

Informe

Energías **RENOVABLES**

Auditoría Coordinada

INFORME DE AUDITORÍA COORDINADA INTERNACIONAL

EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE
INSERCIÓN DE FUENTES RENOVABLES EN LA MATRIZ
ELÉCTRICA

Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores
Grupo de Trabajo de Auditoría de Obras Públicas

EN RESUMEN

¿Por qué se realizó la auditoría?

Debido al predominio de fuentes fósiles en la matriz energética mundial, la generación de energía es la principal responsable de las emisiones de gases del efecto invernadero. En virtud de ello, la sustitución de dichas fuentes por fuentes renovables es una de las principales formas de mitigación del proceso del cambio climático y de sus efectos. El establecimiento de acuerdos internacionales para la reducción de las emisiones induce a los países a adoptar medidas para impulsar la transición energética necesaria.

En el sector eléctrico, específicamente, se presentan las mejores oportunidades de expansión de fuentes renovables. La reducción de los costos de nuevas fuentes, como la eólica y la solar fotovoltaica, así como el desarrollo de nuevas tecnologías viene permitiendo una mayor inserción de fuentes renovables para la producción de electricidad. Además, un mayor incremento de energías limpias puede significar la expansión de la oferta de electricidad sin impactos ambientales significativos haciendo posible también que se amplíe el acceso a la energía eléctrica para las poblaciones involucradas.

Con base en este panorama, de incuestionable relevancia social y económica para la región, la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS), por medio del Grupo de Trabajo de Auditoría de Obras Públicas (GTOP), escogió el tema energías renovables en el sector eléctrico para la realización de una auditoría coordinada.

Participaron en los trabajos conjuntos Entidades Fiscalizadoras Superiores de doce países (Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala Honduras, México, Paraguay y Venezuela). Ante esta oportunidad, se hizo posible promover un intercambio de informaciones sobre las políticas energéticas adoptadas en cada país y una posterior consolidación de los resultados de la auditoría, con el propósito de contribuir con la mejora de las estrategias dirigidas hacia la expansión de fuentes limpias en la matriz eléctrica.

¿Cuál es el objetivo de la auditoría?

El objetivo de la auditoría fue realizar un diagnóstico sobre políticas públicas e inversiones relacionadas con la expansión de las energías renovables en el sector eléctrico en los países participantes de la región de América Latina y el Caribe, en especial identificando buenas prácticas y oportunidades de mejora en dichas políticas, de manera que se contribuya al alcance de los compromisos asumidos por medio de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y del Acuerdo de París.

RESULTADOS

Como conclusión de los trabajos, se identificaron hallazgos que se pueden resumir en los siguientes grupos: debilidades en relación a los compromisos y directrices gubernamentales para la expansión de fuentes renovables; deficiencias en las políticas públicas para la expansión sostenible de la matriz eléctrica; problemas en la coordinación entre los actores involucrados y fallas en los instrumentos de adaptación del sector eléctrico a la entrada de fuentes renovables. También se identificaron oportunidades de mejora, así como buenas prácticas que pueden servir para la superación de debilidades verificadas.

¿Cuáles son los principales beneficios esperados de este trabajo conjunto?

Se espera que el relato de las deficiencias constatadas contribuya a una mayor efectividad y eficiencia de las políticas públicas de expansión de fuentes renovables en la matriz y a la expansión sostenible del sistema eléctrico, tomándose en cuenta criterios sociales, ambientales y económicos. De este modo, se contribuye al alcance de las metas previstas en los acuerdos internacionales firmados.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. ¿Qué son energías renovables?	5
1.2. Países participantes de la auditoría coordinada.....	6
1.3. Objetivos de la auditoría.....	6
1.4. Criterios.....	7
1.5. Antecedentes	7
1.6. Metodología.....	8
2. VISIÓN GENERAL DEL OBJETO	9
2.1. Agenda global en pro de una matriz energética limpia	9
2.2. Evolución de las fuentes renovables en la producción de electricidad en el mundo	9
2.3. Estado de las energías renovables en la matriz eléctrica de los países participantes.....	12
2.3.1. <i>Brasil</i>	15
2.3.2. <i>Chile</i>	15
2.3.3. <i>Colombia</i>	16
2.3.4. <i>Costa Rica</i>	16
2.3.5. <i>Cuba</i>	17
2.3.6. <i>Ecuador</i>	17
2.3.7. <i>El Salvador</i>	17
2.3.8. <i>Guatemala</i>	18
2.3.9. <i>Honduras</i>	18
2.3.10. <i>México</i>	19
2.3.11. <i>Paraguay</i>	19
2.3.12. <i>Venezuela</i>	19
3. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA	20
3.1. Compromisos y directrices gubernamentales para la expansión de fuentes renovables en la matriz eléctrica.....	20
3.1.1. <i>Datos desactualizados</i>	22
3.1.2. <i>Fallas en la definición de directrices y metas</i>	22
3.1.3. <i>Deficiencias en el seguimiento periódico de las metas y directrices</i>	23
3.2 Políticas públicas para el aumento sostenible de fuentes renovables en la matriz eléctrica.....	24

<i>3.2.1. Escasez de políticas de incentivo para la expansión sostenible de la matriz eléctrica</i>	26
<i>3.2.2. Falta de concordancia entre políticas y directrices gubernamentales</i>	28
<i>3.2.3 Políticas de incentivo con poca transparencia y baja participación social</i>	28
<i>3.2.4 Falta de evaluación de resultados de los incentivos</i>	29
3.3 Coordinación entre actores involucrados con la expansión de fuentes renovables	30
<i>3.3.1 Deficiencias en la coordinación de políticas</i>	30
<i>3.3.2. Deficiencias en la articulación entre los actores</i>	31
<i>3.3.3 Deficiencias en la participación de órganos y entidades</i>	32
3.4 Instrumentos de adaptación del sector eléctrico a las características de las fuentes renovables	33
<i>3.4.1 Deficiencias en la consideración de impactos ambientales de las fuentes renovables en la expansión de la oferta</i>	36
<i>3.4.2 Instrumentos escasos para la confiabilidad y economicidad del sistema eléctrico</i> ..	38
<i>3.4.3. Deficiencias regulatorias y técnicas para la expansión de energías renovables</i>	39
4. CONSIDERACIONES FINALES	41
AGRADECIMIENTOS	42
PARTICIPANTES	43
Apéndice A – Principales políticas de aumento de energías renovables en el mundo .	46
Apéndice B – Principales políticas de aumento de energías renovables en los países participantes	52
Glosario	55

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ¿Qué son energías renovables?

Esta auditoría coordinada (ver Cuadro 1) trata sobre la temática **energías renovables**, que se define como la energía en que la fuente (o combustible) para su producción es reemplazada por la naturaleza en períodos consistentes con su demanda energética (como las fuentes hídrica, mareomotriz, solar, eólica y geotérmica) o cuyo manejo por el hombre puede ser efectuado de forma compatible con las necesidades de su utilización energética (como en el caso de la biomasa: caña de azúcar, bosques energéticos y residuos animales, humanos e industriales). Debido a que tienen un menor impacto ambiental, al menos en lo que respecta a las emisiones de gases de **efecto invernadero** (GEI), en este informe también se les conoce como fuentes o energías limpias o sostenibles. Estos tipos están en contraste con las **energías no renovables**, que son aquellas que no pueden reemplazarse en un período compatible con su uso por los humanos (las fuentes fósiles, tales como el carbón mineral, los derivados del petróleo y el gas natural, y combustible nuclear). Debido a su potencial de emisión de GEI, en el caso de las fuentes fósiles, también se les conoce como fuentes o energías contaminantes. En cuanto a la energía nuclear, algunos países consideran que es sostenible; otros no.

Cuadro 1- Auditoría coordinada

Las auditorías coordinadas consisten en una acción sistémica y colaborativa realizada por un conjunto de Entidades de Fiscalización Superior (EFS) en el ejercicio del control externo sobre cuestiones de índole internacional o regional de interés común para los países involucrados. En este contexto, se traducen como una estrategia efectiva de cooperación técnica, creación de capacidades y fortalecimiento institucional alineada al lema de la *International Organization of Supreme Audit Institutions* (INTOSAI) “*Experientia Mutua Omnibus Prodest*” – la experiencia mutua beneficia a todos.

El formato de auditorías coordinadas realizadas por la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS) combina acciones de capacitación, virtuales y presenciales, con la realización de auditorías en temas transnacionales relevantes y de interés común, permitiendo el desarrollo de habilidades técnicas teóricas en conjunto con competencias profesionales prácticas. Son constituidas por tres fases: 1ª fase: planificación conjunta de los trabajos; 2ª fase: ejecución de las auditorías por cada una de las Entidades de Fiscalización Superior (EFS) participantes; 3ª fase: consolidación de los resultados y posterior elaboración del informe.

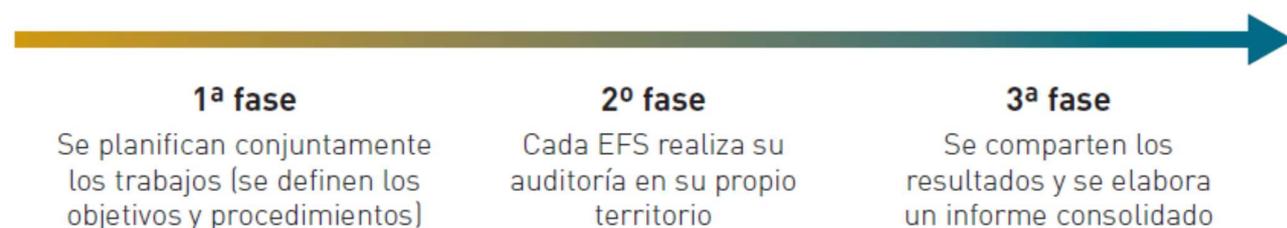


Figura 1 – Fases de una auditoría coordinada

Es necesario mencionar que la realización de auditorías coordinadas guarda las sinergias previstas en el ODS 17 – “Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la alianza global para el desarrollo sostenible”.

Las **energías renovables** se clasifican en **convencionales** y **no convencionales**. Las convencionales son aquellas utilizadas hace ya décadas y que, por lo tanto, ya alcanzaron un nivel elevado de madurez tecnológica, como es el caso de las plantas hidroeléctricas. Las no convencionales son aquellas que tuvieron su desarrollo tecnológico recientemente y que aún poseen bastante potencial de

expansión, especialmente las fuentes biomasa, eólica y solar fotovoltaica, que han presentado costos cada vez más bajos. Otras no convencionales que pueden mencionarse son las fuentes geotérmicas y mareomotriz. Esta última no fue referida en el presente informe, pues en ninguno de los países auditados, posee representatividad.

Las **fuentes** no renovables, así como las renovables convencionales, especialmente las hidroeléctricas con embalse de acumulación, se clasifican como **despachables**, pues permiten el control sobre el momento de generación de la energía. Las plantas termoeléctricas alimentadas con biomasa también se consideran despachables, aunque la estacionalidad en la producción de combustible a veces puede significar una disminución en la producción de energía en ciertos períodos. Otra fuente renovable no convencional que se considera despachable y tiene producción representativa en algunos países auditados es la geotérmica. Las **fuentes** eólica y solar fotovoltaica se denominan **intermitentes** o no despachables debido a la falta de control en su generación, lo que conlleva nuevos desafíos para la operación del sistema.

La promoción de una matriz eléctrica con mayor participación de fuentes renovables ha ido creciendo en el panorama mundial, ya sea buscando reducir las emisiones de GEI, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles, o debido a la evolución tecnológica que hace estas fuentes más competitivas. Las energías renovables contribuyen al logro de estándares de sostenibilidad económica, social y ambiental.

En este sentido, se destacan dos acuerdos internacionales de gran relevancia para el tema: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París. Los objetivos y metas establecidos en esos acuerdos contemplan directa o indirectamente el aumento de la proporción de fuentes renovables en la matriz eléctrica global.

Con relación al desarrollo tecnológico relacionado con las fuentes limpias, se destaca el expresivo avance de las energías no convencionales. Esto ha llevado a varios países a adoptar incentivos, haciendo que estas fuentes sean cada vez más competitivas económicamente, y alentar procesos competitivos con el objetivo de aumentar su participación en la producción de electricidad.

Considerando la operación sistemática del sector eléctrico y las características peculiares de las fuentes renovables, la expansión de fuentes no convencionales agrega varios desafíos a la planificación y operación de los sistemas eléctricos nacionales, tales como: superar las dificultades técnicas, financieras e institucionales para definir estrategias y mecanismos para la expansión de estas fuentes; adaptación de la regulación de sistemas eléctricos; identificación de alternativas para mitigar los impactos de la alta variación en la generación de fuentes eólicas y solares fotovoltaicas, que presentan las mayores oportunidades de crecimiento; etcétera.

1.2. Países participantes de la auditoría coordinada

Esta auditoría se desarrolló dentro del plan de trabajo del Grupo de Trabajo de Auditoría de Obras Públicas (GTOP) de OLACEFS, bajo la coordinación del Tribunal de Cuentas de la Unión, con la plena participación de las Entidades Fiscalizadoras Superiores de los siguientes países: Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Paraguay y Venezuela.

1.3. Objetivos de la auditoría

El propósito de la auditoría fue evaluar las políticas públicas para la inserción de fuentes **renovables** en la matriz eléctrica de los países participantes, incluidos los compromisos internacionales asumidos, así como las directrices gubernamentales relacionadas. Para lograr este propósito, se establecieron los siguientes objetivos:

- 1) identificar la situación actual de la matriz eléctrica en cada uno de los países miembros participantes de la OLACEFS;**
- 2) evaluar si existen políticas públicas establecidas para el alcance de los compromisos nacionales y/o internacionales asumidos para la expansión de las energías renovables en el**

sector eléctrico, en especial para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y del Acuerdo de París;

3) analizar las inversiones en infraestructura para la generación de energía eléctrica sostenible (fuentes hídrica, eólica, solar, biomasa, marea, etc.) y eventuales barreras existentes para la inserción/expansión de esta infraestructura, sobre todo con relación a los aspectos relacionados a los desafíos operacionales, cuestiones regulatorias, políticas de subsidio y de fomento, seguridad energética, precio de la energía, modulación de las tarifas, entre otros.

En el contexto del esfuerzo de colaboración inducido por los acuerdos internacionales mencionados, esta auditoría también es una herramienta importante para detectar oportunidades de mejora y buenas prácticas en las políticas públicas relacionadas con el tema, resultados que pueden traer contribuciones relevantes para la mejora de estas políticas en los países participantes e incluso en la comunidad internacional

1.4. Criterios

Los criterios de auditoría se basaron en los compromisos nacionales y / o internacionales asumidos por cada país, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, el Acuerdo de París y las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, en inglés), así como otras regulaciones legales e infralegales pertinentes en el ámbito nacional. Otros criterios fueron extraídos de los documentos elaborados por el *Working Group on Environmental Auditing from International Organization of Supreme Audit Institutions* (WGEA/INTOSAI), denominados “*Auditoría en Energía Sostenible: Guía para las Entidades Fiscalizadoras Superiores*”, de 2010, y “*Energías Renovables*”, de 2016, ambos disponibles en la Internet en el sitio www.environmental-auditing.org/publication.

Además, se utilizaron dos *benchmarkings* producidos por una consultoría especializada (Facto Energy). El primero denominado “Expansión de la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables”, contiene informaciones recabadas acerca de diez países destacados en el panorama internacional, en lo que respecta a la expansión de la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, en especial eólica, solar, biomasa y marea, y abarca la identificación de riesgos, de oportunidades y de buenas prácticas. El segundo, denominado “Informe Benchmarking EFS”, tiene como objetivo aportar buenas prácticas de control sobre el tema de las energías renovables relacionando una síntesis de las fiscalizaciones realizadas por distintas EFS. Ambos documentos están disponibles en el sitio www.tcu.gov.br/energiasrenovaveis.

Se resalta que, en alineación con la INTOSAI, el desempeño sobre el tema de esta auditoría coordinada observa la ISSAI 5130 (*Desarrollo sostenible: el papel de las Entidades Fiscalizadoras Superiores*) y la ISSAI 5140 (*Formas de colaboración de las EFS en la auditoría de acuerdos internacionales sobre medio ambiente*).

1.5. Antecedentes

Frente a preocupaciones sobre cuestiones ecológicas, en 1993, se creó el WGEA/INTOSAI, que es un grupo de trabajo orientado a ofrecer aportes destinados a mejorar la utilización de los mandatos y de las herramientas de auditoría de las EFS en el campo de políticas dirigidas a la protección ambiental. Desde entonces, se publicaron relevantes guías y materiales informativos sobre el tema para el uso de las distintas EFS.

Desde el 2016, el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU), EFS de Brasil, en conjunto con la OLACEFS, está desarrollando el proyecto “Fortalecimiento del Control Externo en el Área Ambiental” en cooperación con el Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económico de Alemania (BMZ), por medio de la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ). En particular, se incluyeron iniciativas dirigidas hacia la temática Energías Renovables, pues se trata de un asunto

fundamental para la mitigación de los efectos del cambio climático.

Esta auditoría coordinada fue precedida por una auditoría en Brasil, considerada como auditoría piloto, realizada por el TCU para la definición de la matriz de planificación.

1.6. Metodología

La primera etapa del trabajo comprendió ofrecer capacitación con el objetivo de crear o fortalecer las capacidades técnicas de los equipos de auditoría. En este sentido, se realizó un curso virtual de auditoría de desempeño centrado en el uso de técnicas y herramientas apropiadas. También se realizaron tres webinarios (conferencias transmitidas por Internet vía *streaming*) sobre aspectos relacionados con la inserción de energías renovables en el sector eléctrico.

Después de esto, se llevó a cabo el Taller de Capacitación y Planificación en Santiago de Chile, del 24 al 28 de septiembre de 2018. Los primeros dos días fueron destinados a complementar la capacitación específica sobre energías renovables. Los últimos tres días fueron reservados para la discusión de la propuesta de matriz de planificación preparada por el equipo de auditoría del TCU. La discusión se basó en un enfoque colaborativo, utilizando la técnica *Design Thinking*, con la intención de propiciar la participación amplia y efectiva de todos los representantes de las EFS. Esta dinámica contribuyó a la identificación de los ajustes necesarios para la mejora de la matriz de planificación, que, después de los ajustes, fue aprobada por consenso por todos los presentes.

En la matriz, se definieron cuatro preguntas de auditoría para lograr los objetivos propuestos:

Pregunta 1: ¿Existen directrices y compromisos gubernamentales claramente definidos para promover el aumento sustancial de la proporción de fuentes renovables en la matriz eléctrica para 2030?

Pregunta 2: ¿Existen políticas públicas para el aumento sostenible de la participación efectiva de las fuentes renovables en la matriz eléctrica?

Pregunta 3: ¿Los actores involucrados en la política de inserción de fuentes renovables en la matriz eléctrica **actúan de manera coherente y coordinada entre sí**?

Pregunta 4: ¿Existen instrumentos o estrategias destinados a adaptar el sector eléctrico a las características de las fuentes renovables, garantizando el acceso a una energía confiable, sostenible y asequible?

La fase de ejecución de la auditoría coordinada se desarrolló entre octubre de 2018 y mayo de 2019. Durante este período, las EFS participantes aplicaron procedimientos de auditoría dentro de sus respectivos territorios nacionales para obtener respuestas a las preguntas establecidas en la matriz de planificación.

Se estableció que los datos presentados por los equipos de auditoría deberían considerar el período comprendido entre 2013 y septiembre de 2018. Sin embargo, Brasil, El Salvador, México y Paraguay no presentaron sus estadísticas en septiembre de 2018, lo que llevó a considerar los datos de generación efectiva solo hasta 2017. Otra advertencia es con relación a los datos presentados por Venezuela, ya que la EFS comunicó que la información para los años 2014, 2017 y 2018 son estadísticas aproximadas, tanto con relación a la capacidad instalada como a la generación efectiva.

Finalmente, el Taller de Consolidación de Resultados se llevó a cabo en Quito, Ecuador, del 8 al 10 de mayo de 2019. En dicha ocasión, los resultados fueron tratados y discutidos de forma agrupada para considerar el contexto regional y, al final, se aprobó el documento de consolidación por todos los participantes. Con base en los datos e información contenidos en esta consolidación, se preparó este informe.

El link de los *webinarios* y documentos de auditoría mencionados se encuentran en la Internet en el sitio www.tcu.gov.br/energiasrenovaveis.

Además de los países integrantes de la auditoría coordinada, es necesario mencionar que la EFS

de Nicaragua participó en la fase de planificación.

Este informe consolida las fiscalizaciones realizadas por las EFS de los países participantes de la auditoría coordinada. El capítulo 3 presenta la visión general del objeto. El capítulo 4 describe las situaciones encontradas, los hallazgos de auditoría, oportunidades de mejora y, cuando corresponde, las buenas prácticas encontradas. Finalmente, el capítulo 5 resume las consideraciones finales.

