarbonización, que contiene las metas del país para cumplir los ideales de la Agenda 2030 y el Acuerdo de París. Sus diez ejes principales se agrupan en cuatro grandes temas: 1) transporte y movilidad sostenible; 2) energía, construcción sostenible e industria; 3) gestión integral de residuos; y 4) agricultura, cambio de uso del suelo y soluciones basadas en la naturaleza.

El sector eléctrico y el sector transporte tienen una gran relevancia en el Plan Nacional de Descarbonización. De los diez ejes principales, tres se refieren a la electrificación del transporte y a la consolidación de un sistema eléctrico sostenible: el eje 1, desarrollo de un sistema de movilidad basado en un transporte público seguro, eficiente y renovable y en esquemas de movilidad activa y compartida; el eje 2, transformación de la flota de vehículos ligeros a cero emisiones, nutrida de energía renovable, no de origen fósil; y el eje 4, consolidación del sistema eléctrico nacional con capacidad, flexibilidad, inteligencia y resiliencia necesaria para abastecer y gestionar energía renovable a costo competitivo.

Anteriormente se aprobó una ley que establece el marco normativo para regular la promoción del transporte eléctrico y fortalecer las políticas públicas que incentiven su uso en el sector público y por la ciudadanía, incluyendo las exoneraciones impositivas, la no sujeción a la restricción vehicular y el uso de estacionamientos preferenciales. Estas medidas beneficiarán a los vehículos eléctricos, las compras del Estado de vehículos eléctricos para renovación vehicular, la inversión en infraestructura (centros de recarga, carriles exclusivos, estacionamientos preferenciales, redes ferroviarias, entre otros), la educación sobre beneficios del transporte eléctrico, las obligaciones de importadores de vehículos eléctricos, tales como ofrecer tecnología de punta, gestionar distintivos para vehículos eléctricos, información sobre el uso de vehículos eléctricos y servicio de reparación y revisión, el transporte público eléctrico (autobuses, trenes, taxis y transportes escolares y turísticos) y el financiamiento del transporte eléctrico por la banca de desarrollo y el sistema bancario nacional.

Se ha preparado un estudio de factibilidad para construir un tren eléctrico de pasajeros que conectará las cuatro ciudades que conforman la región metropolitana (San José, Cartago, Heredia y Alajuela). Este proyecto contempla 42 estaciones y 11 nodos de conexión con rutas de autobús y representará una inversión de alrededor de 1.200 millones de dólares. Se plantea iniciar la construcción antes de 2024. Por otro lado, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) lidera el programa de movilidad eléctrica. Como parte de este programa se está ejecutando un proyecto para crear una red de recarga rápida, lo que incluye la instalación de 28 cargadores rápidos y 12 semirrápidos (que se ubicarán en la zona de concesión de distribución eléctrica del ICE), además de una plataforma de gestión. En 2018 el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) emitió una directriz que encomienda a las instituciones del Sector Ambiente y Energía con competencia en el sector de energía desarrollar un plan de acción orientado a propiciar la investigación, la producción y la comercialización del hidrógeno como combustible.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de (SEPSE, 2018).

## Capítulo V

### La hoja de ruta, metas a 2030

#### A. Antecedentes

Un insumo importante para la formulación de la Estrategia Energética 2030 y la hoja de ruta a 2030 fueron los estudios de prospectiva y planes energéticos disponibles de los países, que se describen a continuación.

##### 1. Planes y documentos de política energética disponibles de los países

Más allá de las diferentes fechas y distintos enfoques metodológicos y disponibilidad de información, hay una alineación clara con los ODS en términos de política energética y los planes de los países muestran los lineamientos estratégicos que se han estado elaborando. En la mayor parte de los casos en los planes se han considerado impactos de la transición energética, lo que implica un aprovechamiento creciente de las energías renovables intermitentes (ERI, solar y eólica, tanto en proyectos de mediana y gran escala conectados en los niveles de transmisión y subtransmisión, como en la generación distribuida conectada a las redes de media y baja tensión).

Asimismo, se han observado impactos en la oferta y la demanda y en la sustitución de energéticos<sup>72</sup> en la respuesta y participación activa de la demanda (tanto como resultado de los programas y proyectos de eficiencia energética, como por un control, administración y respuesta en tiempo real de los usuarios, sustentada en las tecnologías de información y en aplicaciones del internet de las cosas, IoT) y la electromovilidad (EM, quizá el pilar energético principal de la movilidad sostenible). De igual forma, en los planes de energización rural de algunos países se consideran tanto la extensión de las redes eléctricas como los sistemas aislados y microrredes (basadas en fuentes renovables), la penetración de combustibles modernos y la

---

<sup>72</sup> Los *drivers* de las energías renovables intermitentes (ERI) y la electromovilidad (EM) tendrán un impacto importante, tanto en la oferta, como en la demanda de energía y un desplazamiento y sustitución de energéticos. La electricidad renovable permitirá la reducción de derivados del petróleo en el transporte y, consecuentemente, una reducción de los gases de efecto invernadero (GEI).

utilización de tecnologías renovables para la cocción de alimentos (en especial el gas licuado de petróleo, el GLP, el aprovechamiento del biogás y el uso de estufas de leña limpias y ahorradoras).

### **a) Estudios de prospectiva energética**

En mayo de 2017 en San José, Costa Rica, la CEPAL, la OLADE y los países del SICA discutieron el contenido y alcance de la evaluación de los escenarios energéticos futuros dependiendo de los ODS, principalmente el ODS 7. Se acordó el alcance del estudio y las debidas hipótesis para el desarrollo de tres escenarios energéticos conservador, medio y optimista. Las hipótesis consensuadas fueron posteriormente revisadas y ajustadas en septiembre de 2017 en Ciudad de Panamá. Las evaluaciones fueron realizadas utilizando la metodología de proyección energética desarrollada por la OLADE<sup>73</sup>.

### **b) Planes de expansión de generación-transmisión**

Estos planes brindan una visión de la expansión de la generación y transmisión del SIEPAC. Su punto de partida son los planes de expansión de sistemas nacionales de energía eléctrica. En los países centroamericanos existe una larga experiencia en la preparación y actualización de al menos cinco décadas de planificación de sistemas eléctricos interconectados<sup>74</sup>, que les ha permitido, por ejemplo, preparar estudios y propuestas para un segundo circuito del SIEPAC y participar en evaluaciones para el ingreso del gas natural (tanto por medio de gasoductos como en forma de gas natural licuado (GNL). Estos estudios han estado a cargo del Consejo de Electrificación de América Central (CEAC) y el Ente Operador Regional (EOR), que es el encargado de la operación del mercado eléctrico regional (MER) y tiene el mandato de preparar los planes de expansión de la red de transmisión eléctrica regional. Dichos planes deben ser aprobados por la Comisión de Interconexión Eléctrica Regional (CRIE, ente regulador regional). La institucionalidad eléctrica regional se completa con la Empresa Propietaria de la Red (EPR) del SIEPAC. Lo anterior en buena medida resume algunos aspectos de la relevancia de la integración energética regional en los países centroamericanos, única en el hemisferio occidental, que opera un mercado regional interconectado con participación de seis países<sup>75</sup>.

### **c) La incorporación de Belice y la República Dominicana al SICA**

Belice y la República Dominicana se adhirieron como miembros plenos del SICA en 2001 y 2013, respectivamente. En los temas de energía ambos países participan en el Consejo de Ministros de Energía (CME), sus órganos subsidiarios (la Reunión de Directores de Energía y el Comité de Directores de Hidrocarburos) y en las iniciativas de cooperación energética que emanan las instancias del SICA mencionadas. La participación de estos dos países es importante dentro de

---

<sup>73</sup> Se utilizó el modelo de simulación y análisis de la matriz energética (SAME), que es una metodología desarrollada por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). El SAME es un sistema computacional provisto de un tablero de control virtual que permite obtener un panorama integral de los efectos que una determinada política en el sector energético, aplicada a corto, mediano o largo plazo, produce sobre algunos indicadores de la matriz energética de un país o una región. El punto de partida son los balances de energía de cada país.

<sup>74</sup> Es una larga experiencia, de al menos cinco décadas, en la preparación y actualización de planificación de sistemas eléctricos interconectados. Ello ha permitido —en el marco del SIEPAC y del tratado marco del mercado eléctrico de América Central— mantener activos grupos que revisan y actualizan periódicamente los estudios de planificación y seguridad operativas (con horizonte de 1 a 3 años), y planificación de la expansión de la generación y transmisión (en horizontes de hasta 20 años), incluyendo la evaluación de propuestas de refuerzos y adiciones de nuevos elementos (líneas de transmisión, subestaciones, compensación de potencia reactiva, impactos de entrada de nuevas tecnologías e interconexiones extrarregionales, estas últimas aún en fase de evaluación (con México, Colombia y Belice).

<sup>75</sup> Considerando la interconexión eléctrica existente entre México y Guatemala, y la del primer país con los Estados Unidos (varios enlaces, algunos asíncronos) y Belice, obsérvese que los enlaces físicos de norte y Centroamérica abarcan diez países.

los esquemas de cooperación y complementación subregional que facilitarán la conformación de un mercado ampliado de servicios energéticos y en acciones para mejorar las condiciones de abastecimiento de hidrocarburos para los países de dicha subregión.

## 2. La matriz de acciones para la integración y desarrollo energético en los países del Sistema de la Integración Centroamérica

La matriz de acciones constituye un insumo básico para el plan de acción de la Estrategia Energética 2030. Es el resultado de un trabajo conjunto y consensuado por el Comité de Directores de Energía de los países del SICA, con apoyo de los cooperantes<sup>76</sup>. Contiene 14 grandes temas de convergencia y 41 áreas de acción; cada una de estas áreas fue desglosada en 157 actividades y 79 resultados. La mayor parte de los temas y actividades quedaron clasificadas con prioridad muy alta o alta en todos los países. Solamente un grupo pequeño de actividades quedó clasificado dentro de un conjunto de actividades subregionales (como en el caso de los usos tradicionales de la biomasa, cuyo mayor interés se centra en tres países).

Cada país participará de manera diferente en cada caso de acuerdo con su realidad y prioridades nacionales. No obstante, la mayor parte de las áreas de acción y actividades fueron identificadas por los países con alta o muy alta prioridad. Un resumen de esta matriz de acciones se muestra en el cuadro V.1, en donde cada área de acción se ha relacionado con una meta del ODS 7 (o con el ODS 7) y con los nexos o vinculaciones relevantes a otros objetivos de la Agenda 2030.

**Cuadro V.1**

**Matriz de acciones para la cooperación e integración energética de los países del SICA y los nexos relevantes con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible**

Tema	Área de acción <sup>a</sup>	ODS 7 y sus nexos relevantes <sup>b</sup>
1. Manejo de datos	1. Información	7
	2. Estadística	7
2. Educación	3. Usuarios finales	7
	4. Técnicos y profesionales	7
3. Diversificación de la matriz energética – combustibles	5. Participación del gas licuado de petróleo (GLP) en la matriz energética regional	7.1, 7.2
	6. Introducción del gas natural en la región	7.2
	7. Biocombustibles	7.2 y 7.1
	8. Proyectos de investigación sobre los recursos energéticos combustibles disponibles en la región	7.2
4. Diversificación de la matriz energética -	9. Ampliación de la participación de las fuentes renovables en la generación eléctrica de los países de la región	7.2

<sup>76</sup> El Comité de Directores de Energía es una instancia técnica de coordinación, asesoría y apoyo, cuyo propósito fundamental es recomendar la adopción de decisiones al Consejo de Ministros de Energía. Este comité discutió una primera propuesta de la matriz de acciones durante el segundo semestre de 2017, misma que fue aprobada en el segundo semestre de 2018.

Tema	Área de acción <sup>a</sup>	ODS 7 y sus nexos relevantes <sup>b</sup>
fuentes nuevas y renovables de energía	10. Autoconsumo y generación distribuida	7.1, 7.2
	11. Proyectos de investigación de los recursos energéticos renovables disponibles en la región	7.2
5. Energía y cambio climático	12. Desarrollo energético y cambio climático	7 (nexo con ODS 13)
	13. Externalidades en el uso de energéticos	7
	14. Vulnerabilidad al cambio climático	7 (nexo con ODS 13)
6. Nexos energéticos (nexo agua-energía-alimentos) <sup>c</sup>	15. Seguridad hídrica	7 (nexo con ODS 6)
	16. Seguridad alimentaria	7 (nexo con ODS 2)
	17. Salud	7 (nexo con ODS 3)
	18. Equidad de género	7 (nexo con ODS 5)
7. Acceso a la energía	19. Electrificación de zonas rurales que no cuentan con el servicio	7.1 (nexo con ODS 1 y 3)
	20. Energías renovables para procesos (cocción, calentamiento, calefacción, secado)	7.1 (nexos con ODS 1, 2, 3 y 5)
8. Integración regional	21. Integración eléctrica regional	7
	22. Integración y armonización de los mercados de hidrocarburos de la región	7
9. Sector transporte	23. Eficiencia energética en el transporte	7.3 (nexo con ODS 11)
	24. Movilidad eléctrica	7.3 (nexo con ODS 11)
	25. Ahorro de energía en el transporte	7.3 (nexo con ODS 11)
10. Normativa y estandarización	26. Eficiencia energética para equipos, maquinaria y materiales que consumen energía	7.3
	27. Vehículos eléctricos	7.3 (nexo con ODS 11 y 13)
	28. Vehículos de combustión interna	7.3 (nexo con ODS 11 y 13)
	29. Edificaciones sostenibles	7.3 (nexo con ODS 11 y 13)
	30. Combustibles para el transporte	7.3 (nexo con ODS 11 y 13)
	31. Mejora del parque de equipos y sistemas que consumen energía	7.3
11. Uso racional y eficiente de la energía	32. Mecanismo regional para la infraestructura de la calidad para el cumplimiento de las normas de	7.3 y 7.b
	33. Incremento de la eficiencia en el consumo de energía eléctrica	7.3, 7.a y 7.b
	34. Reducción de pérdidas eléctricas	7.3, 7.a y 7.b
	35. Ahorro de combustibles en la industria	7.3, 7.a y 7.b

Tema	Área de acción <sup>a</sup>	ODS 7 y sus nexos relevantes <sup>b</sup>
	36. Ahorro del consumo de combustibles en las residencias	7.3, 7.a y 7.b
12. Redes inteligentes	37. Demanda y suministro eléctrico	7.3 (nexo con ODS 11 y 13)
	38. Movilidad y transporte	7.3 (nexo con ODS 11 y 13)
13. Financiamiento	39. Financiamiento de programas de ahorro y uso eficiente de energía	7.3, 7.a y 7.b
	40. Aprovechamiento de los recursos energéticos para la región	7.3, 7.a y 7.b
14. Institucional	41. Fortalecimiento de la institucionalidad regional del sector energía	7

Fuente: Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).

<sup>a</sup> Cada área de acción se ha relacionado con una meta del ODS 7. Cuando no se indica, la relación es con todo ese objetivo y sus cinco metas.

<sup>b</sup> Indica la relación o nexo relevante con otro y otros ODS.

<sup>c</sup> El nexo agua-energía-alimentos, al representar un sistema complejo con nudos temáticos, había sido identificado previamente por la comunidad internacional.

Los temas identificados estarán cubiertos por los estudios de base indicados anteriormente en este documento. La participación de los actores regionales en el sector energía y otros sectores relevantes asegurará obtener los resultados esperados.

### 3. Plan Sectorial de Energía del SICA para enfrentar la crisis de COVID-19

Derivado de la pandemia de COVID-19, los jefes de estado y de gobierno de los países del SICA sostuvieron una reunión virtual de urgencia el 12 de marzo de 2020 con el propósito de identificar y adoptar medidas conjuntas y coordinadas entre los países miembros del SICA que complementen los esfuerzos nacionales que se realizan en este sentido. El resultado de esa reunión fue la adopción de la declaración “Centroamérica unida contra el coronavirus”, que estableció los primeros pasos de la acción conjunta de los países e instruyó la elaboración de un Plan de Contingencia Regional (PCR) orientado a complementar los esfuerzos nacionales para la prevención, contención y tratamiento del COVID-19 y contribuir a mitigar los impactos socioeconómicos de dicha pandemia, por medio de acciones que coadyuvarán a la pronta recuperación económica y social de los países de la región. El PCR fue estructurado en tres grandes ejes articuladores (salud y gestión del riesgo; comercio y finanzas, y seguridad, justicia y migración) y dos ejes transversales de vinculación (comunicación estratégica y gestión de cooperación internacional).

Asimismo, los mandatarios de los países instruyeron al SICA a preparar planes regionales en los sectores estratégicos de importancia primordial para el cumplimiento del PCR. Al ser considerada como estratégica para todas las actividades incluidas en los tres ejes del PCR, la energía fue incluida y el 8 de mayo de 2020, el Consejo de Ministros de Energía (CME) del SICA aprobó el Plan Sectorial de Energía del SICA para enfrentar la crisis de COVID-19. Este plan propone acciones para garantizar la continuidad de los servicios energéticos en la región, que incluyen la creación de fondos regionales, negociación de períodos de gracia total y extensión de plazo de pagos a organismos multilaterales para préstamos al sector energético y la creación de un protocolo para emergencias. El CME solicitó la inclusión de las acciones de este plan en la EES-SICA 2030.

#### 4. El enfoque general de la Estrategia Energética

El horizonte a 2030 es un plazo demasiado corto para ejecutar un esfuerzo de gran magnitud como el planteado por el conjunto de ODS. Dentro de este contexto, se destacan algunos conceptos y supuestos básicos siguientes.

##### a) *Por parte de los países*

- Es deseable plantear el desafío tal cual se hace con un plan de desarrollo energético: establecer los objetivos y las metas para el punto de llegada (2030) e ir hacia atrás al punto de partida para ver qué hay que hacer para alcanzar esas metas. Si bien el marco general lo constituyen aspectos político-estratégicos, hay que plasmar en números tanto las metas como el plan. Es decir, para alcanzar los objetivos debe disponerse de instrumentos medibles.
- Es necesario contar con políticas públicas, así como con marcos regulatorios y legales claros y estables, elementos que son requisitos necesarios, pero no suficientes. Además, hay que preparar los estudios previos requeridos (tal como la prefactibilidad, factibilidad e ingeniería de una central eléctrica), obtener el financiamiento y ejecutar las obras.
- En consecuencia, es tarea de los países diseñar un plan operativo y de inversiones en cada país para alcanzar los ODS y plantear las metas de sus respectivos programas, que se incorpore en la planificación nacional en cada caso. Es similar a un plan de expansión eléctrico: estudios, financiamiento, construcción, operación y control.
- En la región se identifican dos grupos de países, el primero constituido por Costa Rica, El Salvador, Panamá, la República Dominicana y Belice, que requieren menor esfuerzo en alcanzar el ODS 7 y también los objetivos de la Agenda 2030. El segundo constituido por Guatemala, Honduras y Nicaragua que tienen mayores desafíos en el cumplimiento de la Agenda 2030. Si bien ningún país ha alcanzado las metas del ODS 7, las prioridades de cada grupo son diferentes. Con el grupo 2 priorizando la meta ODS 7.1 y los países del grupo 1 priorizando las metas ODS 7.2 y 7.3. Esto no significa que las metas ODS 7.2 y ODS 7.3 no sean importantes o necesarias para los países del grupo 2, sino solo señalan las diferencias en prioridades con base en cada contexto nacional.
- En consecuencia, hay que diseñar un plan operativo y de inversiones, en cada país, para alcanzar el ODS 7, que se incorpore en la planificación nacional en cada caso, de manera similar a un plan de expansión eléctrico: estudios, financiamiento, construcción, operación y control.
- Por ejemplo, si la meta del acceso universal a energía moderna para cocinar es eliminar todos los fogones de leña en la región, de acuerdo con el escenario presentado en el capítulo IV, hay que reemplazar un total de 5,7 millones de fogones a 2030, instalando 3,6 millones de estufas eficientes y 2,1 millones de estufas que utilicen GLP. Si ese objetivo se visualiza como difícil de alcanzar, se puede adoptar una hipótesis intermedia, que significa el reemplazo de 3,5 millones de fogones, aunque ya no se alcanzaría el objetivo de acceso universal a 2030. Constituye un emprendimiento de gran magnitud, en especial para tres países (Guatemala, Honduras y Nicaragua), que requerirá no solamente de recursos significativos, sino también de incentivos y estrategias para la adquisición de estas estufas y la aceptación y adopción de las tecnologías por parte de la población.
- En cualquier caso, las metas del ejemplo anterior, así como otras que pudieron plantearse en este documento y otras que están planteadas cualitativamente, deberán

revisarse o establecerse mediante los estudios de base que se proponen como inicio de la hoja de ruta. Es necesario definir una secuencia de actividades concretas en estudios preparatorios, obtención de financiamiento y ejecución de las inversiones (por ejemplo, el reemplazo de cocinas), como la que se presenta en el gráfico IV.22.

- En los aspectos de energía y cambio climático, en la actualidad solamente Costa Rica (actualmente con un despacho eléctrico 100% renovable) se encuentra en posición de fijar una hoja de ruta para la descarbonización, que incluye la movilidad sostenible (y su primer eslabón, la movilidad eléctrica); el reemplazo de combustibles fósiles en las viviendas (eliminación de cocinas a GLP en las ciudades por cocinas de inducción) y en los procesos de transformación, y posteriormente (en el mediano y el largo plazo) la generación distribuida renovable a todos los niveles (vivienda, micro, pequeña y gran industria). Los otros siete países del SICA deberán prepararse para plantear sus respectivas rutas rumbo a la descarbonización al final de la presente década (2020-2029).
- Alcanzar los ODS no es una cuestión solamente de gobiernos, es una tarea de la sociedad en su conjunto. Por lo tanto, hay que llegar a los verdaderos actores que producirán los cambios; familias y unidades productivas y de servicios.
- Los ejes centrales son la eliminación de la pobreza y la inequidad, y el desarrollo económico en sus diversas aristas, y la protección del medio ambiente haciendo uso sostenible de recursos naturales. De esta manera, la estrategia energética no puede ser diseñada y ejecutada solamente por personas o entidades del sector energético. El tema institucional es de fundamental importancia.

#### *b) Por parte del SICA*

El SICA, a través del CME y sus órganos (la Unidad de Coordinación Energética, UCE-SICA, y la Reunión de Directores de Energía) tiene el desafío de plantear una estrategia energética incluyente que permita potenciar las complementariedades y sinergias entre los países, para lograr el cumplimiento del ODS 7 en 2030, así como su transversalización a los otros 16 ODS planteados en la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. La estrategia energética es un proceso virtuoso de cohesión de las estrategias energéticas nacionales, que reconoce las diferencias entre países. Por ejemplo, para la meta de cocción limpia, se parte de que el objetivo es lograr un ambiente limpio en el interior de los hogares, que se alcanzará a partir del uso de tecnologías modernas: estufas de leña eficientes y limpias, estufas a GLP y estufas eléctricas, incluyendo las de inducción. Las primeras jugarán un papel muy importante en las zonas rurales de Guatemala, Honduras y Nicaragua, en tanto las estufas de inducción podrían ser la llave para eliminar el uso del GLP en las principales ciudades de Costa Rica.

La gradualidad y las velocidades de penetración de esas tecnologías son diferentes en cada país. En el caso de la universalización del servicio de energía eléctrica, se reconoce que esta se logrará en las zonas rurales con una mezcla de niveles de acceso 3, 4 y 5 (tiers 3, 4, 5). En los casos de Guatemala, Honduras y Nicaragua el nivel 3 se acepta como una opción inicial para una porción pequeña de viviendas ubicadas en zonas muy remotas, en tanto en los otros países la universalización se alcanzará con los niveles 4 y 5, en algunos casos en forma muy rápida, quizá antes de 2025. La UCE-SICA deberá diseñar e implementar un sistema MRV (Medición, reporte y verificación), para monitorear de manera continua el avance de la Estrategia Energética 2030 y la marcha de ejes relevantes de los planes nacionales de energía de los países. En el diagrama V.1 se muestra un esquema de los temas transversales y estudios que deberán realizarse en 2020-2021, para definir una cartera priorizada de iniciativas y proyectos regionales que permitan a la región alcanzar las metas planteadas para 2030.

## B. Generación de la plataforma inicial para el plan de inversiones

Es necesario realizar un conjunto de estudios básicos de gran dimensión para generar la base de información que permita formular y ejecutar un plan de inversiones. Estos estudios básicos (de preinversión) se agrupan en cinco grandes líneas: i) balances de usos finales y energía útil; ii) desarrollo de recursos renovables y combustibles alternativos; iii) eficiencia energética y energías alternativas en transporte; iv) eficiencia energética, innovación tecnológica en los sectores productivos y el subsector eléctrico; y v) otros (introducción del gas natural, integración eléctrica y nuevas tecnologías).

Actualmente se está realizando la etapa inicial de formulación de la estrategia y la identificación de estudios y proyectos. A partir de allí es necesario formular los términos de referencia (TDR) para los estudios de fondo que se deben realizar en esas cuatro líneas, obtener el financiamiento para hacerlos y finalmente, llevarlos a cabo. Este proceso puede demorar entre uno y dos años, es decir, que esto sería para 2020-2021. Como producto, se tendría un plan de implementación, en términos operativos y de inversión, cuyo financiamiento, dadas las dimensiones que se pueden visualizar, podría demorar entre seis meses y un año. Si se tiene éxito en eso, quedarían unos ocho años para realizar inversiones en reemplazo de cocinas, movilidad sostenible, entre otros. Esto es un gran desafío que requiere contar con el financiamiento y también con la capacidad institucional, el recurso humano y la organización para llevarlo adelante.