2. VISIÓN GENERAL DEL OBJETO

2.1. Agenda global en pro de una matriz energética limpia

Después de la Revolución Industrial, los modelos de explotación energética se basaron principalmente en el uso de fuentes fósiles como el carbón y el petróleo. Por esta razón, se ha creado una matriz energética global extremadamente dependiente de fósiles.

Sin embargo, las preocupaciones sobre cuestiones económicas y climáticas provocaron un movimiento para desarrollar fuentes menos susceptibles a los cambios en los precios del petróleo y menos contaminantes. En el aspecto climático, la evidencia de los efectos de los GEI en el calentamiento global y sus consecuencias contribuyó a la búsqueda de fuentes alternativas.

La estrategia mundial para mitigar y enfrentar el calentamiento global motivó la firma de compromisos internacionales, como el Acuerdo de París, firmado en la 21ª Conferencia de las Partes (COP 21) en 2015, que establece el objetivo de sus signatarios de limitar el aumento de la temperatura promedio del planeta muy por debajo de 2 °C, con relación a los niveles preindustriales, con la adopción de esfuerzos para limitar este aumento a 1.5 °C, ya que se reconoce que esta acción reduciría significativamente los riesgos e impactos del cambio climático.

Para lograr esta meta, cada gobierno participante está formulando sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), las cuales trazan las estrategias de cada país para reducir las emisiones de GEI. La transición hacia una matriz energética menos contaminante se considera una de las principales formas de lograr las metas deseadas.

La expansión de las energías renovables en la matriz también forma parte de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (ONU), que estableció en diciembre de 2015 un plan de acción internacional estructurado en diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), desglosados en 169 metas y 232 indicadores, que abordan temas fundamentales para lograr el desarrollo sostenible. Estos temas abarcan tres dimensiones: económica, social y ambiental.

El ODS 7 se relaciona directamente con el aumento de energías renovables – “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”, más específicamente la meta 7.2 – “De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas”. Otros ODS que se relacionan con el tema de la transición energética son el 11 – “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” y el 13 – “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”.

Las energías renovables mencionadas en los ODS abarcan varios sectores, como la electricidad, la industria y el transporte, por ejemplo. Esto se debe a que, en el contexto de estos objetivos, las energías renovables abarcan cualquier fuente de energía que tenga la característica de regenerarse en un horizonte temporal relativamente corto, sin estar restringida a un sector específico. Sin embargo, la inserción de energías renovables se ha llevado a cabo principalmente en la matriz eléctrica mundial, especialmente debido a la fuerte disminución de los costos de fuentes como la eólica y la solar fotovoltaica en los últimos años. En este sentido, la concentración de esta fiscalización en la generación de electricidad está justificada.

2.2. Evolución de las fuentes renovables en la producción de electricidad en el mundo

En los últimos años, el proceso de inserción de energías renovables en la matriz energética se ha

intensificado, especialmente en el sector eléctrico. El porcentaje de energías limpias en este sector ha crecido año tras año, excepto en 2018, cuando hubo un pequeño aumento en el porcentaje de fuentes no renovables, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 2- Participación de las energías renovables en la producción mundial de energía eléctrica (2013-2018)

Fuente	Participación %					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energía No Renovable	77.90%	77.20%	76.30%	75.50%	73.50%	73.80%
Energía Renovable	22.10%	22.80%	23.70%	24.50%	26.50%	26.20%
Hidroeléctrica	16.40%	16.60%	16.60%	16.60%	16.40%	15.80%
Eólica	2.90%	3.10%	3.70%	4.00%	5.60%	5.50%
Bioenergía	1.80%	1.80%	2.00%	2.00%	2.20%	2.40%
Solar fotovoltaica (FV)	0.70%	0.90%	1.20%	1.50%	1.90%	2.20%
Geotérmica, solar concentrada (CSP), mareomotriz	0.40%	0.40%	0.40%	0.40%	0.40%	0.40%

Fuente: REN21 (www.ren21.net, acceso: 31/7/2019)

Según datos de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), en poco más de una década, la capacidad instalada para la generación de electricidad a través de energías renovables, incluidas las convencionales, más que duplicó, pasándose de 1,152 GW en 2008 a 2,477 GW en 2018. Aunque todavía no es posible correlacionar el crecimiento de la capacidad instalada para la generación de electricidad a partir de fuentes renovables con los compromisos multilaterales mencionados, en los últimos tres años, se agregaron 167 GW en 2016, 177 GW en 2017 y 175 GW en 2018 a la matriz eléctrica mundial, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 3- Capacidad de oferta de electricidad en el mundo por medio de fuentes renovables, incluyendo las convencionales (2008-2018)

Fuente	Capacidad de generación de electricidad (GW)										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hidroeléctrica	957	991	1,024	1,056	1,088	1,135	1,174	1,210	1,244	1,274	1,295
Mareomotriz	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Eólica	116	150	181	220	267	300	349	416	467	515	564
Solar	15	24	42	74	104	140	176	222	296	388	486
Bioenergía	55	62	67	73	78	85	91	97	105	112	118
Geotérmica	9	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13
Total	1,152	1,236	1,324	1,433	1,548	1,671	1,802	1,958	2,124	2,302	2,477

Fuente: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=4&subTopic=54>, acceso: 31/7/2019)

Los datos de la Tabla 2 también demuestran un crecimiento exponencial de las fuentes eólica y solar en la última década, que agregaron, respectivamente, 448 GW y 471 GW a la capacidad instalada mundial entre 2008 y 2018. Esto representa 69.38% de toda la oferta adicional de energías renovables en el período.

Esta evolución se explica en gran parte por la concentración de las inversiones en esas dos fuentes. En la Tabla 3, siguen los datos de las inversiones por tecnología en el período de 2013 a 2017, que señalan que la generación eólica y solar recibieron el 92,60% de las inversiones en energías renovables en ese

período.

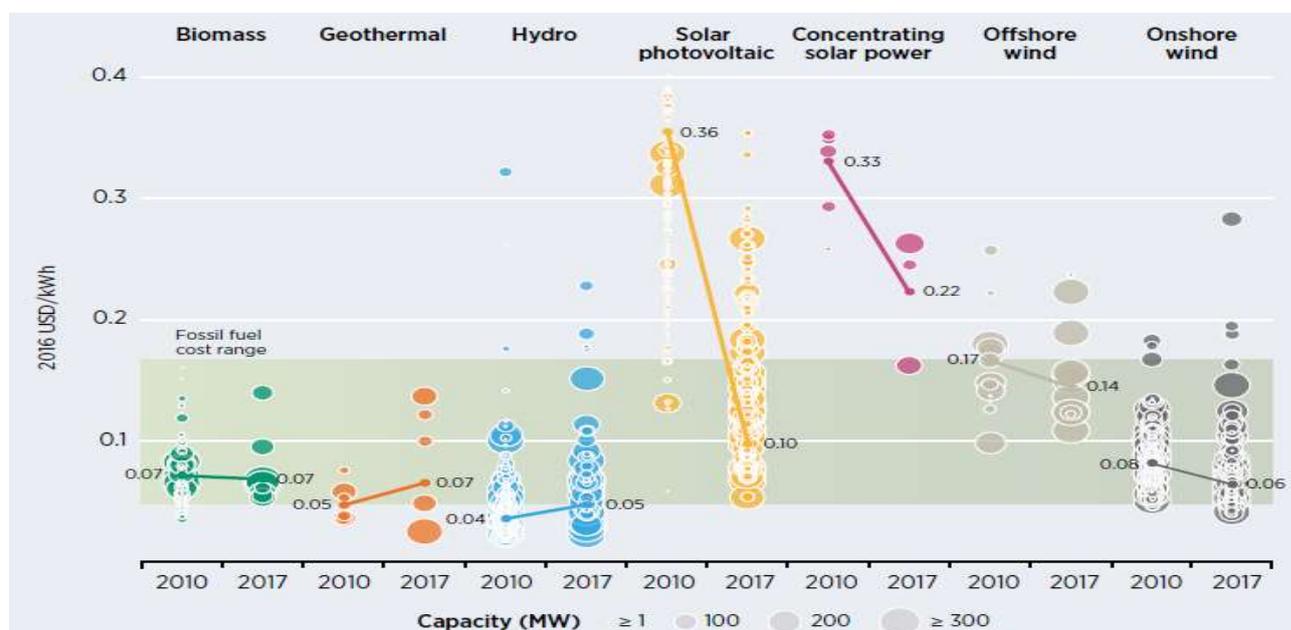
Tabla 4 - Inversiones en energías renovables en el mundo – 2013 a 2017 (miles de millones de US\$)

Inversiones por tecnología	2013	2014	2015	2016	2017	% de Participación 2013-2017
Solar	119.9	145.3	179.3	136.5	160.8	53.15%
Eólica	86.4	110.7	124.7	121.6	107.2	39.45%
Biomasa y transformación de residuos en energía	14.0	12.7	9.4	7.3	4.7	3.45%
Hidro <50 MW	5.8	7.0	3.6	3.9	3.4	1.70%
Biocombustibles	5.2	5.2	3.5	2.1	2.1	1.30%
Geotérmica	2.8	2.9	2.5	2.5	1.6	0.88%
Mareomotriz	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.08%
Nuevas inversiones - total	234	284	323	274	280	1,396

Fuente: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=4&subTopic=54>, acceso: 31/7/2019)

El aumento de la capacidad de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables ha sido acompañado por la disminución del costo promedio de dichas fuentes, como lo demuestra el Gráfico 1.

En el gráfico se analizan los proyectos de los años 2010 y 2017. El tamaño de las circunferencias refleja el tamaño del emprendimiento según la capacidad instalada, y la localización de la circunferencia indica el costo de energía en US\$/MWh.



Para cada uno de los años (2010 y 2017) se calcula el precio promedio ponderado de la energía. La recta señala la tendencia de los precios del año 2010 hasta el año 2017.

Fuente: IRENA, 2018 (International Renewable Energy Agency. **Statistics time series**. Disponible en:

<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/index.html>. Acceso: 20 ago. 2018, p. 17).

Gráfico 1 – Costo promedio mundial de electricidad generada en plantas renovables de larga escala - 2010 y 2017

Según los datos de IRENA, a fines de 2018, los cinco países con la mayor capacidad instalada de fuentes de energías renovables fueron China, Estados Unidos, Brasil, Alemania e India, en ese orden. Tan solo China es responsable del 29.60% de la capacidad total de energías renovables del mundo, incluidas las convencionales, con un total de 696 GW de capacidad instalada, en comparación con 136 GW instalados en Brasil, que ocupa el tercer lugar (Renewable Energy Statistics / IRENA 2019).

En el Apéndice A de este informe se encuentra un resumen de las principales políticas para la expansión de energías renovables utilizadas en el mundo con una breve explicación de cada una.

2.3. Estado de las energías renovables en la matriz eléctrica de los países participantes

La consolidación de los datos de evolución de la capacidad instalada de los países participantes en los últimos cinco años muestra la evolución de las fuentes renovables y no renovables, como se muestra en el Gráfico 2.

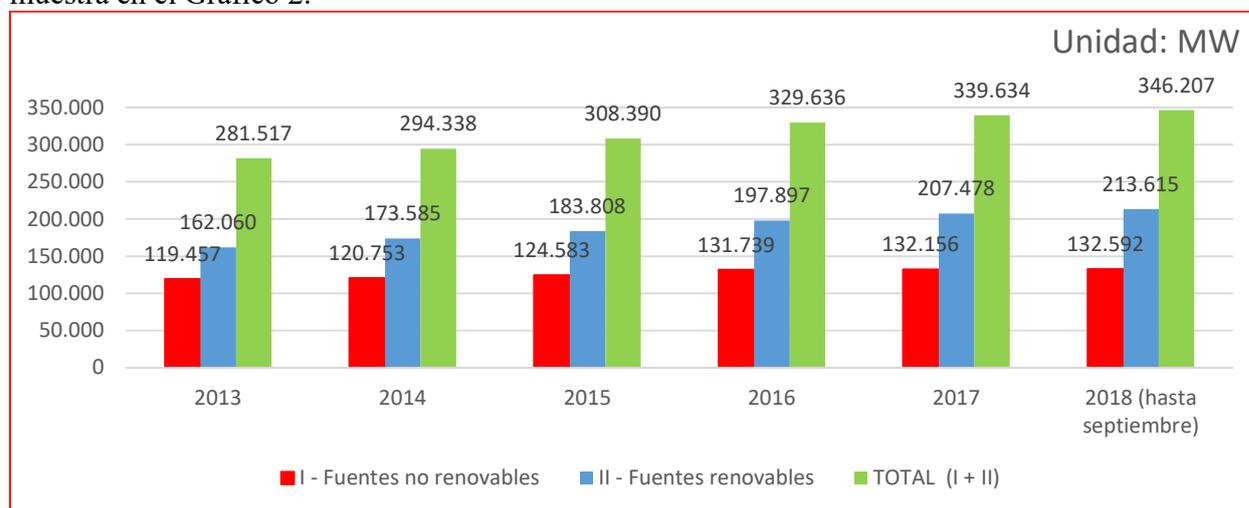


Gráfico 2 – Evolución de la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica de los países participantes - 2013 a septiembre de 2018

También se observa que el crecimiento de las fuentes renovables es mayor que el de las fuentes **no renovables**. Al comparar el porcentaje de energías limpias en la capacidad instalada en 2013 y en septiembre de 2018, se verifica una evolución del 57.57% al 61.70%, según el Gráfico 3.

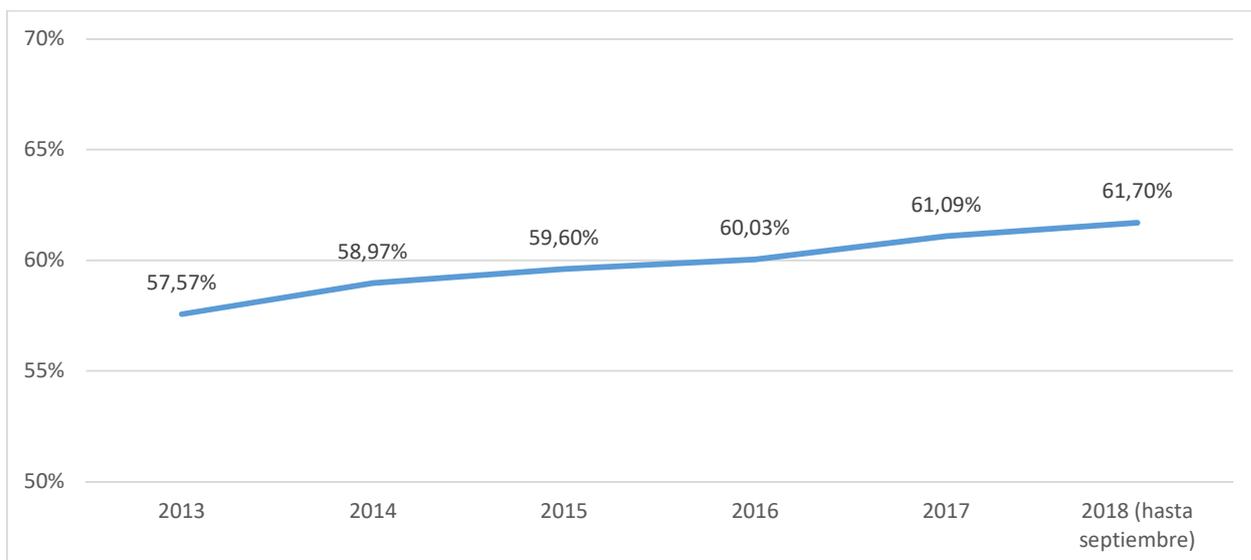


Gráfico 3 – Evolución porcentual de las fuentes renovables en la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica de los países participantes - 2013 a septiembre de 2018

Cabe señalar que existe una pequeña distorsión con relación a los datos consolidados de capacidad instalada, ya que El Salvador y México informaron los datos solo hasta junio de 2018 y Venezuela solo informó estadísticas aproximadas de capacidad instalada para 2014, 2017 y 2018.

La generación efectiva de electricidad también creció continuamente en el periodo de 2013 a 2017, según el Gráfico 4.

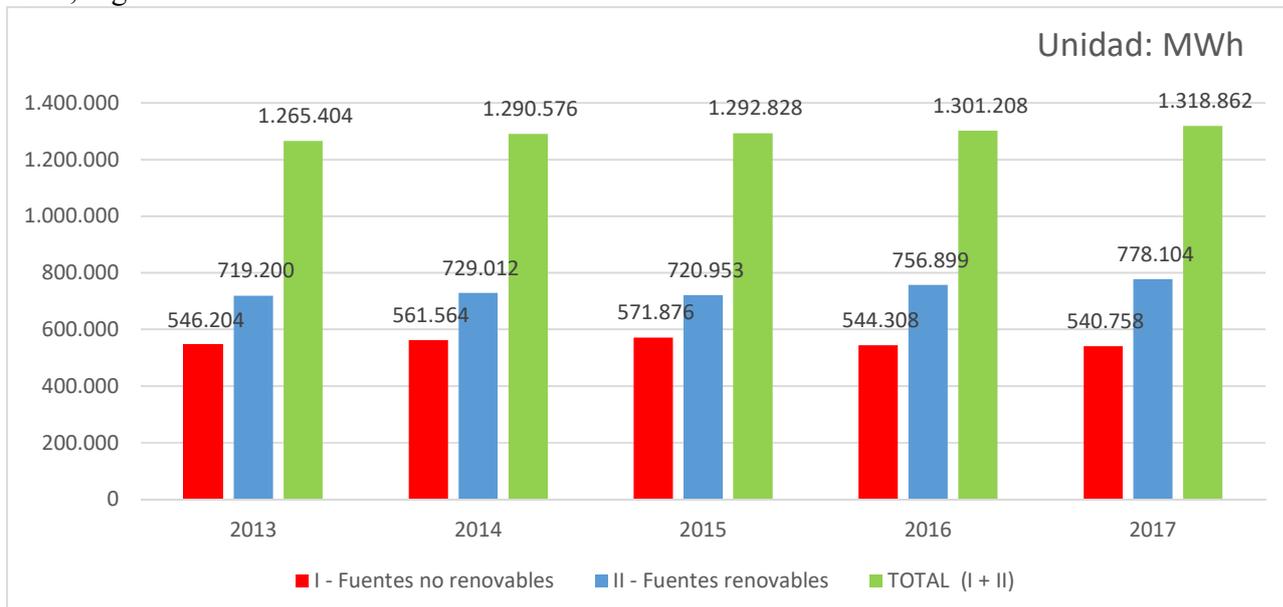


Gráfico 4 – Evolución de la generación efectiva de energía eléctrica de los países participantes - 2013 a 2017

Aunque el porcentaje de capacidad instalada de energías renovables creció de manera constante en el período, no ocurrió en términos de generación efectiva, ya que hubo una ligera disminución en 2014 y 2015. Sin embargo, considerando todo el período, hubo un aumento del 56.84% en 2013 al 59.00% en

2017, según el Gráfico 6.

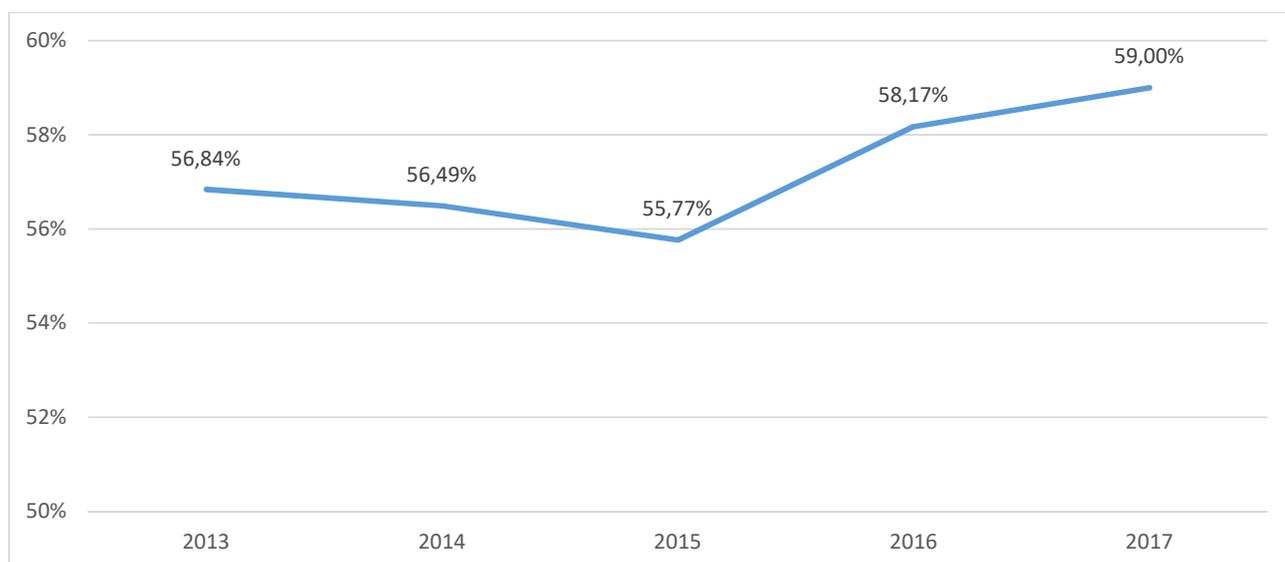


Gráfico 5 – Evolución porcentual de las fuentes renovables en la generación efectiva de energía eléctrica de los países participantes - 2013 a 2017

Es de destacar que gran parte de la evolución de la capacidad instalada y la generación efectiva de electricidad se explica por el comportamiento de los sectores de electricidad de Brasil y México, dada su alta representatividad en los resultados consolidados de los países, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4 – Participación de cada país en la capacidad instalada y generación efectiva total

	CAPACIDAD INSTALADA		GENERACIÓN EFECTIVA	
	En MW	Participación relativa de los países participantes, en %	En GWh	Participación relativa de los países participantes, en %
BRASIL	161,019	46.47%	587,962	44.57%
CHILE	23,655	6.83%	74,136	5.62%
COLOMBIA	17,313	5.00%	66,667	5.05%
COSTA RICA	3,545	1.02%	11,210	0.85%
CUBA	6,479	1.87%	20,148	1.53%
ECUADOR	8,162	2.36%	28,033	2.12%
EL SALVADOR	1,969	0.57%	6,652	0.50%
GUATEMALA	4,074	1.18%	11,490	0.87%
HONDURAS	2,637	0.76%	8,629	0.65%
MÉXICO	76,825	22.17%	329,162	24.95%
PARAGUAY	8,883	2.56%	59,212	4.49%
VENEZUELA	31,958	9.22%	115,961	8.79%

	CAPACIDAD INSTALADA		GENERACIÓN EFECTIVA	
	En MW	Participación relativa de los países participantes, en %	En GWh	Participación relativa de los países participantes, en %
TOTAL	346,519	100%	1,319,262	100%

Observación: Los datos de capacidad instalada se refieren a septiembre de 2018 y los datos de generación efectiva corresponden a la producción de energía en 2017. Estos datos incluyen todas las fuentes de producción de electricidad, ya sean renovables o no renovables.