### 1. Balances de usos finales y energía útil (BEU)

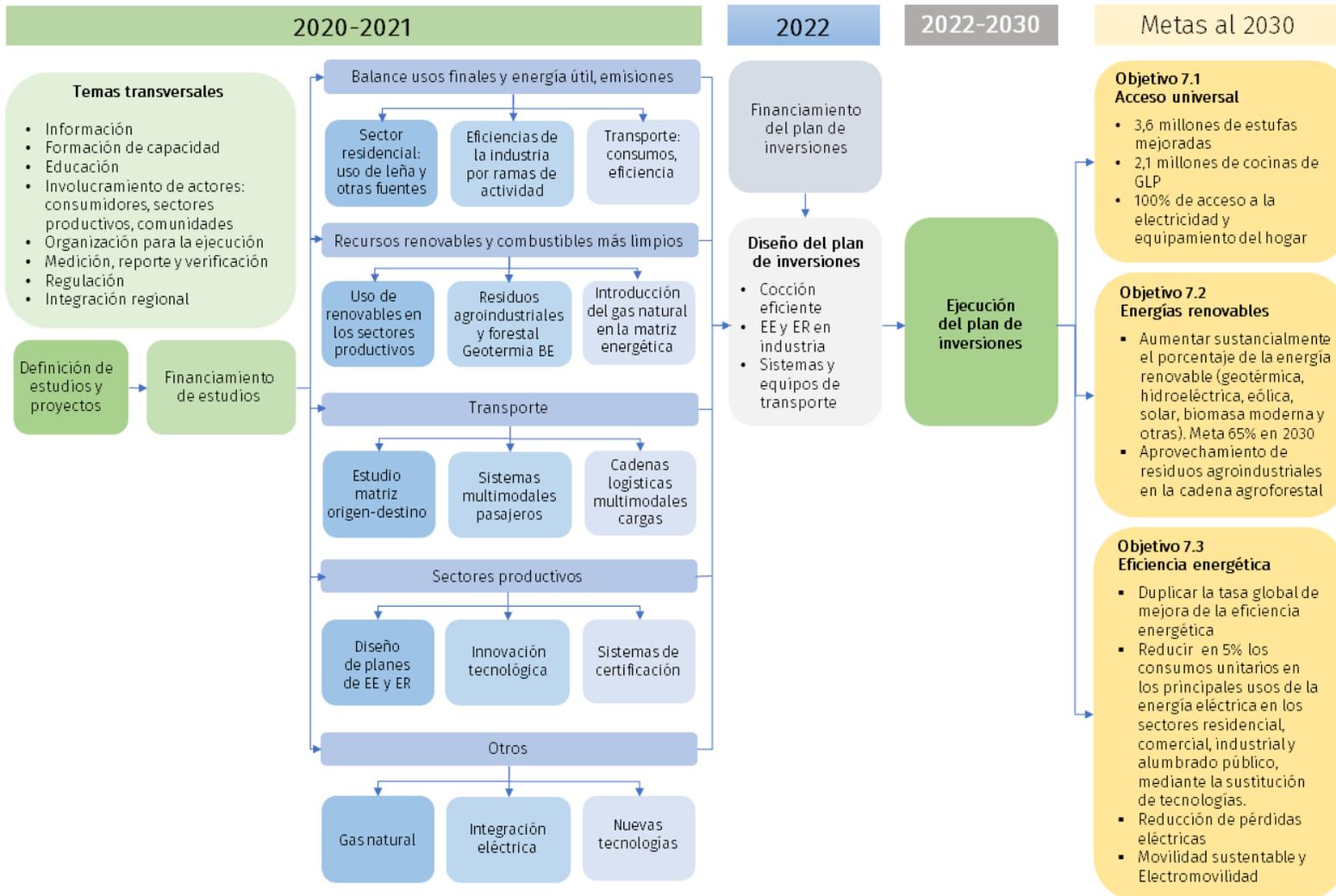
La primera de las cuatro líneas de avance, el BEU, es de fundamental importancia para cubrir los grandes vacíos de información actuales a nivel de los sectores de consumo y de los propios consumidores. La información que hoy se tiene sobre el consumo energético no proviene de los consumidores, sino de los abastecedores: empresas eléctricas distribuidoras y empresas distribuidoras de combustibles, y sobre biomasa, estimaciones. Debe plantearse un trabajo lo más simple, pero a la vez, lo más completo posible. Se deben encarar los aspectos más relevantes, evitando complejidades innecesarias, para elaborar el BEU a escala nacional, pero en los consumos residenciales es menester detectar las zonas donde realizar el estudio detallado de la leña en los tres países de mayor consumo. En los otros países, se harían evaluaciones específicas en zonas de mayor dependencia a la biomasa.

Se requiere realizar un número importante de encuestas en todos los sectores de consumo relevantes, desagregados por subsectores, hasta un cierto nivel manejable. Los principales productos esperados de un estudio de este tipo y la apertura por sectores pueden ser los siguientes (enerinter-mercados energeticos-Datum, MINEM Perú, 2016):

- Leña: consumos reales, eficiencias, formas de obtención, costos, caracterización socioeconómica de los estratos de población, determinación de un mercado de estufas eficientes y GLP, capacidad de pago, necesidad de subsidios focalizados, regionalización.
- Consumos de todas las fuentes de energía por usos finales en cada sector, equipamientos utilizados, eficiencias, detección de perspectivas para aumento de la eficiencia y la introducción de energías renovables para uso directo en los sectores de consumo.
- Emisiones de GEI por agente emisor, sector y subsector.
  - Incidencia de los costos de energía en las familias y empresas.
  - Retroalimentación a los balances energéticos nacionales históricos, mejoramiento metodológico y depuración de cifras.

Diagrama V.1

Planteo esquemático de la hoja de ruta de la Estrategia 2030 y sus metas



Estrategia Energética Sustentable 2030 de los países del SICA

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la matriz de acciones para implementar la Estrategia Energética 2030 de los países del SICA.

- Sectores y subsectores de consumo:
  - Residencial: urbano, rural, estratificación socioeconómica.
  - Industrial: ramas de actividad a dos dígitos del CIIU.
  - Transporte: consumos, equipos, consumos por km, recorridos medios, por medio y modo de transporte y tipo de vehículos. La captura de información sobre transporte es conveniente realizarla en cada uno de los otros sectores y a nivel de prestatarios del servicio, debido a la vinculación del transporte de personas con el sector residencial y comercial y de cargas con los sectores productivos.
  - Comercio y servicios: ramas de actividad a dos dígitos del CIIU.
  - Sector energético: uso propio por segmento de mercado (producción, transporte, distribución) y fuente energética.

## 2. Desarrollo de recursos renovables y tecnologías para la transición energética

En este caso es muy importante, como concepto básico, analizar en su real dimensión las posibilidades de las energías renovables (distintas de la hidroelectricidad) sobre bases de datos concretas, costos y beneficios. No debe olvidarse que la sostenibilidad tiene tres dimensiones: ambiental, social y económico-financiera.

La generación eléctrica actual ya es renovable en gran medida<sup>77</sup>, aunque hay, como se presentó anteriormente, un margen importante de mejora. Los planes de expansión de los países tienen amplios portafolios de proyectos renovables (un resumen de estos se muestra en el anexo V del presente documento). La gran tarea pendiente para un despliegue de mayor escala se alcanzará con el uso de las renovables en todos los sectores de consumo (las viviendas, la industria —micro, pequeña, mediana y grande—, el comercio, los servicios incluyendo el transporte y el agua, el agro y el sector público) y en todas las tecnologías (desde la fuente solar y en aplicaciones fotovoltaicas y térmicas, hasta la geotermia de baja entalpía, así como las hidroeléctricas, en particular las de capacidades micro, pequeña y mediana).

Es necesario hacer una vinculación directa con los sectores productivos y de servicios que son los que deben implementar los cambios necesarios en su matriz de consumo energético. También podría ser un pilar para avanzar hacia la universalización de los servicios de energía, pero ello requeriría de nuevos esquemas que permitan avanzar en la prestación de servicios de energía eléctrica por otros actores (pequeñas empresas de servicios energéticos, empresas municipales y asociaciones voluntarias de propiedad conjunta, como las cooperativas rurales) y favoreciendo el despliegue de soluciones descentralizadas.

### a) Energía solar y eólica

En el caso centroamericano, la energía eólica y principalmente la energía solar han emergido como tecnologías disruptivas, representando el 7,1% de la producción de electricidad de los países del SICA en 2019. En dicho año había 1.580 MW eólicos instalados y 1.416 MW solares conectados a las redes de transmisión y distribución primaria (véase el anexo II del presente documento), lo que representa un avance importante en la generación eléctrica. La tarea aún pendiente es la utilización de estas energías renovables en los sectores productivos (calor, frío,

---

<sup>77</sup> Durante 2018 las fuentes renovables aportaron el 60,7% de la producción de electricidad en los ocho países del SICA, lo cual representó una cifra récord. Durante 2019 las fuentes renovables redujeron significativamente su participación como resultado de la merma en la hidroelectricidad derivada del fenómeno climático conocido como ENSO (Niño Oscilación del Sur, fenómeno originado en el océano Pacífico), representando el 52% de la producción de electricidad (véase el anexo II al presente documento).

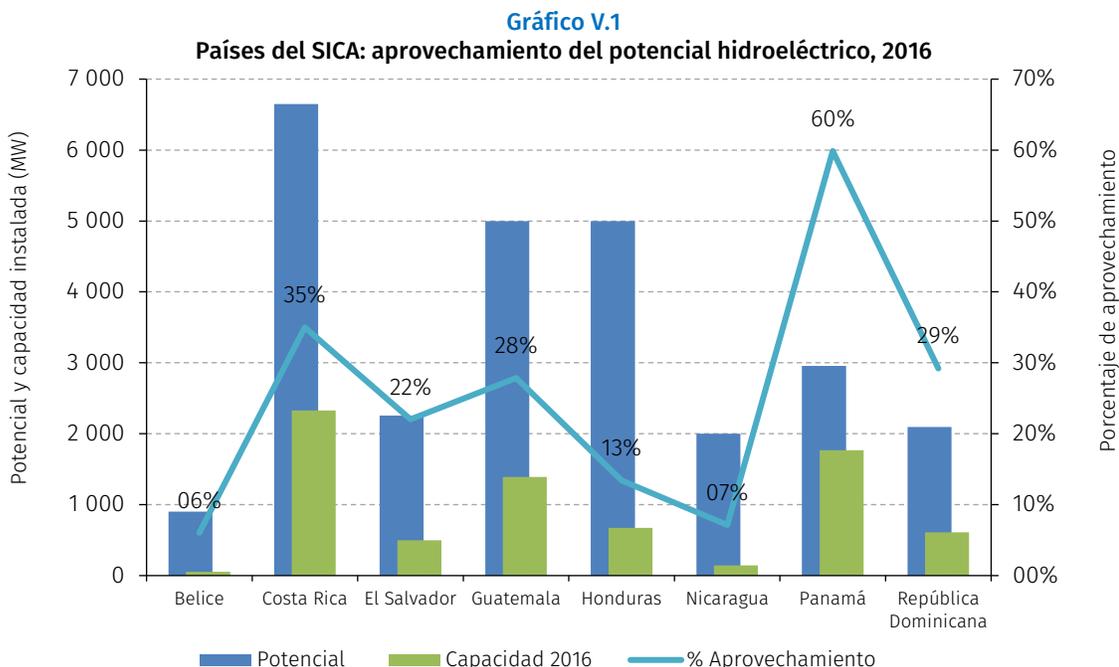
entre otros) y el aumento de su empleo en las viviendas para usos calóricos (por ejemplo, calentamiento de agua).

Los avances tecnológicos y la reducción de costos han impulsado el avance de esas tecnologías, principalmente la energía solar fotovoltaica, cuyo costo se redujo en 50% entre 2010 y 2017 (IRENA, 2017a). Los proyectos a escala de distribución pueden competir económicamente con las nuevas instalaciones de generación basadas en combustibles fósiles. En los países no se cuenta con un inventario de los metros cuadrados de superficie de colectores solares instalados (y su equivalente energético), ni tampoco políticas para promover su uso. Las cocinas solares podrían ser una solución para la cocción en viviendas ubicadas en zona rurales alejadas y en condiciones de estrés forestal.

Debe tenerse presente que una mayor penetración de las energías renovables variables requerirá acciones nacionales y regionales, entre ellas las evaluaciones de flexibilidad de los sistemas eléctricos para el acomodo de estas tecnologías. Estos estudios deberán considerar una visión global, considerando los segmentos de generación, distribución, transmisión, almacenamiento, gestión de demanda y nuevos usos, como los asociados a mayor movilidad eléctrica (IRENA, 2018b).

### b) Hidroelectricidad

La hidroelectricidad es el recurso energético renovable que ha sido aprovechado en buena medida en la región, pero resta aún un potencial importante (véase el gráfico V.1). Estos recursos parecen estar cuestionados desde hace un tiempo por los impactos ambientales y sociales asociados a estos desarrollos. No obstante, se trata de un recurso renovable, limpio, conocido y sobre el que la región tiene una vasta experiencia.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y la sede subregional de la CEPAL en México.

Es importante continuar con su desarrollo, con un enfoque orientado hacia la sociedad. En un reciente documento elaborado por organismos de desarrollo y energía de la región se considera que se debe desarrollar el enorme potencial de recursos hidráulicos no aprovechados, para lo que será necesario poner un especial énfasis en el licenciamiento socioambiental, de modo que no se convierta ni en una verdadera amenaza ambiental ni en un freno al desarrollo energético. Para ello se debe reforzar la aplicación de buenas prácticas de gestión ambiental y comunicación con los distintos grupos de interés (CAF, 2013).

En 2019 la capacidad instalada hidroeléctrica en los países del SICA ascendió a 7.834 MW), lo cual permitió generar alrededor del 31% de la producción de electricidad de la subregión (21.454 GWh). Debe mencionarse la significativa merma de la producción hidroeléctrica en dicho año (21% inferior a la registrada en 2018), singularidad que fue el resultado de la reducción del régimen de lluvias, causado a su vez por la presencia de fenómeno climático conocido como ENSO (Niño Oscilación del Sur, fenómeno originado en el océano Pacífico) y otra conjugación de eventos probablemente asociados al cambio climático. No obstante la significativa merma de la producción hidroeléctrica, la capacidad de reserva existente en los sistemas eléctricos nacionales, y, en el caso de los países centroamericanos, la interconexión eléctrica del SIEPAC, evitaban crisis de suministro de electricidad. La mayor vulnerabilidad de los recursos hidroeléctricos a los fenómenos climáticos requerirá de la revisión de criterios de reservas y de las políticas y acciones para la diversificación de la matriz energética de los países.

### c) Geotermia

Cinco de los ocho países del SICA cuentan con aprovechamientos geotermoeléctricos, que representaron 5,7% de la producción de electricidad de esta subregión (2019). Aun considerando la larga historia (de más de siete décadas de prospecciones geotérmicas en algunos países) los inventarios existentes de recursos geotérmicos son muy limitados, en su mayor parte consistentes de reconocimientos geológicos superficiales que no cuentan con la información suficiente para tener cálculos bien fundamentados —con perforaciones de suficiente profundidad y diámetro, análisis químicos de los fluidos, densidad y temperatura, modelado de campos, entre otros— del potencial teórico y la calidad del vapor (de baja, media y alta entalpía). Teniendo presente esa anotación, se menciona una estimación preliminar del potencial geotérmico por desarrollar en seis países centroamericanos, del orden de 2.750 MW de potencia neta entregada por centrales geotérmicas (Dolezal, 2013, véase el anexo II). Dos países no cuentan aún con reconocimientos y prospecciones geológicas que permitan dimensionar futuras instalaciones (Belice y la República Dominicana).

Además de la producción de electricidad, existen muchas oportunidades para la utilización del calor geotérmico en procesos industriales (el calor residual y los condensados de vapor se pueden utilizar en el proceso de deshidratación de frutas y productos agrícolas, en industrias como la cerámica, alimentos y otras), lo que, aun con la abundancia del recurso, ha sido poco aprovechado (en especial en El Salvador y Guatemala se registran algunos ejemplos), representando una oportunidad a considerar para el futuro desarrollo de parques industriales. Por el contrario, el uso directo de fuentes termales para fines recreativos, turísticos y médicos está presente en todos los países, pero aún queda un potencial muy alto sin utilizar.

Se han efectuado diagnósticos para determinar los factores que limitan el desarrollo geotérmico en los países. En algunos casos las mayores debilidades se encuentran en los marcos institucionales (ya sea en su carencia o en su insuficiencia), siendo esto más notorio en los casos en los que el desarrollo de nuevas centrales quedó en manos de inversionistas privados. Durante las etapas iniciales de desarrollo, se requieren inversiones significativas, que inciden en la

incertidumbre percibida en el recurso. Ello constituye una barrera sustancial para la movilización del capital de riesgo necesario para financiar la perforación exploratoria<sup>78</sup>.

Otras barreras existentes están relacionadas con aspectos: institucionales (deficiencias en la planificación estratégica, inventarios limitados); el marco legal y regulatorio (concesiones, incentivos, regulación del uso de aguas subterráneas, entre otros), y temas ambientales (en especial cuando el recurso coincide con los parques nacionales y reservas ecológicas), los que han sido abordados en diversos estudios (IRENA, 2017, y ESMAP, 2016). No obstante, se deben reconocer muchas bondades del recurso. A las ya apuntadas (bajos impactos ambientales, costos bajos de producción, alta confiabilidad, oferta de energía firme e inmunidad o indiferencia del recurso a los efectos nocivos del cambio climático), debe considerarse una menor conflictividad social (a diferencia de los recursos hídricos, que siempre tendrán un conflicto con los usuarios del agua en las diferentes partes de la cuenca considerada).

Los hechos anteriores sustentan la importancia del recurso geotérmico en los países del SICA, que jugará un papel fundamental en el desarrollo del sector energético. Después de la hidroelectricidad, la energía geotérmica constituye la segunda fuente renovable de energía de importancia en tres países (El Salvador, Nicaragua y Costa Rica). En otros dos países (Honduras y principalmente en Guatemala), el recurso está escasamente aprovechado y podría incrementar sustancialmente su participación en la matriz energética. Para los casos de Belice, Panamá y la República Dominicana es necesario continuar los esfuerzos de prospección y evaluación del recurso para determinar el potencial aprovechable y las vocaciones para el uso del recurso.

#### d) Biocombustibles

En los países del SICA los resultados obtenidos por los países no han sido favorables. Dos claras barreras aparecen para el desarrollo de estas fuentes. La primera está relacionada con los incentivos y protección de mercados (los agroindustriales buscan un mecanismo que les asegure un precio piso, independiente del precio internacional de los derivados del petróleo). La segunda barrera está relacionada con la frontera agrícola, la competencia con tierras dedicadas a la producción de alimentos básicos y la seguridad alimentaria. Las experiencias con nuevas especies (jatropha o piñón e higuierilla, principalmente) no dieron los resultados que se esperaban. En el futuro desarrollo de los biocombustibles, una opción está vinculada al desarrollo de nuevas variedades, adecuadas para las condiciones de los países del SICA, con posibilidad de adaptación en terrenos agrestes, que no compitan con la producción de alimentos<sup>79</sup>. Lo anterior deberá evaluarse en el marco del desarrollo sostenible y considerando los servicios ambientales que los biocombustibles pueden proporcionar.

En la reactivación de iniciativas para la promoción de biocombustibles se deberán considerar los aspectos anteriores, considerando la dimensión social de los biocombustibles (los aspectos de generación de empleo y la incidencia en la seguridad alimentaria). Asegurado lo anterior, se deberá cumplir con elementos clave para el desarrollo comercial de los biocombustibles: obligatoriedad de mezcla, asegurar la producción y el suministro y fórmulas de precios y garantías de pago. La obligatoriedad de mezcla es esencial para que se produzcan los

<sup>78</sup> La exploración y desarrollo de proyectos geotérmicos conlleva ciertos riesgos, principalmente el riesgo en la exploración y del recurso. Es decir, al hacer una perforación no se tiene la certeza del tamaño y la calidad del recurso geotérmico, lo que afecta también la planeación y diseño del número de perforaciones requeridas y el diseño de la capacidad del sistema. Esta etapa puede tardar hasta diez años antes de que se pueda comenzar a generar electricidad, por lo mismo, el riesgo financiero es una de las barreras más grandes que existen para el mayor desarrollo de este recurso.

<sup>79</sup> Este tema está siendo revisado por la Red Mesoamericana de Biocombustibles en el marco de una iniciativa mesoamericana en la que participan los centros de investigación en biotecnologías de la región de los países del SICA, México y Colombia.

combustibles compuestos, primer paso para establecer un mercado de biocombustibles. Por el tamaño de los mercados y los territorios de los países, no debe descartarse la coordinación para implementar un plan regional o subregional de biocombustibles. En este caso, la participación de las instituciones encargadas de la regulación y monitoreo de los mercados de hidrocarburos y del Comité de Directores de Hidrocarburos del SICA será indispensable.

En síntesis, será necesario actualizar los estudios para determinar la capacidad real de producción de biocombustibles, bajo escenarios y condiciones que satisfagan las restricciones ambientales y sociales y considerando las políticas agroindustriales y de seguridad alimentaria. Lo anterior permitirá conocer las mezclas posibles y sus límites (por ejemplo, entre 5% y 7% de biodiésel y 10% de bioetanol). El siguiente paso sería establecer las bases de negociación con los sectores agroindustriales para asegurar la producción de biocombustibles para las mezclas y la compra sobre la base de fórmulas de precios claramente establecidas con las debidas garantías de pago<sup>80</sup>.

### e) Biomasa

Después de los derivados del petróleo, la biomasa es el energético más utilizado en los países que conforman el SICA. En 2016 el 31% del consumo final de la energía utilizada por esos países correspondió a la biomasa, con las participaciones siguientes: Guatemala (56,5%); Honduras (44,1%); Nicaragua (40,2%); El Salvador (8,2%); República Dominicana (7,4%); Panamá (6,2%); Costa Rica (6%), y Belice (2,6%) (OLADE, 2017). En su mayor parte (86% a escala subregional) corresponde a leña y una fracción pequeña a carbón vegetal, que constituyen el principal combustible utilizado en la cocción de alimentos por las familias, especialmente en las zonas rurales y en las familias de menores ingresos. Generalmente este es el único energético al que tienen acceso las familias en situación de pobreza extrema. Una pequeña fracción de la biomasa (14%) es utilizada en industrias artesanales (panaderías, ladrilleras y otras). En algunas zonas de clima templado y frío, la leña es utilizada en calefacción y para calentar agua (CEPAL, 2018f).

El uso inadecuado de leña en estufas en las viviendas mediante fogones abiertos o estufas sin sistema de recolección de gases tiene implicaciones en la salud de las familias, pues el humo contaminante generado por el uso de leña en estufas tradicionales puede derivar en enfermedades respiratorias y pulmonares. Asimismo, la utilización desmedida de leña puede ocasionar deforestación y afectar el equilibrio de los ecosistemas que están siendo explotados. En las últimas décadas han incrementado los modelos de cocinas mejoradas de leña, especialmente en Honduras, Nicaragua y Guatemala, gracias a varias ONG y a programas que han impulsado los gobiernos.

El segundo aspecto de la biomasa es el relacionado con el potencial que este recurso tiene para su uso moderno, por ejemplo, en la agroindustria. Es el caso del uso de los residuos de las cosechas agrícolas que puede tener un importante poder calorífico y por tanto puede utilizarse para la producción de calor y en algunos casos, para la producción de electricidad (bajo el esquema de cogeneración), todo ello con beneficios económicos y ambientales que mejoran la eficiencia en las cadenas de valor de los procesos agroindustriales. Asimismo, hay un potencial importante relacionado con los cultivos energéticos para la producción de biocombustibles. Mediante la utilización de excretas, actividades como la ganadería, la porcicultura y la avícola tienen un potencial para la producción y aprovechamiento de biogás (metano, una de las fuentes

---

<sup>80</sup> Las fórmulas de precios son un tema esencial para establecer un mercado de biocombustibles. Normalmente se trabaja con fórmulas doblemente referenciadas, a paridad e importación del biocombustible y paridad de exportación del producto asociado (aceite de palma o azúcar crudo) para establecer una banda de precios dentro de la que los productores estén en una zona de confort para mantener el abastecimiento al mercado interno.

de GEI más importantes), lo que además del beneficio ambiental, también puede mejorar la eficiencia de los procesos en esas actividades económicas.

En la industria azucarera los ingenios han utilizado el calor del bagazo de caña en sus procesos de producción, utilizando el calor para el calentamiento de vapor y producción de electricidad para el consumo propio. Fue hasta fines de la década de 1980 cuando se registraron los primeros casos de inyección y venta de excedentes de electricidad, primero hacia las redes eléctricas de las distribuidoras y posteriormente hacia las de transmisión nacional y la red regional del SIEPAC. En 2019 la energía del bagazo de caña (en algunos casos se utilizan plantaciones energéticas como el *king grass*) permitió inyectar excedentes de energía eléctrica hacia las redes y alcanzó una participación del 5,2% de la electricidad producida ese año, con los siguientes números por país: Belice (33,6%); Guatemala (15,2%); Nicaragua (13,5%); El Salvador (9,7%); Honduras (4,9%), República Dominicana (1,1%) y Costa Rica (0,6%), véase el anexo II del presente documento) (véase el anexo II). Estos datos representan números importantes a nivel latinoamericano, solo superados o comparados con los registrados en el Brasil y Colombia.

En cuanto a la producción de biogás, en casi todos los países se registran casos de aprovechamiento de este subproducto, en especial en granjas porcinas y avícolas y en vertederos. El caso más significativo se ha dado en El Salvador, en donde se han llevado a cabo licitaciones para comprar energía eléctrica distribuida utilizando tecnologías que han incluido el biogás. En 2017 se reportaron inyecciones de electricidad procedentes de biodigestores en los mercados minoristas de electricidad (o en las redes de media tensión) del orden de 60,9 GWh: El Salvador (56%), Guatemala (29%) y Panamá (16%); en los tres casos se contabiliza la producción en vertederos metropolitanos, con plantas construidas en los últimos años. En todos esos casos, una porción mayor de la energía y la electricidad producida fue consumida en los procesos de las agroindustrias.

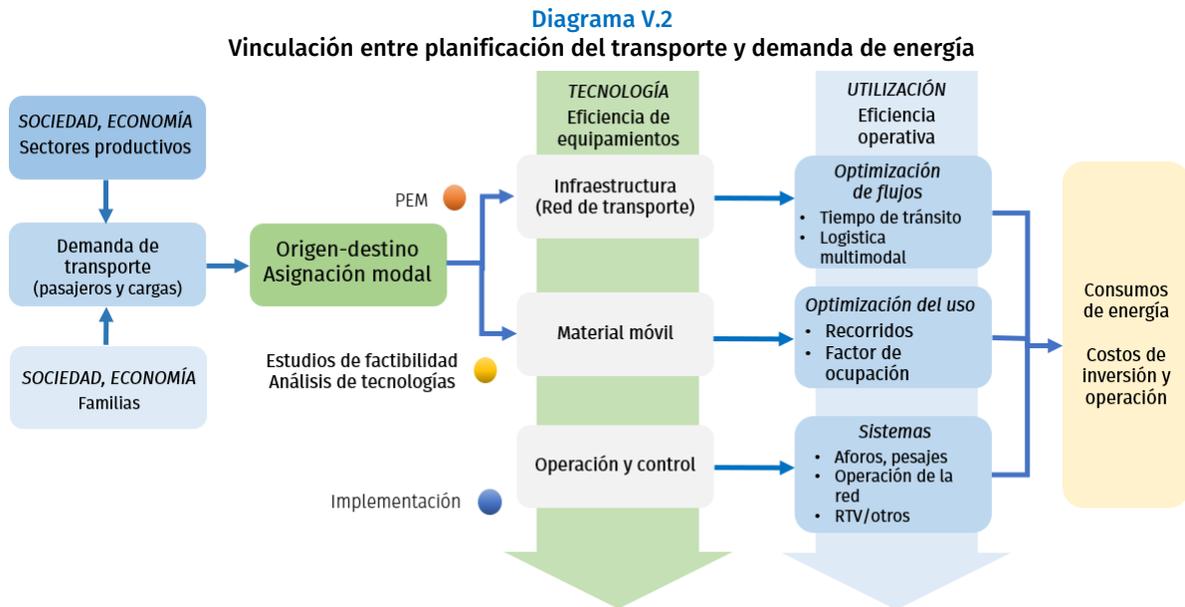
Algunos ingenios han incursionado en la producción de etanol, que en su mayor parte ha sido exportado hacia los Estados Unidos y Europa (véase el anexo I al presente documento). Existen varios ejemplos de utilización de otros residuos agroforestales (entre ellos los residuos de los beneficios del café), pero no se cuenta con cifras sobre el volumen aprovechado y la energía utilizada, la mayor parte en forma directa en los procesos de secado.

Para mejorar la cuantificación de recursos biomásicos en la región, la CEPAL inició en 2017 el desarrollo del “Sistema Geoespacial para la Evaluación del Potencial Energético de los Recursos Biomásicos de los países del SICA”, iniciativa que se lleva a cabo con el apoyo de la UNAM. El objetivo principal es cuantificar el potencial teórico-técnico de los recursos biomásicos tomando en cuenta diferentes condiciones como uso de suelo, áreas naturales protegidas y elevación del terreno, con el propósito de ofrecer a los planificadores energéticos una herramienta de fácil utilización en la estimación del potencial energético de la biomasa, para insertar dicho recurso dentro de la oferta de energía renovable y la discusión de políticas para incentivar el uso de dicho recurso.

### 3. Eficiencia energética en transporte

Existe una vinculación estrecha entre planificación del transporte y el manejo de la demanda de energía del sector (véase el diagrama V.2). La economía es el controlador de la demanda de transporte, en pasajeros y cargas. Dado el carácter territorial de los sistemas de transporte, los estudios origen-destino son fundamentales para la asignación modal que permite definir las características tecnológicas de las redes de transporte, el material móvil y los sistemas de operación y control. La tecnología determina la eficiencia de los equipamientos, su utilización

determina las eficiencias operativas y finalmente esto determina las características del consumo energético y los costos de inversión y operación.



Fuente: Elaboración propia con datos de ENERINTER.

Se deben realizar en la región algunos estudios básicos de planificación del transporte:

- Unificación de criterios de información y bases de datos regionales, con tendencia a realizar una apertura detallada de variables y consumos, considerando tecnologías actuales y nuevas.
  - Parque por tipo de vehículo y de motor, recorridos medios, consumos por kilómetro.
  - Pasajeros: transporte automotor privado y público, sistemas guiados electrificados.
  - Cargas: vehículos livianos, medianos, pesados, por tonelajes.
- Matrices de origen-destino, todos los medios y modos de transporte, pasajeros y cargas. Este aspecto es fundamental para formular un plan de transporte y una adecuada modelación del consumo energético.
- Movilidad sostenible y electromovilidad (proyectos en operación y ejecución, iniciativas aprobadas y criterios de sostenibilidad, incluyendo la eficiencia energética).
- Normas y estándares para importación de vehículos.
- Formulación de un plan de transporte integrado.
  - Pasajeros, urbano e interurbano, multimodal.
  - Cargas, cadenas logísticas multimodales.

#### 4. Eficiencia energética en los sectores productivos y el subsector eléctrico

Como se ha mencionado, existe un potencial de aumento de la eficiencia energética, la utilización de energías renovables como solar, eólica y residuos agroindustriales y de la cadena agroforestal. Es necesario establecer sistemas de certificación que permitirán a las empresas acceder a nuevos mercados con requisitos ambientales más exigentes, aumentando y diversificando exportaciones.

Es necesario elaborar:

- Planes de desarrollo industrial dentro de un esquema integrado de cadenas de valor.
- Planes de eficiencia energética y energías renovables, incluyendo importación o desarrollo nacional de tecnologías.
- Sistemas de certificación para promover las exportaciones con base en producción limpia.
- Programas para mejorar la eficiencia operativa y comercial de los sistemas eléctricos, mejorando incluso las pérdidas técnicas mediante la aplicación de técnicas de ingeniería de distribución y la introducción paulatina de tecnologías avanzadas para la configuración de redes inteligentes (véase el recuadro V.1).

##### Recuadro V.1 Ingeniería de distribución y redes inteligentes

En términos de pérdidas eléctricas, hay una porción de estas que son inherentes a la física de la electricidad, como las pérdidas por generación de calor en conductores de líneas y transformadores, corrientes parásitas, efecto corona en líneas aéreas, entre otros. Estas son pérdidas técnicas, que son inevitables, es decir, no pueden eliminarse, pero sí minimizarse. Estas son las pérdidas en las redes de transmisión y distribución. Además, hay otra categoría de pérdidas que no se da en las redes, que son pérdidas no técnicas o comerciales en el negocio de la distribución y comercialización, por conexiones clandestinas (energía no factura) y problemas de cobranzas.

Hay una tendencia generalizada a eliminar las pérdidas comerciales y a reducir las pérdidas técnicas a niveles del orden del 10% al 12%, como un rango aceptable, ya que se considera que ir más allá no sería justificable desde el punto de vista de la relación beneficio/costo. No obstante, no hay una justificación técnica para aceptar pérdidas en redes de distribución que sirven áreas concentradas como las ciudades, a niveles superiores del rango de 6% a 8%.

Las redes inteligentes se vislumbran como una alternativa tecnológica para operar un sistema eléctrico de manera integrada que permita maximizar la eficiencia de un sistema interconectado. La red eléctrica inteligente se puede definir como la integración dinámica de los desarrollos en ingeniería eléctrica y en almacenamiento energético y los avances de las tecnologías de la información y la comunicación (o TIC), dentro del negocio de la energía eléctrica (generación, transmisión, distribución, almacenamiento y comercialización, incluyendo las energías alternativas conectadas en forma distribuida a las instalaciones de los usuarios), que permite que las áreas de coordinación de protecciones, control, instrumentación, medida, calidad y administración de energía y transacciones, entre otros, sean concatenadas en un solo sistema de gestión, con el objetivo primordial de realizar un uso eficiente y racional de la energía eléctrica.

La red eléctrica inteligente es una forma de gestión eficiente de la electricidad que utiliza la tecnología informática para optimizar la producción, el transporte y la distribución de electricidad, con el fin de equilibrar mejor la oferta y la demanda entre productores y consumidores. El término red inteligente se asocia a veces con el concepto de medidores inteligentes, capaces de ofrecer una facturación detallada por franjas horarias, lo que permitiría a los consumidores no solamente elegir las mejores tarifas de entre las diferentes empresas eléctricas, sino también discernir entre las diferentes horas de consumo, lo que a su vez permitiría un mejor uso de la red. Este sistema también permitiría mapear con más precisión el consumo y anticipar mejor las necesidades futuras a escala más local.

La irrupción de las energías renovables en el panorama energético ha cambiado notablemente los flujos de energía en la red eléctrica: ahora los usuarios no solo consumen, sino que también producen electricidad a través de la misma red. Por tanto, el flujo de energía es ahora bidireccional. Una red inteligente administra las transacciones de electricidad desde los proveedores a los consumidores usando una tecnología digital bidireccional para controlar las necesidades del consumidor. Esto ayuda a ahorrar energía, reducir costos y garantiza la transparencia de las operaciones y transacciones y la integridad de los sistemas de información que las respaldan.

Fuente: Elaboración propia.

## 5. Otros

### a) *El gas natural y la diversificación de oferta de combustibles fósiles*

La República Dominicana utiliza el gas natural (GN) desde 2003 y su uso ya se ha extendido al sector transporte (especialmente en una pequeña flotilla de taxis) y al sector industrial por medio de pequeños gasoductos. En agosto de 2018 entró en operación en Panamá la primera central de ciclo combinado a gas, con una capacidad instalada de 381 MW y una regasificadora de 180.000 m<sup>3</sup>, que podría convertirse en un centro regional de operaciones<sup>81</sup> y evolucionar a una red de gasoductos virtuales<sup>82</sup> que llevarían el producto a los países centroamericanos, para su uso tanto en la industria como en termoeléctricas de pequeña capacidad.

Existen otros proyectos importantes de producción de electricidad. Uno en El Salvador, en construcción, programado para entrar a operar a fines de 2021, y dos centrales termoeléctricas en Panamá, que podrían entrar en operación en 2024 y 2027. También se ha planteado el desarrollo de un gasoducto desde México para alimentar a los países del norte de Centroamérica, proyecto que por su complejidad tomaría al menos ocho años.

En el contexto energético actual, el desarrollo internacional del GN aparece como una fuente de energía que funciona como eslabón de transición hacia una diversificación que gradualmente irá reduciendo la participación del petróleo y sus productos derivados (por tanto, reducirá la exposición de los países a la volatilidad de los precios petroleros). Además, la producción de electricidad con GN permite obtener niveles de eficiencia más altos y a precios muy competitivos, escenario favorable que podría extenderse a la presente década.

La introducción del GN se ha llevado a cabo a partir de iniciativas nacionales para diversificar la matriz de generación eléctrica y para reducir las emisiones y los costos de la energía termoeléctrica. Es necesario realizar un estudio a escala regional con visión integral (no solo para transporte o generación eléctrica o industria sino todas las demandas en conjunto, las fuentes de suministro, los costos de inversión en infraestructura, entre otros) con el propósito de identificar las complementariedades y beneficios para la región y la pertinencia de promover un marco regulatorio regional para este energético. Esta iniciativa debiera ser liderada por el CME y el Comité de Directores de Hidrocarburos (anteriormente CCHAC).

<sup>81</sup> En primera semana de febrero de 2019 se informó de la llegada a Panamá de los dos primeros camiones cisterna que serán usados en transportar gas natural por Panamá y los países Centroamérica. Los camiones se abastecerán en la planta de AES Colón que se encuentra en operación desde 2018.

<sup>82</sup> Los “gasoductos virtuales” son un modo de transporte físico del gas natural (por buque metaneros de menor tamaño para el transporte marino (lacustre o fluvial) o transporte terrestre). La compresión del gas natural reduce el volumen del gas aproximadamente 300 veces. Se utilizan pequeños contenedores con capacidad equivalente a 1.500 metros cúbicos de gas, de esta forma puede transportarse por vía terrestre en camiones o por vía marítima incluso en pequeñas embarcaciones.

### b) Integración eléctrica

Estas tareas han sido encomendadas a los entes del mercado eléctrico regional del SIEPAC. Se citan como parte de la Estrategia Energética 2030 del SICA, dependiendo del dialogo necesario entre los subsectores energéticos. Por ejemplo, la introducción de gas natural siempre se apalanca en proyectos de generación de electricidad y, luego de un período de maduración, este energético empieza a incursionar en otros usos (transporte e industria). En el caso de las energías renovables, un gran despliegue de esas tecnologías (como la planteada en la iniciativa del corredor centroamericano de energías renovables, CECCA) requerirá seguramente de ajustes en el diseño del mercado eléctrico y en las regulaciones nacional y regional.

### c) Nuevas tecnologías para apoyar a la transición energética

En el anexo VI se presenta un resumen de la situación actual de las principales tecnologías renovables y de los desarrollos técnicos que acompañan a la actual transición energética en el mundo (medición inteligente, digitalización y el *blockchain*). El incremento de las energías renovables variables (ERV), en particular en forma distribuida, planteará retos y oportunidades, en especial en el caso de los países centroamericanos, que tienen un grado importante de avance en la integración de sus sistemas. Un despliegue regional de las renovables a gran escala requerirá, además de la infraestructura física, de ajustes a la normativa relativa al diseño del mercado, tanto desde la demanda, como desde la oferta. Esos retos deberán ser abordados dentro de la iniciativa de corredor centroamericano de energías renovables (CECCA). Los desarrollos en el almacenamiento permitirán ampliar la flexibilidad de las ERV y representarán un área de gran oportunidad. Diversos reportes técnicos coinciden que el rápido descenso de los costos y precios de las baterías vislumbrará en los próximos años (no más allá de 2029), precios competitivos a esta tecnología y, por tanto, dará un impulso adicional a la energía solar (WM, 2020).

## C. El papel de la integración regional

### 1. Eficiencia energética y energías renovables: la demanda

Tradicionalmente la integración regional siempre fue pensada por lado de la oferta, sobre todo para el mercado eléctrico, que es donde más se avanzó. Actualmente se enfrenta el gran desafío de aprovechar los beneficios de la cooperación regional para impulsar la eficiencia energética y las energías renovables por el lado de la demanda, así como capitalizar el hecho de ser una región con un gran potencial humano y recursos capaces de tomar decisiones conjuntas que puedan armonizar sus políticas por medio de la regulación de sus patrones de consumo, modelos de transporte, energéticos y otros.

En este sentido, un tema central es el del transporte, que es una parte esencial de la cadena de producción y logística. Más allá del consenso existente sobre la movilidad sostenible, esto se concentra fundamentalmente en el transporte de pasajeros y en el automóvil eléctrico, que como ya se ha mencionado no resuelve por sí mismo los problemas de transporte, sobre todo urbano. En estos temas se requiere tener presente el desafío de la coordinación interinstitucional, ya que el transporte (su logística, infraestructura, planificación, regulación y supervisión) corresponde a ministerios e instituciones específicas (ministerios de transporte, municipalidades, instituciones reguladoras del transporte, entre otros).

En la región ya hay experiencias con sistemas de transporte público de pasajeros eléctricos en operación con el metro de Santo Domingo, en operación desde diciembre de 2008 y el metro

de Ciudad de Panamá, en operación desde abril de 2014, así como proyectos como el tren eléctrico de cercanías en Costa Rica. No obstante, la tarea pendiente en los países de la región es enfrentar el problema del transporte de carga, que es el mayor consumidor de energía dentro del sector transporte. De esta manera, dado el encadenamiento descrito en las cadenas de valor de la producción con la logística y el transporte, este es ya un tema central que se puede enfocar con ventajas comparativas desde la óptica regional. Así lo demuestran algunos avances realizados en el tema, como la Política Marco Regional de Movilidad y Logística en Centroamérica (Coordinación de la Comisión Técnica Regional de Movilidad y Logística, 2016; Roberto Salazar, 2017).

La problemática más relevante que Centroamérica comparte en materia de desempeño logístico demanda soluciones coordinadas e integrales, para lo que ya se delinearon algunas acciones prioritarias regionales y que deben seguir elaborándose hasta poner en práctica un plan y un sistema regional de transporte y logística eficiente. Una de las cadenas de logística y transporte podría ser la de los derivados del petróleo.

## 2. El subsector eléctrico

Hay elementos positivos en el mercado regional, ya que los intercambios entre países aumentaron y la segunda línea del SIEPAC será uno de los factores relevantes del proceso de integración subregional que requerirá el mayor esfuerzo para su ejecución, durante los primeros años de la tercera década del presente milenio. El reto será recuperar la capacidad de transmisión regional y avanzar en la armonización regulatoria.

El salto cualitativo en el mercado regional tendrá dos grandes vertientes: a) impulsar el desarrollo conjunto de proyectos regionales de generación, compartiendo reserva y bajando costos de abastecimiento, viabilizando el aprovechamiento de economías de escala en proyectos hidroeléctricos, así como de gas natural para cubrir la base de la curva de demanda (esto dependerá de la disposición de los países para aceptar un margen de autosuficiencia menor, dentro de límites que no comprometan la seguridad de abastecimiento), y b) facilitar y viabilizar las transacciones regionales de energía para promover un gran despliegue de estos recursos, dando vida al Corredor Centroamericano de las Energías Limpias (CECCA), lo que requerirá cambios y ajustes regulatorios en el mercado eléctrico regional (MER), su diseño y las interfaces con las regulaciones nacionales.

Las interconexiones del SIEPAC con México y con Colombia constituyen también iniciativas que podrían cristalizarse en la década 2021-2030. En ambos casos, primero debe contarse con una opinión favorable de los países centroamericanos que colindan con América del Norte y América del Sur (Guatemala y Panamá, respectivamente). La experiencia positiva de una década de transacciones de electricidad entre México y Guatemala (para cuya viabilización se requirió de la cooperación virtuosa de todos los países del SIEPAC, para reducir riesgos en la seguridad operativa del MER) permite visualizar muy buenas perspectivas para esta interconexión. El CDMER coordina con la Secretaría de Energía de México los pasos que se requerirán para llevar a cabo un estudio de factibilidad de este enlace.

En la actualidad los países han avanzado en la discusión de un tercer protocolo al Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, con el propósito de fortalecer la gobernanza del MER; lograr una mayor coordinación de los procesos de planificación y ejecución de la expansión de la transmisión entre los niveles nacional y regional; dinamizar el proceso de armonización regulatoria y establecer las bases para el tratamiento de las interconexiones y los intercambios extrarregionales, y proveer un mecanismo imparcial e independiente para la revisión de las decisiones regulatorias regionales.

### 3. El gas natural

Una línea de acción clara es el análisis de la introducción del gas natural en la matriz energética de la región de forma integral, fundamentalmente para generación eléctrica, uso industrial y transporte. Las grandes inversiones en infraestructura que se requieren y las características de los mercados energéticos de la región indican que un enfoque de integración regional sería altamente beneficioso. Un tema central para avanzar con esta línea estratégica del gas natural es elaborar marcos regulatorios que incluyan sistemas de precios claramente establecidos en todas las etapas de la cadena de importación, transporte, distribución y comercialización hasta llegar a los usuarios finales en transporte, industria y generación eléctrica. Este es un tema que debe ser impulsado por el CME.

### 4. Combustibles derivados de petróleo

En este sector se deben continuar y concretar los esfuerzos de actualización y armonización de normas técnicas para tener especificaciones técnicas acordes con los productos disponibles en los mercados internacionales. De los 17 reglamentos técnicos centroamericanos vigentes, 13 lo están desde 2006, tres desde 2007, solamente uno, referente a especificaciones del diésel, fue revisado en 2014. En algunos parámetros clave se establecen límites máximos, a veces bastante holgados, dejando a cada país la determinación de sus propios valores (Gobierno de Guatemala, Ministerio de Economía, 2018). En 2019 los países del SICA retomaron la discusión para actualizar los reglamentos de gasolina, biodiésel, diésel y GLP.

La optimización del uso de la infraestructura portuaria y de almacenamiento de derivados de petróleo puede ser otras de las líneas de avance en la cooperación regional en el tema de los hidrocarburos, desarrollando sistemas de logística y transporte que permitan reducir los costos operativos del abastecimiento<sup>83</sup>. Recientemente, en el marco de la Unión Aduanera, Guatemala y El Salvador llegaron a un acuerdo sin precedentes en la historia de la integración regional: el primer país cedería los terrenos para construir una terminal portuaria de El Salvador en el océano Atlántico<sup>84</sup>.

Ya desde hace varios años las empresas importadoras y comercializadoras de GLP a granel operan de forma regional, por ejemplo, ingresando por Puerto Cortés (Honduras), Puerto Quetzal (Guatemala) y La Unión (El Salvador), aprovechan las economías de escala que se obtienen al recibir tanqueros de mayor tamaño y reexportan una parte del producto por vía terrestre hacia otros países de la región. Un esquema similar podría emplearse para los derivados líquidos, sobre todo gasolinas y diésel, aunque deben realizarse los estudios para determinar su viabilidad económica. A este respecto debe recordarse que los productos derivados de petróleo no gozan de libre tránsito dentro de la subregión y sus impuestos asociados representan una fracción importante de la recaudación tributaria de los países. Más allá de la optimización de la infraestructura y su utilización, incluir los hidrocarburos dentro de la iniciativa de la Unión

<sup>83</sup> Algunos países cuentan con capacidad excedentaria de almacenamiento en determinados productos. El caso más relevante es el de las zonas del Canal de Panamá, destinadas al almacenamiento de crudo y diésel marino (o diésel pesado *fuel oil*), este último destinado al transporte marino. Las nuevas restricciones ponen un límite mundial de contenido de azufre en el *fuel oil* utilizado a bordo de los buques de 0,50% a partir del 1 de enero de 2020 (3,5 % en la actualidad). Ello favorecerá al uso de otros combustibles y tecnologías (posiblemente a gas natural), con lo cual se podría prever en los siguientes años una capacidad ociosa de almacenamiento las zonas del Canal de Panamá.

<sup>84</sup> El 29 de enero de 2020, el presidente de Guatemala ofreció a su homólogo de El Salvador la posibilidad de construir y administrar un puerto en la costa del Atlántico guatemalteco con la finalidad de aumentar el comercio y el turismo de ambos países. De concretizarse, esta iniciativa requerirá rehabilitar la infraestructura ferroviaria existente para conectar los océanos Atlántico y Pacífico, para permitir que El Salvador cuente con una salida al océano Atlántico.

Aduanera puede conducir al desarrollo de un mercado regional más eficiente, con beneficios importantes para los consumidores y las empresas operadoras.

## 5. Cadenas productivas de las energías renovables intermitentes

No se puede importar o exportar viento o energía solar y la energía eléctrica que se produce entra a los sistemas interconectados. No obstante, puede generarse una cadena de valor hacia atrás, promoviendo la producción industrial en la región de equipos para fuentes renovables de energía: aerogeneradores, estructuras de torres, paneles fotovoltaicos, colectores planos para agua caliente, sistemas de almacenamiento y otros equipos. Esto va a depender de la evolución y la escala del mercado de renovables en la región, en la que un encadenamiento productivo en la cadena de valor de las fuentes renovables de energía todavía es pequeño, pero se espera un incremento significativo debido a la reducción de costos de las energías renovables variables. A mediano plazo, el almacenamiento podría facilitar una mayor utilización esas tecnologías. Esto deberá considerarse en las proyecciones de la demanda y en la planificación de la oferta.

## D. Plan sectorial de energía del SICA para enfrentar la crisis de COVID-19

En este Plan, aprobado por el Consejo de Ministros de Energía del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) en mayo de 2020, se proponen medidas y acciones de corto plazo (3 a 36 meses) para mitigar los impactos de la pandemia de COVID-19 en el sector energía y evitar que los efectos de esa pandemia pongan en riesgo la sostenibilidad de dicho sector. Los impactos de la pandemia se han sentido en todos los sectores, en particular en el de energía. Como riesgo principal, se ha identificado una potencial afectación en las cadenas de valor de la región, lo que también conlleva impactos económicos negativos que afectan principalmente a la población más vulnerable.

Pese a las acciones tomadas durante estos meses y por la duración de la emergencia, se estima que habrá impactos económicos en el sector por las dificultades en el pago de facturas de electricidad, menor demanda de productos derivados del petróleo y menor demanda de energía eléctrica, entre otros. Entre las acciones que se proponen para garantizar la continuidad de los servicios energéticos en la región están la creación de fondos regionales para aliviar la situación financiera de los agentes de la industria energética afectados por la pandemia (principalmente las distribuidoras de electricidad), la solicitud de períodos de gracia total y la extensión de plazos de pagos a organismos multilaterales, la creación de un protocolo para emergencias para el sector energético y actividades para avanzar en el desarrollo sostenible del subsector eléctrico de los países del SICA.

## E. Sistema de monitoreo

El monitoreo y gestión de la EES-SICA2030 será responsabilidad de la Unidad de Coordinación Energética del SICA (UCE-SICA), actividad que desarrollará en coordinación con las instancias designadas por Consejo de Ministros de Energía (CME). Para esos efectos se recomienda que la UCE-SICA proponga e implemente un sistema de monitoreo que permita:

- Establecer y revisar las prioridades nacionales de los temas considerados en la matriz de acciones para la cooperación e integración energética. Para cada acción de la matriz, los países priorizarán metas de corto, mediano y largo plazo, para entonces establecer indicadores para el corto plazo y luego ir avanzando hacia el mediano y largo plazo.

- Dar seguimiento de las acciones nacionales y monitoreo del avance del ODS 7 y sus tres metas principales (acceso, energías renovables y eficiencia energética).
- Transversalizar las acciones de la matriz dentro de su respectivo país junto con otras dependencias que considere oportuno involucrar.
- Identificar las sinergias nacionales y regionales con el ODS 7 para cumplir la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible.
- Coordinar con las oficinas nacionales respectivas para alimentar el sistema de información energético del SICA.
- Llevar la coordinación (liderazgo) de los temas de la Estrategia asignados por el CME.

Será necesario contar con un sistema de información y comunicación con los organismos de la integración regional, en especial con entes del mercado eléctrico regional y con los grupos de trabajo creados por el CME. Con la información anterior, la UCE-SICA prepara un plan estratégico para implementar la EES-SICA2030, identificando áreas que requieren de cooperación y una cartera de proyectos regionales, y preparará informes periódicos para el CME y para la presidencia protempore del SICA. Se recomienda seguir los principios de MRV (monitoreo, reporte y verificación) y llevar un conjunto de indicadores verificables, cualitativos y cuantitativos para cada tema.



## Bibliografía

- AIE (Agencia Internacional de Energía) (2020), "Global Energy Review 2020", Francia, mayo [en línea] <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>.
- \_\_\_\_\_ (2018a), "Coal, 2018. Analysis and Forecasts to 2023", Francia, diciembre.
- \_\_\_\_\_ (2018b), "World Energy Outlook (Perspectivas de la energía en el mundo)", Francia, noviembre [en línea] <http://iea.org/weo/>.
- ANAM (Ministerio de Medio Ambiente de Panamá) (2007), "Política Nacional de Producción más Limpia". Panamá.
- Asamblea General de las Naciones Unidas (2015), Resolución 70 "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", Nueva York.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2014), "Evaluación Rápida y Análisis de Brecha. Guatemala" *Sustainable Energy for All*.
- \_\_\_\_\_ (2014), "Evaluación Rápida y Análisis de Brecha. Panamá, 2010-2014", *Sustainable Energy for All*.
- \_\_\_\_\_ (2013), "Evaluación Rápida y Análisis de Brecha. Nicaragua", *Sustainable Energy for All*.
- \_\_\_\_\_ (2012), "Evaluación Rápida y Análisis de Brecha. Honduras", *Sustainable Energy for All*.
- \_\_\_\_\_ (2012), "Evaluación Rápida y Análisis de Brecha. Costa Rica", *Sustainable Energy for All*.
- \_\_\_\_\_ (2012), "Evaluación Rápida y Análisis de Brecha. República Dominicana", *Sustainable Energy for All*.
- BOEM (Bureau of Ocean Energy Management) (2020), "Renewable Energy on the Outer Continental Shelf", Washington, D.C. [en línea] <https://www.boem.gov/renewable-energy/renewable-energy-program-overview>.
- BP (2019), "BP Statistical Review of World Energy 2019", 68<sup>th</sup> Edition, London, UK, June.
- CAF (Banco de Desarrollo de América Latina) y otros (2013), "Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina y el Caribe. Aspectos sociales del acceso a la energía".
- CAF (Banco de Desarrollo de América Latina) / ENERINTER-Estudios Energéticos Consultores (2017), "Identificación de Proyectos Estratégicos para la Seguridad energética Regional (PRESER) en países de América del Sur".