En el Apéndice B de este informe se muestra la relación de las principales políticas de incentivo y estrategias para la inserción de fuentes renovables en la matriz eléctrica de los países participantes.

Con relación a los datos de emisiones de GEI, no fue posible consolidarlos, ya que algunos países no presentaron datos de emisiones completos para todos los sectores, lo que dificulta analizar la relevancia tanto integralmente del sector energético como específicamente del sector eléctrico en términos de representatividad en total. Además, algunos países tienen datos muy desactualizados que no permiten reflejar la situación actual o han presentado datos con gran variabilidad del año de referencia (variación entre 2002 y 2016), lo que impide una consolidación adecuada. En consecuencia, los datos de emisiones de GEI se tratarán por separado por país.

Del mismo modo, consolidar las inversiones en fuentes renovables no fue factible, ya que varios países no proporcionaron información completa, mientras que otros ni siquiera enviaron datos. Por lo tanto, los datos de inversión también se procesarán individualmente por país.

2.3.1. *Brasil*

Dado el gran potencial hidroeléctrico del país, la matriz eléctrica brasileña se ha desarrollado históricamente a través de la explotación de la energía hidroeléctrica, lo que condujo al logro de un *mix* de energías con elevada participación de esa fuente. La composición de la capacidad instalada se complementaba con plantas termoeléctricas, tanto de biomasa como de combustibles fósiles, lo que condujo a la formación de una matriz hidrotérmica. Sin embargo, desde la introducción masiva de la fuente eólica en los últimos años, la matriz ha cambiado sus características, aunque prevalece la generación hidroeléctrica convencional. La evolución de las nuevas fuentes renovables en el país fue impulsada por la celebración de subastas.

En septiembre de 2018, la capacidad instalada de energía renovable alcanzó 132,159 MW, lo que corresponde al 82.08% del total del país. Además de la central hidroeléctrica, con un 63.55%, se destacan las fuentes de biomasa y eólica, con respectivamente el 9.15% y el 8.31% del total. Lo más destacado es el bajo uso de energía solar en relación con el potencial del país – solo 1,749 MW instalados, lo que equivale a solo el 1.09% de la capacidad total. Con relación a la generación efectiva, en 2017, la producción total fue de 587,962 GWh, de los cuales el 79.15% provino de fuentes renovables.

Con respecto a las emisiones de GEI, según datos de 2015, el sector energético alcanzó una participación del 32.8% del total. Dada la característica renovable de la matriz eléctrica brasileña, solo el 14.7% de las emisiones del sector energético provienen de la generación de electricidad, que corresponde al 4.8% de las emisiones totales.

Con respecto a las inversiones, de 2013 a septiembre de 2018, se invirtieron US\$ 37 mil millones en fuentes renovables. Se destacan las inversiones en generación eólica y solar, con un 51.89% y un 22.43% de este total, respectivamente.

2.3.2. *Chile*

La matriz eléctrica chilena se basa en el uso de plantas termoeléctricas alimentadas con combustibles fósiles, especialmente carbón mineral y gas natural. Más recientemente, la necesidad de expandir el suministro de electricidad y reducir las emisiones de GEI, ya sea a través de acuerdos

internacionales o compromisos internos debidamente legislados, ha forzado el desarrollo de fuentes renovables en el país, especialmente de las fuentes eólica y solar fotovoltaica. Esta última fuente se ha destacado incluso a nivel mundial, ya que, dadas las políticas públicas existentes junto con las excelentes condiciones geográficas y territoriales, el país logró alcanzar uno de los precios más bajos para la producción de energía solar.

En septiembre de 2018, la energía renovable alcanzó los 10,933 MW, lo que equivale al 46.22% de la capacidad instalada total del país. Las fuentes eólica y solar representan, respectivamente, el 6.44% y el 9.61% de la matriz eléctrica. Aunque estas dos fuentes se han desarrollado fuertemente en los últimos años, la principal energía renovable del país sigue siendo la hidroeléctrica, con un 28.05% del total. En términos de generación efectiva, la electricidad total producida en el país en 2017 fue de 74,136 GWh, de los cuales el 42.93% provino de fuentes renovables.

Con respecto a las emisiones de GEI, según datos de 2016, el sector energético representó el 78.02% del total emitido. Solo la generación de electricidad representó el 30.96% del total, lo que indica que una mayor sustitución de fuentes fósiles en el sector eléctrico puede ser muy efectiva en las reducciones.

Las inversiones de 2013 a septiembre de 2018 alcanzaron los US\$ 22 mil millones en fuentes **renovables**, la mayoría de las cuales provenían del sector privado, con el 95.74% del total.

2.3.3. Colombia

La matriz eléctrica colombiana se ha formado históricamente aprovechando los recursos hídricos del país mediante la construcción de un sistema predominantemente hidroeléctrico con una parte significativa de plantas termoeléctricas alimentadas con combustibles fósiles, que eventualmente constituyeron un sistema hidrotérmico. Las energías renovables no convencionales como la biomasa, la eólica y la solar aún no se han aprovechado de manera significativa. Sin embargo, existe una ambiciosa meta gubernamental para 2022 que indica un incremento de 1,500 MW de fuentes renovables no convencionales en el país.

La capacidad instalada de energía renovable alcanzó los 12,010 MW en septiembre de 2018, lo que representa el 69.37% del total. La energía hidroeléctrica continúa destacándose con el 68.37% del total, mientras que las energías renovables combinadas no convencionales – eólica, solar y biomasa – alcanzan solo el 0.97%. Con respecto a la producción de energía eléctrica, en 2017 se produjeron 66,667 GWh, de los cuales el 86.98% de ese monto provino de fuentes limpias.

Con respecto a las emisiones de GEI, según datos de 2012, el sector energético alcanzó una participación del 32% del total. Dada la característica renovable de la matriz eléctrica colombiana, solo el 14.63% de las emisiones del sector energético provienen de la generación de electricidad, que corresponde al 5% de las emisiones totales.

No se presentaron datos sobre inversiones en fuentes renovables.

2.3.4. Costa Rica

La estrategia de desarrollo del sector eléctrico de Costa Rica, desde su concepción, se basó en el aprovechamiento de fuentes renovables, consolidando una matriz predominantemente hidroeléctrica. Poco después, se agregaron otras fuentes limpias, como la geotérmica, eólica, solar y biomasa, con una pequeña parte de la generación térmica de combustibles fósiles. Incluso con una mayor participación de fuentes intermitentes, no se descuidaron los aspectos de seguridad y calidad del servicio. Es de destacar que prácticamente toda la población del país tiene acceso a la electricidad (99.39% de la población).

En septiembre de 2018, la capacidad instalada de energía renovable alcanzó los 2,973 MW, lo que corresponde al 83.86% del total del país. Cabe destacar, además de la energía hidroeléctrica, con un 65.98%, las fuentes eólica y geotérmica, con un 10.66% y un 5.84% del total, respectivamente. En cuanto a la generación efectiva, en 2017, la cifra fue de 11,210 GWh, de los cuales el 99.67% se produjo a partir de fuentes renovables. Dado el alto porcentaje de energías renovables ya alcanzado, el mayor desafío que

enfrenta el sector eléctrico costarricense es optimizar el uso de las fuentes disponibles.

Con respecto a las emisiones de GEI, según datos de 2012, el sector energético representó el 64% del total. No se presentaron datos específicos sobre las emisiones del sector eléctrico. Sin embargo, dada la gran proporción de energías renovables en la producción de electricidad, se puede afirmar que la participación de este sector en las emisiones no es relevante.

Con relación a las inversiones, de 2013 a septiembre de 2018, se invirtieron US\$ 3,3 mil millones en fuentes renovables, destacándose los montos invertidos en plantas hidroeléctricas con una capacidad de más de 50 MW y en plantas eólicas con, respectivamente, 77.44 % y 17.98% del total.

2.3.5. Cuba

Todavía no ha habido una evolución significativa en las fuentes de energías renovables en Cuba. El sistema eléctrico se basa en plantas termoeléctricas impulsadas principalmente por combustibles fósiles importados. Sin embargo, dado el potencial de energías renovables del país, existe una predicción para la adición de energías limpias. La planificación gubernamental incluye la construcción de 19 termoeléctricas a biomasa producidas a partir de la caña de azúcar (aproximadamente 755 MW); 13 parques eólicos (633 MW); 700 MW de energía solar fotovoltaica, así como 74 pequeñas centrales hidroeléctricas, lo que representa una adición total de 2,144 MW de fuentes limpias.

Actualmente, la capacidad instalada total de energías renovables llegó a 682 MW en septiembre de 2018, lo equivalente a solo 10.53% del total. La biomasa de la caña de azúcar se destaca entre las fuentes limpias, con 7.53% del total. Con relación a la generación efectiva, en 2017, la producción alcanzó 20,148 GWh. De esta cantidad, solo 3.56% provino de la producción de electricidad por energías renovables.

El sector energético es el mayor responsable de las emisiones de GEI en el país, alcanzando un 45.13% del total, según datos de 2015. Debido al sistema termoeléctrico fósil predominante, la generación de electricidad representó una parte bastante significativa de las emisiones – 25.13% del total.

El total de inversiones en fuentes renovables, durante el periodo de 2013 a septiembre de 2018, fue de US\$ 222 millones. Se destacan los valores aplicados en energía solar, que representaron el 81.66% de este total.

2.3.6. Ecuador

La energía termoeléctrica fósil predominó en la formación del sistema eléctrico ecuatoriano. Sin embargo, la adición de más de 2 GW de energía hidroeléctrica en 2016, principalmente como resultado de la finalización de la construcción de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, ha cambiado esta perspectiva y ha hecho que la matriz eléctrica sea predominantemente renovable. Sin embargo, las fuentes renovables no convencionales aún no han despegado en el país.

En septiembre de 2018, el país alcanzó los 4,779 MW de energía instalada de fuentes renovables, lo que equivale al 58.55% del total. La energía hidroeléctrica representa casi todo el potencial renovable del país con el 54.93% del total. En cuanto a la producción efectiva de electricidad, se generaron 28,033 GWh en 2017, con una generación renovable que representó el 73.69% de este total.

Según los datos de 2012, la producción de energía fue el mayor responsable de las emisiones de GEI en el país con el 83% del total. Solo la generación de electricidad representó el 23.24% de las emisiones totales, lo que puede considerarse relevante.

Desde 2013 hasta septiembre de 2018, se invirtieron US\$ 4,14 mil millones en energías renovables. Casi todo este monto se destinó a la instalación de grandes centrales hidroeléctricas, a las que se destinaron US\$ 4,01 mil millones.

2.3.7. El Salvador

El Salvador tiene una matriz eléctrica predominantemente renovable, aunque las plantas termoeléctricas fósiles tienen una participación importante. Existe una buena diversificación de fuentes limpias, con una participación significativa de biomasa, plantas geotérmicas y el reciente crecimiento de

la energía solar. Sin embargo, la energía eólica aún no se ha introducido en el país.

En junio de 2018, la capacidad renovable alcanzó 1,212 MW, que corresponde al 61.55% del total instalado. Entre las fuentes limpias destacan la hidroeléctrica, la de biomasa y la geotérmica, con 29.21%, 15.09% y 10.38%, respectivamente, del total. Aunque la fuente eólica no ha prosperado en el país, la energía solar fotovoltaica ya ha alcanzado el 6.52% de la capacidad total con los aumentos realizados desde 2015. Con relación a la generación de energía eléctrica, en 2017 se produjeron 6,652 GWh, de los cuales el 56.99% provino de energías renovables. La planificación estratégica del país prevé un aumento aún mayor en la participación de fuentes limpias en la producción de electricidad para 2025, pronosticando un aumento del 30% respecto al total de energía generada en 2015.

Según datos de 2014, el sector energético tuvo una participación relevante en las emisiones con el 30.70% del total. Sin embargo, dada la característica renovable del sistema eléctrico, la producción de electricidad representó solo el 8% de las emisiones totales.

De 2013 a junio de 2018, se invirtieron US\$ 919 millones en fuentes renovables en el país. Se destacaron las inversiones en hidroeléctricas y en energía solar, con el 43.61% y el 38.81% del total, respectivamente.

2.3.8. Guatemala

La matriz eléctrica de Guatemala es predominantemente renovable, pero con una participación relevante de plantas termoeléctricas fósiles. La adición de energías renovables en los últimos años ha reducido la dependencia de los combustibles fósiles para la producción de electricidad, lo que significa que ha habido una evolución hacia fuentes limpias en la matriz. La política energética nacional prevé que, en 2027, el 80% de la matriz eléctrica estará compuesta por energías renovables.

Para tener una idea de la evolución en el período analizado, la participación de fuentes limpias en la matriz eléctrica guatemalteca pasó del 55.46% en 2013 al 69.44% en septiembre de 2018 de la capacidad instalada total. Este fue el resultado de un aumento del 71.53% en la potencia renovable instalada en este período, con un aumento de 1,180 MW. Entre las fuentes limpias, se destacan la hidroeléctrica y la biomasa, con el 36.80% y el 26.36% del total instalado respectivamente. Sin embargo, la capacidad instalada de otras energías renovables tiene una baja representatividad, ya que las fuentes geotérmica, eólica y solar juntas representan sólo el 6.11% del total. Con respecto a la generación de electricidad, se produjeron 11,490 GWh en 2017. De esta cantidad, el 69.89% provino de la producción de plantas renovables.

Con relación a las emisiones de GEI, el sector energético representó el 90% del total, y la generación de energía eléctrica también participó con un 26.89% del total, según datos de 2005. Por lo tanto, aunque la matriz eléctrica es en su mayoría renovable, dada la gran participación de la energía en las emisiones, la producción de electricidad es en última instancia relevante para los objetivos de reducción de GEI del país.

Se invirtieron US\$ 3,300 millones en fuentes renovables entre 2013 y septiembre de 2018. La principal fuente beneficiada fue la energía hidroeléctrica, con el 78.82% del total.

2.3.9. Honduras

El aumento de las energías limpias en los últimos años ha reducido considerablemente la dependencia de las fuentes fósiles de la matriz eléctrica. Cabe destacar que este aumento se debió a la mayor diversificación de las fuentes, ya que la inserción de energías limpias no convencionales, como la solar, la eólica y la de biomasa, fue bastante representativa en el período analizado. La planificación del país es aún más ambiciosa, ya que estima que para 2038 la proporción de energías renovables alcanzará el 80% de la generación total de electricidad.

El porcentaje de energías renovables en la capacidad instalada del sector eléctrico aumentó del 43.80% en 2013 al 61.69% en septiembre de 2018. Se destaca el crecimiento de la energía solar, que no existía en el país hasta 2014, pero que, a partir de 2015, fue responsable de agregar 451 MW a la matriz

y ahora corresponde al 17.10% del total de la potencia instalada. Otras energías renovables notables son las fuentes hidroeléctricas, de biomasa y eólicas con un 26.77%, 7.96% y 8.53%, respectivamente, del total. Con respecto a la generación de electricidad, se produjeron 8,629 GWh de electricidad en 2017, de los cuales el 61.20% provino de generación renovable.

Con respecto a las emisiones de GEI, el sector energético contribuyó con un 41% del total emitido, según datos de 2015. La producción de electricidad participó con 32% de las emisiones de este sector, lo que equivale al 13.4% del total.

No se presentaron datos sobre inversiones en fuentes renovables.

2.3.10. México

Aunque las fuentes renovables no convencionales como la eólica y la solar han crecido considerablemente en los últimos años, la matriz eléctrica sigue siendo predominantemente fósil. El principal combustible para la generación de electricidad es el gas natural, ya que las plantas termoeléctricas que funcionan con esta energía representan más de la mitad de la capacidad instalada del país.

La capacidad renovable del país representó el 26.56% de la capacidad instalada, según datos de junio de 2018. Entre las fuentes limpias, se destacan la hidroeléctrica, eólica y solar con, respectivamente, el 16.40%, el 5.68% y 2.14% del total. Ya la energía nuclear, también considerada limpia en este país, representa el 2.09%. Con relación a la generación, se produjeron 329,162 GWh de energía eléctrica en 2017, la segunda producción más grande entre los países analizados. La participación de las energías renovables en este total fue del 15.55%. Sin embargo, en la NDC mexicana, se estableció un objetivo para aumentar la generación de energía limpia al 37.7% del total en 2030.

La producción de energía es el sector prominente en las emisiones de GEI, pues según datos de 2015, representó el 85% del total. Debido a la característica predominantemente fósil de la matriz eléctrica, la generación eléctrica representó el 22.1% del total, una cifra que demuestra la relevancia de la transición energética en este sector para reducir las emisiones.

De 2015 a septiembre de 2018, las inversiones en fuentes limpias totalizaron US\$ 8.7 mil millones. Se destacaron los valores aplicados en fuentes solares y eólicas, respectivamente, 63.0% y 34.0% del total.

2.3.11. Paraguay

La matriz eléctrica paraguaya está prácticamente conformada por energía renovable convencional (hídrica), debido a la participación del país en las represas hidroeléctricas binacionales de Itaipú y Yacyretá, que son de las mayores del mundo, y del aprovechamiento de la hidroeléctrica nacional de Acaray. Se resalta que, a pesar de la gran capacidad de potencia instalada disponible en esas plantas, el consumo final de energía es bajo debido a la falta de infraestructura adecuada (líneas de transmisión y distribución) para permitir un mejor aprovechamiento del potencial energético excedente de energía actualmente.

El país tiene planes de realizar mejoras al sistema de transmisión y distribución de energía eléctrica para permitir el acceso a energía a todos los niveles sociales, así como la ampliación de otras energías limpias, como la solar fotovoltaica y la instalación de pequeñas centrales hidroeléctricas.

El sector energético es poco representativo en términos de emisiones de GEI: según datos de 2012, solo el 3.41% del total, y el sector eléctrico prácticamente no hizo ninguna contribución.

Prácticamente no hubo inversiones en fuentes renovables de 2013 a 2017 – solo US\$ 10 millones en fuente hidroeléctrica.

2.3.12. Venezuela

Venezuela tiene una matriz eléctrica bien dividida entre las centrales termoeléctricas fósiles y las grandes centrales hidroeléctricas. Las energías renovables no convencionales aún no han ganado terreno en el país. La existencia de subsidios para fuentes fósiles, que hacen que dichas fuentes sean más

competitivas, junto con la falta de participación del mercado privado y el bloqueo económico que sufre el país, limitan las inversiones en nuevas tecnologías y ralentizan una diversificación más grande de fuentes limpias en el sistema eléctrico venezolano. Hay metas para la instalación de sistemas eólicos y solares fotovoltaicos, principalmente para servir a comunidades aisladas.

En 2016, las fuentes renovables alcanzaron el 47.53% de la capacidad instalada total. La energía hidroeléctrica se destaca con el 47.36% del total, es decir, prácticamente todo el potencial renovable instalado. En términos de generación de electricidad, Venezuela tuvo una producción de 115,961 GWh en 2016, de los cuales el 54.12% provino de la generación hidroeléctrica.

Con relación a las emisiones, según datos de 2017, el sector eléctrico representó el 16% de las emisiones totales. No se presentó la participación del sector energético como un todo.