- Camargo, C.R. (2005), "Cadenas multimodales. Conferencia sobre Administración Ejecutiva para América Latina y el Caribe". American Association of Port Authorities (AAPA), Miami, Florida, febrero.
- Carbon Brief (2020), "Clear on Climate, COP25: Key outcomes agreed at the UN climate talks in Madrid" [en línea] <https://www.carbonbrief.org/cop25-key-outcomes-agreed-at-the-un-climate-talks-in-madrid>.
- CEAC (Consejo de Electrificación de América Central) (2016a), "Segunda etapa de consolidación del mercado eléctrico regional de América Central. ATN/OC-12388-RG Estudio de Planificación indicativa de la expansión de la generación y transmisión regional de los países de América Central" Informe N° 3: planificación de la expansión de la generación regional, marzo.
- \_\_\_\_\_ (2016b), "Estudio de planificación indicativa de la expansión de la generación y transmisión regional de los países de América Central. Informe N°4: Planificación de la Expansión de la Transmisión Regional", marzo (estudio preparado por la firma PSR para el CEAC).
- Cecelski, E. (2002), *Enabling equitable access to rural electrification: current thinking and major activities in energy, poverty, and gender*.
- CEL/IBM (Centro Español de Logística/International Business Machines Corporation) (2018), "La gestión de la cadena de suministro en la era de la Industria 4.0", *Guía IBM-CEL*.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2020a), "Estadísticas de producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA): datos preliminares a 2019" (LC/MEX/TS.2020/5), Ciudad de México, septiembre.
- \_\_\_\_\_ (2020b), *Plan sectorial de energía del SICA para enfrentar la crisis del COVID-19* (LC/MEX/TS.2020/18), Ciudad de México, Julio.
- \_\_\_\_\_ (2020c), *Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 2018* (LC/MEX/TS.2020/5), Ciudad de México, marzo.
- \_\_\_\_\_ (2020d), *Mujeres y energía* (LC/MEX/TS.2020/7), Ciudad de México, abril.
- \_\_\_\_\_ (2019a), *Centroamérica y República Dominicana: estadísticas de hidrocarburos, 2018* (LC/MEX/TS.2019/25), Ciudad de México, diciembre.
- \_\_\_\_\_ (2019b), "Informe. Reunión de Expertos Sobre Universalización del Acceso a Combustibles Modernos para Cocción de Alimentos en los países del SICA: Propuesta de Plan de Acción para Guatemala, Honduras y Nicaragua" [en línea] <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44938?locale-attribute=es>.
- \_\_\_\_\_ (2019c), *Estadísticas de producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA): datos preliminares a 2018* (LC/MEX/TS.2019/8), Ciudad de México, junio.
- \_\_\_\_\_ (2018a), *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC.G.2681/Rev.2) [en línea] [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf).
- \_\_\_\_\_ (2018b), *Centroamérica y República Dominicana: estadísticas de hidrocarburos, 2017* (LC/MEX/TS.2018/30), Ciudad de México, diciembre.
- \_\_\_\_\_ (2018c), *Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 2017* (LC/MEX/TS.2018/33), Ciudad de México, diciembre.
- \_\_\_\_\_ (2018d), *Evolución de la inversión en América Latina: hechos estilizados, determinantes y desafíos de política*, Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_ (2018e), Hoja de Ruta Regional para Alcanzar la Meta de Acceso ODS 7 (en revisión), México.
- \_\_\_\_\_ (2018f), "Propuesta de hoja de ruta para el grupo técnico de biomasa del Sistema de la Integración Centroamericana", 18 de junio (documento de trabajo).
- \_\_\_\_\_ (2018g), "Prospección de la demanda de energéticos para los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)", Informe final, Ciudad de México, diciembre.
- \_\_\_\_\_ (2018h), "Vinculaciones de energía transporte y movilidad sostenible en el marco de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible" (documento de trabajo), noviembre.
- \_\_\_\_\_ (2017a), "Evaluación e implementación de proyectos piloto de biodigestores en El Salvador", mayo (documento de trabajo).

- \_\_\_\_\_(2017b), *Centroamérica y República Dominicana: estadísticas de hidrocarburos, 2016* (LC/MEX/TS.2017/33), diciembre.
- \_\_\_\_\_(2017c), *Centroamérica y República Dominicana, Estadísticas de Hidrocarburos 2016*.
- \_\_\_\_\_(2017d), *Centroamérica y la República Dominicana: evolución económica en 2016 y perspectivas para 2017, Balance preliminar* (LC/MEX/L.1237), Ciudad de México, febrero.
- \_\_\_\_\_(2017e), *Estadísticas del Subsector Eléctrico de los Países del SICA 2016*, Ciudad de México.
- \_\_\_\_\_(2017f), “Estrategia Energética 2030 de los países del SICA. Evaluación de Escenarios (Documento de trabajo)”, México, noviembre.
- \_\_\_\_\_(2017g), *Propuesta metodológica para la elaboración de planes nacionales de eficiencia energética para los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)* (LC/MEX/TS.2017/3), Ciudad de México, febrero.
- \_\_\_\_\_(2016a), *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681), Santiago de Chile, julio.
- \_\_\_\_\_(2016b), *Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible* (LC/G.2661/Rev.1), trigésimo sexto período de sesiones de la CEPAL, Santiago, Chile, julio.
- \_\_\_\_\_(2016c), *Análisis de opciones para incrementar las transacciones de energía eléctrica por la interconexión México-Guatemala-Centroamérica* (LC/MEX/L.1210), Ciudad de México, mayo.
- \_\_\_\_\_(2016d), *Actualización del Plan Indicativo de la Expansión de la Generación 2016-2026*, San Salvador, noviembre.
- \_\_\_\_\_(2015), “Cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales y opciones de política pública” [en línea] <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/39149>.
- \_\_\_\_\_(2014), *Manual para el fortalecimiento de cadenas de valor* (LC/MEX/L.1218), México.
- \_\_\_\_\_(2011), *Costa Rica. Análisis de los costos y márgenes de la cadena de abastecimiento de combustibles automotores con mezcla de biocombustibles*, México, abril.
- \_\_\_\_\_(2009a), *Contribución de los Servicios Energéticos a los Objetivos de Desarrollo del Milenio y a la Mitigación de la Pobreza en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, octubre.
- \_\_\_\_\_(2009b), *Diagnóstico Energético del Sector Transporte y Proyección del Consumo de Combustibles y Biocombustibles y emisiones de GEI en Centroamérica al 2020*, México.
- \_\_\_\_\_(2009c), *Energía y metas del milenio en Guatemala, Honduras y Nicaragua* (LC/MEX/L.843/Rev.1), febrero.
- \_\_\_\_\_(2009d), *La crisis de los precios del petróleo y su impacto en los países centroamericanos* (LC/MEX/L.908), Ciudad de México, junio.
- \_\_\_\_\_(2007), *Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020* (LC/MEX/L.828), Ciudad de México, noviembre.
- CEPAL/OLADE (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Organización Latinoamericana de Energía) (2019), *Evaluación de escenarios para la formulación de la Estrategia Energética 2030 SICA 2030* (LC/MEX/TS.2019/20), Ciudad de México [en línea] <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44948>.
- CNE (Consejo Nacional de Energía) (2012), *Plan Maestro para el desarrollo de la energía renovable en El Salvador*, resumen de documento, San Salvador.
- COMIECO (Consejo de Ministros de Integración Económica) (2015), *Hoja de Ruta para Avanzar en la Unión Aduanera*, junio.
- Coordinación de la Comisión Técnica Regional de Movilidad y Logística (2016), *Política Marco Regional de Movilidad y Logística de Centroamérica*.
- CPB Netherlands Bureau of Economic Policy Analysis (2018), “Trade Wars: Economic impacts of US tariff increases and retaliations. An international perspective”, *CPB Background Document*, 2018.
- CRI (Índice Global de Riesgo Climático) (2019), *Global Climate Risk Index 2018* [en línea] <https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/publication/20432.pdf>.
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia y Advanced Logistics Group España (2008), *Diseño conceptual de un esquema de sistemas de plataformas logísticas en Colombia y Análisis financiero y legal (Primera fase)*, Bogotá, Colombia, julio.

- Deshmukh, R, J.P. Carvallo y A. Gambhir, A (2013), *Sustainable Development of Renewable Energy Mini-grids for Energy Access: A Framework for Policy Design*, California, U.S.A., Lawrence Berkeley National Laboratory.
- DIGESTYC (Dirección General de Estadística y Censos de El Salvador) (2016), *Encuesta de Hogares de Propósito Múltiple (EHPM)*.
- Dolezal, A. y A. Ochs (2013), *The Way Forward for Renewable Energy in Central America*, Worldwatch Institute.
- EEC (Estudios Energéticos Consultores) (2017), "Belize's Power System Interconnection Alternatives to neighboring countries and/or SIEPAC", Phase II, Pre-feasibility Studies of Interconnection Alternatives. FINAL, V2, November.
- El Financiero (2020), "China reducirá sus aranceles en productos de EU con valor de 75 mil mdd", NOTIMEX, México, 6 de febrero.
- ENERINTER, EEQ (2012), *Determinación de los usos finales de la energía en el sector residencial. Informe final*, Quito, Ecuador.
- ENERINTER, INER (2013), *Estudio de viabilidad tecnológica, logística y económica y de sostenibilidad en general de la introducción de alternativas energéticas sustentables en la matriz de transporte terrestre en el Ecuador*, Quito, Ecuador.
- ENERINTER-Mercados energéticos-DATUM, Ministerio de Energía y Minas (MINEM) del Perú (2016), "Balance Nacional de Energía Útil del Perú". Lima, Perú [en línea] [http://www.minem.gob.pe/\\_publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=540](http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=540).
- EOR (Ente Operador Regional) (2018), *Planificación de Largo Plazo 2019-2028. Expansión Indicativa de la Generación*, San Salvador, El Salvador, octubre.
- ERCC (Estrategia Regional de Cambio Climático) (2019), *ERCC actualizada. Plan de Acción 2018-2022* [en línea] [https://www.sica.int/download/?odoc\\_120055\\_1\\_15102019.pdf](https://www.sica.int/download/?odoc_120055_1_15102019.pdf).
- ESMAP (Programa de Apoyo a la Gestión del Sector Energético) (2016), "Análisis comparativo de estrategias para la mitigación del riesgo asociado a los recursos geotérmicos. Estudio Global", Banco Mundial, Washington, Estados Unidos.
- ETESSA (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.) (2019), "Plan de Expansión del Sistema. Interconectado Nacional 2018-2032", Tomo II, *Plan Indicativo de Generación*, ETE-DTR-GPL-150-2019, Panamá, Panamá, marzo.
- ExxonMobil (2018), *2018 Outlook for Energy: A View to 2040*, Irving, Texas 75039-2298, U.S.A.
- Fattouh, B. (2016), "Adjustment in the Oil Market: Structural, Cyclical or Both?", *Oxford Energy Comment*, Oxford Institute for Energy Studies.
- FB/PRIEN (Fundación Bariloche/Programa de Estudios e Investigaciones en Energía) (2008), "Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional. Informe del sector residencial", Montevideo, Uruguay, Ministerio de Industria, Energía y Minería, Dirección Nacional de Energía, diciembre.
- FCS/BCIE/KFW (Fichtner Consulting Services/Banco Centroamericano de Integración Económica/Banco de Desarrollo del Estado de la República Federal de Alemania) (2016), *Potential of Geothermal Development in Central America*, Stuttgart, Alemania, junio.
- FIDEG (Fundación Internacional para el Desafío Económico Global) (2016), *Encuesta de hogares para medir la pobreza en Nicaragua. Informe de resultados 2015*, Managua.
- Fondo Verde del Clima (GCF, Green Climate Fund) (2020), "Estado de los proyectos del Fondo" [en línea] [https://www.greenclimate.fund/projects?f\[\]=field\\_region:320](https://www.greenclimate.fund/projects?f[]=field_region:320).
- García, R. G. (2018), *En busca de nuevas formas de relación entre organizaciones y profesionales para mejorar la eficiencia operativa*, Centro Español de Logística (CEL).
- García-Ochoa, R. y B. Graizbord, (2016), "Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional", *Economía, sociedad y territorio*, vol. XVI, N° 51.
- GDF Latin America (Geothermal Development Facility for Latin America) (2020), German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development [en línea] <https://gdflac.com/>.

- Gischler, C. y N. Janson (2011), “Perspectivas sobre la generación distribuida mediante energías renovables en América Latina y el Caribe Análisis de estudios de caso para Jamaica, Barbados, México y Chile”, Banco Interamericano de Desarrollo [en línea] <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Perspectivas-sobre-la-generaci%C3%B3n-distribuida-mediante-energ%C3%ADas-renovables-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-An%C3%A1lisis-de-estudios-de-caso-para-Jamaica-Barbados-M%C3%A9xico-y-Chile.pdf>.
- GIZ (Cooperación Alemana Internacional para el Desarrollo) (2017a) “Informe final sobre Diagnóstico del Clima de Negocio para el Desarrollo de Proyectos Geotérmicos en Panamá”, *Programa de Energías Renovables y Eficiencia energética en Centroamérica, Programa 4E*.
- \_\_\_\_\_(2017b), “La geotermia en Honduras. Diagnóstico del clima de inversión y oportunidades”, *Programa de Energías Renovables y Eficiencia energética en Centroamérica, Programa 4E*.
- \_\_\_\_\_(2016a), “Proyectos Geotérmicos de Baja Entalpía en Costa Rica”, *Programa de Energías Renovables y Eficiencia energética en Centroamérica, Programa 4E*.
- \_\_\_\_\_(2016b), “Análisis del clima de inversión existente en El Salvador para aprovechar los recursos geotérmicos e identificación estructurada y objetiva de las condiciones que impiden o limitan en general el aprovechamiento de los recursos geotérmicos”, *Programa de Energías Renovables y Eficiencia energética en Centroamérica, Programa 4E*.
- \_\_\_\_\_(2014a), “Diagnóstico de barreras institucionales, legales, financieras, tecnológicas y sociales para la exploración y explotación del potencial geotérmico en la República de Guatemala”, *Programa de Energías Renovables y Eficiencia energética en Centroamérica, Programa 4E*.
- \_\_\_\_\_(2014b) “Diagnóstico de barreras institucionales, legales, financieras, tecnológicas y sociales para la exploración y explotación del potencial geotérmico en la República de Nicaragua”, *Programa de Energías Renovables y Eficiencia energética en Centroamérica, Programa 4E*.
- GIZ/BMUB/MinEnergía Chile (Cooperación Alemana Internacional para el Desarrollo/Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear de Alemania /Ministerio de Energía de Chile (2018), *Tecnologías del hidrógeno y perspectivas para Chile*, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB) y Ministerio de Energía del Gobierno de Chile, Santiago, marzo.
- Global Geothermal Alliance (2020), [sitio web] <https://www.globalgeothermalalliance.org/>. Apoyado y coordinado por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA).
- GWEC (Global Wind Energy Council), “Offshore wind – Offshore wind power” [en línea] <https://gwec.net/global-figures/global-offshore/>.
- Gobierno de Costa Rica (2018), *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenibles*, San José, Costa Rica.
- Gobierno de Guatemala, Ministerio de Economía (2018), “Listado de Reglamentos Técnicos Centroamericanos”, 7 de noviembre [en línea] <http://www.mineco.gob.gt/listado-de-reglamentos-t%C3%A9cnicos-centroamericanos#ref1>.
- Gobierno de Honduras, Empresa Nacional de Energía Eléctrica (2020), “Electrificación rural” [en línea] <http://www.enee.hn/index.php/electrificacion-nacional/electrificacion-rural>.
- Gobierno de Nicaragua, Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL) (2020), “Fondo para el desarrollo de la industria eléctrica nacional (FONDIEN)” [en línea] <http://www.enatrel.gob.ni/fodien/>.
- Gobiernos de Centroamérica (1960), *Tratado General de Integración Económica*, Managua, Nicaragua.
- Gobiernos de las Repúblicas de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá (1996), *Tratado Marco del Guatemala*.
- Gobiernos de las Repúblicas de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá (1997), *Protocolo al Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central*. Panamá, julio [en línea] [https://www.sica.int/documentos/tratado-marco-del-mercado-electrico-de-america-central\\_1\\_1295.html](https://www.sica.int/documentos/tratado-marco-del-mercado-electrico-de-america-central_1_1295.html).

- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (2016), “Trabajando juntos como gran familia”, *Plan de buen gobierno 2016*, Managua, Nicaragua.
- Gobierno de la República de Honduras (2015), *Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional INDC-Honduras*, Tegucigalpa, Honduras, septiembre.
- \_\_\_\_\_. Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (SERNAM) (2018), *Propuesta de Políticas energéticas Honduras 2017-2038. La energía como motor del desarrollo humano*”, Tegucigalpa, Honduras.
- Hanser, J.P. y M. Percebois, (2014), *Energía, economía y políticas*, Buenos Aires, Argentina, Fundación Torcuato Di Tella.
- HIVOS, (2019), “Documento base de proyecto para lograr que Centroamérica sea la primera región del mundo en desarrollo en alcanzar el 100% de acceso a energía. Producto 3: Documento base del proyecto - Acceso a la Electricidad”, Costa Rica, octubre.
- ICE (Instituto Costarricense de Electricidad) (2019), *Plan de expansión de la generación eléctrica 2018-2034*, San José, Costa Rica, mayo.
- \_\_\_\_\_. (2017) “Planificación y Desarrollo Eléctrico Proceso Expansión del Sistema”, *Plan de expansión de la generación eléctrica 2016-2035*, San José, Costa Rica, mayo.
- IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) (2020), “Energías del mar” [en línea] <https://web.archive.org/web/20110512013933/http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalles/idpag.513/recategoria.3742/reلمenu.165>.
- IGES (Institute for Global Environmental Strategies) (2020), NDC Database [en línea] <https://www.iges.or.jp/en/pub/iges-indc-ndc-database/en>.
- INE (Instituto Nacional de Estadística de Guatemala) (2014), *Encuesta de Condiciones de Vida (ENCOVI)*, Guatemala.
- INE (Instituto Nacional de Estadística de Honduras) (2016), *Encuesta Permanente de Hogares de Propósito Múltiple (EPHPM)*, Tegucigalpa.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica) (2015), *Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO)*.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador) (2016a), *Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo (ENEMDU). Tabulados de pobreza*, Quito.
- \_\_\_\_\_. (2016b), *Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo (ENEMDU). Tabulados de Pobreza Multidimensional*, Quito.
- INEC (Instituto Nacional de Información de Desarrollo de Nicaragua) (2005), *VIII Censo de Población y Vivienda*.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Panamá) (2010), *Censo de Población y Vivienda de Panamá Año 2010*. Ciudad de Panamá.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2018), Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization (WMO), Geneva, Switzerland.
- IRENA (Agencia Internacional de las Energías Renovables) (2018a), *Evaluación de la flexibilidad del sistema eléctrico de Panamá caso de estudio de la herramienta flextool de IRENA*, Emiratos Árabes Unidos, Abu Dhabi, diciembre.
- \_\_\_\_\_. (2018b), *Flexibilidad del sistema eléctrico para la transición energética*, noviembre
- \_\_\_\_\_. (2017a), *Rethinking Energy 2017*, ISBN 978-92-95111-06-6, Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos.
- \_\_\_\_\_. (2017b), *Políticas and Regulations for Renewable Energy Mini-grids*.
- \_\_\_\_\_. (2017c), *Perspectivas de energías renovables: República Dominicana*, Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos, noviembre

- \_\_\_\_\_ (2016), *Prospectivas de Energías Renovables: República Dominicana, REmap 2030*, Abu Dhabi [en línea] [www.irena.org/remap](http://www.irena.org/remap).
- \_\_\_\_\_ (2015a), *Project Navigator* [en línea] <https://navigator.irena.org/Pages/default.aspx>.
- \_\_\_\_\_ (2015b), *Renewable Energy in the Water, Energy & Food Nexus*, United Arab Emirates, Abu Dhabi, January [en línea] [www.irena.org/Publications](http://www.irena.org/Publications).
- Johnson y Meisen (2012), *Achieving 100% Reliance on Renewable Energy for Electricity Generation in Central America*, Global Energy Network Institute (GENI).
- LaGeo (2020), *Energía Geotérmica en el Salvador, centrales, Energía para un planeta mejor*, El Salvador [en línea] <http://www.lageo.com.sv/?lang=es>.
- Martínez Piva, J.M. (ed.) (2019), *Logros y desafíos de la integración centroamericana: aportes de la CEPAL*, Libros de la CEPAL, N° 156 (LC/PUB.2019/7-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Landa, J. (2020), "Hoja de ruta regional para alcanzar la meta de acceso del objetivo de desarrollo sostenible 7" (documento de trabajo).
- Los chalecos amarillos (2018), "Chalecos amarillos en Francia: quiénes están detrás del movimiento y por qué protestan", México, 8 de diciembre [en línea] <https://www.animalpolitico.com/2018/12/chalecos-amarillos-francia-quienes-son-protesta/>.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales) (2011), "Por el bien común de la Madre Tierra y las y los nicaragüenses", *Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático. Plan de Acción 2010-2015*, Managua, Nicaragua.
- Mark, D., K. Ostrowski y H. Tai (s/f), "Introduction", McKinsey & Co., Client Service [en línea] [https://www.mckinsey.com/~/\\_media/mckinsey/dotcom/client\\_service/EPNG/PDFs/McK%20on%20smart%20grids/MoSG\\_Intro\\_VF.ashx](https://www.mckinsey.com/~/_media/mckinsey/dotcom/client_service/EPNG/PDFs/McK%20on%20smart%20grids/MoSG_Intro_VF.ashx).
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador) (2015a), "Contribución prevista y determinada a nivel nacional de El Salvador", San Salvador, noviembre.
- \_\_\_\_\_ (2015b), "Contribución prevista y determinada a nivel nacional", Guatemala, septiembre.
- McKinsey & Company, Business Functions (2020a), "Battery storage: the next disruptive technology in the power sector" [en línea] <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/battery-storage-the-next-disruptive-technology-in-the-power-sector>.
- \_\_\_\_\_ (2020b) "Hydrogen: The next wave for electric vehicles?" [en línea] <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/hydrogen-the-next-wave-for-electric-vehicles>.
- \_\_\_\_\_ (2020c) "What every utility CEO should know about blockchain" [en línea] <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/what-every-utility-ceo-should-know-about-blockchain>.
- MEM (Ministerio de Energía y Minas, Guatemala) (2018), *Política energética 2013-2027. Energía para el Desarrollo, Calidad, Cantidad, Competitividad*, Guatemala.
- \_\_\_\_\_ *Planes indicativos generación transmisión 2016*, Guatemala.
- MEM (Ministerio de Energía y Minas, Nicaragua) (2017), *Plan de expansión de la generación eléctrica de 2016-2030. Informe ejecutivo*, Managua, Nicaragua, enero.
- \_\_\_\_\_ (2013), *Plan indicativo de expansión de la generación eléctrica 2013-2027*. Managua, Nicaragua, junio.
- \_\_\_\_\_ (2013), *Balance Energético Nacional 2012*, Managua, Nicaragua, noviembre.
- Milet, P. (2019), "Y la alegría no llegó", *Boletín electrónico del Instituto de Estudios Internacionales (IDEI)*, año 11, N° 59, Lima, Perú, octubre-noviembre.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica) (2017), *Plan de expansión de la generación eléctrica 2016-2035*, San José, Costa Rica, mayo.
- \_\_\_\_\_ (2015a), *VII Plan Nacional de Energía 2015-2030*, San José, Costa Rica, septiembre.
- \_\_\_\_\_ (2015b), *Costa Rica's Intended Nationally Determined Contribution*, San José, Costa Rica, septiembre.
- MME (Ministerio de Minas e Energía, Brasil) (2019), *Boletim mensal de energia*, Brasil, noviembre.

- MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Costa Rica) (2016), *Anuario Estadístico del Sector Transporte e Infraestructura*, San José, Costa Rica.
- Montalvo, F. E. (2013), *Current Status of Geothermal Resources Development in Central America*, UNU-GTP and LaGeo, San Salvador.
- Naciones Unidas (2019a), "Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019 de la Naciones Unidas" [en línea] [https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf).
- \_\_\_\_ (2019b), *Accelerating SDG 7 Achievement. Policy Briefs in Support of the First SDG 7 Review at the UN High-Level Political Forum 2018* [en línea] <http://sustainabledevelopment.un.org> (PDF document).
- \_\_\_\_ (2016), "Acuerdo de París" [en línea] <https://treaties.un.org/>.
- OLADE (Organización Latinoamericana de la Energía) (2019a), "Sistema de Información energética de Latinoamérica y el Caribe (SIELAC)", Quito, Ecuador [en línea] <http://sielac.olade.org/>.
- \_\_\_\_ (2019b), "Assessment of the Electricity Generation System and its Investment Alternatives of Belize (2020 – 2035)", estudio preparado por Jackes Montouliu dentro de proyecto financiado por la Cooperación Canadiense (Global Affairs Canada), Quito, Ecuador, septiembre.
- \_\_\_\_ (2017), "Sistema de Información energética de Latinoamérica y el Caribe (SIELAC)", Quito, Ecuador [en línea] <http://sielac.olade.org/>.
- \_\_\_\_ (2016), *Evaluación de opciones de inversión en generación eléctrica para República Dominicana*.
- \_\_\_\_ (2014) "Guía sobre género y energía para capacitadoras(es) y gestoras(es) de políticas públicas y proyectos" [en línea] <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-061.pdf>.
- ONE (Oficina Nacional de Estadística) (2016), *Encuesta Nacional de Hogares de Propósito Múltiple, ENHOGAR 2015*, Santo Domingo.
- \_\_\_\_ (2016), *Parque vehicular por año, según tipo, 2000–2016*, Santo Domingo.
- OMC (Organización Mundial de Comercio) (2011), *Aprovechamiento del comercio para un desarrollo sostenible y una economía verde*, Ginebra.
- ONU Medio Ambiente, (2019), *Estrategia nacional de movilidad eléctrica de Panamá*, Junio.
- OREI (Observatorio de Relaciones Económicas Internacionales) (2016), "Puntos clave del Acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica (TPP)", La Plata, Buenos Aires, Argentina, octubre.
- Ortega, H. (2018), "Energía solar térmica para procesos industriales en México", estudio preparado para la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía de México (CONUEE), con apoyo la Cooperación Alemana (GIZ), Ciudad de México, mayo.
- Pachauri, S. y N.D. Rao (2013), "Gender impacts and determinants of energy poverty: are we asking the right questions?" *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(2).
- Padilla Pérez, R. (ed.) (2014), *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial. Metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica* (LC/G.2606-P), Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Cooperación Alemana Internacional para el Desarrollo (GIZ).
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2009), *Directiva 2009/125/CE del parlamento europeo y del consejo*, Bruselas.
- Presidentes de los países centroamericanos (1994), *Alianza para el Desarrollo Sostenible de Centroamérica*, Managua, Nicaragua.
- REN21 (2018), "Renewables 2018 Global Status Report", París, France, REN21 Secretariat.
- Reyes Tagle, Y. y otros (2019), "El bloqueo del nombramiento de los miembros del órgano de apelación de la OMC por parte de EE.UU. porque debe preocupar a los países en desarrollo", *Boletín electrónico del Instituto de Estudios Internacionales (IDEI)*, año 11, N° 58, agosto-septiembre, Lima, Perú.
- Rivera-Hernández, J. E. y otros (2017), "¿Desarrollo sostenible o sustentable? La controversia de un concepto", *Posgrado y sociedad, Revista electrónica*, 15(1) [en línea] <https://doi.org/10.22458/rpys.v15i1.1825>.

- Rozas, P., A. Jaimurzina y G. Pérez (2015), “Políticas de logística y movilidad. Antecedentes para una política integrada y sostenible de movilidad”, serie de Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Salazar, R. (2017), *Política Marco Regional de Movilidad y Logística de Centroamérica*.
- Samaniego, J. y otros (2019), *Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe, 2019: avances para el cumplimiento del Acuerdo de París* (LC/TS.2019/89-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.
- SICA (Sistema de la Integración Centroamericana) (2020), “Matriz de acciones prioritarias aprobadas por el Consejo Sectorial de Ministros de Energía de los países del SICA”, documento interno de la Unidad de Coordinación Energética del SICA.
- \_\_\_\_\_(2013), XLII Reunión Ordinaria de jefes de Estado y de Gobierno de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), Buenaventura, Provincia de Coclé, Panamá, 14 de diciembre.
- \_\_\_\_\_(2010), XXXV Cumbre Ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), Ciudad de Panamá, Panamá. 29 y 30 de junio.
- \_\_\_\_\_(2007), XXXI Reunión Ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), Ciudad de Guatemala, Guatemala, 12 de diciembre.
- \_\_\_\_\_(2005), XXVI Reunión Ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), Tegucigalpa, Honduras, 30 de junio.
- SIECA (Secretaría de Integración Económica Centroamericana) (2018), *Hoja de Ruta de la Unión Aduanera Centroamericana*, información a marzo de 2018, Guatemala, marzo.
- \_\_\_\_\_(2017), “Política marco regional de movilidad y logística de Centroamérica (PMRML)”, documento de trabajo, Guatemala, julio.
- SNE (Secretaría Nacional de Energía, Panamá) (2016), “Plan Energético Nacional 2015-2050”, Lineamientos conceptuales, Panamá, abril.
- Spiegel-Feld, D. y otros (2017), *The Promise of Renewable Energy Microgrids for Rural Latin America*, Guarini Center on Environmental, Energy and Land Use Law, New York, Estados Unidos.
- Silva-Martínez, R. D., y A. Sanches-Pereira (2018), “Organic Waste to Energy in Latin America and the Caribbean (LAC)”, *State-of-the-Art Literature Review, Proceedings of 26th European Biomass Conference and Exhibition*, Copenhagen, Denmark, 14-17 May.
- Souza, S. P. y otros (2018), “Sugarcane can afford a cleaner energy profile in Latin America & Caribbean”, *Renewable Energy*, N° 121.
- Suárez, A. L., Lépore, E. (2014), *Las villas de emergencia de la ciudad de Buenos Aires*, Buenos Aires, Argentina, Educa.
- The Clean Energy Review (2019), “Renewable energy investment in Latin America in the next 20 years” [en línea] <https://carlosstjames.com/renewable-energy/renewable-energy-investment-in-latin-america-in-the-next-20-years/>.
- The Statistical Institute of Belize (2013), *Belize Population and Housing Census 2010, Country Report*.
- Triberos Fabeiro G. (2014), “El mar podría darnos más electricidad de bajo costo”, El Salvador.Com [en línea] <https://historico.elsalvador.com/historico/137036/el-mar-podria-darnos-mas-electricidad-de-bajo-costo.html>.
- UN HABITAT (2016), *Los objetivos de desarrollo sostenible y la iniciativa de ciudades prósperas* [en línea] <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/CPI%20and%20SDGs.%20espanol.compressed-3.pdf>.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2019), *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2020), NDC Registry [en línea] <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx>.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2019a), “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, diciembre de 2019” [en línea] <https://unfccc.int/es/cop25>.

- \_\_\_\_\_ (2019b), "Statement by the Executive Secretary of UN Climate Change, Patricia Espinosa, on the Outcome of COP25" [en línea] <https://unfccc.int/news/statement-by-the-executive-secretary-of-un-climate-change-patricia-espinosa-on-the-outcome-of-cop25>.
- USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) (2020), "Ownership models of mini-grids. Web access" [en línea] <https://www.usaid.gov/energy/mini-grids/ownership>.
- USCAN Climate Action Network [en línea] [www.usclimatenetwork.org](http://www.usclimatenetwork.org).
- USEIA (U.S. Energy Information Administration) (2019), "Annual Energy Outlook 2019 with projections to 2050", Washington, January.
- WM (Wood Mackenzie) (2020), *Foresight 20/20: Solar Supply Chain, Systems and Technology*, January.
- Worldwatch Institute (WWI) (2015), *Aprovechamiento de los recursos de energía sostenible de la República Dominicana - Hoja de ruta para un sistema de energía sostenible*, Washington, D.C.
- Yopo, B. (2018), *La globalización y el retorno de los nacionalismos*, Santiago de Chile, mayo.
- Zhang H. y otros (2017), "U.S. withdrawal from the París Agreement: Reasons, impacts, and China's response", *Science Direct* [en línea] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674927817301028>.

## Anexos



## Índice de los anexos

Anexo I. Evaluación de los avances y cumplimientos de los objetivos y metas de la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020. Institucionalidad de la cooperación e integración energética del SICA.....	177
A. Antecedentes.....	177
Anexo II. Cifras relevantes recientes de la participación de las energías renovables en la producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).....	181
Anexo III. Catálogo de proyectos y sitios geotérmicos en los países del SICA.....	189
Anexo IV. Potencial energético de la biomasa en los países del SICA: indicadores para una evaluación preliminar.....	193
Anexo V. Portafolios o cartera de proyectos.....	197
Anexo VI. Tecnologías innovadoras, nuevas y potenciales para la transición energética.....	201
A. Almacenamiento de energía.....	201
B. Producción de hidrógeno.....	201
C. Tecnología <i>blockchain</i> .....	202
D. Electromovilidad.....	202
E. Energía mareomotriz.....	203
F. Eólica <i>off-shore</i> .....	203
G. Gas natural para el transporte.....	204
H. Geotermia.....	204
I. Generación distribuida.....	204
J. Minirredes.....	205
K. Redes eléctricas inteligentes (REI).....	206
Anexo VII Siglas y acrónimos.....	207

## Cuadros

Cuadro A.1	Cumplimiento de las metas establecidas en la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 (EESCA 2020 o Estrategia 2020).....	177
Cuadro A.2	Países del SICA: evolución de la energía hidroeléctrica, 1990-2019.....	182
Cuadro A.3	Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA): evolución de la energía geotérmica, 1990-2019.....	183
Cuadro A.4	Centroamérica: participación de la geotermia en la producción de electricidad, 2017.....	184
Cuadro A.5	Países del SICA: evolución de la energía fotovoltaica, 2012-2019.....	185
Cuadro A.6	Países del SICA: evolución de la energía biomásica, 1992-2019.....	186
Cuadro A.7	Países del SICA: evolución de la energía eólica, 1996-2018.....	187
Cuadro A.8	Costa Rica: catálogo de proyectos geotérmicos.....	189
Cuadro A.9	Guatemala: avance de los campos geotérmicos.....	189
Cuadro A.10	Costa Rica: potencial energético de diversos recursos biomásicos.....	193
Cuadro A.11	El Salvador: potencial energético de diversos recursos biomásicos.....	194
Cuadro A.12	Guatemala: potencial energético de diversos recursos biomásicos.....	194
Cuadro A.13	Honduras: potencial energético de diversos recursos biomásicos.....	195
Cuadro A.14	Nicaragua: potencial energético de diversos recursos biomásicos.....	195
Cuadro A.15	Panamá: potencial energético de diversos recursos biomásicos.....	196
Cuadro A.16	República Dominicana: potencial energético de diversos recursos biomásicos.....	196
Cuadro A.17	Resumen de capacidad de proyectos renovables candidatos para la expansión de la generación.....	197
Cuadro A.18	Proyectos renovables candidatos para la expansión de la generación.....	197

## Gráficos

Gráfico A.1	SIEPAC: evolución de la generación hidroeléctrica y su capacidad, 1990-2019.....	182
Gráfico A.2	Países del SICA: evolución de la generación geotérmica y su capacidad, 1990-2019 .....	183
Gráfico A.3	Países seleccionados: potencial geotérmico estimado.....	184
Gráfico A.4	Países del SICA: evolución de la generación fotovoltaica y su capacidad, 2012-2019 .....	185
Gráfico A.5	SIEPAC: evolución de la generación con biomasa y su capacidad, 1992-2019 .....	186
Gráfico A.6	SIEPAC: evolución de la generación eólica y su capacidad, 1996-2019 .....	187

## Diagrama

Diagrama A.1	Institucionalidad regional del sector energía de los países del SICA.....	180
--------------	---	-----

## Anexo I

### Evaluación de los avances y cumplimientos de los objetivos y metas de la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020.

#### Institucionalidad de la cooperación e integración energética del SICA

#### A. Antecedentes

La Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 (EESCA2020 o Estrategia 2020) fue elaborada durante 2006 y 2007 por los Directores de Energía e Hidrocarburos de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), con el apoyo de la CEPAL. La Estrategia 2020 fue aprobada en la Reunión de Ministros del Sector Energía, realizada en Guatemala el 13 de noviembre de 2007<sup>85</sup>. En diciembre de 2007 fue aprobada por los Ministros de Energía y por los Mandatarios de los países del SICA<sup>86</sup>. El objetivo general de la EESCA 2020 era asegurar el abastecimiento energético de Centroamérica, en calidad, cantidad y diversidad de fuentes, necesario para garantizar el desarrollo sostenible, teniendo en cuenta la equidad social, el crecimiento económico, la gobernabilidad y compatibilidad con el ambiente, de acuerdo con los compromisos ambientales internacionales. Un resumen de los objetivos específicos y de las metas de la Estrategia 2020 se muestra en el cuadro A.1<sup>87</sup>. En el cuadro A.1 se resume un resultado del progreso en alcance de las metas a finales de los años 2018 y 2019 (de acuerdo con la disponibilidad de cifras a la fecha de publicación de este documento). En el caso del uso de la leña, las cifras estimadas están al año 2016.

**Cuadro A.1**  
**Cumplimiento de las metas establecidas en la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 (EESCA 2020 o Estrategia 2020)**

1. Acceso a la energía por parte de la población con menos recursos	
1. Alcanzar al menos el 90% de cobertura eléctrica en cada uno los países de la región.	<p>La meta se ha alcanzado ampliamente. En 2005 (año base para la Estrategia 2020) el índice de electrificación de los países del SICA era de 80,6%. En 2018 la electrificación fue del 92% (dos puntos porcentuales por encima de la meta). Lo anterior se traduce en la incorporación de los servicios de electricidad a 14,6 millones de personas (alrededor de 3,4 millones de viviendas) en el período 2005-2018.</p> <p>Los índices de electrificación y el número de viviendas sin electricidad a 2018 son de 92% y 1.088.000 viviendas. Por país esos números son los siguientes: Costa Rica (99,4% y 7.100 viviendas); República Dominicana (97,9% y 54.800 viviendas); El Salvador (96,7% y 47.800 viviendas); Belice (95,6% y 4.000 viviendas); Nicaragua (95,6% y 67.400 viviendas); Panamá (93,3% y 66.800 viviendas); Guatemala (88,1% y 425,1 mil viviendas); y Honduras (80,8% y 414,8 mil viviendas). Se puede observar que dos países están por debajo de la meta de la Estrategia 2020.</p>

<sup>85</sup> Declaración de los ministros o responsables del sector energético de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) y su correspondiente resolución (01-2007, CME), Ciudad de Guatemala, 13 de noviembre de 2007.

<sup>86</sup> XXXI Reunión Ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de los Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), Ciudad de Guatemala, Guatemala, 12 de diciembre de 2007.

<sup>87</sup> El documento completo puede consultarse en las páginas de internet del SICA o de la CEPAL [en línea] [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25839/1/LCmexL828\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25839/1/LCmexL828_es.pdf).

## 2. Uso racional y eficiencia energética

2. Reducir en 10% el consumo de leña para cocción, mediante la utilización de cocinas más eficientes, en 1 millón de hogares rurales centroamericanos.

### *Eficiencia energética*

3. Reducir en 12% el uso de energía eléctrica en los sectores residencial, comercial, industrial y alumbrado público, mediante la sustitución de sistemas de iluminación eficientes.

4. Reducir en 35% el uso de energía eléctrica para refrigeración en el sector residencial, mediante la sustitución de refrigeradores antiguos por unidades más eficientes, en 2,7 millones de hogares.

5. Reducir en 10% el uso de energía eléctrica en el sector industrial, mediante el uso de motores eficientes.

6. Llevar al menos al 12% el nivel de pérdidas en los sistemas eléctricos de los países de la región.

7. Reducir en 10% el consumo de derivados del petróleo en el transporte público y privado, mediante medidas de manejo eficiente, aplicación de normas para la importación de vehículos, fomento al transporte público, entre otros.

Esta meta no se cumplió. No existen cifras fieles sobre el número de familias que usan leña y otros residuos biomásicos como energético principal para la cocción de alientos. Tampoco se tienen cifras sobre la penetración de las estufas limpias y ahorradoras de leña y el consumo de GLP a niveles de departamentos o provincias, municipalidades y cantones. Se estima que el 37% de las familias de los países del SICA tenían a la leña como su principal insumo para cocción de alimentos (2016), representando alrededor de 4,6 millones de familias (21 millones de habitantes). Estos son los porcentajes por países: República Dominicana (3%); Costa Rica (4%); Panamá (13%); Belice (15%); El Salvador (30%); Honduras y Nicaragua (54%), y Guatemala (61%).

Se sabe que la mayor parte del consumo de biomasa se da en las zonas rurales y en las poblaciones del interior alejadas de los centros de distribución de hidrocarburos. Existe una relación inversa del consumo de leña e ingresos (los deciles de menores ingresos dependen en una proporción mucho más alta a la biomasa). Tres países cuentan con mecanismos de protección a las familias de menores ingresos (subsidio al GLP), lo que ha favorecido la reducción del consumo de la biomasa y la penetración del GLP en las poblaciones del interior del país y zonas rurales.

### *Eficiencia energética*

No se ha registrado avances en el tema de pérdidas eléctricas, cuatro países las han reducido (Costa Rica, El Salvador, Panamá y Belice por debajo o cerca del límite del 10%), Guatemala las ha incrementado y los otros tres países se mantienen en niveles muy altos (Honduras, Nicaragua y la República Dominicana).

No se cuenta con información y datos para medir el avance de las otras cuatro metas de eficiencia energética (eficiencia energética) contempladas en la Estrategia 2020. La información agregada existente (intensidades energéticas del uso de energías modernas) da cuenta de importantes ahorros, aunque no es suficiente para medir el avance en las áreas referidas. Con esas aclaraciones, se pueden mencionar los siguientes avances: a) dos países aprobaron leyes de eficiencia energética (Panamá y Nicaragua); tres países tienen anteproyectos de leyes de eficiencia energética en sus respectivas Asambleas (Guatemala, El Salvador y la República Dominicana); b) los países están actualizando sus Bases de Datos de Indicadores de Eficiencia energética (BIEE) y han adoptado la metodología sugerida por la CEPAL (a partir de la experiencia europea); c) los países del SICA aprobaron las primeras cuatro normas regionales de eficiencia energética en junio de 2018. En la actualidad un grupo especializado de la Unión Aduanera del Consejo de Ministros de Economía (COMIECO) se encuentra trabajando en la implementación de las reglas de importación de los equipos eficientes establecidos en esas normas, y d) entre 2005 y 2017 se reporta una importante reducción de la intensidad petrolera, IP (consumo de derivados de petróleo —en barriles— por cada 1.000 dólares del PIB) en los países del SICA de 929 a 625 barriles de derivados del petróleo por cada 1.000 dólares del PIB (de 2010), lo que representa una mejora de la IP del 33%. Por países se registran las siguientes mejoras: Costa Rica (41%); Guatemala (40%); Panamá (35%); Honduras (29%); República Dominicana (25%); Nicaragua (20%) y El Salvador (8%). No hay información para medir la evolución de Belice.

La intensidad eléctrica (IE) (en kWh/1.000 dólares del PIB, base 2010) también muestra una importante mejora en el período 2005-2017. Se ha reducido de 271 a 244 para los países del SICA (10% de reducción), presentando por países las siguientes mejoras: Panamá (21%); Costa Rica (17%); República Dominicana (14%); Nicaragua (3%) y El Salvador (2%). Guatemala no presentó cambio, en tanto Belice y Honduras tuvieron incrementos de 19% y 4% respectivamente.

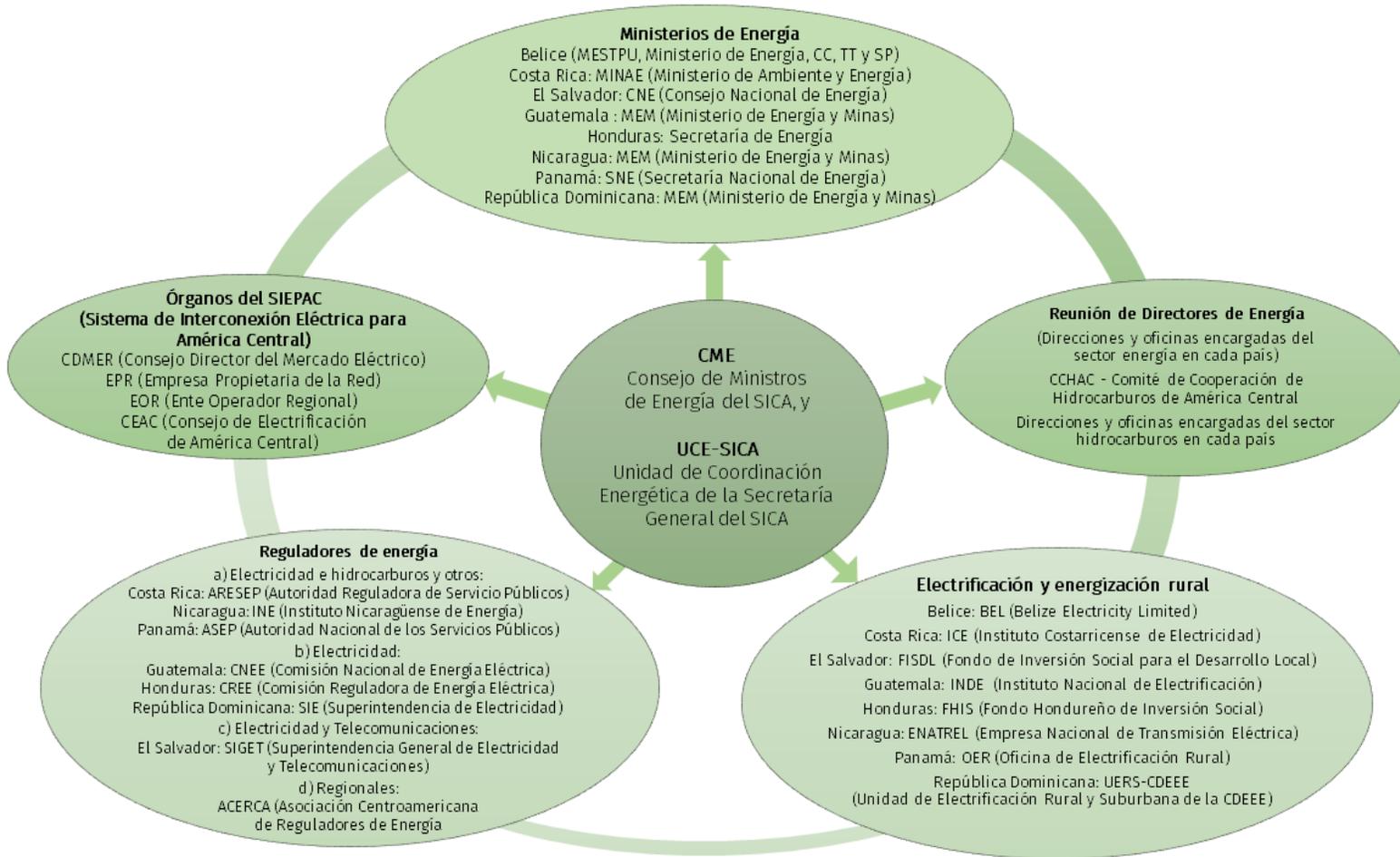
	En 2017, por países, las FRE registraron la siguiente participación: Costa Rica (99,7%); Belice (91,3%); El Salvador (74,8%); Panamá (72,3%); Guatemala (68,5%); Honduras (58,2%); Nicaragua (53,8 %), y la República Dominicana (16,8%).
<b>3. Fuentes renovables de energía</b>	
8. Aumentar en 11% de energía la participación en el mercado eléctrico regional de fuentes renovables de energía (FRE) en la producción de electricidad, principalmente mediante la construcción de centrales hidroeléctricas.	Esta meta se alcanzó y se rebasó ampliamente. En 2005 los países centroamericanos produjeron 21 teravatios hora (TWh) de energía producida con FRE, lo que representa el 60,8% de la producción total de electricidad. Durante 2018 la producción de electricidad en los ocho países del SICA ascendió a 70,2 TWh, correspondiendo a las FRE una participación del 75% para los países que conforman el SIEPAC y 61% para la subregión del SICA. Durante 2019 la producción total de electricidad alcanzó 72,7 TWh, correspondiendo a las FRE una participación del 66% para los países del SIEPAC y 52,3% a la subregión del SICA. Esa la marcada reducción de la participación renovable fue ocasionada por una disminución en el régimen de lluvias, causado a su vez por la presencia del fenómeno climático conocido como ENSO (Niño Oscilación del Sur, fenómeno originado en el océano Pacífico).
<b>4. Biocombustibles para el sector transporte</b>	
9. Sustituir el 15% del consumo de derivados del petróleo en el transporte público y privado mediante el uso de biocombustibles.	Esta meta no se alcanzó. Dos países aprobaron leyes para promoción de los biocombustibles (Panamá y Honduras). Guatemala contaba con una ley de 1986. Costa Rica promovió licitaciones para compra de biocombustibles. En general los resultados obtenidos por los países no han sido favorables. Dos claras barreras aparecen para el desarrollo de estas fuentes. La primera está relacionada con los incentivos y protección de mercados (los agroindustriales buscan un mecanismo que les asegure un precio piso, independiente del precio internacional de los derivados del petróleo). La segunda barrera está relacionada con la frontera agrícola, la competencia con tierras dedicadas a la producción de alimentos básicos y la seguridad alimentaria. Las experiencias con nuevas especies (jatropha o piñón e higuera, principalmente), no dieron los resultados que se esperaban. Esto se ha traducido en un ambiente no adecuado para el desarrollo de la industria de los biocombustibles. Habrá que esperar el desarrollo de nuevas variedades, adecuadas para las condiciones de los países del SICA, con posibilidad de adaptación en terrenos agrestes, que no compitan con la producción de alimentos. Este tema está siendo tratado por la Red Mesoamericana de Biocombustibles, en el marco de una iniciativa mesoamericana en la que participan los centros de investigación en biotecnologías de la región de los países del SICA, México y Colombia.
<b>5. Cambio climático</b>	
10. Reducir en un 20% la emisión de GEI con respecto al escenario tendencial en 2020, maximizando la aplicación de los certificados de reducción de carbono.	De acuerdo con estimaciones de una línea base, calculada a partir de la tasa de crecimiento observada en el período 2000-2005, se encuentra que en 2017 los países del SICA redujeron su consumo de hidrocarburos en un 15%, y se proyectó que en 2020 habría una reducción del 16% con respecto a esa línea base. Lo anterior ha sido posible gracias al crecimiento de las energías renovables y, en menor medida, los programas de eficiencia energética. Representaría el cumplimiento de la meta en alrededor del 75%.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de diversos informes oficiales y consultas realizadas a los países.

<sup>a</sup> Una porción significativa de la demanda eléctrica de Belice es suministrada por medio de la interconexión binacional con México (con energía producida a partir de hidrocarburos).

<sup>b</sup> En El Salvador también una fracción significativa de la demanda de electricidad es suministrada por medio de importaciones provenientes de la interconexión del SIEPAC, principalmente de agentes generadores ubicados en Guatemala.

**Diagrama A.1**  
**Institucionalidad regional del sector energía de los países del SICA**



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo II

### Cifras relevantes recientes de la participación de las energías renovables en la producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)

Durante 2019, el sector eléctrico de los países del SICA mantuvo un dinamismo creciente. Si bien, a costa de un incremento sustantivo en la generación térmica combinada con una reducción significativa de la producción hidroeléctrica en todos los países. La generación alcanzó 72.744 GWh superando en 3,6% la cifra del año anterior, un crecimiento dinámico que supera por más de un punto porcentual los dos años anteriores. La capacidad instalada creció en 5,9%, cifra similar a la registrada en 2018. La demanda máxima rebasó los 11.500 MW, se incrementó en 5,4%, el mayor crecimiento de los últimos diez años.

Una revisión de las cifras de cierre a diciembre de 2019 muestra como la característica más relevante, la marcada reducción de la producción hidroeléctrica, singularidad que fue el resultado de la reducción del régimen de lluvias, causado a su vez por la presencia de fenómeno climático conocido como ENSO (Niño Oscilación del Sur, fenómeno originado en el océano Pacífico) y otra conjugación de eventos probablemente asociados al cambio climático. No obstante la significativa merma de la producción hidroeléctrica, la capacidad de reserva existente en los sistemas eléctricos nacionales, y, en el caso de los países centroamericanos, la interconexión eléctrica del SIEPAC, evitaron crisis de suministro de electricidad. La participación de las fuentes renovables de energía (FRE) registró ese año (2019) las siguientes participaciones: 99,2% en Costa Rica; 69,8% en El Salvador; 61% en Belice (una reducción de más de 20 puntos porcentuales); 58% en Guatemala; 55% en Honduras (una disminución de más de 10 puntos porcentuales); 54,6% en Nicaragua; 53,1% en Panamá (25 puntos porcentuales de reducción); finalmente, 11,6% en la República Dominicana.