De 2013 a septiembre de 2018, se invirtieron US\$ 257 millones, destacándose los montos invertidos en pequeñas centrales hidroeléctricas, con el 52.53% de este total.

3. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

Este capítulo presenta los principales resultados de esta fiscalización agrupados en subcapítulos, según las cuatro Preguntas de Auditoría indicadas en la Metodología. Además de los resultados de la auditoría y las respectivas oportunidades de mejora, también se enumerarán las buenas prácticas identificadas en algunos países que pueden servir como ejemplos inspiradores, cuando se encuentren. Sin embargo, para una mejor delimitación del tema pertinente a cada pregunta, se realizará un breve panorama inicial en cada uno de los subcapítulos.

3.1. Compromisos y directrices gubernamentales para la expansión de fuentes renovables en la matriz eléctrica

Todos los países participantes de la auditoría son signatarios de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y del Acuerdo de París. Estos países formularon sus NDC a nivel nacional y los presentaron a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

En general, cada país ha asumido compromisos de reducción de GEI a través de una o más metas globales, es decir, metas que son transversales a toda la economía. Con respecto a la contribución específica del sector eléctrico a las NDC, Cuba, El Salvador y Venezuela presentaron metas obligatorias. Brasil, Colombia, Guatemala y México, a su vez, han establecido solo metas opcionales / indicativas para lograr la reducción total prevista, lo que significa que el incumplimiento del objetivo relativo al sector eléctrico puede compensarse al superar las directrices de otros sectores. En el caso de Paraguay, aunque no hayan sido establecidas metas específicas para el sector eléctrico directamente en el texto de sus NDC, se registraron metas específicas para el sector energético en su conjunto. A su vez, Chile, Costa Rica, Ecuador y Honduras no establecieron metas específicas en el texto de sus NDC, sin embargo, los establecieron en planes, programas y leyes nacionales.

Con respecto a la relevancia del sector eléctrico para la reducción de las emisiones de GEI, se considera que, en los casos cubano, chileno, ecuatoriano, guatemalteco, hondureño, mexicano y venezolano, la mayor sustitución de fósiles por fuentes renovables en la producción de electricidad es importante, ya que más del 10% del total de las emisiones proviene de este sector. En los otros países – Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador y Paraguay – la generación de electricidad no alcanza este porcentaje de participación en las emisiones. Sin embargo, en un panorama probable de aumento de la flota de vehículos eléctricos, con el consiguiente aumento de consumo de electricidad, la transición a las energías renovables en este sector puede ganar mayor importancia en el futuro en términos de reducción de GEI.

Con relación a la existencia de directrices y metas nacionales para la expansión de las fuentes renovables, el Gráfico 6 muestra cuatro situaciones distintas identificadas en los países auditados, a saber: metas claramente definidas; metas definidas, pero parcialmente claras; metas parcialmente definidas y parcialmente claras; metas parcialmente definidas y no claras.

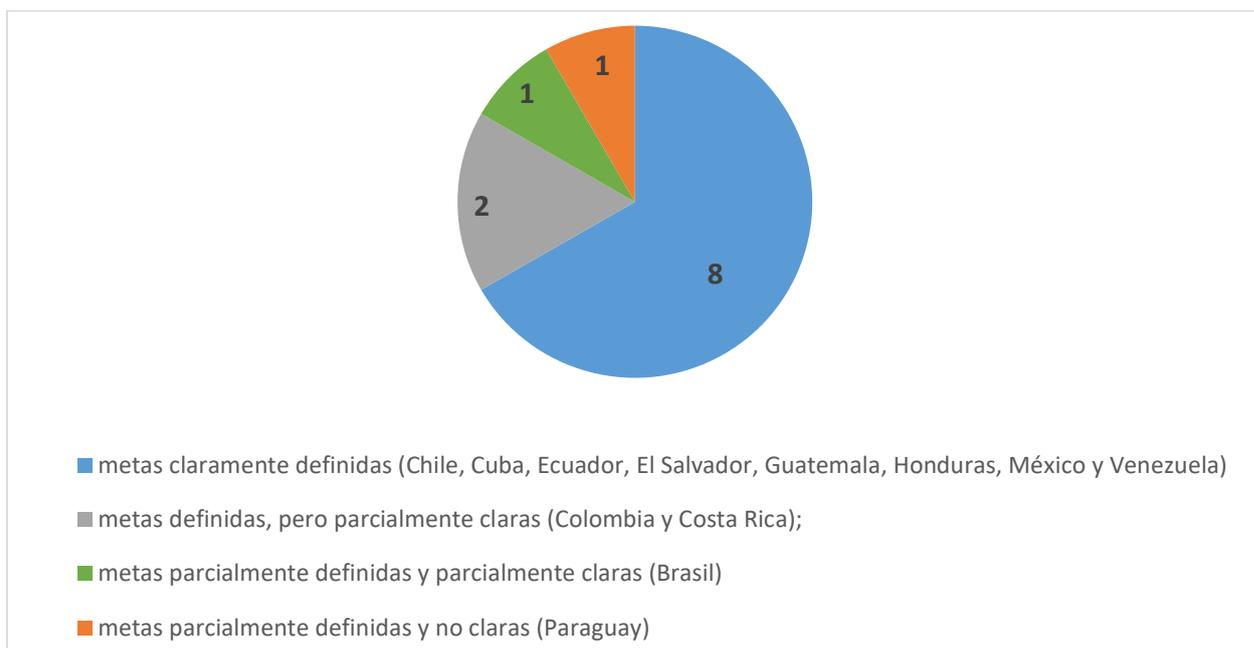


Gráfico 6 – Directrices y metas nacionales para la expansión de fuentes renovables

Con respecto al seguimiento periódico de los objetivos y metas establecidos en el ODS 7.2, NDC y metas nacionales, como se muestra en el Gráfico 7, se encontraron las siguientes situaciones: hay un seguimiento periódico a través del cual es posible verificar el cumplimiento parcial de las metas y llevar a cabo la retroalimentación en los planes y acciones; hay un seguimiento periódico, pero no hay verificación del cumplimiento parcial ni proceso de retroalimentación; hay un seguimiento periódico parcial que permite la verificación del cumplimiento de las metas intermedias y el proceso de retroalimentación en los planes y acciones; actualmente, no hay seguimiento periódico.

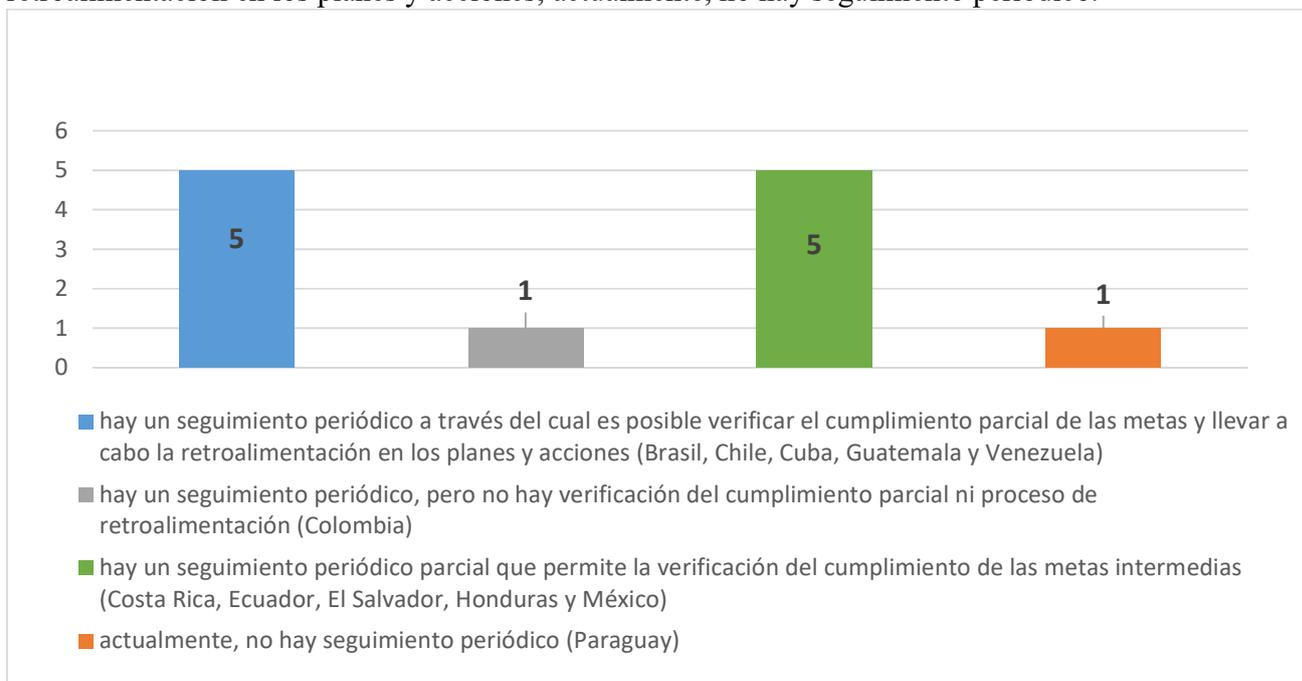


Gráfico 7 – Seguimiento periódico de los objetivos y metas

Con relación al esfuerzo relativo a las metas establecidas, se consideró que Colombia, Cuba, El Salvador, Honduras, México y Venezuela adoptaron compromisos que retratan un esfuerzo gubernamental real para una mayor introducción de fuentes renovables en el sector eléctrico, lo que significa que las directrices son osadas en el sentido de proporcionar avances sustanciales en el sector en lo que respecta al aumento de fuentes renovables en la matriz y, por ello, demandan una acción relevante del gobierno para su logro. En los casos de Brasil, Ecuador, Guatemala y Paraguay, se verificó que las metas establecidas retratan solo un esfuerzo gubernamental parcial, ya que las metas establecidas probablemente serán alcanzadas, demandando una participación razonable del gobierno para que sean concretizadas. En el caso de Costa Rica, dada su matriz de electricidad casi 100% renovable, se consideró que los compromisos establecidos no representan un esfuerzo gubernamental, que debería ser más para optimizar la capacidad existente en vez de una mayor adición de fuentes limpias propiamente dicha.

Además de este panorama de directrices y metas, se encontraron los siguientes hallazgos de auditoría: i) datos desactualizados; ii) deficiencias en la definición de directrices y metas; e iii) deficiencias en el seguimiento periódico de las metas y directrices.

3.1.1. Datos desactualizados

Con la excepción de Chile y Venezuela, los datos presentados sobre la evolución de las emisiones de GEI están desactualizados, ya que son anteriores a 2016. Esto dificulta verificar el seguimiento de posibles avances por el aumento de energía renovable en la matriz eléctrica.

En general, se observó que la ausencia de datos actualizados se debe a la falta de coordinación o articulación entre los actores gubernamentales o a la falta de priorización de las entidades estatales para estimar las emisiones.

Debido a esta falla, una oportunidad para mejorar sería la adopción de procedimientos de estimación y la publicación de datos de emisiones por sector para permitir la evaluación de los resultados de las iniciativas de reducción de GEI. En particular, sería aconsejable revelar la evolución de la participación de la generación eléctrica en las emisiones totales con el fin de identificar la efectividad y la eficiencia de las políticas de aumento de energías renovables en la matriz eléctrica.

BUENA PRÁCTICA

Chile: elaboración del inventario nacional de evolución de las emisiones de GEI con una serie a largo plazo (1990-2016) incluyendo las metodologías, datos de actividad y factores de emisión utilizados para la estimación en todos los sectores analizados.

3.1.2. Fallas en la definición de directrices y metas

En varios países, se identificó que existen deficiencias en el establecimiento de directrices y metas que son fundamentales para el mayor incremento de las fuentes renovables en la matriz eléctrica.

En Ecuador, por ejemplo, los instrumentos de planificación, si bien ofrecen objetivos para la inclusión de fuentes renovables, no aportan metas específicas para aumentar las energías renovables no convencionales. Como resultado, en su territorio continental, solo existen líneas estratégicas gubernamentales específicas para proyectos de generación de energía hidroeléctrica, lo que puede resultar en dejar de aprovechar potencial de este país para otras fuentes, como la energía solar fotovoltaica y eólica. En este sentido, sería importante que los planes gubernamentales también establezcan objetivos con relación a esos otros energéticos para optimizar las energías renovables en su matriz, ya que su aumento presenta varios desafíos que deben ser superados, especialmente con respecto a la operación del sistema debido a la alta variabilidad o intermitencia de estas fuentes.

En Honduras, la falta de definición de una política energética debido a la reciente reestructuración

del sector impide una mejor planificación de las acciones en el sector eléctrico para la inserción de energías renovables. El órgano gubernamental responsable del sector energético se creó sólo en 2017 y todavía está en proceso de organización y conformación, lo que retrasó la formulación de las iniciativas necesarias. A partir de la formulación de una política nacional para la evolución de la matriz energética, será posible establecer las estrategias y alineamientos necesarios para el establecimiento de directrices y metas para el logro de la transición energética.

En El Salvador, aunque existe una política energética nacional aprobada en 2010, está desactualizada. La revisión de esta política que se centra en identificar los problemas y desafíos del sector y alinearse con los compromisos internacionales establecidos es una oportunidad para establecer directrices y metas para la mayor expansión de las energías renovables en la matriz.

En Brasil y Paraguay, faltaban directrices explícitas para la expansión de la **generación distribuida** en los instrumentos de planificación. Dada la importancia de este modo de distribución para la ampliación de las fuentes renovables, especialmente la energía solar fotovoltaica, se entiende que el establecimiento de una política nacional que traiga metas claras aportaría una mayor seguridad jurídica a los diferentes actores del sector eléctrico para adoptar las medidas necesarias para el mayor incremento de fuentes limpias. Es de destacar que la generación distribuida también presenta nuevos desafíos con respecto a la adaptación del sistema, incluso en términos de complejidad de la operación del sistema.

En el caso de Costa Rica, la debilidad de los instrumentos de planificación no está relacionada con el aumento de las energías renovables. Como la matriz del país es prácticamente totalmente renovable, los problemas se relacionan con la ausencia de pautas y objetivos para mejor uso de los recursos (tecnológicos, financieros y humanos) disponibles para satisfacer la demanda eléctrica de la capacidad instalada y la consiguiente optimización del sistema eléctrico nacional. Una mejor definición en este sentido traería diversos beneficios, como la disminución de las tarifas practicadas y el aplazamiento de la necesidad de expandir la generación, con la reducción de los impactos ambientales debido a la construcción de nuevas plantas.

BUENA PRÁCTICA

Ecuador: establecimiento de un proyecto piloto en el sistema aislado de las Islas Galápagos. En este proyecto, denominado como “*Iniciativa Cero Combustibles Fósiles en Galápagos*”, se diseña un conjunto de metas y directrices para la sustitución de la generación eléctrica basada en termoeléctricas alimentadas con combustibles fósiles por la producción energética a través de fuentes renovables, especialmente por el uso de energía solar y eólica.

3.1.3. Deficiencias en el seguimiento periódico de las metas y directrices

En algunos países, se encontraron problemas en el seguimiento de las metas y directrices establecidas debido a la falta de un monitoreo adecuado o por deficiencias en los indicadores establecidos. Estos problemas terminan dificultando el monitoreo de la efectividad y de la eficiencia de las políticas establecidas y hacen imposible retroalimentar adecuadamente los instrumentos de planificación.

En Colombia, por ejemplo, existe un desajuste entre el establecimiento de indicadores y las metas nacionales. Si bien los indicadores se consolidan anualmente, las metas se formulan por un periodo de cuatro años, lo que limita la verificación anual del logro de los objetivos establecidos. Por lo tanto, la solución indicada sería el establecimiento de metas anuales para que se pueda hacer un seguimiento más preciso del logro de las directrices establecidas. Cabe señalar que el proyecto de ley que contiene el plan nacional de desarrollo, que puede satisfacer esta necesidad, se está discutiendo en el parlamento.

Cuba, a su vez, tiene varios instrumentos con diferentes metodologías para medir indicadores, lo

que dificulta el proceso de seguimiento de las metas. En este sentido, una oportunidad de mejora es la elaboración de un instrumento normativo único para la sistematización del proceso de seguimiento, examen y retroalimentación de las metas y directrices relativas a la inserción de energías renovables en el sector eléctrico.

En Ecuador, la entidad responsable del seguimiento a las metas fue extinta y la política que estableció una nueva estructura para el sector eléctrico no preveía el monitoreo de los ODS. Como resultado, no fue posible medir los resultados logrados, incluido el ODS 7.2, que se ocupa de la inserción de energías renovables en la matriz energética, lo que también perjudicó la adopción de acciones correctivas precisamente debido a la falta de una identificación correcta de la evolución de la situación en el país.

En Ecuador, las entidades responsables del seguimiento de metas del sector eléctrico fueron reestructuradas y una fue extinta, lo que condujo a la redefinición y articulación de sus funciones en la nueva estructura institucional nacional. Esa nueva estructura todavía no estableció directrices para el monitoreo de los ODS que permitan la evaluación de los resultados logrados y la adopción de acciones correctivas por parte del sector. Es de destacar que, en 2018, la entidad encargada de la planificación nacional llevó a cabo un ejercicio de alineación de los ejes, objetivos, políticas y metas de la planificación nacional con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En Honduras y México, se identificó un seguimiento insuficiente tanto para el cumplimiento del ODS 7.2 como para los compromisos asumidos en las NDC nacionales. En el caso de Paraguay, los indicadores de la meta 7.2 están en una etapa de elaboración incipiente y las NDC serán revisadas solo en 2020. En México y Paraguay, la mala articulación de los órganos gubernamentales fue el factor principal que perjudicó el monitoreo. En Honduras, recientemente se aprobó la regulación sobre cómo se debe hacer un seguimiento de los ODS, lo que retrasó el inicio de dicho proceso. También se observa que las NDC de Honduras y Paraguay aún están en proceso de revisión.

Una oportunidad de mejora para Ecuador, Honduras, México y Paraguay en este punto es fortalecer la articulación entre los órganos gubernamentales para lograr un entendimiento convergente. Esta mejor articulación facilitará la implementación de instrumentos técnicos y metodología apropiados para el seguimiento, monitoreo, evaluación de resultados, así como la retroalimentación de los instrumentos de planificación.

Con respecto a Costa Rica, se observó que no existe ningún parámetro para el indicador del ODS 7.2 para evaluar su cumplimiento. Además, las NDC establecieron el objetivo de lograr una generación de electricidad 100% renovable para 2030 y no existe un indicador definido para la optimización del uso de fuentes renovables para la generación de electricidad. Se entiende que, en el caso de este país, que ya tiene una matriz eléctrica bastante renovable, el establecimiento de indicadores que midan la optimización de la capacidad instalada cumpliría con la evolución del punto principal que importa para la evolución del sector eléctrico nacional. Es de destacar que la optimización del sistema eléctrico tiene beneficios económicos, sociales y ambientales para el país.

3.2 Políticas públicas para el aumento sostenible de fuentes renovables en la matriz eléctrica

En lo referente a la definición de políticas de incentivo y estrategias para la inserción de fuentes renovables, se observó que en gran parte de los países – Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras y México – dichas iniciativas están correctamente reguladas y estructuradas. Por otro lado, en Ecuador, El Salvador, Cuba y Venezuela, se verificó una ausencia de una mejor estructuración de dichas políticas.

En el caso de atribuciones y responsabilidades para implementación de políticas públicas, fue observado que en todos los países auditados ya existe una definición clara del rol de cada órgano o entidad gubernamental en el proceso de aumento de fuentes renovables para la producción de electricidad.

En lo concerniente a la alineación de las políticas de incentivo con las estrategias establecidas, en

los siguientes países existe una congruencia de sus iniciativas con las directrices definidas: Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Honduras, México y Venezuela. En los demás países – Brasil, Ecuador, El Salvador y Guatemala – se constató que esta disposición es parcial.

De igual forma, fue detectado que las políticas y los incentivos son coherentes entre sí en los siguientes países: Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Honduras y México, mientras que en los demás – Brasil, Ecuador, El Salvador, Guatemala y Venezuela – se encontraron inconsistencias entre las estrategias establecidas, ya que existen incentivos contradictorios en lo que se refiere a una mayor inserción de fuentes renovables en la matriz eléctrica.

Sobre el acceso a la información, se encontró que en la mayoría de los países participantes – Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras y México – ya existe información técnica disponible a los interesados en el desarrollo de políticas públicas en el área energética. Colombia y Venezuela fueron los únicos países en los que se constató algún tipo de dificultad en el acceso a las informaciones que exigen medidas gubernamentales para la ampliación de la transparencia.

En lo que se refiere a la influencia de ciudadanos en los procesos de formulación y revisión de políticas públicas, se encontró que Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Paraguay y Venezuela ya han adoptado prácticas de transparencia que estimulan dicha participación. No obstante, en Colombia, Guatemala, Honduras y México, se han adoptado prácticas de participación ciudadana parciales, lo que indica la necesidad de medidas para la ampliación de estas prácticas.