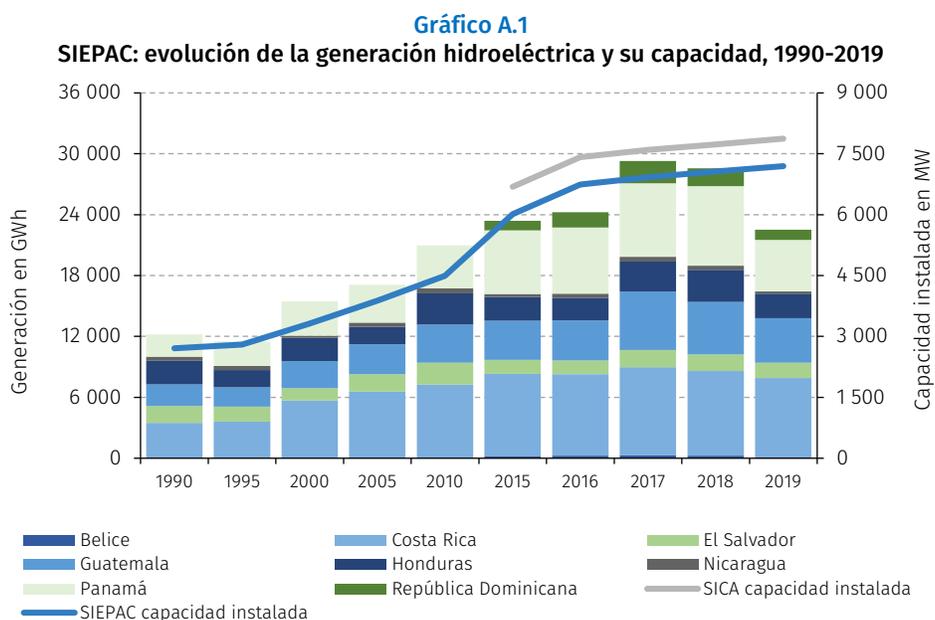
La capacidad instalada en 2019 de la subregión fue de 23.452 MW, cifra 5,9% más alta que la registrada en 2018. El mayor parque generador de la subregión en 2019 correspondió a la República Dominicana (21%), seguida por Panamá (17,6%); Guatemala (17,5%); Costa Rica (15,2%); Honduras (11,6%); El Salvador (9,6%); Nicaragua (6,8%), Belice (0,7%).

En los cuadros A.2 a A.7 y en los gráficos A.1 a A.6 se muestra la evolución de cada uno de esos recursos renovables en el período 1990-2018. En el caso de las tecnologías disruptivas referidas (solar y eólica) el período de análisis es más pequeño.

**Cuadro A.2**  
**Países del SICA: evolución de la energía hidroeléctrica, 1990-2019**

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Capacidad instalada</b>										
(En MW)										
SICA						6 687,9	7 415,3	7 595,9	7 731,9	7 873,6
SIEPAC	2 708,6	2 797,0	3 314,7	3 881,0	4 490,6	6 017,7	6 745,1	6 925,7	7 061,7	7 195,9
Belice						54,5	54,5	54,5	54,5	54,5
Costa Rica	747,3	818,5	1 225,5	1 303,6	1 553,2	1 935,4	2 328,1	2 328,1	2 372,6	2 343,2
El Salvador	388,0	388,0	406,2	460,9	486,5	497,3	495,1	574,4	575,1	575,7
Guatemala	488,1	502,1	532,7	701,0	884,7	1 087,0	1 350,3	1 437,7	1 499,1	1 574,5
Honduras	431,0	434,2	435,2	479,1	526,3	634,9	660,4	665,8	695,8	725,9
Nicaragua	103,4	103,4	103,4	104,4	105,3	137,2	142,5	142,5	142,5	157,4
Panamá	550,8	550,8	611,8	832,0	934,6	1 726,0	1 768,7	1 777,3	1 776,7	1 819,3
Rep. Dominicana						615,7	615,7	615,7	615,7	623,2
<b>Generación</b>										
(En GWh)										
SICA						23 393,8	24 251,0	29 287,1	28 579,1	22 511,7
SIEPAC	12 205,3	11 517,9	15 454,4	17 096,4	20 995,5	22 223,8	22 490,0	26 829,1	26 568,1	21 454,5
Belice						235,9	260,5	282,2	249,7	74,6
Costa Rica	3 497,4	3 620,2	5 690,6	6 565,4	7 261,7	8 066,6	8 025,9	8 677,0	8 342,9	7 826,7
El Salvador	1 647,8	1 471,3	1 217,8	1 717,3	2 150,2	1 405,2	1 339,0	1 700,2	1 627,5	1 522,4
Guatemala	2 147,9	1 911,4	2 673,9	2 937,2	3 767,0	3 851,8	3 951,3	5 765,3	5 191,0	4 381,1
Honduras	2 296,6	1 690,2	2 275,4	1 725,7	3 080,2	2 340,1	2 231,4	2 970,6	3 145,0	2 405,2
Nicaragua	402,9	406,9	209,5	433,1	503,2	289,7	419,9	462,4	406,5	222,8
Panamá	2 212,7	2 418,0	3 387,1	3 717,7	4 233,3	6 270,5	6 522,5	7 253,5	7 855,2	5 096,3
Rep. Dominicana						934,1	1 500,6	2 175,9	1 761,3	982,7

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.  
Nota: Cifras preliminares para 2019.



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.

Cuadro A.3

## Países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA): evolución de la energía geotérmica, 1990-2019

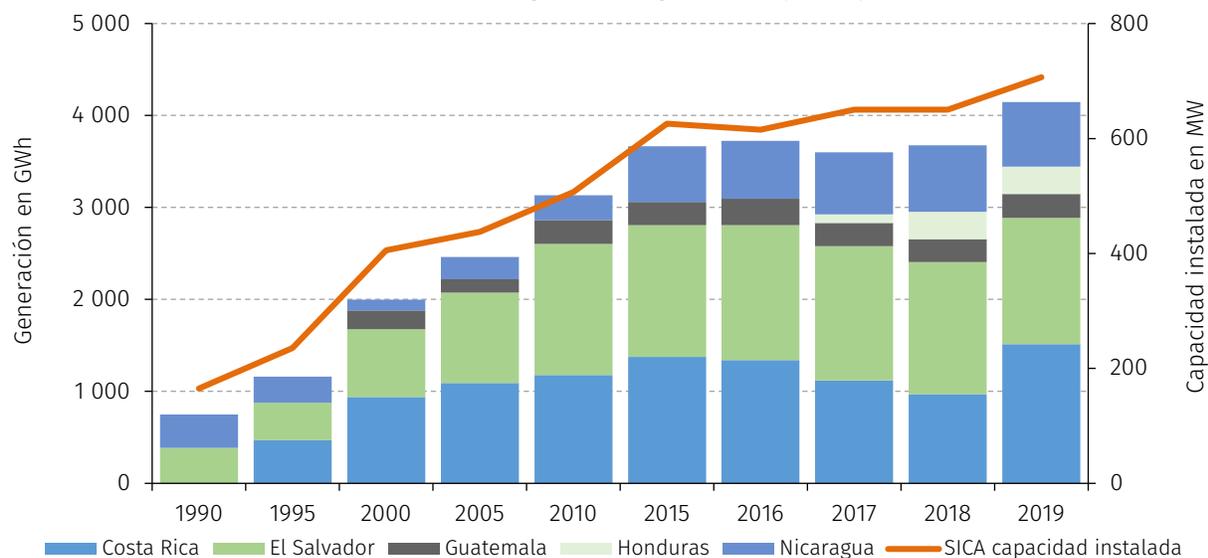
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Capacidad instalada</b>										
(En MW)										
SICA	165,0	235,3	405,2	437,4	506,8	625,5	615,0	650,0	650,0	706,5
SIEPAC	165,0	235,3	405,2	437,4	506,8	625,5	615,0	650,0	650,0	706,5
Costa Rica	0,0	60,3	145,0	165,7	165,7	217,4	206,9	206,9	206,9	261,9
El Salvador	95,0	105,0	161,2	151,2	204,4	204,4	204,4	204,4	204,4	204,4
Guatemala	0,0	0,0	29,0	33,0	49,2	49,2	49,2	49,2	49,2	52,0
Honduras								35,0	35,0	35,0
Nicaragua	70,0	70,0	70,0	87,5	87,5	154,5	154,5	154,5	154,5	153,2
<b>Generación</b>										
(En GWh)										
SICA	747,6	1 159,0	1 999,4	2 461,5	3 131,1	3 664,6	3 725,3	3 598,4	3 676,4	4 146,5
SIEPAC	747,6	1 159,0	1 999,4	2 461,5	3 131,1	3 664,6	3 725,3	3 598,4	3 676,4	4 146,5
Costa Rica	0,0	468,2	937,5	1 090,1	1 176,1	1 375,6	1 339,5	1 117,8	968,6	1 512,6
El Salvador	384,3	410,1	738,9	985,2	1 427,5	1 432,4	1 467,2	1 459,9	1 437,3	1 372,8
Guatemala	0,0	0,0	202,2	145,0	259,3	251,5	289,1	253,0	249,8	262,1
Honduras								92,6	297,1	295,9
Nicaragua	363,3	280,7	120,8	241,2	268,2	605,0	629,5	675,0	723,7	703,1

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.

Nota: Cifras preliminares para 2019.

Gráfico A.2

## Países del SICA: evolución de la generación geotérmica y su capacidad, 1990-2019



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.

Nota: Cifras preliminares para 2019.

Cuadro A.4

## Centroamérica: participación de la geotermia en la producción de electricidad, 2017

País/Central	Año de entrada en operación	Capacidad Instalada (MW)	Capacidad efectiva (MW)	Generación (GWh)	Participación (En porcentajes)
El Salvador		204,4	176,2	1 459,9	28,8
Ahuachapán	1975	95,0	73,1	634,9	
Berlín	1999	109,4	103,1	825,0	
Nicaragua		154,5	94,3	675,	16,6
Momotombo	1983	70,0	18,5	147,8	
San Jacinto Tizate	2005	77,0	70,3	490,8	
Momotombo (OEC)	2015	7,5	5,5	36,4	
Costa Rica		206,9	158,1	1 117,8	10,0
Miravalles I	1994	55,1	42,4	290,8	
Miravalles II	1998	55,1	42,3	244,8	
Boca de Pozo I	1998	5,0	5,0	33,0	
Miravalles III	2000	29,5	26,0	184,9	
Miravalles V	2003	10,5	7,4	50,0	
Païlas	2011	51,8	35,0	314,4	
Guatemala		49,2	33,6	253,0	2,2
Orzunil	1998	24,0	12,7	108,7	
Ortitlán	2006	25,2	20,8	144,3	
Honduras					
Platanares	2017	35,0	35,0	92,6	1,0
Total		650,0	497,2	3 598,4	6,9

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.

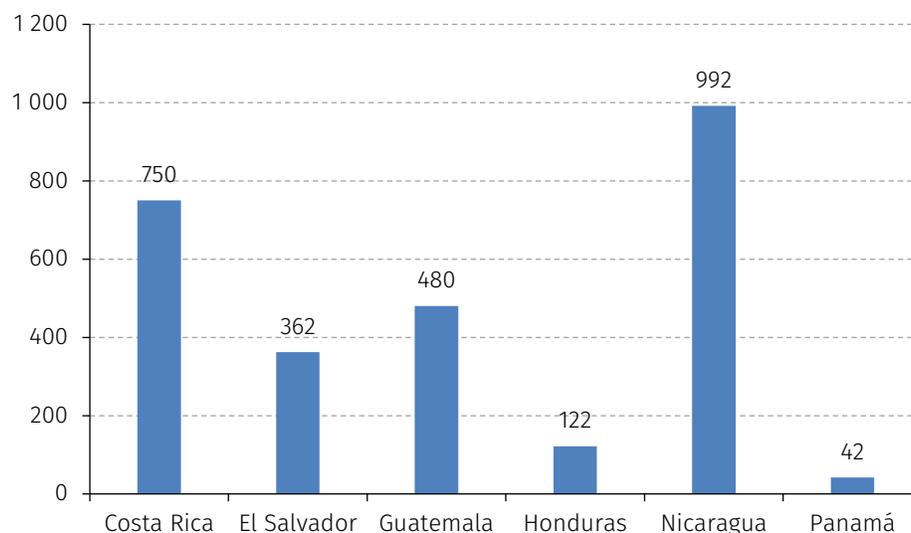
<sup>a</sup> Representa el porcentaje de la producción de energía eléctrica que corresponde a las geotérmicas.

<sup>b</sup> La participación de la geotermia a nivel de la subregión de los países del SICA es del 5% (2017).

<sup>c</sup> En algunos países y durante períodos breves (pocos años), han operado unidades de boca de pozo, que han permitido el aprovechamiento del vapor geotérmico hasta la finalización de una central mayor.

Gráfico A.3

## Países seleccionados: potencial geotérmico estimado (En MWe)



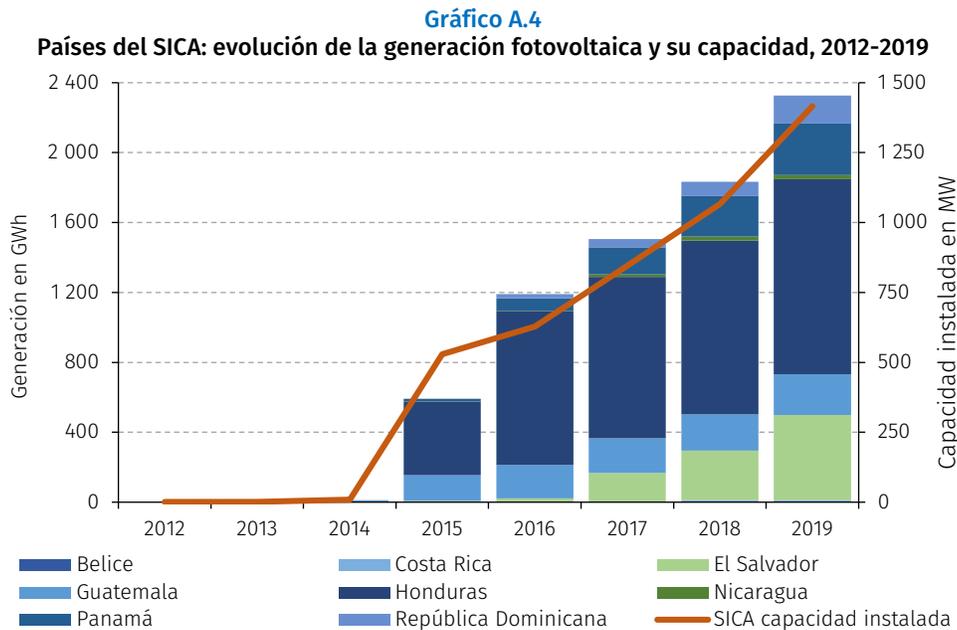
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de diferentes fuentes.

Nota: El potencial geotérmico por país es: Costa Rica (750 MWe), El Salvador (362 MWe); Guatemala 480 (MWe), Honduras (122 MWe), Nicaragua (992 MWe) y Panamá 42 (MWe) (Dolezal, 2013).

**Cuadro A.5**  
**Países del SICA: evolución de la energía fotovoltaica, 2012-2019**

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Capacidad instalada (En MW)								
SICA	1,00	1,48	8,88	528,74	627,82	845,91	1,066,58	1,415,85
SIEPAC	1,00	1,00	8,40	528,26	597,34	815,43	978,14	1,227,87
Belice		0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Costa Rica	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,40	5,40	5,40
El Salvador				9,65	11,70	109,65	166,50	406,33
Guatemala			5,00	85,00	85,00	92,50	92,50	92,50
Honduras				388,00	409,00	450,90	510,80	510,80
Nicaragua				1,38	1,38	13,96	13,96	13,96
Panamá			2,40	43,23	89,26	143,02	188,98	198,88
Rep. Dominicana					30,00	30,00	87,96	187,50
Generación (En GWh)								
SICA	0,3	2,0	10,7	591,4	1,190,8	1,506,0	1,833,6	2,325,9
SIEPAC	0,3	1,4	10,1	590,7	1,166,7	1,458,1	1,751,4	2,165,7
Belice		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Costa Rica	0,3	1,4	1,5	1,5	1,4	2,7	9,9	9,6
El Salvador				4,2	19,2	163,9	284,0	488,1
Guatemala			7,1	149,3	191,8	198,2	208,3	233,4
Honduras				417,2	880,8	923,7	992,8	1,115,5
Nicaragua				2,1	2,1	13,6	23,8	24,2
Panamá			1,5	16,4	71,4	155,9	232,6	294,8
Rep. Dominicana					23,5	47,3	81,6	159,6

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.  
 Nota: Cifras preliminares para 2019.

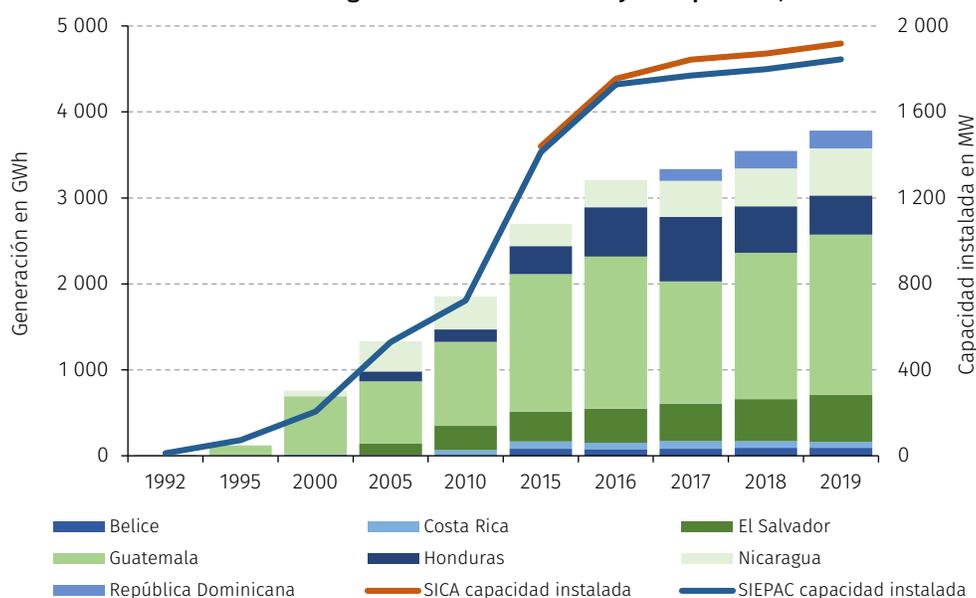


**Cuadro A.6**  
**Países del SICA: evolución de la energía biomásica, 1992-2019**

	1992	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Capacidad instalada (En MW)										
SICA						1 439,6	1 755,1	1 842,7	1 872,2	1 918,3
SIEPAC	11,9	72,5	205,3	529,3	723,2	1 412,1	1 727,6	1 769,7	1 799,2	1 844,8
Belice						27,5	27,5	43,5	43,5	43,5
Costa Rica	4,0	7,5	12,0	24,0	40,0	40,0	40,0	40,0	52,5	71,0
El Salvador				81,0	99,0	195,4	252,2	263,5	290,6	307,6
Guatemala	7,9	55,0	163,7	238,2	371,5	870,7	1 049,2	1 080,0	1 069,9	1 024,9
Honduras				59,3	90,9	172,2	209,7	209,7	209,7	223,1
Nicaragua	0,0	10,0	29,6	126,8	121,8	133,8	176,6	176,6	176,6	218,2
Rep. Dominicana								29,5	29,5	30,0
Generación (En GWh)										
SICA						2 698,4	3 208,0	3 335,2	3 544,4	3 782,9
SIEPAC	11,0	127,4	759,3	1 331,6	1 853,7	2 615,2	3 129,0	3 115,8	3 248,9	3 484,5
Belice						83,3	79,0	82,3	93,8	91,9
Costa Rica	4,6	2,8	19,1	12,5	65,3	82,3	74,5	87,5	76,7	72,1
El Salvador				126,8	282,7	344,9	394,8	439,1	489,9	548,2
Guatemala	6,4	114,6	668,6	725,6	978,9	1 602,4	1 769,4	1 418,2	1 701,5	1 861,0
Honduras			0,5	115,1	142,1	324,8	573,6	752,2	538,8	456,5
Nicaragua		9,9	71,1	351,6	384,6	260,8	316,7	418,8	442,0	546,7
Rep. Dominicana								137,1	201,7	206,5

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.  
Nota: Cifras preliminares para 2019.

**Gráfico A.5**  
**SIEPAC: evolución de la generación con biomasa y su capacidad, 1992-2019**



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.  
Nota: Cifras preliminares para 2019.

Cuadro A.7

## Países del SICA: evolución de la energía eólica, 1996-2018

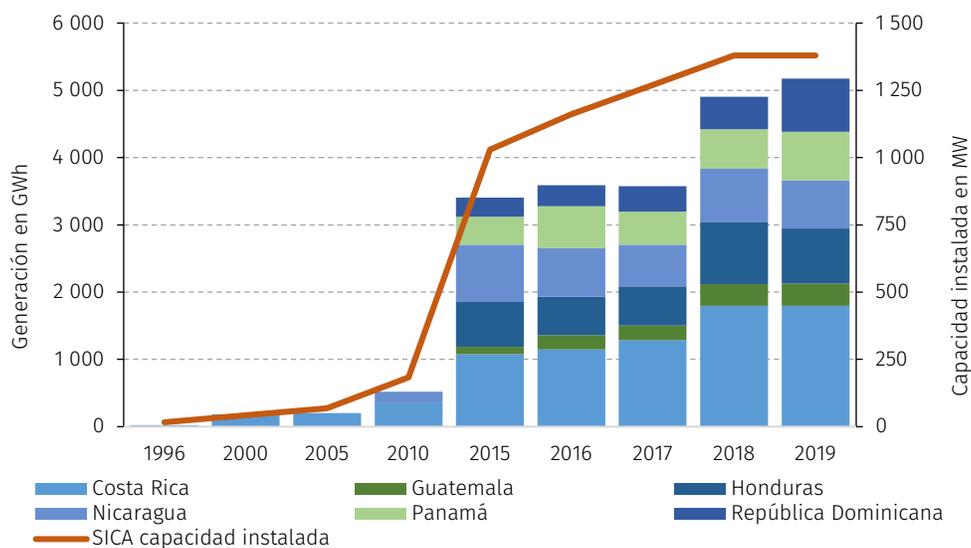
	1996	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Capacidad instalada									
(En MW)									
SICA	16,5	42,5	68,6	182,6	1 030,2	1 161,2	1 269,9	1 379,6	1 379,6
SIEPAC	16,5	42,5	68,6	182,6	944,7	1 026,2	1 134,9	1 196,4	1 196,4
Costa Rica	16,5	42,5	68,6	119,6	278,1	319,1	377,8	407,8	407,8
Guatemala					75,9	75,9	75,9	107,4	107,4
Honduras					152,0	175,0	225,0	225,0	225,0
Nicaragua				63,0	186,2	186,2	186,2	186,2	186,2
Panamá					252,5	270,0	270,0	270,0	270,0
Rep. Dominicana					85,5	135,0	135,0	183,3	183,3
Generación									
(En GWh)									
SICA	22,6	182,7	203,6	522,1	3 406,4	3 591,9	3 575,5	4 904,2	5 175,2
SIEPAC	22,6	182,7	203,6	522,1	3 122,7	3 279,3	3 197,6	4 423,0	4 386,2
Costa Rica	22,6	182,7	203,6	358,7	1 079,5	1 147,3	1 287,7	1 798,9	1 796,3
Guatemala					107,3	215,1	218,1	319,5	330,8
Honduras					664,6	574,1	578,1	928,7	818,3
Nicaragua				163,4	852,8	717,6	622,6	788,0	716,2
Panamá					418,5	625,2	491,2	587,9	724,6
Rep. Dominicana					283,8	312,6	377,9	481,2	789,0

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.

Nota: Cifras preliminares para 2019.

Gráfico A.6

## SIEPAC: evolución de la generación eólica y su capacidad, 1996-2019



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.

Nota: Cifras preliminares para 2019.



## Anexo III

### Catálogo de proyectos y sitios geotérmicos en los países del SICA<sup>88</sup>

**Cuadro A.8**  
**Costa Rica: catálogo de proyectos geotérmicos**

Desarrollo	Ubicación	Potencia (MW)	Estado	Vida útil	Observaciones
Miravalles, Etapa I	Volcán Miravalles, Guanacaste	55	Operación comercial desde 1994	2030	Repotenciado para el período 2028-2060 con ajuste de potencia a 35 MW
UCP – Boca de Pozo	Volcán Miravalles, Guanacaste	5	Operación comercial desde 1996	2030	Repotenciado por el período 2030-2060 potencia a 5 MW
Miravalles, Etapa II	Volcán Miravalles, Guanacaste	55	Operación comercial desde 1998	2030	Repotenciado para el período 2030-2060 con ajuste de potencia a 35 MW
Miravalles, Etapa III	Volcán Miravalles, Guanacaste	29,5	Operación comercial desde 2000	2030	Repotenciado para el período 2030-2060, potencia de 29,5 MW
Miravalles, Etapa V	Volcán Miravalles, Guanacaste	10	Operación comercial desde 2003	2030	Sistema binario, ciclo de fondo
Pailas, Etapa I	Volcán Rincón de la Vieja, Guanacaste	42,5	Operación comercial desde 2011	2036	Estudios de repotenciamiento pendiente
Pailas, Etapa II	Volcán Rincón de la Vieja, Guanacaste	55	Operación comercial desde 2019	2054	Cambio en esquema de desarrollo de yacimientos geotérmicos. Se introduce la flexibilidad operacional y 100% perforación direccional
Borinquen, Etapa I	Volcán Rincón de la Vieja, Guanacaste	55	Operación comercial en 2026	2061	Cuenta con estudio de impacto ambiental, estudio técnico y financiamiento. Actualmente proyecto en etapa de desarrollo.
Borinquen, Etapa II	Volcán Rincón de la Vieja, Guanacaste	55	Operación comercial en 2030	2065	Cuenta con estudio de impacto ambiental, estudio técnico y financiamiento
PLB-01	Volcán Rincón de la Vieja, Guanacaste	12	Factibilidad avanzada	30 años	Disponible para el Plan de Desarrollo Eléctrico, período 2020-2030
PLM-55	Volcán Miravalles, Guanacaste	12	Factibilidad avanzada	30 años	Disponible para el Plan de Desarrollo Eléctrico, período 2020-2030
PLM-54	Volcán Miravalles, Guanacaste	12	Factibilidad	30 años	Disponible para el Plan de Desarrollo Eléctrico, período 2020-2030
RV Norte	Volcán Rincón de la Vieja, Guanacaste	35	Reconocimiento	35 años	Proyectado para el Plan de Desarrollo Eléctrico, período 2020-2040
Orosí	Sector Orosí-Cacao, Guanacaste	35	Reconocimiento	35 años	Proyectado para el Plan de Desarrollo Eléctrico, período 2020-2040
Poco Sol	Sector Arenal-Poco Sol, Alajuela	35	Reconocimiento	35 años	Proyectado para el Plan de Desarrollo Eléctrico, período 2020-2040
Irazú	Sector Irazú-Turrialba, Cartago	35	Reconocimiento	35 años	Proyectado para el Plan de Desarrollo Eléctrico, período 2020-2040

Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

**Cuadro A.9**  
**Guatemala: avance de los campos geotérmicos**

Área		Reconocimiento	Prefactibilidad	Factibilidad	Desarrollo y construcción
		10 000km <sup>2</sup> a 100.000 km <sup>2</sup>	500 km <sup>2</sup> a 2000 km <sup>2</sup>	10 km <sup>2</sup> a 100 km <sup>2</sup>	
Amatitlán	Ortitlán (98 km <sup>2</sup> ) Potencial: 50 MW Instalado: 25,2 MW Actual: 20,5 MW Temp.: 180°-300 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geología</li> <li>Geoquímica</li> <li>Geotermómetros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios geológicos, vulcanológicos y tectónicos</li> <li>Hidrogeología e hidrogeoquímica</li> <li>Pozos de diámetro reducido</li> <li>Estudios gravimétricos, magnéticos y magnetotélúricos</li> <li>Modelo conceptual</li> <li>Informe de prefactibilidad por Electroconsult (1984)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pozos exploratorios</li> <li>Pruebas en pozos</li> <li>Selección y tipo de planta y potencia</li> </ul> Informe por WEST JEC, 19943	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perforación de pozos adicionales de producción y reinyección</li> <li>Construcción de la planta</li> <li>Puesta en marcha (2007) Ortitlán, Limitada</li> </ul>
	El Ceibillo (100 km <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geología</li> <li>Geoquímica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios geológicos</li> <li>Pozos de diámetro reducido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios geofísicos</li> </ul>	

<sup>88</sup> Solamente están los catálogos de Costa Rica y Guatemala. Pendiente completar con información de los demás países del SICA.

Área		Reconocimiento	Prefactibilidad	Factibilidad	Desarrollo y construcción
		10 000 km <sup>2</sup> a 100.000 km <sup>2</sup>	500 km <sup>2</sup> a 2000 km <sup>2</sup>	10 km <sup>2</sup> a 100 km <sup>2</sup>	
	Potencial: 50 MW Autorizado: 25 MW Temp.: 180 °C-255 °C	• Geotermómetros		• Pruebas en pozos y perforación de nuevos pozos • Actualmente realizando el informe de factibilidad por <i>US Geothermal</i>	
Zunil	Orzunil I (7,40 km <sup>2</sup> ) Potencial: 50 MW Instalado: 25,2 MW Actual: 16 MW Temp.: 250 °C-300 °C	• Geología • Geoquímica • Geotermómetros	• Estudios geológicos vulcanológicos y tectónicos • Hidrogeología e hidrogeoquímica • Pozos de diámetro reducido • Estudios geofísicos de conductividad, gravedad, geotectónica y SEV • Modelo conceptual • Informe de prefactibilidad por Electroconsult (1993).	• Pozos exploratorios • Pruebas en pozos • Selección de tipo de planta y potencia	• Perforación de pozos adicionales de producción y reinyección • Construcción de la planta • Puesta en marcha, 1999. Orzunil I de Electricidad Limitada
	Zunil II (35 km <sup>2</sup> ) Potencial: 35 MW Temp.: 280 °C-320 °C	• Geología • Geoquímica • Geotermómetros	• Estudios geológicos vulcanológicos y tectónicos • Hidrogeología e hidrogeoquímica Pozos de diámetro reducido • Estudios geofísicos de conductividad, gravedad, geotectónica y SEV • Modelo conceptual • Informe de prefactibilidad por Electroconsult (1993)	• No se han realizado pruebas en pozos debido a problemas de carácter social con la comunidad	
	Moyutla (336 km <sup>2</sup> ) Potencial: 30 MW Temp.: 114 °C-210 °C	• Geología • Geoquímica • Geotermómetros	• Estudios geológicos vulcanológicos y tectónicos • Hidrogeología e hidrogeoquímica • 12 pozos de diámetro reducido y uno de diámetro comercial • Estudios magnéticos eléctricos, resistivos • Modelo conceptual • Informe de prefactibilidad por Electroconsult (1977) • Modelo geoquímico por el laboratorio Nacional Los Álamos, Estados Unidos (1989)		
	San Marcos (210 km <sup>2</sup> ) Potencial: 50 MW Temp.: 225 °C-255 °C	• Geología • Geoquímica • Geotermómetros	• Estudios geológicos, vulcanológicos y tectónicos • Geoquímica • Informe de prefactibilidad por técnicos de la Unión Europea y el INDE (1997)		
	Tecuamburro (323 km <sup>2</sup> ) Potencial: 50 MW Temp.: 165 °C-300 °C	• Geología • Geoquímica • Geotermómetros	• Estudios geológicos vulcanológicos y tectónicos • Perforación de un pozo exploratorio • Hidrogeología e hidrogeoquímica • Estudios geofísicos AMT, multifrecuencia telúrica y resistividad • Informe de prefactibilidad por el Laboratorio Nacional Los Álamos, Estados Unidos (1989)		

Área	Reconocimiento	Prefactibilidad	Factibilidad	Desarrollo y construcción
	10 000 km <sup>2</sup> a 100.000 km <sup>2</sup>	500 km <sup>2</sup> a 2000 km <sup>2</sup>	10 km <sup>2</sup> a 100 km <sup>2</sup>	
Mita (13.306 km <sup>2</sup> ) Potencial: 50 MW Autorizado: 50 MW Temp: 180 °C-240 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología</li> <li>• Geoquímica</li> <li>• Geotermómetros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descubierta en 1997 por Goldcorp por una exploración de oro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios geológicos y tectónicos</li> <li>• Perforación de pozos y pruebas</li> <li>• Geoquímica, alteraciones hidrotermales</li> <li>• Resistividad (MT)</li> </ul>	
Tonicapán (128 km <sup>2</sup> ) Potencial: 50 MW Temp: 265 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología</li> <li>• Geoquímica</li> <li>• Geotermómetros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología</li> <li>• Geoquímica</li> <li>• Sin perforación de pozos</li> <li>• Gravimetría</li> <li>• Estudio preliminar por el INDE</li> </ul>		
Atitlán (483 km <sup>2</sup> ) Temp: 186 °C Palencia (362 km <sup>2</sup> ) Temp.: 204 °C Motagua (336 km <sup>2</sup> ) Temp.: 160 °C Ayarza (483 km <sup>2</sup> ) Temp.: 182 °C Retana (324 km <sup>2</sup> ) Temp.: 155 °C Ixtepeque-Ipala (304 km <sup>2</sup> ) Temp.: 155 °C Los Achiotes (304 km <sup>2</sup> ) Temp.: 155 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología</li> <li>• Geoquímica</li> <li>• Geotermómetros</li> </ul>			
La Memoria Temp.: 160 °C Momostenango Temp.: 180 °C Sacapulas-Sacualpa Temp.: 160 °C Chimaltenango Temp.: 185 °C Atitlán Temp.: 150 °C Sanarate Temp.: 185 °C Monjas Temp.: 160 °C Zacapa Temp.: 160 °C Camotán Temp.: 150 °C Granados Temp.: 200 °C Esquipulas Temp.: 221 °C Tajumulco Quiché Polochic-Agua Caliente San Marcos-Tacaná San Marcos-Malacatán Polochic-Cantún Polochic-Livingston	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocidos únicamente a través de manifestaciones superficiales (aguas termales) y sus temperaturas son deducidas</li> </ul>			

Fuente: Dirección General de Energía del Ministerio de Energía y Minas (MEM) de Guatemala.



## Anexo IV

### Potencial energético de la biomasa en los países del SICA: indicadores para una evaluación preliminar

Esta sección ha sido elaborada con base en el Sistema Geoespacial de Evaluación de la Biomasa para los países del SICA y otros sistemas de información regionales. Queda pendiente incorporar el cuadro correspondiente a Belice.

Cuadro A.10

#### Costa Rica: potencial energético de diversos recursos biomásicos

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Forestal</b>			
Extracción forestal <sup>a</sup>	Puntas, ramas, leña	0,04	0,7
Industria maderera <sup>a</sup>	Recortes, aserrín, costaneros, burucha	0,18	3,3
Plantaciones energéticas <sup>a</sup>	Leña	4 200	75,0
Bosques naturales <sup>a</sup>	Leña	617,5	11,1
Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Potencial (En millones de toneladas métricas/año)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Agrícola</b>			
Caña de azúcar <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir etanol	183	150
Palma de aceite <sup>b</sup>	Cultivo energético para producir biodiésel	25	249
Caña de azúcar <sup>b</sup>	Cachaza	0,03	0,54
Caña de azúcar <sup>b</sup>	Rastrojo	0,55	9,7
Piña <sup>b</sup>	Rastrojo	0,72	10,2
Piña <sup>b</sup>	Corona	0,001	0,01
Café <sup>b</sup>	Pulpa	0,02	0,32
Café <sup>b</sup>	Mucílago	0,009	0,14
Café <sup>b</sup>	Leña	0,002	0,04
Palma de aceite <sup>b</sup>	Fibra del mesocarpio	0,67	0,13
Palma de aceite <sup>b</sup>	Cascarilla de coquito	0,34	0,15
Palma de aceite <sup>b</sup>	Fibra del pinzote	0,81	1,24
Arroz <sup>b</sup>	Rastrojo	0,20	3,4
Banano <sup>b</sup>	Pinzote	0,19	0,28
Banano <sup>b</sup>	Vástago y sistema foliar	0,34	4,99
Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Agroindustrial</b>			
Extracción de jugos y pulpas <sup>b</sup>	Residuos de naranja	0,016	0,32
Extracción de jugos y pulpas <sup>b</sup>	Cáscaras y estopas de piña	0,025	
Extracción de jugos y pulpas <sup>b</sup>	Banano de rechazo	0,007	
Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Pecuario</b>			
Avícola <sup>b</sup>	Pollinaza	0,29	1,38
Avícola <sup>b</sup>	Gallinaza	0,15	0,24
Porcino <sup>b</sup>	Excretas	0,31	0,26
Bovino lechero <sup>b</sup>	Excretas	0,85	0,23
Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Residuos sólidos urbanos</b>			
Desechos orgánicos domésticos <sup>b</sup>	Desechos orgánicos de alimentos	0,34	3,05
Desechos orgánicos domésticos <sup>b</sup>	Basura orgánica (maderas y jardines)	0,05	0,46

Fuente: <sup>a</sup> Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019, Sistema Estadístico y Geográfico para la Evaluación del Potencial Energético de los Recursos Biomásicos de los Países del SICA. <sup>b</sup> EMA, Actualización de la encuesta de biomasa como insumo para su incorporación en la matriz energética de Costa Rica. Informe Final de Servicios Profesionales, Energía, Medio Ambiente y Desarrollo (EMA), Costa Rica, 11 de enero de 2018.

Nota: El equivalente energético se calcula dependiendo del factor del contenido de humedad (en porcentaje), el rendimiento del recurso biomásico en toneladas y el poder calórico superior en base seca (en joules por tonelada).

Cuadro A.11

## El Salvador: potencial energético de diversos recursos biomásicos

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Forestal</b>			
Extracción forestal <sup>a</sup>	Puntas, ramas, leña	0,17	3,1
Industria maderera <sup>a</sup>	Recortes, aserrín, costaneros, burucha	0,08	1,5
Plantaciones energéticas <sup>a</sup>	Leña	6 300	114
Bosques naturales <sup>a</sup>	Leña	1 250	25
<b>Agrícola</b>			
Caña de azúcar <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir etanol	83	68
Palma de aceite <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir biodiésel	10	109
<b>Residuos urbanos</b>			
Desechos urbanos y biodigestión <sup>b</sup>	Biogás	n/d	0,95

Otros recursos biomásicos del subsector agrícola con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Superficie cosechada en 2016 (En miles de hectáreas)	Producción en 2016 (En miles de toneladas)
Sorgo <sup>c</sup>	Cultivo energético para producir etanol	83,3	121,9

Otros recursos biomásicos del subsector pecuario con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Existencias en 2016 (En miles de cabezas)
Bovino <sup>c</sup>	Excretas	941,7
Porcino <sup>c</sup>	Excretas	228,8
Avícola <sup>c</sup>	Pollinaza	16 931,0

Fuente: <sup>a</sup> Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.<sup>b</sup> Consejo Nacional de Energía (CNE), "Planeación energética – [estado actual y perspectivas]", Ciudad de Panamá, 4 de septiembre de 2019.<sup>c</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), CEPALSTAT, Santiago, Chile, 2019.

Nota: El equivalente energético se calcula dependiendo del factor del contenido de humedad (en porcentaje), el rendimiento del recurso biomásico en toneladas y el poder calórico superior en base seca (en Joules por tonelada). Referirse a las fuentes para conocer más detalles.

Cuadro A.12

## Guatemala: potencial energético de diversos recursos biomásicos

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Forestal</b>			
Extracción forestal <sup>a</sup>	Puntas, ramas, leña	545	9,8
Industria maderera <sup>a</sup>	Recortes, aserrín, costaneros, burucha	5	0,1
Plantaciones energéticas <sup>a</sup>	Leña	8 400	153
Bosques naturales <sup>a</sup>	Leña	2 420	43,4
<b>Agrícola</b>			
Caña de azúcar <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir etanol	277	227
Palma de aceite <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir biodiésel	34	377

Otros recursos biomásicos del subsector agrícola con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Superficie cosechada en 2016 (En miles de hectáreas)	Producción en 2016 (En miles de toneladas)
Banano y plátano <sup>b</sup>	Pinzote	93,7	4 122,4
Piña <sup>b</sup>	Rastrojo y corona	12	327,5
Café <sup>b</sup>	Pulpa, cáscara, mucílago, leña	274,2	236,1

Otros recursos biomásicos del subsector pecuario con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Existencias en 2016 (En miles de cabezas)
Bovino <sup>c</sup>	Excretas	3 768,4
Porcino <sup>c</sup>	Excretas	2 875,9
Avícola <sup>c</sup>	Pollinaza	242 379,4

Fuente: <sup>a</sup> Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019, Sistema Estadístico y Geográfico para la Evaluación del Potencial Energético de los Recursos Biomásicos de los Países del SICA.<sup>b</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), CEPALSTAT, Santiago, Chile, 2019.<sup>c</sup> CEPALSTAT- Sistema de Información Agropecuaria (SIAGRO) sobre la base de datos oficiales de los países

Nota: El equivalente energético se calcula dependiendo del factor del contenido de humedad (en porcentaje), el rendimiento del recurso biomásico en toneladas y el poder calórico superior en base seca (en Joules por tonelada). Favor de referirse a las fuentes para conocer más detalles.

Cuadro A.13

## Honduras: potencial energético de diversos recursos biomásicos

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Forestal</b>			
Extracción forestal <sup>a</sup>	Puntas, ramas, leña	130 000	2,3
Industria maderera <sup>a</sup>	Recortes, aserrín, costaneros, burucha	70 000	1,2
Plantaciones energéticas <sup>a</sup>	Leña	43 100	863
Bosques naturales <sup>a</sup>	Leña	4 300	87
<b>Agrícola</b>			
Caña de azúcar <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir etanol	444	727,3
Palma de aceite <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir biodiésel	60,45	805,2

## Otros recursos biomásicos del subsector agrícola con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Superficie cosechada en 2016 (En miles de hectáreas)	Producción en 2016 (En miles de toneladas)
Banano y plátano <sup>b</sup>	Pinzote	33,2	802,2
Piña <sup>b</sup>	Rastrojo y corona	8,8	142,8
Café <sup>b</sup>	Pulpa, cáscara, mucílago, leña	387,9	362,4

## Otros recursos biomásicos del subsector pecuario con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Existencias en 2016 (En miles de cabezas)
Bovino <sup>c</sup>	Excretas	2 841,7
Porcino <sup>c</sup>	Excretas	457,7
Avícola <sup>c</sup>	Pollinaza	45 648,0

Fuente: <sup>a</sup> Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019, Sistema Estadístico y Geográfico para la Evaluación del Potencial Energético de los Recursos Biomásicos de los Países del SICA.

<sup>b</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019, CEPALSTAT, Santiago, Chile.

<sup>c</sup> CEPALSTAT- Sistema de Información Agropecuaria (SIAGRO) sobre la base de datos oficiales de los países.

Nota: El equivalente energético se calcula dependiendo del factor del contenido de humedad (en porcentajes), el rendimiento del recurso biomásico en toneladas y el poder calórico superior en base seca (en Joules por tonelada). Referirse a las fuentes para conocer más detalles.

Cuadro A.14

## Nicaragua: potencial energético de diversos recursos biomásicos

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Forestal</b>			
Plantaciones energéticas <sup>a</sup>	Leña	7 400	134
<b>Agrícola</b>			
Caña de azúcar <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir etanol	755	618
Palma de aceite <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir biodiésel	96,3	1 069

## Otros recursos biomásicos del subsector agrícola con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Superficie cosechada en 2016 (En miles de hectáreas)	Producción en 2016 (En miles de toneladas)
Arroz <sup>b</sup>	Granza, rastrojo	66,9	418,1
Sorgo <sup>b</sup>	Cultivo energético para producir etanol	63,6	104,3
Banano y plátano <sup>b</sup>	Pinzote	13,5	311,2
Café <sup>b</sup>	Pulpa, cáscara, mucílago, leña	120,5	122,5

## Otros recursos biomásicos del subsector pecuario con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Existencias en 2016 (En miles de cabezas)
Bovino <sup>c</sup>	Excretas	5 038,8
Porcino <sup>c</sup>	Excretas	612,2
Avícola <sup>c</sup>	Pollinaza	22 793,0

Fuente: <sup>a</sup> Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019, Sistema Estadístico y Geográfico para la Evaluación del Potencial Energético de los Recursos Biomásicos de los Países del SICA.

<sup>b</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019, CEPALSTAT, Santiago, Chile.

<sup>c</sup> CEPALSTAT- Sistema de Información Agropecuaria (SIAGRO) sobre la base de datos oficiales de los países.

Nota: El equivalente energético se calcula dependiendo del factor del contenido de humedad (en porcentajes), el rendimiento del recurso biomásico en toneladas y el poder calórico superior en base seca (en Joules por tonelada). Referirse a las fuentes para conocer más detalles.

Cuadro A.15

## Panamá: potencial energético de diversos recursos biomásicos

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Forestal</b>			
Plantaciones energéticas <sup>a</sup>	Leña	3 600	66
Bosques naturales <sup>a</sup>	Leña	310	5,6
Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Agrícola</b>			
Caña de azúcar <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir etanol	281	229
Palma de aceite <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir biodiésel	41,1	455
Otros recursos biomásicos del subsector agrícola con potencial energético			
Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Superficie cosechada en 2016 (En miles de hectáreas)	Producción en 2016 (En miles de toneladas)
Arroz <sup>b</sup>	Granza, rastrojo	66,3	321,5
Banano y plátano <sup>b</sup>	Pinzote	18,0	456,6

Otros recursos biomásicos del subsector pecuario con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Existencias en 2016 (En miles de cabezas)
Bovino <sup>c</sup>	Excretas	1 554,2
Porcino <sup>c</sup>	Excretas	389,0
Avícola <sup>c</sup>	Pollinaza	23 908,0

Fuente: <sup>a</sup> Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2019, Sistema Estadístico y Geográfico para la Evaluación del Potencial Energético de los Recursos Biomásicos de los Países del SICA.

<sup>b</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019, CEPALSTAT, Santiago, Chile.

<sup>c</sup> Fuente: CEPALSTAT- Sistema de Información Agropecuaria (SIAGRO) sobre la base de datos oficiales de los países.

Nota: El equivalente energético se calcula dependiendo del factor del contenido de humedad (en porcentajes), el rendimiento del recurso biomásico en toneladas y el poder calórico superior en base seca (en Joules por tonelada). Referirse a las fuentes para conocer más detalles.

Cuadro A.16

## República Dominicana: potencial energético de diversos recursos biomásicos

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Forestal</b>			
Extracción forestal <sup>a</sup>	Puntas, ramas, leña	350	7
Industria maderera <sup>a</sup>	Recortes, aserrín, costaneros, burucha	100	2,1
Plantaciones energéticas <sup>a</sup>	Leña	24 900	498
Bosques naturales <sup>a</sup>	Leña	1 820	36,4
Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Potencial (En millones de toneladas métricas/año)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Agrícola</b>			
Caña de azúcar <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir etanol	192,71	315,7
Palma de aceite <sup>a</sup>	Cultivo energético para producir biodiésel	56,92	758,1
Arroz <sup>a</sup>	Rastrojo	0,036	0,53
Coco <sup>a</sup>	Cáscara	0,052	0,78
Guineo <sup>a</sup>	Raquis	0,285	4,27
Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Pecuario</b>			
Avícola <sup>b</sup>	Pollinaza	239,4	5,1
Porcino <sup>b</sup>	Excretas	7	0,2
Porcino <sup>b</sup>	Excretas	20	0,4
Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Disponibilidad potencial (En miles de toneladas métricas secas)	Equivalente energético (petajoules por año)
<b>Residuos sólidos urbanos</b>			
Rellenos sanitarios <sup>a</sup>	Basura orgánica	5,54	7,5

Otros recursos biomásicos del subsector agrícola con potencial energético

Origen del recurso biomásico	Tipo de recurso biomásico	Superficie cosechada en 2016 (En miles de hectáreas)	Producción en 2016 (En miles de toneladas)
Banano y plátano <sup>b</sup>	Pinzote	73,7	2 032,7

Fuente: <sup>a</sup> Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2019, Sistema Estadístico y Geográfico para la Evaluación del Potencial Energético de los Recursos Biomásicos de los Países del SICA.

<sup>b</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019, CEPALSTAT, Santiago, Chile.

Nota: El equivalente energético se calcula dependiendo del factor del contenido de humedad (%), el rendimiento del recurso biomásico en toneladas y el poder calórico superior en base seca (en Joules por tonelada). Referirse a las fuentes para conocer más detalles.

## Anexo V

### Portafolios o cartera de proyectos

**Cuadro A.17**  
Resumen de capacidad de proyectos renovables candidatos para la expansión de la generación  
(En MW)

	Total	Renovable	Hidro	Geotermia	Eólico	Solar	Biomasa	No Renovable
Costa Rica	2 574,3	1 634,3	962,3	162,0	300,0	210,0		940,0
El Salvador	995,2	395,2		58,0	73,0	264,2		600,0
Guatemala	155,0	155,0		95,0		60,0		
Honduras	891,3	891,3	871,3	20,0				
Nicaragua	1 885,2	1 580,2	849,2	527,0	40,0		164,0	305,0
Panamá	3 591,5	1 791,5	333,9		836,0	621,6		1 800,0
Centroamérica	10 092,5	6 447,5	3 016,7	862,0	1 249,0	1 155,8	164,0	3 645,0

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información del Ente Operador Regional (EOR), *Planificación de Largo Plazo de la generación y la transmisión regional correspondiente al período 2019-2028* Tomo 1, San Salvador, octubre de 2018.

**Cuadro A.18**  
Proyectos renovables candidatos para la expansión de la generación

País/región	Recurso	Proyecto	Suma de Capacidad en MW	
Centroamérica	Total renovable		6 447,46	
Costa Rica			1 634,30	
	Eólico	Proyectos Eólicos 50 MW (6 proyectos)	300	
	Geotermia			162
		Geo Borinquen 1		52
		Geo Borinquen 2		55
		Proyecto Geo Genérico 1		55
	Hidro			962,3
		Diquis3		623
		Hidro Fourth Cliff		69
		Hidro Llanos		93,3
		Mini Diquis 1		27
		Proyectos Hidro 50 MW (3 proyectos)		150
	Solar			210
			Proyectos Solares 20 MW (3 proyectos)	
		Proyectos Solares 50 MW (3 proyectos)		150
El Salvador			395,2	
	Eólico			73
		Eólico MetCel		40
		Eólico Vientos de La Canada		33
	Geotermia			58
		Ampliación Geo Ahuachapán		6
		Ampliaciones Geo Berlin (2 etapas)		36
		Geotérmica Chinameca		8
	Geotérmica San Vicente		8	
			264,2	

País/región	Recurso	Proyecto	Suma de Capacidad en MW
	Solar	Solar 15 de Septiembre	14,2
		Solares genéricos (6 proyectos)	250
Guatemala	Geotermia		155
			95
		Geotérmica GUA	25
		Geotérmica JUT	50
		Geotérmica ZAC	20
	Solar		60
		Solar SRO I	30
		Solar SRO II	30
		891,3	
Honduras	Geotermia	Geopower	20
	Hidro		871,3
		Hidro El Tablón	20
		Hidro Jicatuyo	172,9
		Hidro Llanitos	98,2
		Hidro Patuca 2	270
		Hidro Patuca 2A	150
		Hidro Tornillito	160,2
		1 580,2	
Nicaragua	Biomasa	Proyectos biomasa (5 proyectos)	164
	Eólico	Eólico Valle 1	40
	Geotermia		527
		Geotérmica Casitas (3 etapas)	105
		Geotérmica Cosiguina (2 etapas)	50
		Geotérmica El Apoyo (2 etapas)	72
		Geotérmica El Chiltepe (2 etapas)	70
		Geotérmica El Hoyo (2 etapas)	70
		Geotérmica Mombacho (2 etapas)	50
		Geotérmica Ometepe (2 etapas)	70
		Geotérmica Volcán Najo (2 etapas)	40
	Hidro		849,2
		Hidro Boboke	68
		Hidro Cangiles	27
		Hidro Copalar Bajo	150
		Hidro Corrie Li	40
		Hidro El Barro	32
		Hidro El Carmen	100
		Hidro El Consuelo	21
Hidro Pajaritos		21,7	
Hidro Piedra Cajón		22	
Hidro Piedra Fina	44		
Hidro Salto Y-Y	25		
Hidro Sirena	17,5		
Hidro Tumarín	253		
Hidro Valetín	28		
		1 791,46	

País/región	Recurso	Proyecto	Suma de Capacidad en MW
Panamá	Eólico		836
		Proyectos eólicos Zona Chiriquí (2 proyectos)	44,8
		Proyectos eólicos Zona Coclé (4 proyectos)	382
		Proyectos eólicos Zona Panamá (2 proyectos)	168
		Proyectos eólicos Zona Veraguas (3 proyectos)	241,2
	Hidro		333,86
		Hidro Barriles	1
		Hidro Cana Blanca	7,8
		Hidro Changuinola 2 (Bocas del Toro)	214,76
		Hidro Cotito	5
		Hidro El Recodo	10
		Hidro La Herradura	5,2
		Hidro Mini Changuinola 2 (Mini Bocas del Toro)	13,7
		Hidro Ojo de Agua	6,5
		Hidro Río Piedra	9
		Hidro San Andrés 2	7,6
		Hidro San Bartolo	19,4
		Hidro San Bartolo G3	1
		Hidro Santa María 82	28,4
	Hidro Tizingal	4,5	
Solar		621,6	
	Proyectos solares Zona Chiriquí (5 proyectos)	89,8	
	Proyectos solares Zona Coclé (22 proyectos)	514,8	
	Proyectos solares Zona Panamá (3 proyectos)	17	

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información del Ente Operador Regional (EOR), *Planificación de Largo Plazo de la generación y la transmisión regional correspondiente al período 2019-2028 Tomo 1*, San Salvador, octubre de 2018.