Fue verificado que la definición de incentivos para el aumento de fuentes renovables fue hecha según estudios o criterios objetivos en: Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala y Venezuela, mientras que en los demás – Brasil, Costa Rica, Honduras y México – no todos los incentivos partieron de estudios o criterios objetivos, exponiendo la oportunidad de mejora en los procesos de definición de políticas.

Otra situación importante percibida fue la falta de mecanismos de reducción progresiva en los incentivos establecidos en gran parte de los países, lo que puede culminar en una perpetuación en el tiempo indebida, ya que políticas establecidas en la actualidad pueden mostrarse innecesarias o ineficientes en el futuro. Honduras fue el único país en el que hubo, sistemáticamente, la preocupación con el establecimiento de mecanismos de reducción progresiva de incentivos para el aumento de fuentes renovables en la matriz.

En lo que concierne a la evaluación de resultados de los incentivos, se han encontrado tres situaciones distintas, ilustradas en el Gráfico 9: Los resultados son evaluados adecuadamente; los resultados son evaluados parcialmente; los resultados no son evaluados adecuadamente.

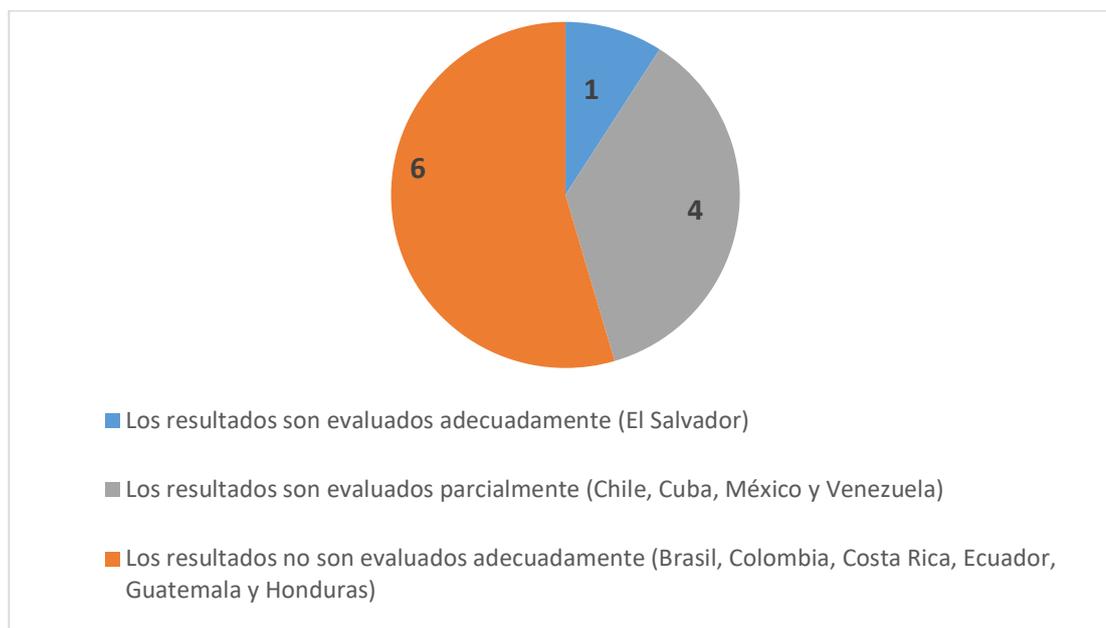


Gráfico 8 – Evaluación de resultados de incentivos

Se resalta que la falta de una evaluación adecuada resulta en problemas en el proceso de monitoreo y revisión de los incentivos, ya que impide el conocimiento de la efectividad y de la eficiencia de las estrategias establecidas.

Finalmente, se resalta que, en el caso de Paraguay, la evaluación se vio perjudicada en lo referente a este tópico, pues no existen políticas de incentivo normatizadas que busquen el aumento de fuentes renovables en la matriz eléctrica, sin embargo, existen iniciativas como el Decreto 6092/16 que aprueba la Política Energética, donde se mencionan objetivos y metas para contribuir y fomentar el uso de fuentes alternativas no convencionales.

Además del panorama inicial, se observaron los siguientes hallazgos de auditoría relacionados a las políticas públicas para el aumento sostenible de fuentes renovables en la matriz eléctrica: i) escasez de políticas de incentivo para la expansión sostenible de la matriz eléctrica; ii) falta de concordancia entre políticas y directrices gubernamentales; iii) políticas de incentivo con poca transparencia y participación ciudadana baja; iv) falta de una evaluación de resultados de los incentivos.

3.2.1. Escasez de políticas de incentivo para la expansión sostenible de la matriz eléctrica

Se constataron diversas situaciones que indican una escasez de políticas públicas para una mayor inserción de fuentes renovables en la matriz.

En Brasil, por ejemplo, se identificó la falta de criterios objetivos para la definición de los tipos de fuentes que se ofertarán en las subastas, lo que causa riesgos de interferencias externas al momento de escoger tecnologías y, por ende, la posibilidad de que las fuentes seleccionadas no sean las más adecuadas de acuerdo a criterios económicos, sociales y ambientales. Por lo tanto, la definición de los criterios se presenta como una garantía de que la expansión de la oferta de energía eléctrica se dé de forma sostenible.

En Colombia y Honduras, por otro lado, se detectó que las estrategias o políticas establecidas no están basadas en criterios que tomen en cuenta la eficiencia u otros factores que respalden la decisión técnica. Consecuentemente, existe una incertidumbre en el costo-beneficio de las acciones previstas. La oportunidad de mejora en esta cuestión sería la realización de estudios previos que midan ventajas y

desventajas de cada estrategia para que estos auxilien las decisiones a ser tomadas. Se resalta que, en el caso de Honduras, la entidad responsable por políticas energéticas fue creada recientemente y, por estar en un proceso de organización, todavía no ha sido posible establecer estrategias correctamente delineadas.

En Ecuador, El Salvador, México y Venezuela, se encontró una situación de incentivos insuficientes para un mayor desarrollo de energías renovables no-convencionales como las fuentes solares, fotovoltaicas y eólicas. Así, se percibe que la instauración de estrategias específicas para dichos energéticos se presenta como una oportunidad de aumento de fuentes limpias en estos países, incluso con una mayor diversificación de matrices eléctricas. Especialmente en Venezuela, el bloqueo económico agrava aún más la situación de desarrollo de energías renovables por dificultar la importación de equipo y piezas.

Otro problema observado en Ecuador, Honduras y México es la falta de políticas para la ampliación y mejora del sistema de distribución y transmisión, lo que desfavorece tanto la expansión de energías renovables como el nivel de confianza y optimización de recursos del sistema eléctrico. Una mayor cantidad de interconexiones de redes eléctricas entre regiones es una de las formas de mitigación de la variabilidad, principalmente, de fuentes eólicas y solares, ya que permite que eventuales excedentes sean compensados con reducciones de generación en otros locales, evitando otros recursos de *backup* más contaminadores y onerosos.

De igual forma, se denota que, en México, la creación de incentivos para generación distribuida, **cogeneración** eficiente, tecnologías movidas a biocombustible, **redes inteligentes (*smart grids*)** y el cobro tributario en la producción de combustibles fósiles son medidas que podrían ayudar en el aumento de fuentes renovables.

Cuba todavía se encuentra en un proceso de aprobación de incentivos fiscales y tributarios para la expansión de fuentes renovables. Actualmente, las normas se encuentran en proceso de revisión en el Parlamento. Ecuador se encuentra en una situación similar, ya que hace falta la aprobación de normas complementares para una mayor efectividad y eficiencia de las políticas legisladas. En ambos países, la implementación de estas estrategias es vista como crucial para un mayor impulso de energías limpias en el país.

En el caso de Costa Rica, considerando el alto porcentaje de energías renovables, hacen falta políticas para una mayor optimización del uso de fuentes ya disponibles en su capacidad instalada. Uno de los problemas es el exceso de potencia instalada, principalmente en épocas de lluvia, debido a la alta disponibilidad de recursos hidroeléctricos. Como auxilio a la elaboración de dichas estrategias, son necesarios estudios técnicos que busquen la mejor utilización de las fuentes.

BUENAS PRÁCTICAS

Brasil: creación de mecanismos para valorizar e incentivar la adopción de soluciones más económicas y menos contaminantes en subastas para la contratación de energía para sistemas aislados, como la posibilidad de construcción de **plantas híbridas (sistemas híbridos)** que utilicen dos o más fuentes.

Venezuela: implementación de un programa gubernamental denominado “Sembrando Luz” para el suministro de energía eléctrica en comunidades aisladas por medio de sistemas híbridos de energía eólica y solar.

Chile: inclusión de bloques de horarios en los criterios de licitación, lo que permite que determinadas fuentes renovables intermitentes puedan ser favorecidas, como la solar fotovoltaica, que puede ofrecer mejores precios en las horas de producción óptima. Otra medida ejemplar fue la consolidación de una política energética nacional integrada y de largo plazo denominada Agenda 2050, construida por medio de la colaboración de una amplia gama de actores relevantes y que favorece la expansión sostenible de la oferta de electricidad.

3.2.2. Falta de concordancia entre políticas y directrices gubernamentales

Fueron verificadas algunas situaciones que demuestran inconsistencia entre las políticas públicas establecidas y las directrices gubernamentales de aumento del porcentaje de renovables en la matriz eléctrica.

Se constató la existencia de incentivos para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes fósiles en los siguientes países: Brasil, Ecuador, El Salvador, México y Venezuela. Esto constituye una contradicción con el esfuerzo de estos países para el aumento de porcentaje de energías renovables en la matriz, considerando que los combustibles fósiles se hacen artificialmente más competitivos. Por lo tanto, se hace necesaria la revisión de las normas que establecen estos incentivos.

En Guatemala, por su parte, la falta de una actualización de la legislación, principalmente en lo que respecta a incentivos, dificulta la implementación de estrategias para el cumplimiento de las metas, ya que las políticas actuales son contradictorias con las directrices establecidas anteriormente. Por lo tanto, la revisión y aprobación de leyes coherentes con las metas gubernamentales de aumento de energías renovables son esenciales para una mayor efectividad y eficiencia en la transición energética de este país.

En Paraguay, las políticas públicas son incongruentes y, por veces, compiten para resultados divergentes, como, por ejemplo, la promoción de fuentes fósiles y el fomento del uso de bioenergía y otras fuentes de energía al mismo tiempo. Cada institución trabaja de manera aislada, por lo tanto, para la implementación de iniciativas en este sentido, se ve necesario un fortalecimiento de las instituciones responsables por políticas energéticas.

En Paraguay, aunque existen directrices de inserción de energías renovables en la matriz, la falta de políticas para la realización de este aumento limita la eficiencia de dicha estrategia gubernamental. La causa señalada para la falta de políticas es la debilidad institucional. Por lo tanto, para la implementación de iniciativas en este sentido, se ve necesario un fortalecimiento de las instituciones responsables por políticas energéticas.

3.2.3 Políticas de incentivo con poca transparencia y baja participación social

Fueron detectadas situaciones que demuestran que las políticas de incentivo no están en un nivel de transparencia adecuado o que los mecanismos existentes no permiten la participación popular en la formulación de iniciativas. Esto acarrea el riesgo de que las políticas no sanen las necesidades poblacionales.

En Colombia Guatemala, Honduras y Venezuela, se verificó que la divulgación de informaciones es insuficiente para permitir a los ciudadanos una participación adecuada en la formulación de políticas. Por otro lado, Guatemala, México y Paraguay presentan mecanismos limitados para permitir la

participación ciudadana en la formulación de estrategias en el sector eléctrico.

Entre las causas de estos problemas, se sobresale la baja difusión de los mecanismos de participación ciudadana por las entidades públicas y la existencia de bases de datos incompletas. En el caso de Venezuela, la restricción de información en el sector eléctrico es causada por ser considerada una cuestión de seguridad del Estado.

Algunas oportunidades de mejora se presentan para remediar estas constataciones. En el caso de Colombia Guatemala, Honduras y Paraguay, el incentivo a la participación de diversos actores podría darse por medio de una mayor integración de espacios de diseminación en canales con interacciones de doble vía que garanticen la participación de ciudadanos en la formulación de políticas. En Guatemala y México, sería interesante una definición clara de directrices y mecanismos para la promoción de la participación ciudadana, siendo posible adoptar iniciativas positivas utilizadas en otros países, como el caso de la realización de **audiencias** y **consultas públicas**. Para Venezuela, la difusión de informaciones del sector eléctrico podría ayudar en una mayor influencia de los distintos interesados en la formación de estrategias gubernamentales para inserir energías renovables en la matriz eléctrica, lo que podría ocasionar un aumento en la eficiencia del sector.

BUENAS PRÁCTICAS

Brasil y Costa Rica: realización de audiencias públicas (presenciales) y consultas públicas (virtuales) sobre propuestas de gobierno relacionadas a la formulación, modificación o regulación de las principales políticas, a la elaboración de instrumentos de planificación y otras actividades relativas al sector público, incluyendo temas relacionados a las fuentes renovables.

Chile: participación de comunidades indígenas en la formulación de políticas energéticas.

El Salvador: creación del “Consejo Nacional de Sustentabilidad Ambiental y Vulnerabilidad (CONASAV)”, una entidad consultiva plural y autónoma de diálogo y concertación en materias de sustentabilidad ambiental y vulnerabilidad que busca responder a las necesidades del país en lo concerniente a la inclusión y participación ciudadana.

3.2.4 Falta de evaluación de resultados de los incentivos

Fueron encontradas situaciones que demuestran la falta de una evaluación de resultados de los incentivos otorgados a las fuentes renovables, lo que genera un riesgo de que las estrategias adoptadas no se justifiquen en términos de costo-beneficio a corto, mediano o largo plazo. La ausencia de una evaluación puede resultar, por ejemplo, en mayores gastos de recursos gubernamentales por la existencia de incentivos excesivos o en aumento innecesario en las tasas para el consumidor.

En Brasil, Colombia, Ecuador y Guatemala, se constató que la mayor parte de las políticas establecidas no poseen procesos normatizados para la evaluación de los resultados obtenidos. En el caso de México y Honduras, se verificó que los incentivos financieros no poseen procesos adecuados de evaluación. Estas fallas se dan, principalmente, por las deficiencias en la planificación y medición de incentivos por entidades gubernamentales. En el caso específico de Colombia, la falta de una medición adecuada se da porque el sistema de monitoreo y verificación del sector energético todavía se encuentra en construcción.

Otro problema constatado en prácticamente todos los países fue la falta de mecanismos de reducción progresiva en valores de incentivos otorgados. Este descubrimiento refuerza el riesgo de que incentivos vengán a ser ineficientes cuando se perpetúan en el tiempo, a la vez de que haya una dificultad de retirarlos por cuestiones de seguridad jurídica o por la posible influencia de grupos favorecidos.

En Costa Rica, se ha detectado que las metas planteadas en el Plan Nacional de Energía 2015-2030 no cuentan con indicadores que permitan medir sus resultados; lo cual implica la dificultad de

analizar los efectos del cumplimiento de las metas en el Sistema Eléctrico Nacional. Por otro lado, el Decreto Ejecutivo 41121 no considera, en su contenido, una evaluación de los resultados a obtener con la implementación de las exoneraciones de impuestos a equipos para el aprovechamiento de energías renovables o alternativas.

En todos los países citados, la oportunidad de mejora que se presenta para la corrección de problemas es la adopción de un plan de acción para la evaluación sistémica de resultados de políticas públicas direccionadas al aumento de fuentes renovables con el propósito de proveer insumos para su perfeccionamiento incluyendo, caso necesario, una evaluación de la necesidad de mantener incentivos o de prever su reducción gradual.

BUENAS PRÁCTICAS

Honduras: presenta sistemáticamente mecanismos de reducción progresiva de incentivos concedidos a fuentes renovables, facilitando su retirada o no perpetuación caso sean ineficientes.

3.3 Coordinación entre actores involucrados con la expansión de fuentes renovables

En lo concerniente a la coordinación de acciones necesarias para el aumento de fuentes renovables en el sector eléctrico, se verificó que la instancia coordinadora está bien definida en Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras y México. No obstante, sólo en Chile y Cuba se consideró que el ente coordinador ejerce plenamente su función de articulación y alineación de acciones entre los diversos actores clave. El Salvador, Paraguay y Venezuela presentan una definición de la instancia coordinadora insatisfactoria, lo que resulta, también, en fallas en la articulación de acciones.

Con relación a las funciones, acciones o competencias de diversos órganos y entidades responsables, no se identificó una sobreposición en sus atribuciones en la mayoría de los países – Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala y México. Sin embargo, Honduras y Paraguay presentaron una amplia sobreposición de funciones, resultando en indefinición de responsabilidades de cada ente gubernamental involucrado. En Venezuela, por su parte, no hay una coordinación institucional para políticas de aumento de fuentes renovables, lo que potencializa el riesgo de sobreposición de funciones.

En lo referente a la participación de entes gubernamentales que también poseen atribuciones relacionadas al sector energético, como por ejemplo los órganos ambientales, se percató que su opinión es considerada al momento de definir e implementar políticas públicas en Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, Honduras y México. Costa Rica, El Salvador, y Paraguay tienen sus entes parcialmente considerados, mientras que en Venezuela y Guatemala su dictamen no es tomado en consideración de forma alguna.

Sobre la coordinación entre actores involucrados con la expansión de fuentes renovables, se registraron los siguientes hallazgos de auditoría: i) deficiencias en la coordinación de políticas; ii) deficiencias en la articulación entre actores y; iii) deficiencias en la participación de órganos y entidades.

3.3.1 Deficiencias en la coordinación de políticas

Se observaron algunas situaciones que demuestran fallas en la coordinación de políticas de inserción de fuentes renovables en la matriz eléctrica en los países auditados.

En El Salvador, las acciones y mecanismos de coordinación no están adecuadamente documentadas, mientras que, en México, no hay una concordancia de acciones entre lo reglamentado y lo adoptado como procedimientos sustantivos del ente coordinador. En ambos países, estas situaciones no permiten el desarrollo efectivo de procesos de implantación, seguimiento y examen de las políticas

públicas, así como dificultan la presentación de informes sobre los avances en la implementación de los objetivos trazados. En este caso, la oportunidad de mejora que se presenta es la formalización y sistematización de acciones y mecanismos de coordinación.

Por otro lado, en Paraguay, la instancia de coordinación no es reconocida por todos sus miembros, ni cuenta con recursos necesarios para una adecuada articulación y alineación de acciones con los diversos involucrados, generando un alto riesgo de sobreposición de funciones y, por ende, perjudicando la misma optimización del sistema eléctrico. La creación de un ministerio responsable por políticas energéticas es vista como una solución para el déficit de coordinación.

En Costa Rica, a su vez, el problema que se presenta es la falta de independencia en la planificación y operación del Sistema Eléctrico Nacional, pues son asumidas por el mismo Instituto a cargo de la generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica. Además, el modelo tarifario no ha sido actualizado en congruencia con los cambios en el marco jurídico y la institucionalidad del sector eléctrico.

En Costa Rica, a su vez, el problema que se presenta es la delegación de la planificación de expansión de generación de energía eléctrica al instituto responsable por la operación del sistema. Como consecuencia, el poder concedente acaba omitiendo la aplicación de controles necesarios, lo que puede resultar en que la expansión de la red suceda distante del punto considerado óptimo para un mejor aprovechamiento de los recursos existentes.

Por fin, como ya ha sido mencionado, Venezuela no posee una coordinación nacional entre el ministerio responsable y las demás instituciones gubernamentales para el aumento de la participación de fuentes renovables en la matriz, lo que puede acarrear en una duplicidad de esfuerzos. La oportunidad de mejora en este caso es la institución de una comitiva que sirva como ente responsable por la coordinación de las iniciativas.

3.3.2. Deficiencias en la articulación entre los actores

Fueron constatadas, de igual forma, situaciones que demuestran fallas en la articulación entre actores responsables por las políticas de inserción de fuentes renovables en la matriz eléctrica.

En Cuba, se detectó la ausencia de un instrumento normativo único que contribuya a la sistematización de procesos de articulación. En México, El Salvador, Ecuador y Paraguay, tampoco hay un proceso de articulación adecuado entre los distintos niveles. Por otro lado, en Honduras, la reestructuración del sector eléctrico, iniciado en 2014, todavía está en curso, ya que algunas de las instituciones creadas aún no se encuentran operando, perjudicando la división de funciones. Esto trae como consecuencia que, en estos países, la efectividad y la eficiencia de los procesos de implantación, seguimiento y evaluación de políticas públicas sea afectada justamente por la falta de una articulación adecuada.

En los casos de El Salvador, México y Paraguay, la solución apuntada para la corrección de estas fallas fue la formalización de un documento que sistematice la articulación entre los diversos actores. En el caso cubano, la oportunidad de mejora está en la ampliación de esfuerzos gubernamentales para hacer una integración de los diferentes documentos para la unificación de una legislación única. En Ecuador y México, se resalta que una mejora podría darse por medio de una mejor definición de atributos de los actores en el proceso (sector público, sociedad y sector privado). En el caso de Honduras, la formulación e implementación de un plan de acción para la instauración de entidades correspondientes de acuerdo con lo establecido por ley sería un medio adecuado para fomentar la modernización, el desarrollo y la eficiencia del sector.