## Anexo VI

# Tecnologías innovadoras, nuevas y potenciales para la transición energética

El anexo de tecnologías muestra algunas de las tecnologías emergentes para la región en el cumplimiento de las metas establecidas en esta Estrategia. Las tecnologías que ya se utilizan no se incluyen con mayor detalle, no obstante, no significa que no deban seguir utilizándose. Por ejemplo, la generación a partir de energía solar fotovoltaica y eólica ha tenido un crecimiento significativo en la región y se espera que sigan creciendo a 2030. En cuanto a hidroeléctricas grandes, Costa Rica ya no va a desarrollar el proyecto Díquis (que hubiese sido la hidroeléctrica más grande del SICA y con características regionales). En Panamá no es posible construir más hidroeléctricas de capacidades mediana y grande, y la situación de conflictividad social no permite que se desarrollen en Guatemala y Honduras. Entre las tecnologías a resaltar se encuentran las que se describen a continuación.

### A. Almacenamiento de energía<sup>89</sup>

Se describen el uso de baterías y la producción de hidrógeno. El crecimiento y uso de baterías depende de cuatro factores: la rapidez con la que disminuyen los costos; la forma en que las empresas eléctricas se adaptan con mejores servicios, incorporando alternativas de generación distribuida y reduciendo costos; la flexibilidad de terceras partes; y una regulación que encuentre balance entre un mercado eléctrico saludable para almacenamiento y la sostenibilidad económica de las empresas eléctricas.

De acuerdo con McKinsey, el precio de las tecnologías de almacenamiento está disminuyendo a ritmos más rápidos que los pensados debido a la alta demanda de vehículos eléctricos. No obstante, también hay implicaciones para la generación eléctrica ya que actualmente igualmente se pueden usar las baterías para reemplazar generadores convencionales al brindar mayor confiabilidad, mejorar la calidad de servicio e incorporar fuentes de generación renovables. La gran ventaja del uso de baterías para almacenamiento es que es escalable, es decir, se puede usar para un sistema aislado, en un sistema doméstico o en sistemas conectados a la red.

### B. Producción de hidrógeno<sup>90</sup>

La generación de hidrógeno podría jugar un papel importante dentro de la transición energética, ya que permitiría: integrar energías renovables a gran escala (que a su vez serían la fuente para la obtención del hidrógeno); incrementar la resiliencia del sistema; descarbonizar el sector transporte; descarbonizar usos energéticos industriales, y descarbonizar la energización y calefacción de edificios. El uso del hidrógeno como energético es incipiente, pero bastante promisorio. Se han encontrado aplicaciones energéticas tales como celdas de combustible para vehículos comerciales, autobuses, transporte de carga (liviana y pesada), montacargas, trenes, tranvías, barcos, drones y aviones, además de aplicaciones estacionarias para provisión de electricidad y calor en aeropuertos, data centers, edificios, grandes almacenes, hospitales y plantas de tratamiento de agua, almacenamiento de energía eléctrica y como energía de respaldo para aplicaciones estacionarias a pequeña escala (GIZ, BMUB y Ministerio de Energía de Chile, 2018).

<sup>89</sup> McKinsey & Company, Business Functions, “Battery storage: the next disruptive technology in the power sector” [en línea] <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/battery-storage-the-next-disruptive-technology-in-the-power-sector>.

<sup>90</sup> McKinsey & Company, Automotive and Assembly, “Hydrogen: The next wave for electric vehicles?” [en línea] <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/hydrogen-the-next-wave-for-electric-vehicles>.

El hidrógeno puede ser obtenido a través de diferentes procesos tales como (GIZ, BMUB y Ministerio de Energía de Chile, 2018):

- a) Termoquímicos: reformación de gas metano con vapor, oxidación parcial, reformado autotérmico, gasificación del carbón, gasificación de biomasa y descomposición térmica del agua.
- b) Electrolíticos: electrolizadores alcalinos, membrana de intercambio de protones y membrana de estado sólido.
- c) Biológicos: mediante la acción de microorganismos.
- d) Otros: descomposición foto catalítica del agua y como subproducto del acero y el cloro alcalino.

Existen varias formas de obtener energía del hidrógeno como (GIZ, BMUB y Ministerio de Energía de Chile, 2018): i) oxidación mediante celdas de combustible; ii) combustión para ser utilizado en calderas, motores y turbinas (energía térmica); iii) fusión de átomos de hidrógeno y sus isótopos, y iv) reactante en procesos químicos: procesos catalíticos para la síntesis de amoníaco, procesos de carbón a gas o líquido y tratamiento del gas natural.

## C. Tecnología *blockchain*<sup>91</sup>

La tecnología *blockchain* permite hacer transacciones digitales encriptadas que, a diferencia de las transacciones normales que utilizan muchos intermediarios, son más eficientes y transparentes ya que toda la información se puede compartir por métodos seguros de encriptación. De esta forma, la tecnología *blockchain* puede facilitar la infraestructura para redes complejas. En el caso de la generación eléctrica, se tienen funciones específicas para generación, transmisión y distribución, y uso final. Para la generación, el *blockchain* ayuda a asegurar la generación y dar créditos de energía renovable, lo que ayuda a mejorar seguridad, confiabilidad, y dar créditos basados en la producción actual de generación renovable. Para la transmisión y distribución, la transacción de la energía es a través de contactos inteligentes, lo que reduce la necesidad de terceros intermediarios y el uso de sensores y controles mantienen la información centralizada, además de mejorar la resiliencia de la red. Para el usuario final también hay beneficios ya que permite tener interacciones en tiempo real entre el usuario y la compañía eléctrica, la administración de minirredes autónomas, la conexión de vehículos eléctricos con infraestructura y el uso de electrodomésticos inteligentes.

## D. Electromovilidad

El sector transporte en América Latina y el Caribe contribuye con aproximadamente el 34% de las emisiones globales de GEI. En este contexto, la electromovilidad representa una gran oportunidad. La tendencia a la baja en los costos de las baterías, junto con el acelerado desarrollo tecnológico, sugieren un llamado a la actuación proactiva de los países para recibir la electromovilidad. La mejora en las tecnologías de baterías y producción de hidrógeno se han dado principalmente gracias a la gran demanda de vehículos eléctricos, que también ha permitido la disminución de costos<sup>92</sup>. El uso de celdas de combustible puede complementar el uso de baterías para la descarbonización del

---

<sup>91</sup> McKinsey & Company, Electric Power and Natural Gas, "What every utility CEO should know about *blockchain*" [en línea] <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/what-every-utility-ceo-should-know-about-blockchain>. McKinsey & Company, Electric Power and Natural Gas, "What every utility CEO should know about *blockchain*" [en línea] <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/what-every-utility-ceo-should-know-about-blockchain>. McKinsey & Company, Electric Power and Natural Gas, "What every utility CEO should know about *blockchain*" [en línea] <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/what-every-utility-ceo-should-know-about-blockchain>.

<sup>92</sup> McKinsey & Company, Automotive and Assembly, "Hydrogen: The next wave for electric vehicles?" <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/hydrogen-the-next-wave-for-electric-vehicles>.

sector transporte. A la fecha se ha iniciado con vehículos, pero se espera que en los siguientes años también se extienda su uso a autobuses, transporte de carga y trenes. Para que esto sea posible, es también necesario tener infraestructura suficiente para responder a la demanda mundial, que ya está iniciando en algunos países europeos y algunos estados de los Estados Unidos. Este tipo de proyectos es prioritario en Costa Rica y también se están proponiendo proyectos piloto en Guatemala, El Salvador y posiblemente Panamá. Esto impactará las demandas de electricidad y derivados del petróleo aumentando la participación de fuentes renovables en las matrices energéticas.

## E. Energía mareomotriz<sup>93</sup>

Las mareas, las olas y las corrientes se pueden utilizar para producir electricidad. Aunque este tipo de energía todavía está en la etapa de investigación y desarrollo, y aún no está disponible comercialmente, las tecnologías oceánicas prometedoras incluyen:

- Energía de onda, mediante la cual los convertidores capturan la energía contenida en las olas del océano y la utilizan para generar electricidad. Los convertidores incluyen columnas de agua oscilantes que atrapan las bolsas de aire para conducir una turbina; convertidores de cuerpo oscilantes que utilizan movimiento de onda; y convertidores de gran escala que usan las diferencias de altura.
- Energía de marea, producida ya sea por tecnologías de rango de marea que utilizan un aluvión (una presa u otra barrera) para cosechar energía entre marea alta y baja; tecnologías de corriente de marea o corriente de marea; o aplicaciones híbridas.
- Energía de gradiente de salinidad, que surge de diferentes concentraciones de sal, como ocurre cuando un río desemboca en un océano. Los proyectos de demostración utilizan ósmosis retardada por presión, con agua dulce que fluye a través de una membrana para aumentar la presión en un tanque de agua salada; y electrodiálisis inversa con iones de sal que pasan a través de tanques alternos de sal y agua dulce.
- Conversión de energía térmica oceánica, que genera energía a partir de la diferencia de temperatura entre el agua de mar superficial caliente y el agua de mar fría a 800-1.000 metros de profundidad.

El Salvador ya está estudiando su primera propuesta en el Golfo de Fonseca<sup>94</sup>.

## F. Eólica *off-shore*

El mercado global de energía eólica marina creció casi un 30% por año entre 2010 y 2018, beneficiándose de las rápidas mejoras tecnológicas. En los próximos cinco años se espera completar alrededor de 150 nuevos proyectos de energía eólica marina en todo el mundo, lo que apunta a un papel cada vez mayor de la energía eólica marina en el suministro de energía. Los nuevos proyectos de energía eólica marina tienen factores de capacidad del 40%-50%, ya que las turbinas más grandes y otras mejoras tecnológicas están ayudando a aprovechar al máximo los recursos eólicos disponibles.

En estos niveles, la energía eólica marina coincide con los factores de capacidad de las centrales eléctricas de gas y carbón en algunas regiones, aunque la energía eólica marina no está disponible en todo momento. Sus factores de capacidad exceden los de la energía eólica terrestre y

<sup>93</sup> Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), “Energías del mar” [en línea] <https://web.archive.org/web/20110512013933/http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/idpag.513/recategoria.3742/re/menu.165>.

<sup>94</sup> Triberos Fabeiro G., El Salvador.Com, “El mar podría darnos más electricidad de bajo costo” [en línea] <https://historico.elsalvador.com/historico/137036/el-mar-podria-darnos-mas-electricidad-de-bajo-costo.html>.

son aproximadamente el doble de los de la energía solar fotovoltaica. La producción de viento en alta mar varía de acuerdo con la fuerza del viento, pero su variabilidad horaria es menor que la de la energía solar fotovoltaica. La energía eólica marina generalmente fluctúa dentro de una banda más estrecha, hasta un 20% de una hora a otra, que la energía solar fotovoltaica, que varía hasta un 40%. En América Latina, el Brasil y Chile tienen interés en desarrollar esta tecnología<sup>95</sup> y existe la posibilidad de estudiar el potencial en los países del SICA.

## G. Gas natural para el transporte

El comercio mundial de gas natural se ha expandido rápidamente, impulsado por un importante crecimiento de la demanda y por amplios recursos de gas natural en Qatar, Australia, los Estados Unidos y la Federación de Rusia. La flexibilidad del mercado mundial de gas en los próximos años seguirá siendo crucial, ya que el gas natural juega un papel fundamental en la transición energética hacia un sistema energético más limpio y sostenible. Ya se usa gas natural en la República Dominicana y en Panamá hay dos proyectos desarrollándose en el Atlántico, uno de ellos es ejecutado por AES Colón y está apalancado con una planta de generación de energía para el consumo local; el otro es la inversión de una empresa china en Isla de Margarita.

## H. Geotermia<sup>96</sup>

La energía geotérmica es aquella energía que puede ser obtenida mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. La energía geotérmica cubre una parte significativa de la demanda de electricidad en El Salvador y parte de América Central. Las principales ventajas son que no depende de las condiciones climáticas y tiene factores de muy alta capacidad; por estas razones, las centrales geotérmicas son capaces de suministrar electricidad de carga base, así como de proporcionar servicios auxiliares para flexibilidad a corto y largo plazo en algunos casos.

Hay diferentes tecnologías geotérmicas con distintos niveles de madurez y de acuerdo con el nivel de entalpía de cada recurso geotérmico. Para promover un desarrollo más amplio de la energía geotérmica, la IRENA coordina y facilita el trabajo de la Alianza Geotérmica Global (GGA), una plataforma para mejorar el diálogo y el intercambio de conocimientos para una acción coordinada para aumentar la proporción de electricidad geotérmica instalada y generación de calor en todo el mundo<sup>97</sup>. En el área de los países del SICA se promueven también las aplicaciones de baja y media entalpía.

## I. Generación distribuida

La generación se considera distribuida cuando está conectada a la red de distribución en lugar de a la red de transmisión de alto voltaje, se localiza cerca de los centros de consumo y, por lo general, es de menor capacidad que las grandes centrales conectadas a la red<sup>98</sup>. Puede ser a través de fuentes

<sup>95</sup> Global Wind Energy Council (GWEC), "Offshore wind – Offshore wind power" [en línea] <https://gwec.net/global-figures/global-offshore/> y The Clean Energy Review, "Renewable energy investment in Latin America in the next 20 years" [en línea] <https://carlosstjames.com/renewable-energy/renewable-energy-investment-in-latin-america-in-the-next-20-years/>.

<sup>96</sup> LaGeo, Especialistas en geotermia, El Salvador [en línea] <http://www.lageo.com.sv/?lang=es>.

<sup>97</sup> Global Geothermal Alliance [en línea] <https://www.globalgeothermalalliance.org/>. Apoyado y coordinado por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA).

<sup>98</sup> Gischler, C. y N. Janson, Banco Interamericano de Desarrollo, "Perspectivas sobre la generación distribuida mediante energías renovables en América Latina y el Caribe Análisis de estudios de caso para Jamaica, Barbados, México y Chile" [en línea] <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Perspectivas-sobre-la-generacion-distribuida->

de energía renovable, fósil, o híbridos. Para electrificación rural, normalmente se aprovechan los recursos renovables de la zona, como micro y minihidroeléctricas, energía solar y eólica y, en ocasiones, con respaldo diésel. Esta opción resulta altamente viable para comunidades que aún no han sido electrificadas con las redes nacionales o para poblaciones que quisieran aumentar la confiabilidad de suministro mientras reducen costos<sup>99</sup>. Las características principales de la generación distribuida son:

- Reduce las pérdidas en la red eléctrica. Supone menos pérdidas de energía ya que la generación está cerca del consumidor.
- Mejora la fiabilidad y la calidad del sistema eléctrico. Como hay pequeñas fuentes de generación (micro generación) repartidas por el territorio, el fallo de una de las fuentes no supone un grave problema para el sistema eléctrico.
- Potencias reducidas. Las unidades de micro generación suelen tener potencias inferiores a 3 kW, aunque en general se suele decir que no sobrepasan los 10 kW de potencia instalada.
- Energías renovables. En la generación distribuida están muy presente las energías renovables, ya que son las más adecuadas para ubicarse cerca de los puntos de consumo.

## J. Minirredes

Una minirred es un conjunto de generadores de electricidad a pequeña escala y de sistemas de almacenamiento energético que están interconectados a una red de distribución que suministra electricidad a un pequeño grupo localizado de clientes y que funciona de forma independiente a la red de transmisión nacional (Energía sostenible para todos [SE4All], 2017). El acceso a la energía, especialmente para las comunidades rurales, representa un pilar central del desarrollo. Para las más de 1.000 millones de personas del mundo que no tienen acceso seguro, el suministro de energía eléctrica tendrá un enorme impacto sobre la calidad de vida, ya que es esencial para el bienestar y el desarrollo humano.

Sin una fuente de energía segura es difícil escapar de la pobreza y de un estilo de vida basado en la subsistencia. No obstante, en muchos países en desarrollo, la inversión inicial requerida para conectar las aldeas a la red de distribución eléctrica es, y probablemente seguirá siendo, prohibitiva en términos de construcción y asequibilidad para la comunidad. La capacidad de energías renovables tendrá que aumentar de manera exponencial para proporcionar el acceso necesario. La iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4All) de las Naciones Unidas ha respondido a los retos globales de desarrollo de energía para 2030.

El suministro renovable de energía sin conexión a la red basado en minirredes puede ser desarrollado y diseñado para proporcionar acceso a la electricidad que es esencial en las zonas rurales. Debido a la lejanía de los lugares, estas soluciones, al utilizar modelos de negocio adecuados, representan una opción más barata que la ampliación de la red nacional. Estos modelos deben tener la generación de ingresos como elemento central, estar regidos por una empresa de suministro de energía y apoyados por una cooperativa comunitaria u otra iniciativa empresarial adecuada.

---

mediante-energ%C3%ADas-renovables-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-An%C3%A1lisis-de-estudios-de-caso-para-Jamaica-Barbados-M%C3%A9xico-y-Chile.pdf.

<sup>99</sup> Algunas municipalidades de los países de la región están realizando estudios de factibilidad para generación distribuida, principalmente con pequeñas centrales hidroeléctricas, para alumbrado público y bombeo de agua ya que reduciría los costos.

## K. Redes eléctricas inteligentes (REI)<sup>100</sup>

Las redes eléctricas inteligentes utilizan tecnología digital que optimiza tanto la oferta como la demanda que mejora la confiabilidad de los sistemas al permitir la toma de decisiones más rápidas y efectivas. Por ejemplo, cuando hay apagones, facilitan el uso de la generación renovable y vehículos eléctricos, reducen costos de electricidad al usuario y al mejorar la eficiencia en la oferta y la demanda, ayudan a la reducción de GEI. Pese a los múltiples beneficios, la entrada de las REI traerá sistemas más complejos en cuanto a operación y modelos de negocio.

La adopción de las REI ha sido lenta incluso en países desarrollados, debido principalmente a los altos costos, además de que se basan, en parte, en el cambio de comportamiento de los usuarios. Los modelos de negocios apenas se están formulando y aún no se ha comprobado la factibilidad económica en la integración de sistemas existentes con tecnologías nuevas. La entrada a gran escala de las REI se espera en los siguientes años al tener mejor tecnología y un mejor entendimiento de las implicaciones para todos los actores involucrados. Se espera que el uso de REI afecte algunos sectores y algunas fuentes de empleo, por lo que el plan de negocios y el uso de REI debe tomar todo esto en cuenta.

---

<sup>100</sup> Mark, D., K. Ostrowski y H. Tai, McKinsey & Co., Client Service, "Introduction" [en línea] [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client\\_service/EPNG/PDFs/McK%20on%20smart%20grids/MoSG\\_Intro\\_VF.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/EPNG/PDFs/McK%20on%20smart%20grids/MoSG_Intro_VF.ashx).

## Anexo VII

### Siglas y acrónimos

Sigla/acrónimo	Significado
Agenda 2030	Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible
ALC	América Latina y el Caribe
ALIDES	Alianza para el Desarrollo Sostenible
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BEU	Balances de usos finales y energía útil
BIEE	Bases de Datos de Indicadores de Eficiencia Energética
BRT	Autobuses articulados rápidos, con pistas exclusivas
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCHAC	Comité de Cooperación de Hidrocarburos de América Central, instancia que a partir de 2018 funciona bajo el nombre de Comité de Directores de Hidrocarburos
CDMER	Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional
CEAC	Consejo de Electrificación de América Central
CECCA	Corredor Centroamericano de Energías Limpias
CEL	Centro Español de Logística
CITET	Centro de Innovación para la Logística y el Transporte
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNE-ES	Consejo Nacional de Energía de El Salvador
COMIECO	Consejo de Ministros de Integración Económica
COP	Conferencia de las Partes
COVID-19	acrónimo del inglés <i>Coronavirus Disease 2019</i>
CRIE	Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (del Mercado Eléctrico de América Central)
CME	Consejo de Ministros de Energía del SICA (también referido como CME-SICA)
DERAR	Programa Desarrollo de Energía Renovable en Áreas Rurales
EM7	Electromovilidad
ELA	Estufas Limpias y Ahorradoras
EOR	Ente Operador Regional (del Mercado Eléctrico de América Central)
EPR	Empresa Propietaria de la Red (del SIEPAC)
ER-FT	Proyecto de Electrificación Rural Fondos del Tesoro
ERI	Energías Renovables Intermitentes o variables (solar y eólica principalmente)
ERNC	Energías Renovables No Convencionales (incluye a las ERI, el biogás, la mareomotriz, y otras)
ESCO	Empresas de Servicios Energéticos
EESCA 2020	Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020
EESCA 2030	Estrategia Energética Sustentable de los países del SICA 2030 (Estrategia 2030)
FB	Fundación Bariloche
FERUM	Fondo de Electrificación Rural y urbano Marginal del Ecuador.
FISE	Fondo de Inclusión Social Energético del Perú
FODIEN	Fondo para el Desarrollo de la Industria Eléctrica Nacional de Nicaragua

Sigla/acrónimo	Significado
FOSODE	Fondo Social de Desarrollo Eléctrico de Honduras
FRE	Fuentes renovables de energía
GCF	Fondo Verde para el Clima
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GN	Gas Natural
GNL	Gas Natural Licuado
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IE	Intensidad eléctrica (consumo final de electricidad, en kWh, por cada 1.000 dólares del PIB del país, año base 2010)
INCOFER	Instituto Costarricense de Ferrocarriles
INDC	<i>Intended Nationally Determined Contributions</i> (Contribuciones Previstas Determinadas a Nivel Nacional)
IoT	Internet de las cosas
IP	Intensidad petrolera (consumo de derivados de petróleo —en barriles— por cada 1.000 dólares del PIB del país, año base 2010)
LCDs	Países menos desarrollados
MCCA	Mercado Común Centroamericano
MEM Guatemala	Ministerio de Energía y Minas de Guatemala
MEM Nicaragua	Ministerio de Energía y Minas de Nicaragua
MEM República Dominicana	Ministerio de Energía y Minas de la República Dominicana
MER	Mercado Eléctrico Regional (de los países centroamericanos)
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica
MPSEPU	Ministry of Public Service, Energy and Public Utilities, Belize
MRV	Medición, Reporte y Verificación
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMC	Organización Mundial de Comercio
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
PCR	Plan de Contingencia Regional (PCR) de los países del SICA para la pandemia del COVID-19
PELNICA	Proyecto de Electrificación de Nicaragua
PIEM	Programa de Integración Energética México-Centroamérica
PM	Proyecto Mesoamérica (Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica)
PPP	Plan Puebla Panamá
PRIEN	Programa de Estudios e Investigaciones en Energía
pymes	Pequeñas y Medianas Empresas
SEN	Secretaría de Estado en el Despacho de Energía de Honduras
SERNAM	Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas de Honduras
SICA	Sistema de la Integración Centroamericana
SIECA	Secretaría de Integración Económica Centroamericana

Sigla/acrónimo	Significado
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica de los países de América Central
SNE	Secretaría Nacional de Energía de Panamá
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación
T-MEC	Tratado de libre comercio México, Estados Unidos y Canadá
TPM	Tasa de Pobreza Multidimensional
UCE-SICA	Unidad de Coordinación Energética del Sistema de la Integración Centroamericana
UERN	Unidad de Energía y Recursos Naturales de la sede subregional de la CEPAL en México
VAB	Valor Agregado Bruto

## Unidades de medida

Sigla	Significado
Bbl	Barril
BCM	Billion Cubic Meters
Btu	British Termal Unit,
C	Grado centígrado
GJ	Gigajoule ( $10^9$ joules)
GW	Gigavatio ( $10^3$ MW)
MWh	megavatio-hora
kWh	Kilovatio-hora
MW	megavatio
TWh	teravatio-hora
TPC	Trillones de pies cúbicos
kW	kilovatio
Pc	Pie cúbico, también referido en mayúsculas
Psi	Libra-fuerza por pulgada cuadrada ( <i>pounds per square inch</i> )





**Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)**

Sede subregional para América Latina y el Caribe  
Blvd. Miguel de Cervantes Saavedra N° 193, pisos 12 y 14  
Col. Granada, Alcaldía Miguel Hidalgo  
CP 11520 Ciudad de México, México

(+52 55) 4170-5727  
uern-mex@cepal.org  
www.cepal.org/es / www.cepal.org/mexico



**Sistema de la Integración Centroamericana | SICA**

Final Bulevar Cancillería, Distrito El Espino, Ciudad Merliot  
Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, Centroamérica

(+503) 2248-8800  
www.sica.int

En este documento se propone un conjunto de acciones regionales para asegurar el abastecimiento energético de los países del SICA en calidad, cantidad y diversidad de fuentes; la provisión de servicios modernos de energía asequibles para toda la población y el uso racional y eficiente de la energía en las cadenas productivas para garantizar el desarrollo sostenible considerando la equidad social, el crecimiento económico, la compatibilidad con el ambiente y la gobernabilidad.

Esta estrategia fue construida a partir de un proceso de discusión y evaluaciones prospectivas con base en las políticas y planes nacionales de energía de cada uno de los ocho países que conforman el SICA, así como los compromisos y acuerdos internacionales suscritos por los países, especialmente la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Las acciones consideradas incluyen rubros relacionados con la energía tales como sistemas de información, educación, diversificación de la matriz energética, cambio climático, nexos energéticos, acceso a la energía, integración regional, transporte y movilidad sostenible, uso racional y eficiente de la energía, redes inteligentes, financiamiento y desarrollo institucional del sector energía.