Aunque exista en Brasil una articulación entre los actores, se constató que, en varios procesos relevantes, ésta ocurre de modo informal y no estructurado, como ejemplo en la elaboración de instrumentos de planificación. De igual forma, se verificó que la entidad estatal responsable por el área de transportes no participa en la definición de políticas energéticas, hecho que puede dificultar medidas

dirigidas a vehículos eléctricos. Estas fallas pueden perjudicar la eficiencia de políticas relacionadas al tema y, en el caso de un escenario de ampliación de la electrificación de la flota vehicular, puede haber un déficit en el preparo del sector eléctrico para la creación de la estructura necesaria para la recarga de automóviles. En el caso brasileño, las oportunidades de mejora que se presentan son la formalización de la forma en que se da la articulación en los procesos relevantes y la inclusión de una entidad responsable por el área de transportes en las discusiones que sirven de apoyo para las decisiones en políticas energéticas.

Por último, en Colombia, se observó la existencia de comitivas duplicadas, compuestas con los mismos actores institucionales definidos para el seguimiento de cada política de modo fragmentado, lo que impone un riesgo de sobreposición de funciones en lo concerniente al monitoreo de las metas de reducción de emisión de GEI. Así, es conveniente al gobierno colombiano una unificación de estas comitivas para que el monitoreo se realice por una única institución.

3.3.3 Deficiencias en la participación de órganos y entidades

Se detectaron, además, situaciones que muestran fallas en la participación de actores que se consideran primordiales para la formulación de políticas más efectivas.

En Paraguay y Guatemala, por ejemplo, se verificó la ausencia de participación de organizaciones esenciales para la instauración de políticas más efectivas. En El Salvador, aunque se haya constatado la participación del órgano ambiental, se observó que sólo fue considerada su opinión después de la definición de una política energética nacional. Dichas situaciones generan riesgo de que las políticas consideren los costos y beneficios únicamente en el aspecto económico, desconsiderando la importancia de los aspectos ambientales y sociales.

En el caso paraguayo y guatemalteco, la solución indicada para el problema sería el desarrollo y formalización de un documento que sistematice la articulación y participación de actores clave en la elaboración de políticas públicas, en especial de entidades sociales y ambientales. Por otro lado, en El Salvador, la oportunidad de mejora encontrada está en la mejora de los instrumentos de articulación para que sea prevista una participación del órgano ambiental en la fase de elaboración de políticas e instrumentos de planificación del sector energético. Otra oportunidad para El Salvador sería la actualización de la política energética para que se considere lo antes posible las recomendaciones realizadas para compatibilizarlas con la política nacional ambiental.

BUENAS PRÁCTICAS

Chile: la formulación e implementación de la política energética nacional fue realizada con participación amplia y estructurada de órganos gubernamentales y demás interesados que fueron integrados en grupos, comitivas y mesas. Se resalta, en especial, la participación de entidades públicas responsables por los procesos de licenciamiento socioambiental y por las medidas de adaptación y mitigación para los cambios climáticos, entidades del sector privado, universidades, expertos, asociaciones industriales, la sociedad civil organizada y representantes de comunidades indígenas.

Costa Rica: participación de universidades en la formulación de políticas energéticas con acciones de investigación e innovación en diversos temas importantes para el aumento de fuentes renovables en la matriz, como el almacenamiento de energía y el desarrollo de nuevas tecnologías de fuentes menos convencionales.

Cuba: existencia de una red universitaria nacional para el estudio de fuentes de energía renovables, con grupos de trabajo relacionados con el desarrollo de estas fuentes o de soluciones que favorezcan su mayor incremento en la matriz eléctrica, como la creación de laboratorios para el desarrollo tecnológico de energía solar fotovoltaica y estudios de tecnologías de almacenamiento de energía.

3.4 Instrumentos de adaptación del sector eléctrico a las características de las fuentes renovables

Como ha sido mencionado, la inserción de fuentes renovables en el sistema eléctrico abarca diversos desafíos a enfrentarse que exigen medidas de adaptación para posibilitar un aumento en la matriz energética. Estas medidas están relacionadas, en gran parte, a la alta variabilidad diaria en la generación de energía proveniente de las fuentes eólica y solar fotovoltaica, las que presentan una mayor visibilidad para su expansión. El aumento de estas nuevas fuentes intermitentes produce que una parte significativa de la capacidad instalada se vuelva incontrolable y muchas veces indisponible, comprometiendo la posibilidad de inyectar liquidez en el sistema del modo tradicional.

Dicha situación produce un nuevo paradigma en la confiabilidad del sistema, ya que la capacidad de respuesta de la generación residual a esta variabilidad es tan importante para garantizar el suministro como la capacidad instalada para atender picos de demanda. Así, el aumento de fuentes solares y eólicas en redes eléctricas puede inducir a un aumento en la utilización de plantas despachables como, por ejemplo, termoeléctricas, predominantemente impulsadas por combustibles fósiles, o hidroeléctricas con embalses de acumulación.

En otras palabras, el aumento de energías limpias intermitentes en el sistema puede generar un peligro de aumento en la emisión de GEI debido a la necesidad de construcción y distribución más frecuente de plantas que posean un nivel más alto de emisión de GEI. Por ello, es necesario buscar alternativas que no presuman necesariamente un aumento en los impactos ambientales, como es el caso del desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía, reestructurando la distribución para uso de plantas hidroeléctricas con reserva de baterías, así como el de dispositivos de almacenamiento químico; ampliación de utilización de biomasa como combustible en termoeléctricas; construcción de plantas híbridas que aprovechen la complementariedad de las fuentes utilizadas; una mayor interconexión entre redes eléctricas entre regiones o países que posibilite una compensación de excedentes generados con reducciones de generación local; y de igual forma, alternativas de optimización de la capacidad instalada ya existente, como el gerenciamiento por demanda, utilización de *smart grids* y el uso de una formación de precios con mayor **granularidad temporal** en el mercado a corto plazo. Estas alternativas deben ser incentivadas por políticas públicas y por la adaptación de los instrumentos regulatorios.

Otro desafío a superarse en el campo de las energías renovables es la expansión racional,

económica y ambiental, de la generación distribuida. Pero, para el suceso de este nuevo modelo, son necesarias diversas adaptaciones, como la adecuación de redes eléctricas para la inyección de energía por los **prosumidores** y **autoprodutores** que posibilite la compensación de la energía producida, lo que demanda inversiones. Además, adaptaciones en el marco jurídico regulatorio son necesarias para impulsar la generación distribuida ya que, a la vez que son necesarios incentivos en dicha modalidad, como la regulación del *Net Metering* o **Sistema de Compensación**, también se necesita crear mecanismos que indiquen el valor de utilización de la red eléctrica por los prosumidores, bajo pena de perjuicio a las distribuidoras y a los consumidores más vulnerables y que no poseen recursos suficientes para la inversión inicial necesaria. Además de proveer una impulsión de nuevas fuentes renovables, dicha modalidad de distribución trae diversas ventajas, como costos evitados de generación centralizada distante de centros consumidores (y las pérdidas eléctricas a lo largo de las redes de transmisión y distribución), así como la postergación de inversiones en nuevas plantas y en líneas de transmisión y distribución, resultando en la disminución de impactos ambientales causados por la construcción de emprendimientos que ya serán necesarios. No obstante, posee desventajas asociadas, como la ausencia de ingresos de escala de la generación centralizada, preparación de la red de distribución para flujos de energía – referentes a la unidad consumidora – en todas las direcciones y la ausencia de informaciones que pueden inducir a la realización de inversiones no nacionales por parte de consumidores.

Frente a estos desafíos, se verificó que, en los países auditados, ya existen diversas estrategias, algunas ya instauradas y otras aún previstas, para la adaptación del sector eléctrico a un mayor incremento de fuentes renovables. A continuación, se presentan los Cuadros 2 y 3 que muestra, respectivamente, estrategias ya existentes y previstas, así como los países en que ya son aplicadas o hay una previsión de implementación.

Cuadro 2 – Estrategias existentes para la adaptación del sector eléctrico al aumento de fuentes renovables.

Estrategia	Países
El modelo que fundamenta las decisiones para una expansión del sector eléctrico considera las características intrínsecas de las fuentes.	Costa Rica
Consideración del impacto de los cambios climáticos en la planificación de la expansión del sistema eléctrico.	Brasil
Introducción del sistema intradiario de formación de precios de energía en el mercado a corto plazo.	Chile
Uso de estudios o planes estratégicos que indiquen el límite de introducción de fuentes renovables, notoriamente de intermitentes, así como de soluciones regulatorias y técnicas para garantizar una operación segura, confiable y económica del sistema al añadir estas fuentes.	Chile Colombia Costa Rica El Salvador Guatemala México
Instauración de bloques horarios en los criterios de licitación, permitiendo una mayor inserción de fuentes renovables intermitentes y su adecuada escala de precios.	Chile
Limitación de la autoproducción y un porcentaje máximo de la demanda propia a fin de evitar que la producción de energía por estos usuarios pueda afectar el papel de las entidades responsables por la generación y distribución de energía en la	Costa Rica El Salvador

búsqueda por un equilibrio en el sistema.	
Instauración de sistemas de generación distribuida que permita un suministro de pequeñas cargas en el caso de desastres naturales.	Cuba
Establecimiento de estrategias para la instalación de paneles solares en locales que minimicen los costos de transmisión y problemas de variabilidad.	Cuba
Uso de plan indicativo de expansión de la generación eléctrica con previsión de las fuentes que ingresarán al sistema.	Brasil Costa Rica El Salvador
Priorización de envío a las centrales de generación de fuentes renovables intermitentes de energías (fotovoltaica y eólica).	Brasil El Salvador Guatemala Honduras
Contratos a largo plazo para el suministro de energía eléctrica respaldados por generación distribuida renovable.	El Salvador
Contratos anuales que obliguen a las compañías distribuidoras a garantizar el suministro de energía necesario para satisfacer la demanda de los usuarios, siendo pasible de sanción caso no se atienda lo programado.	Guatemala

Cuadro 3 – Estrategias para la adaptación del sector eléctrico al aumento de fuentes renovables

Estrategia	Países
Posibilidad de retomar la estrategia de expansión del sistema por medio de la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas con embalses de regularización considerando que los impactos ambientales puedan ser menores que otras alternativas de generación despachable para compensar la intermitencia.	Brasil Cuba
Introducción del sistema intradiario de precios de la energía en el mercado a corto plazo.	Brasil Colombia
Construcción de un modelo que permite considerar el aumento de la complejidad del sistema con una mayor introducción de fuentes renovables en la planificación futura de la expansión del sector eléctrico nacional.	Brasil Costa Rica México
Mejora y ampliación del sistema de transmisión y distribución.	Chile Colombia Venezuela
Mejora en servicios auxiliares (complementarios) necesarios para una adaptación de la operación del sistema eléctrico al aumento de energías renovables y generación distribuida.	Chile Colombia Costa Rica Honduras
Integración de sistemas de batería al sistema eléctrico.	Colombia
Gestión de la demanda.	Colombia Costa Rica
Aplicación en la planificación de herramientas de evaluación con mayor granularidad temporal.	Costa Rica

Diversificación mayor de la matriz energética con predominancia de energías renovables por medio de la implementación de plantas geotérmicas, optimización y potencialización de las hidroeléctricas existentes y difusión mayor de fuentes solares y eólicas.	Guatemala
Revisión de la ley sobre producción y transporte independiente de energía eléctrica.	Paraguay
Realización de estudios para averiguar el potencial de biomasa como energía firme de entrega al sistema interconectado, incluyendo variables económicas, técnicas y ambientales.	Venezuela

Frente a la existencia de estrategias previstas o ya implementadas, en Costa Rica y Cuba se consideró que las medidas contemplan soluciones adecuadas para reducir los impactos ambientales de las medidas de adaptación a la intermitencia. En otros países – Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México y Venezuela – se llegó a la conclusión de que las estrategias contemplan sólo parcialmente las soluciones para esta adaptación. En Paraguay, a su vez, se entendió que las estrategias no contemplan la preocupación en lo referente a la introducción de fuentes intermitentes.

Otro punto resaltado relacionado a la expansión de fuentes renovables en el sistema eléctrico es referente al impacto económico de la medida sobre tasas de energía eléctrica. De nada serviría la inserción de fuentes limpias si la consecuencia de ello fuera un aumento considerable en el precio de la energía, sea en un horizonte temporal más corto o más extenso, ya que ello haría inviable la propia expansión del sistema eléctrico y el acceso a la energía eléctrica. Se resalta que el mismo ODS 7 indica que, además de una expansión de fuentes renovables en el *mix* energético, es necesaria una ampliación del acceso a la electricidad a las poblaciones, especialmente las que no poseen acceso a la energía o que el acceso es restringido. Por ello, es necesaria una valoración adecuada de los atributos de cada fuente, además de sus impactos ambientales, incluyendo ponderación de servicios necesarios para una adaptación de la red (servicios auxiliares), y el costo de *back up* para la expansión de fuentes intermitentes.

Por esta preocupación, esta auditoría tuvo también como objeto de investigación si los países consideran el precio real de la energía, presente y futuro, en sus previsiones de expansión del sistema eléctrico. En especial, se cuestionó si las estrategias adoptadas toman en cuenta los siguientes criterios que pueden influenciar en el precio de la energía, sea en el presente o el futuro: evolución de costos y de tecnologías en el panorama nacional o mundial; costos de soluciones de flexibilidad para suplir la rápida variación de las fuentes renovables intermitentes; peculiaridades locales y otros factores que puedan influenciar en la formación del precio. Se verificó que apenas Chile y El Salvador consideran todos estos factores en sus estrategias de expansión del sistema. En contraste, Colombia y Venezuela no consideran ninguno de los factores mencionados. No obstante, gran parte de los auditados – Brasil, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, México y Paraguay – consideran nada más que algunos de los criterios.

Finalmente, en lo referente a los instrumentos de adaptación del sector eléctrico a las características de las fuentes renovables, fueron identificados los siguientes hallazgos de auditoría: i) deficiencias en la consideración de impactos ambientales de las fuentes renovables en la expansión de la oferta; ii) instrumentos insuficientes para la confiabilidad y economicidad del sistema eléctrico; iii) deficiencias regulatorias y técnicas para el aumento de energías renovables.

3.4.1 Deficiencias en la consideración de impactos ambientales de las fuentes renovables en la

expansión de la oferta

Fueron constatadas situaciones que demuestran que la expansión de las fuentes renovables en la oferta de electricidad no está considerando correctamente los posibles impactos ambientales directos o indirectos de las opciones escogidas.

En Brasil, por ejemplo, se constató que, en los procesos de planificación y licenciamiento socioambiental de plantas hidroeléctricas con embalses, no existe una correcta evaluación de los costos y beneficios de su construcción en comparación con otras alternativas de plantas despachables para compensar la intermitencia de fuentes eólicas y solares, las que aumenta su porcentaje en la matriz eléctrica. Este problema, ocasionado por la falta de una mejor coordinación entre órganos ambientales y de sector eléctrico, así como por la ausencia de evaluación sistémica de los atributos de fuentes de generación, ha sido enfrentado por la expansión de plantas termoeléctricas fósiles, con el consecuente aumento de la emisión de GEI y un impacto negativo en las tasas, en la medida que, en general, son más caras y contaminantes. Por lo tanto, una mejor evaluación de las ventajas y desventajas de las diferentes fuentes de energía, considerando todos sus atributos, se presenta como una oportunidad de mejora para que la planificación y el licenciamiento socioambiental consideren todos los aspectos involucrados, incluyendo alternativas existentes que puedan sustituir la opción analizada.

En Colombia, Honduras, México y Venezuela, los distintos atributos de las fuentes, notoriamente sus impactos ambientales, no han sido considerados en la elección de opciones para la expansión de la oferta de electricidad, causando un riesgo de una incidencia de impactos más severos. En Colombia, dicha situación es causada por la carencia de estudios locales sobre el daño al medio ambiente de medidas de adaptación a la intermitencia. En Honduras, se observó que la elección de la fuente renovable para expansión del sistema no era consonante con sus impactos ambientales. En México, los daños al medio ambiente causados por la construcción de plantas hidroeléctricas y los riesgos relacionados al combustible nuclear no son debidamente medidos, ya que no hay una profundización mayor en lo referente a sus impactos. En Venezuela, por su parte, faltan estudios específicos sobre el potencial de la biomasa como energía despachable para el sistema interconectado, que podría ser una solución adecuada para la intermitencia de fuentes solares y eólicas. En todos estos países, la solución denotada para la corrección de ese problema es la elaboración de estudios locales sobre ventajas y desventajas de cada opción de energía, principalmente de sus impactos ambientales directos e indirectos considerando todo el ciclo de vida para la expansión de la oferta de electricidad.

Otra cuestión verificada ha sido la falta de una mejor evaluación de la posibilidad de aprovechamiento de la energía geotérmica en Guatemala, Honduras y México, frente al potencial de estos países para esta fuente. Se resalta que se trata de energía despachable que podría ayudar incluso en una mayor inserción de fuentes renovables intermitentes. La falta de su aprovechamiento puede significar la necesidad de una mayor generación térmica a partir de combustibles fósiles.

BUENAS PRÁCTICAS

Brasil: Contratación gubernamental de consultoría para la elaboración de herramientas con el objetivo de auxiliar la construcción de un modelo que considere los distintos atributos de fuentes apoyar la planificación de fuentes eólicas y solares, así como de la generación distribuida.

El Salvador: monitoreo por el órgano ministerial responsable por el medio ambiente del proceso de expansión de la oferta de electricidad para atenuar, prevenir o compensar los impactos ambientales de las actividades, obras o proyectos destinados a la introducción de fuentes renovables.

3.4.2 Instrumentos escasos para la confiabilidad y economicidad del sistema eléctrico

Se encontraron diversas situaciones que demuestran que los instrumentos gubernamentales adoptados no son suficientes para posibilitar que la expansión de fuentes renovables suceda de una forma que garantice la confiabilidad y economicidad del sistema eléctrico.

En Ecuador, por ejemplo, faltan estudios para una mejor evaluación de los impactos de la expansión de la generación distribuida en la seguridad del sistema. En Colombia, Honduras y Venezuela, ya que el desarrollo de renovables no convencionales todavía está muy reciente, se constató que no existen instrumentos para la adaptación de la operación del sistema al aumento de fuentes no despachables.

En el caso de Colombia y Ecuador, como solución a sus problemas, fue apuntada la elaboración de estudios para análisis específico de tecnologías aplicadas al país para promover la adaptación a la intermitencia y para la generación distribuida. En Honduras, a su vez, la oportunidad que se ha encontrado es la instauración e implementación formal de normas y estrategias que traigan una realización de adaptaciones operativas y medidas de control para garantizar la calidad, el suministro y la estabilidad del sistema eléctrico con la inserción de energías renovables intermitentes. En Venezuela, se entiende que el límite de subsidios a los combustibles fósiles y el incentivo a inversiones en fuentes renovables por medio de una mayor participación del mercado privado pueden ayudar en el aumento de fuentes limpias acompañado de las adaptaciones necesarias para la confiabilidad del sistema. Otra medida apuntada para Venezuela es el desarrollo de un modelo de optimización que considere características ambientales y operativas de fuentes renovables según metodologías que incluyan externalidades ambientales y costos de operación asociados a la intermitencia.

En Cuba, se consideró que la escasez de instrumentos que midan de mejor forma atributos de fuentes renovables puede afectar negativamente el precio de la energía, pues no hay un análisis más detallado de costos directos e indirectos de estas fuentes en la matriz. En el caso de dicho país, esto causa, también, riesgo de aumento de gastos gubernamentales, ya que el Estado subsidia la diferencia entre el costo de generación y el precio de venta de energía.

México, a su vez, manifiesta una falta de observancia a los instrumentos y estrategias para la seguridad energética y para la adaptación del sistema al efecto de la mayor inserción de fuentes intermitentes, pese a que éstas existan. Como ejemplo, se menciona una baja adopción a las medidas para el cumplimiento de metas relacionadas al aumento de sistemas de almacenamiento de energía. Una de las posibilidades para corregir este problema es el desarrollo de un modelo de optimización en los mismos moldes propuestos por Venezuela. Otra oportunidad denotada ha sido la mejora de las estrategias e instrumentos de planificación para acelerar programas de rebombeo de agua en las **plantas (o centrales) hidroeléctricas reversibles** y almacenamiento de energía.

En Costa Rica, aunque el sistema ya presenta un alto porcentaje de fuentes renovables, existen barreras que restringen una mayor optimización. Por ejemplo, se menciona la existencia de múltiples empresas de personalidades jurídicas distintas que poseen el derecho de desarrollar proyectos de generación en su área de concesión, lo que puede ser conveniente para dichas empresas, pero no para el sistema como un todo. Además, faltaría una mejor adaptación legal en el sentido de incorporar coherentemente cambios que ocurren en el sistema, como la integración de nuevos actores y los avances tecnológicos. La posible consecuencia de estos problemas viene sobre los valores en la energía, que podrían ser menores en caso de que hubiese un mejor uso de recursos ya disponibles. En caso de este país, la medida apuntada para la superación de estas barreras es la elaboración de instrumentos de planificación, de operación y tarifarios, que respondan a la estrategia de optimización del sistema eléctrico nacional.

BUENAS PRÁCTICAS

Brasil: Subastas específicas de generación de energía eólica, antes **contratada por disponibilidad**, ahora **por cantidad**; esto ayuda en la identificación más precisa de costos reales de esta fuente.

Chile: Mejora en la legislación que trata de servicios auxiliares (complementarios) para la adaptación de la operación del sistema eléctrico al aumento de fuentes renovables, tales como la capacidad de generación o inyección de potencia activa y la capacidad de inyección o absorción de potencia reactiva y la potencia conectada de los usuarios.

Costa Rica: construcción de un sistema eléctrico por medio de la diversificación de fuentes de energía para la generación por medio del aprovechamiento de los variados recursos existentes en el país, lo que ha permitido el uso de sus atributos complementares. Otra práctica ejemplar es la creación periódica de un plan de expansión de generación basado en estudios en el que se simulan los efectos de diferentes fuentes renovables y se verifica el cumplimiento de criterios de confiabilidad utilizando modelos computacionales.

3.4.3. Deficiencias regulatorias y técnicas para la expansión de energías renovables

Fueron observadas distintas situaciones que demuestran que los instrumentos regulatorios de los países auditados aún necesitan mejoras para impulsar soluciones para un aumento de fuentes renovables en el sistema eléctrico. En el Cuadro 4, se muestra una lista de situaciones encontradas por país, así como sus respectivas oportunidades de mejora para la solución de los problemas verificados.

Cuadro 4 – Deficiencias regulatorias para la expansión de fuentes renovables y oportunidades de mejora.

Deficiencias regulatorias	Oportunidades de mejora
Ausencia de trato regulatorio adecuado para la implementación de plantas híbridas que mejor usen la complementariedad de las fuentes (Brasil)	Mejorar instrumentos regulatorios para que proyectos de plantas híbridas participen de subastas de energía competitivamente.
Normas inadecuadas para proveer mayor flexibilidad del sistema en la inserción de fuentes renovables intermitentes (Colombia, El Salvador, Honduras)	Instaurar o perfeccionar las normas que traigan soluciones para una mayor flexibilidad del sistema, como implementas mercados intradiarios y servicios auxiliares.
Excesivas exigencias de garantías por órganos que conceden crédito dificultan inversiones por el sector privado (Ecuador, México, Paraguay)	Revisar reglas que establezcan condiciones para concesión de crédito en proyectos de energía renovable.
Proceso lento y complejo al otorgar proyectos e indefinición de tributos municipales limitan la expansión de fuentes renovables (El Salvador)	Establecer nuevo proceso de concesión sin una otorga parlamentaria y mejorar transparencia en tributos municipales usados en proyectos de fuentes renovables.
Incentivos insuficientes o nivel alto de exigencia técnica a prosumidores dificultan expandir la generación distribuida (El Salvador, Guatemala)	Instituir nueva normativa reduciendo el nivel de exigencia a prosumidores entre otros ajustes que permitan expandir la generación distribuida, como mejora normativa en exigencias de autoproducción energética e inyección en la red.
Normas insuficientes en el conflicto social en el uso del suelo retrasa procesos de licenciamiento	Revisar la normativa para tratar cuestiones referentes al conflicto social sobre el uso del

socioambiental para autorizar la construcción de hidroeléctricas (Guatemala)	suelo para facilitar la expansión de plantas hidroeléctricas.
Falta de más abertura a la participación del mercado privado en el sector eléctrico limita inversiones en fuentes renovables (Honduras, Venezuela)	Implementar normas para más abertura al sector privado, posibilitando incluso actualizaciones de precios practicados para hacer inversiones en el mercado de energía eléctrica más atractivas.
Exceso de subsidios para combustibles fósiles limita inversiones en fuentes renovables (Venezuela)	Ajustar norma para limitar subsidios a combustibles fósiles junto a la creación de incentivos a renovables.
Normativa tarifaria del sector eléctrico no acompañó novedades tecnológicas introducidas, afectando negativamente la optimización del sistema eléctrico y las tarifas (Costa Rica)	Elaborar una estructura tarifaria que permita remunerar adecuadamente distintos servicios y productos que hacen parte del funcionamiento del sector eléctrico, principalmente nuevas tecnologías que adaptan el sistema al aumento de fuentes renovables intermitentes y a la expansión de la generación distribuida.

BUENAS PRÁCTICAS

Chile: proyecto de ley en tramitación en el parlamento que tiene como objetivo permitir una integración segura, eficiente y sostenible de recursos renovables variables. Las principales medidas previstas en el proyecto están relacionadas al reconocimiento de lo que cada agente contribuye para la flexibilidad requerida por el sistema y al desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas y modelos de negocio para que el sistema eléctrico pueda integrar un gran volumen de fuentes limpias.

México: existencia de indicadores para el aumento del almacenamiento de energía con baterías para minimizar efectos de intermitencia en la estrategia nacional de expansión de la oferta de electricidad.

Además, se identificaron algunas deficiencias técnicas del sistema eléctrico que restringen una mayor inserción de fuentes renovables. En la Tabla 8, se encuentra un listado de dichas situaciones y oportunidades de mejora para el perfeccionamiento técnico.

Cuadro 5 – Deficiencias técnicas para la expansión de fuentes renovables y oportunidades de mejora.

Deficiencias técnicas	Oportunidades de mejora
Limitaciones en la infraestructura del sistema que reducen la posibilidad de instalación y operación de mini y micro generación distribuida (Brasil, Ecuador)	Inversiones para la adaptación de redes eléctricas al flujo bidireccional necesario al funcionamiento de mini y micro generación distribuida.
Falta de infraestructura adecuada para el desarrollo	Inversiones para la mejora en la infraestructura

de proyectos de energías renovables (Guatemala)	necesaria para el desarrollo de proyectos de energía como, por ejemplo, la ampliación de carreteras y lugares para el almacenamiento de equipos en el puerto y aeropuertos para posibilitar el aumento de la fuente eólica.
Falta de infraestructura en la red para garantizar confiabilidad del suministro de electricidad con entrada de más fuentes intermitentes (Honduras, Venezuela)	Introducir adaptaciones necesarias en la red para una mayor integración de fuentes renovables no despachables como, por ejemplo, soluciones para amenizar diferencias de potencia y garantizar la estabilidad del sistema.
Red de transmisión y distribución insuficiente para facilitar una mayor inserción de fuentes renovables intermitentes (Chile, Honduras, México, Paraguay, Venezuela)	Aumentar o robustecer la interconexión entre distintos sistemas para permitir una mayor entrada de fuentes intermitentes, aprovechando la complementariedad entre ellas.

BUENAS PRÁCTICAS

Costa Rica: adopción de diversos proyectos para la actualización tecnológica de la operación del sistema eléctrico en la planificación estratégica como, por ejemplo, estudios de pronóstico a corto plazo de generación renovable variable; proceso de transformación digital de la entidad que opera el sistema y gestión integrada de recursos distribuidos en la demanda del sistema eléctrico.

4. CONSIDERACIONES FINALES

La realización de este trabajo conjunto hizo posible el intercambio de datos e informaciones entre las EFS participantes, permitiendo un diagnóstico del cuadro evolutivo de la expansión de fuentes renovables en el sector eléctrico. Esta evaluación propició la compilación de diversas lecciones, oportunidades de mejora y buenas prácticas que, al ser diseminadas, pueden auxiliar a las entidades gubernamentales de cada país a tomaren decisiones más adecuadas a sus respectivas realidades, con la intención de hacer las políticas públicas para el aumento de energías limpias más efectivas. Se resalta que el suceso de la transición energética puede contribuir no solo en la reducción de emisión de GEI, pero también con la ampliación del suministro de energía eléctrica para poblaciones de los países involucrados, considerando que el costo decreciente de fuentes limpias y la posibilidad de generación descentralizada hacen factible el acceso a la energía eléctrica, incluso en locales distantes de la red de transmisión y distribución.

Se denota que los resultados de la presente fiscalización pueden servir, igualmente, para otros países que no participaron de la auditoría, incluso de otras regiones del mundo, ya que los desafíos para la expansión de fuentes renovables, muchas veces, son semejantes. La actuación conjunta de países integrantes de la OLACEFS también puede servir de ejemplo para la realización de otras auditorías coordinadas para otras EFS, ya que la mitigación de efectos de los cambios climáticos es un tema transnacional que necesita del esfuerzo conjunto de la comunidad internacional.

Por último, se resalta que la actuación conjunta de las EFS para el aumento de fuentes renovables en el sector eléctrico, relacionada a la concretización de los ya mencionados ODS 7 – “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”; 11 – “Lograr que las ciudades y asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles; y el 13 – “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos - , también se conecta con la implementación

de los ODS 16 – “Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, proporcionar el acceso a la justicia para todos y construir instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles”, y 17 – “Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la alianza global para el desarrollo sostenible”.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, se destaca el compromiso y dedicación de todos los equipos de auditoría que participaron en las distintas fases de este trabajo.

En especial, se le agradece al Tribunal de Cuentas de la Unión, EFS de Brasil, por la estructuración de esta iniciativa, orientación y coordinación general que hicieron este trabajo posible.

Se agradece igualmente el esfuerzo de la Contraloría General de la República de Chile, en su función de presidente del GTOP/OLACEFS, por el apoyo operacional y organización de webinarios y del Taller de Capacitación y Planificación en Santiago.

Se resalta de igual forma el esfuerzo de la Contraloría General del Estado de la República de Ecuador por la organización del Taller de Consolidación de Resultados en Quito.

Se agradece, además, la participación de la consultoría Facto Energy por su elaboración de *benchmarks* y su participación en el taller en Santiago.

Se destaca de igual modo la participación de la Comisión Económica para Latinoamérica (CEPAL), representada por el especialista en energía Rubén Contreras Lisperguer quien en el taller realizado en Santiago expuso sobre los desafíos para la ampliación de fuentes renovables en la matriz eléctrica, de forma a garantizar el suministro confiable de electricidad a precios bajos.

Se resalta la contribución de la *Government Accountability Office* (GAO), EFS de los Estados Unidos de América, por la participación del especialista Alfredo Gómez, Director de Recursos Naturales de dicha entidad, que disertó sobre la experiencia de la GAO en fiscalizaciones en temas concernientes al aumento de fuentes renovables en la matriz energética en el taller realizado en Quito.

Por último, se destaca el apoyo recibido de la Cooperación Alemana, por medio de la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ), imprescindible para que se realizara la presente auditoría coordinada.

PARTICIPANTES

COORDINACIÓN:

BRASIL (TRIBUNAL DE CUENTAS DE LA UNIÓN)

Ministro Aroldo Cedraz (Supervisión General)

Manoel Moreira de Souza Neto (Secretario)

Arlene Costa Nascimento (Directora)

Rodrigo Almeida Motta (Coordinador)

Fernando Simões dos Reis (Auditor)

EFS PARTICIPANTES:

BRASIL (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO)

Aroldo Cedraz (Ministro Relator)

Manoel Moreira de Souza Neto

Arlene Costa Nascimento

Rodrigo Almeida Motta

Fernando Simões dos Reis

Jonatas Carvalho Silva

Klauss Henry de Oliveira

Leandro Cunha da Silveira

CHILE (CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA)

Jorge Bermúdez Soto (Contralor General)

Jaime Guarello Mundt

Benjamín Reyes Riesco

Sebastián Soza Inostroza

Francisco Moraga Illanes

COLOMBIA (CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA)

Carlos Felipe Córdoba Larrarte (Contralor General)

Ricardo Rodríguez Yee (Contralor Delegado para el Sector de Minas y Energía)

Hadar Yesid Suarez Gómez

Edgar Vicente Gutiérrez Romero

COSTA RICA (CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA)

Marta Acosta Zúñiga (Contralora General)

Lilliam Marín Guillén

Lía Barrantes León

Adriana Badilla Fuentes

Mario Andrés Reyes Mejías

María Alejandra Rojas Guillén

Vanessa Pacheco Acuña

CUBA (CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA)

Gladys María Bejarano Portela (Contralora General)

Aymée Fernández Robaina
Wina Baró Guerrero
Yanet Águila Rodríguez

EL SALVADOR (CORTE DE CUENTAS DE LA REPÚBLICA)

Carmen Elena Rivas Landaverde (Magistrada Presidente)
Reynaldo Otoniel Zepeda Aguilar
Beatriz Funes Ávalos
Yuri Armando Williams Saca
Diana Vilma Beatriz López
Susana Odeth Zacarías de Grande
Sandra Lizzett Landaverde de Cota
Roy Donaldo Silva Flores

ECUADOR (CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO DE LA REPÚBLICA)

Pablo Celi de la Torre (Contralor General)
Guillermo Maldonado Ramírez
Jesús Alejandro Herrera Gallardo
Verónica Lucila Albuja Valdivieso
Tatiana Paola Muñoz Guerrero
Ángel Rodrigo Lema Jaya
Michelle Estefanía Barros Herdoiza

GUATEMALA (CONTRALORÍA GENERAL DE CUENTAS DE LA REPÚBLICA)

Edwin Humberto Salazar Jerez (Contralor General)
Carlos Alberto Hernández Ramos
Rodrigo Sánchez Viesca

HONDURAS (TRIBUNAL SUPERIOR DE CUENTAS)

Roy Pineda Castro (Magistrado Presidente)
Edwin Arturo Guillén Fonseca
Hernán Roberto Bueso Aguilar
María Elena Aguilar Murillo
Francisco Edgardo Tercero
Iris Ondina Reyes Vargas
María Teresa Cerna Guillén
Dennis Antonio García Cerrato
José Vicente López Oliva
Oscar Armando Fajardo Murillo

MÉXICO (AUDITORÍA SUPERIOR DE LA FEDERACIÓN)

Agustín Caso Raphael (Ministro responsable de la supervisión general)
Ronald Pieter Poucel Van Der Mersch
Edgar López Trejo
Eloisa Basaldúa Ortega
Fernanda Dicé Ruelas Flores

PARAGUAY (CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA)

Camilo D. Benítez Aldana (Contralor General)

Edgar Melitón Paiva Unsain

Humberto Franco

Derlis Cabrera Báez

Andrea María González

Valeria Galeano Portillo

Hugo Martínez

Sirley Yegros

Lourdes Armoa

VENEZUELA (CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA)

Elvis Amoroso (Contralor General)

Neldys Alayón

Yessica Morán

Andreina Moreno

Responsabilidad por la elaboración de contenido:

Tribunal de Cuentas de la Unión

Secretaría General de Control Externo

Coordinación General de Control Externo de Infraestructura

Secretaría de Fiscalización de Infraestructura de Energía Eléctrica

Apéndice A – Principales políticas de aumento de energías renovables en el mundo¹

Con el objetivo de impulsar el crecimiento de fuentes renovables, los variados gobiernos han adoptado políticas públicas para estimular dicho proceso. Los principales objetivos de estas políticas son atraer inversionistas; el estímulo al desarrollo tecnológico de fuentes y tecnologías relacionadas, como el almacenamiento de energía y de redes inteligentes (*smart grids*); el fomento a la nacionalización de la producción de instrumentos para la generación de energía limpia, la diversificación de la matriz energética para la ampliación de la seguridad energética, la disminución de la dependencia del precio de *commodities* y la reducción de la emisión de GEI, en concordancia con lo establecido en acuerdos internacionales.

La instauración de mercados de comercialización de carbono para limitar emisiones de GEI y tributación de carbono pueden ser consideradas políticas públicas indirectas en el sentido de incentivar a fuentes limpias, ya que hace más caro el uso de fuentes fósiles. Como ejemplos de mercados de comercialización de carbono en funcionamiento, se puede mencionar los de la Unión Europea, de China y de California. Por otro lado, la tributación de carbono ya ha sido implementada en países como Canadá, Chile, México, Sudáfrica y Dinamarca.

Otro tipo de estrategia que ha sido adoptada en diversos países es el establecimiento de Metas de Energía Renovable. En Alemania, por ejemplo, se estableció un compromiso de generación de un 18% de su consumo bruto de energía eléctrica a partir de fuentes renovables hasta el 2020, significando un compromiso de generar 35% de su energía eléctrica por medio de fuentes renovables. Por otro lado, en Dinamarca, el parlamento entró en acuerdo de que un 35% del consumo total de energía debe de ser renovable hasta el 2020, siendo que cerca de 50% del consumo de electricidad deberá ser suministrado por energía eólica hasta ese año.

Algunos países formalizaron un objetivo cuantitativo de descarbonización del sector energético en sus NDC como Chile, China, Sudáfrica, India y Brasil, aunque, en algunos casos, la meta sea nada más indicativa. Se resalta que, en el caso de la Unión Europea, la NDC abarca la participación de todos los Estados Miembros, no vinculando metas específicas de reducción de emisión de GEI o participación de fuentes renovables en la matriz para cada integrante del bloque. Para alcanzar la meta prevista en la NDC, la Unión Europea posee una gama de leyes y reglamentos internos que trae una especie de partición de esfuerzos entre los integrantes.

Con el objetivo de presentar contribuciones individuales en lo que se refiere a la participación de fuentes limpias en la matriz energética europea, todos los países del bloque adoptaron planes de acción nacionales para la energía renovable, que incluyen varias medidas como metas sectoriales, medidas políticas planeadas, combinación de distintas tecnologías de energías renovables que esperan utilizar y el uso planeado de mecanismos de cooperación. Se denota que las metas de reducción de GEI son obligatorias para cada Estado Miembro, aunque en lo referente a la participación de fuentes renovables, las metas establecidas en los planes individuales son meramente indicativas.

Además del establecer metas y mercados de comercialización y tributación de carbono, fueron identificados como mecanismos de soporte a energías renovables una serie de incentivos fiscales y financiamientos públicos además de políticas regulatorias específicas. Los principales incentivos fiscales y financiamientos identificados fueron: inversiones y créditos fiscales para la producción, reducción de

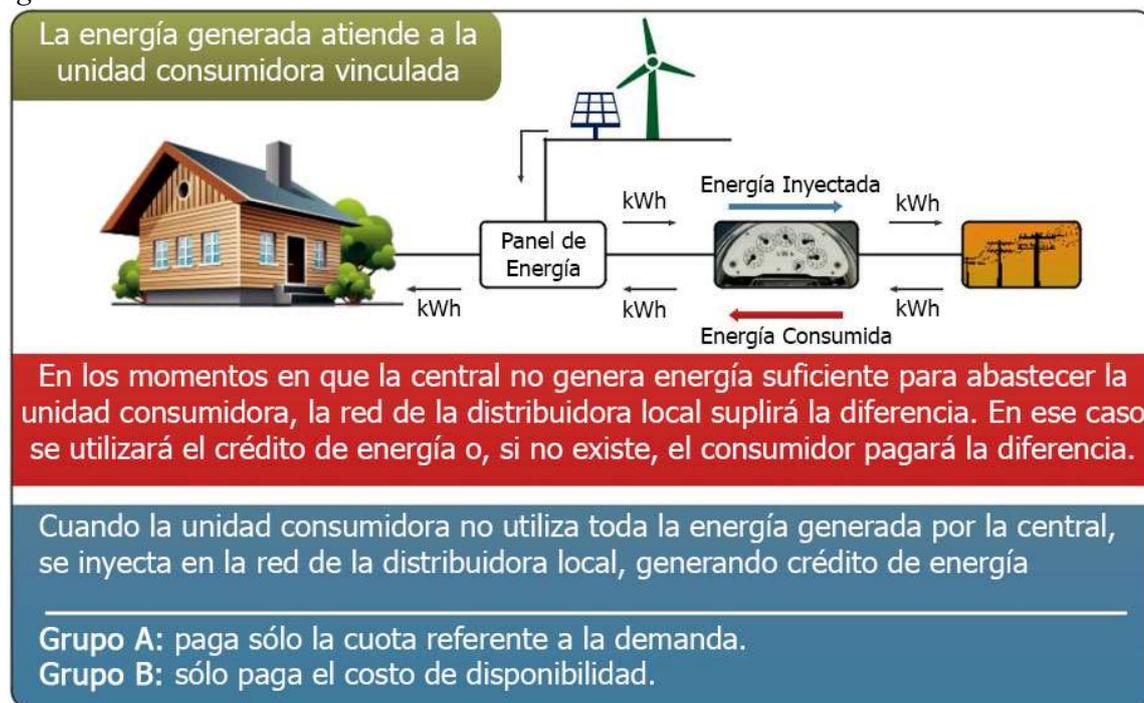
¹ Las informaciones registradas en este apéndice fueron extraídas del *Benchmarking* Internacional – Expansión de la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables”, disponible en el enlace: <https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A81881F67805010016784568E6C63E0>

tributos en ventas de energía y otras tasas, pago por la producción de energía e inversiones públicas, préstamos subsidiados, otorgas, capital subsidiado o descuentos.

Las políticas regulatorias identificadas fueron las siguientes: *Net Metering* (Sistema de Compensación); *Feed in tariff* (FIT); *Feed in premium* (FIP); cuotas obligatorias de energías renovables; certificado de Energías Renovables (CER); subastas de energías renovables; obligaciones en transporte de pasajeros y carga y obligaciones para el calentamiento. A continuación, se describen las seis primeras políticas regulatorias mencionadas, consideradas como las más importantes en un contexto de estímulo de entrada de fuentes renovables en la matriz eléctrica.

Net Metering (Sistema de Compensación)

Sistema que permite a los generadores de electricidad la exportación de la electricidad excedente para la red eléctrica. En este caso, la red eléctrica funciona como batería para los prosumidores, que son agentes que a la vez son productores y consumidores de energía. Dicha estrategia, por lo tanto, incentiva la expansión de generación distribuida que, a su vez, favorece el aumento de fuentes renovables, principalmente la solar, ya que la instalación de paneles fotovoltaicos es el principal medio usado por prosumidores para la producción de energía. La figura a continuación explica el funcionamiento del *Net Metering*:



Fuente: AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉCTRICA. *Micro e Minigeração Distribuída > Sistema de Compensação de Energia Elétrica*. Cadernos Temáticos ANEEL. 2 ed. Brasília, 2016. Disponible en su versión en portugués en: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigera%C3%A7%C3%A3o+Distribuída+-+2+edicao/716e8bb2-83b8-48e9-b4c8-a66d7f655161>. Acceso: 10 oct. de 2019

Figura 1 – *Net Metering* (Sistema de Compensación)

Algunas ventajas de esta estrategia que pueden ser mencionadas son las siguientes: minimización de pérdidas con transmisión, pues la generación es en un local cercano al consumo; postergación de inversiones en expansión en sistemas de distribución y transmisión; mejora en el nivel de voltaje de la

red en un periodo de carga pesada; bajo impacto ambiental. Como desventajas: aumento de la complejidad de la operación de red; aumento de tasas para consumidores sin generadores; consecuencias negativas para la rentabilidad de distribuidoras cuando el cobro es hecho por tarifa monomía, que no considera el costo de disponibilidad de la red.

Feed in tariff (FIT)

Es una tarifa especial preestablecida para compra de energía proveniente de un determinado tipo de fuente energética, generalmente utilizada para el incentivo de fuentes renovables. Además del tipo de fuentes, también son considerados el tamaño del proyecto y la localización con el objetivo de garantizar la factibilidad de los proyectos. El principal objetivo de dicha estrategia regulatoria es el crear un ambiente seguro para el crecimiento de la competitividad de ciertos tipos de energía, ya que brinda soporte a inversiones necesarias en investigación y desarrollo. Con el tiempo, los avances tecnológicos garantizarán la reducción de costos, y será posible que autoridades retiren incentivos gradualmente.

Las principales ventajas del FIT son: una naturaleza relativamente simple, reducción de riesgo para inversionistas e instituciones financieras; posibilita el desarrollo más continuo y estable del mercado de fuentes renovables; incentiva la maximización de la generación y potencializa el desarrollo de tecnologías menos maduras. Desventajas referentes a esta estrategia se concentran en la dificultad para definir el nivel adecuado de remuneración, ya que existen influencias políticas involucradas, además de la asimetría de información entre el sector público y el privado. En caso de que se establezca un nivel de remuneración alto, esto puede generar sobrecompensación para generadores en detrimento de los consumidores; caso es un nivel inferior de remuneración, esto puede distanciar a inversionistas.

Feed in premium (FIP)

Es un mecanismo que consiste en contratos a largo plazo que son proyectados para la reducción de una exposición a corto plazo del mercado a niveles elevados de fuentes renovables intermitentes conectadas a la red. El pago por la electricidad disponible depende de los precios actuales en el mercado spot (mayorista) y por consecuencia incentiva exportaciones para la red cuando éstas sean necesarias y durante periodos de falta de oferta, al autoconsumo.

En el mercado spot, en el que generalmente la electricidad proveniente de fuentes renovables de energía es vendida, los generadores reciben una premiación/bonus sobre el precio en el mercado de su producción. El FIP puede ser fijo/constante, estableciendo un premio inafectado por precios de mercado, o fluctuante, que establece premios variables según la evolución de los precios de mercado.

Entre las principales ventajas de este mecanismo está el incentivo a operadores a que respondan a señales de precio en el mercado de electricidad, es decir, producir electricidad cuando la demanda es alta o cuando la producción de otras fuentes de energía es baja. Además, dicha estrategia contribuye a una mayor integración de fuentes renovables de energía en el mercado de electricidad, resultando en una combinación más eficiente en el suministro de electricidad por demanda.

Entre otras desventajas, está la limitación de tecnologías que podrían ser beneficiadas, ya que fuentes de generación variable, como eólica y solar, frente a las dificultades de control de su generación de energía, tienen posibilidades limitadas de adaptarse a las señales de precios de mercado. Además, como sucede con la FIT, existe un riesgo de sobrecompensación o subcompensación al establecer valores del FIP.

Cuotas obligatorias de energías renovables

Se trata de definir cuotas mínimas de fuentes de energía renovables en la matriz energética de empresas generadoras, distribuidoras y en grandes consumidoras de electricidad: Son definidas por el gobierno y generalmente aumentan con el tiempo para apoyar el desarrollo de fuentes renovables. Algunas veces, no son definidas por gobiernos nacionales, pero existe una definición de cuotas por región o local. En algunos países, son definidas subcuotas para fuentes renovables individualmente, con la intención de estimular la diversificación tecnológica.

La ventaja que más resalta en este mecanismo es el fuerte incentivo al cumplimiento de metas de la política de renovables, en caso de que haya penalidades suficientemente altas. Además, crea una previsibilidad para el crecimiento de nuevas fuentes, posibilitando una adaptación adecuada de la operación del sistema. Como desventaja principal, se puede mencionar el hecho de que no exista incentivo para fuentes limpias más allá del límite de la cuota. De igual forma, la falta de previsión de una diversificación de energías a introducirse puede llevar al desarrollo de una fuente en deterioro de otras, acarreado en la no diversificación de la matriz de energías renovables.

Certificados de Energía Renovable (CER)

Se trata de la creación de un mercado específico de certificados emitidos para cada unidad de electricidad (kW) introducida por medio de fuentes renovables. La comercialización de estos certificados crea un flujo de ingresos a operadores de plantas, quienes dependen de los precios fluctuantes de los certificados. Para plantas generadoras, las recetas con ventas de certificados deben cubrir el diferencial entre los costos de generación de electricidad con el uso de fuentes limpias y las ganancias con la venta de energía en el mercado.

Generalmente, este mecanismo es utilizado en conjunto con cuotas obligatorias. De esta forma, las empresas deben adquirir el número de certificados necesarios para completar su cuota de fuentes renovables y son penalizadas en caso de que no se cumpla. La penalidad por el no cumplimiento de cuotas es uno de los principales factores determinantes de los precios de certificados.

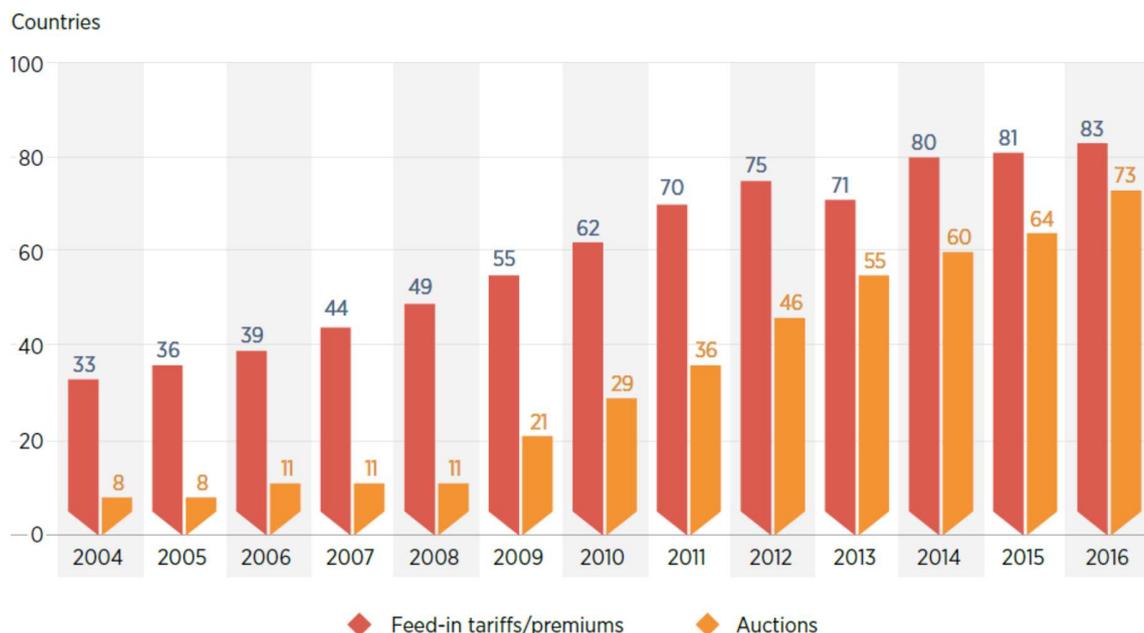
La asignación de certificados puede ser uniforme o por rangos. En el caso de la asignación uniforme, no hay diferenciación entre las fuentes, lo que puede ocasionar solamente la implementación de fuentes de menor costo. Para la asignación por rangos, las tecnologías con costo de generación más elevado reciben más de un certificado por unidad de energía producida, lo que puede impulsar el desarrollo de un límite mínimo para el precio de CER, con el objetivo de reducir el riesgo de precios para los operadores de plantas renovables.

Como principales ventajas de estos mecanismos, están la determinación de precios de los certificados por las fuerzas del mercado, minimizando el costo total de dicha estrategia, y la viabilidad de inversiones privadas en generación proveniente de fuentes renovables. Como desventajas, puede mencionarse el hecho de acarrear en más riesgo a inversiones, ya que produce más de un factor a considerar además del precio de la electricidad, y la tendencia a favorecimientos de grandes empresas generadoras frente a los costos con comercialización de electricidad y de los propios certificados. Otra posible desventaja, en el caso de una asignación uniforme de certificados, es la no promoción de una combinación de tecnologías de energía diversificada.

Subastas de Energías Renovables

Son procesos en que el gobierno abre una licitación para adquirir cierta capacidad o generación de electricidad por el uso de fuentes renovables. Para participar de las subastas, desarrolladores de proyectos presentan propuestas con un precio por unidad de electricidad. El subastador, a su vez, evalúa ofertas por el precio y otros criterios, firmando un acuerdo de compra de energía con los licitantes vencedores.

Aunque el mecanismo FIT/FIP aún sea la política de incentivo más utilizada en el mundo, el número de subastas de energías renovables realizadas ha aumentado considerablemente. Para tenerse una perspectiva, el número de países que adoptaron subastas aumentó de 8, en 2004, a 73 en 2016. El Gráfico 1 muestra la evolución del número de países que realizaron subastas y estrategias de FIT/FIP.



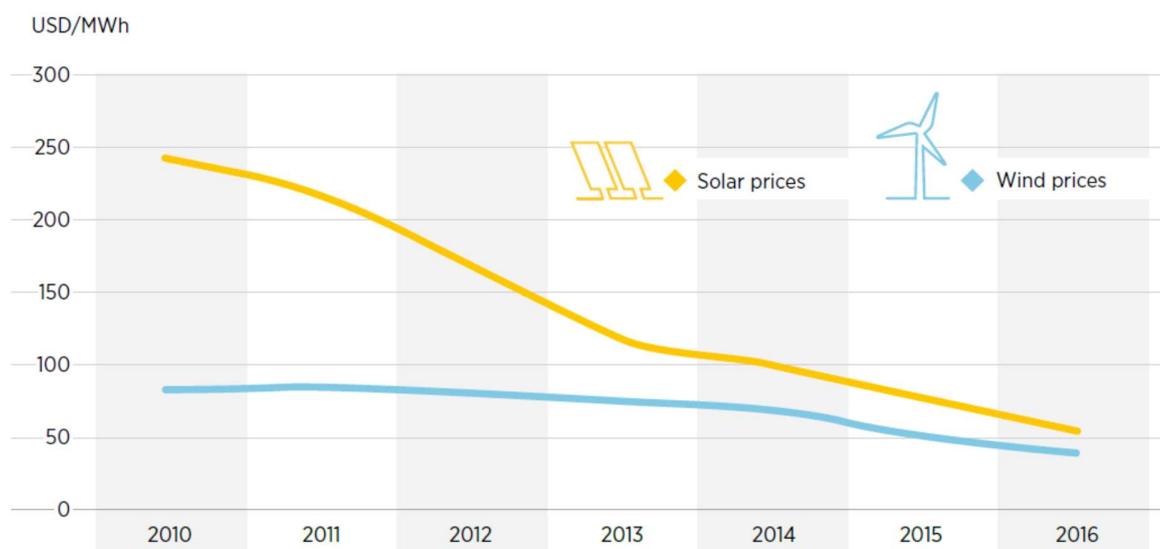
Fuente: INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. *Renewable Energy Policies in a Time of Transition*. Abu Dhabi, 2018. Disponible en: <http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_IEA_REN21_Policies_2018.pdf>.

Acceso: 5 ago. 2018

Gráfico 1 – Tendencia de adopción de FIT/FIP en subastas (2004-2016)

El crecimiento en la instauración de subastas es consecuencia de innumerables ventajas comparativas que dicha estrategia de introducción de fuentes renovables ha mostrado, como su capacidad de facilitar la implantación de proyectos en un ambiente planeado y transparente, posibilitando atender a otros objetivos como la creación de empleos, aumento de contenido local y adecuación a las metas nacionales de reducción de emisiones. Además, las subastas no están vinculadas a un arreglo de mercado o a una plataforma regulatoria específica, siendo posible utilizarla en mercados abiertos o por monopolios con estructuras verticalizadas.

No obstante, la ventaja más importante es su gran potencial para alcanzar precios bajos, elemento decisivo para el aumento de su utilización por diversos países. El uso de certámenes para contratación de proyectos de energía solar y eólica obtuvo suceso en el sentido de reducir costos de dichas tecnologías en el mundo, según demostrado en el Gráfico 2



Fuente: INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. *Renewable Energy Policies in a Time of Transition*. Abu Dhabi, 2018. Disponible en: <http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_IEA_REN21_Policies_2018.pdf>.

Acceso: 5 ago. 2018

Gráfico 2 – Promedio global de precios resultantes de subastas para energía solar fotovoltaica y eólica *onshore* (2004-2016)

Aunque esta estrategia haya alcanzado gran suceso en la ampliación de fuentes renovables en el sector eléctrico, hay desventajas que merecen mencionarse, como la no incorporación de costos indirectos para el sistema eléctrico y el costo transnacional elevado tanto para la entidad responsable por la subasta como para los participantes de ella, pues existen gastos relacionados a los costos de elaboración de proyecto y a la ejecución de diversos procedimientos administrativos.

Apéndice B – Principales políticas de aumento de energías renovables en los países participantes.

Políticas de incentivo o estrategias	País y normativos donde están establecidas las políticas
Subastas específicas o que permiten la competitividad de las ER	Brasil – Ley 10.848/2004 Chile – Ley 20.018/2005 Colombia – Ley 1.715/2014, Resolución MME 90.352/2014 y Decreto 570/2018 El Salvador – Ley General de Electricidad y su Reglamento Guatemala – Ley General de Electricidad y su Reglamento (Decreto 93-96) Honduras – Ley de Contratación del Estado (Decreto 74/2001) México – Ley de la Industria Eléctrica (2014)
Tarifas <i>feed in</i> (FIT)	Brasil – Ley 10.438/2002 Cuba – Norma jurídica de rango superior en proceso de aprobación Honduras – Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables (Decreto 70/2007)
Sistema de compensación (<i>Net Metering</i> o <i>Net Billing</i>)	Brasil – Resolución ANEEL 482/2012 Chile – Ley 20.571/2012 Cuba – Norma jurídica de rango superior en proceso de aprobación Ecuador – Regulación ARCONEL 003/2018 El Salvador – Acuerdo 367-E-2017 Guatemala – Resolución CNEE-227/2014 Honduras – norma en proceso de elaboración México – Ley de la Industria Eléctrica (2014); Ley de Transición Energética (2015)

Políticas de incentivo o estrategias	País y normativos donde están establecidas las políticas
Sistema de cuotas obligatorias o de certificados de energías renovables	Chile - Ley n. 20.698/2013 El Salvador - Ley General de Electricidad y su Reglamento; Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Basado en Costo de Producción Honduras – Plan de Nación 2010-2022 México – Ley de la Industria Eléctrica, Ley de Transición Energética
Exención de impuesto o incentivos fiscales	Brasil – Leyes 11.848/2007 y 11.488/2007 y Acuerdos Confaz entre los estados Colombia - Ley 1.715/2014 Costa Rica – Decreto 41121/2019 Cuba – Norma jurídica de rango superior en proceso de aprobación Ecuador – Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones; Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno; Acuerdo Ministerial 140/2015 del Ministerio del Ambiente (depreciación acelerada) El Salvador - Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad Guatemala – Decreto 52-2003 Honduras – Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables (Decreto 70-2017) México – Ley del Impuesto sobre la Renta (2013) Ecuador – Acuerdo Ministerial 140/2015 del Ministerio del Ambiente

Políticas de incentivo o estrategias	País y normativos donde están establecidas las políticas
Incentivos a la financiación y a la inversión pública	Brasil – Ley 12.114/2008 y Decreto 7.343/2010 Chile - Decreto 331/2010 del Ministerio de Energía, Aprueba Reglamento de la Ley N.º 20.365, que Establece Franquicia Tributaria Respecto de Sistemas Solares Térmicos Cuba – Norma jurídica de rango superior en proceso de aprobación Ecuador – Regulación CONELEC 008/2008, 002/2013, y 056/2016; Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica El Salvador – Convenio CNE-BANDESAL 2015; Líneas de Crédito Banca Privada y FONDEPRO; Ley de Estabilidad Jurídica para las Inversiones Honduras – Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables (Decreto 70-2017) México – Ley de Transición Energética (2015) y Ley de la Industria Eléctrica (2014)
Incentivos para la distribución, transmisión o comercialización de energía eléctrica generada por fuentes renovables	Brasil – Ley 9.427/1996 Chile - Decreto 244/2015
Alternativa de contratación de generación distribuida por las distribuidoras de energía	Brasil – Portería MME 65/2018 Cuba – Norma jurídica de rango superior en proceso de aprobación
Impuestos sobre la generación de energía por fuentes fósiles	Chile - Ley 20.780/2014
Metas de energía renovable en la matriz energética	Chile – “Energía 2050: Política Energética de Chile”
Apertura de generación por fuentes renovables para el sector privado	Costa Rica – Ley 7200

Glosario

Audiencia pública: oportunidad concedida al público en general para contribuir en una reunión abierta, transparente y con amplia discusión, permitiendo la comunicación entre los diversos sectores de la sociedad y las autoridades públicas. Tiene como objetivo debatir o presentar, en forma oral, un tema de interés relevante.

Autoprodutores: persona natural, jurídica o empresas reunidas en un consorcio que reciben una concesión o autorización para producir energía eléctrica destinada al uso propio y exclusivo.

Cogeneración: producción simultánea de dos o más formas de energía, a partir de un único combustible o subproductos de la generación, maximizando el uso del potencial energético.

Consulta pública: oportunidad concedida al público en general para contribuir documentalmente en una discusión técnica para que el gobierno y la sociedad puedan formular políticas públicas en conjunto. Ciudadanos, empresas, movimientos y organizaciones de la sociedad pueden acceder a las consultas disponibles en los portales gubernamentales y hacer contribuciones.

Contratación por disponibilidad: en esta modalidad de contratación, a los agentes generadores de energía se les paga de acuerdo con su cantidad de energía garantizada (o potencial) y no con base en la energía generada. Los agentes compradores asumen los riesgos y los consumidores asumen eventuales exposiciones positivas o negativas en el mercado de corto plazo.

Contratación por cantidad: en esta modalidad de contratación, a los agentes generadores de energía se les paga de acuerdo con la energía generada. Los generadores asumen integralmente los riesgos, lo que presupone un conocimiento más preciso de la cantidad de electricidad que se producirá de acuerdo con las condiciones técnicas y climáticas.

Efecto invernadero: fenómeno natural de calentamiento de la Tierra que permite mantener la temperatura del planeta en condiciones ideales para la supervivencia de los seres. Los gases del efecto invernadero (GEI) — como el gas carbónico (CO₂), el metano (CH₄) y el vapor de agua (H₂O) — funcionan como una barrera que impide que la energía del sol absorbida por la Tierra durante el día sea emitida de vuelta al espacio. Con ello, parte del calor se retiene cerca del planeta, cuya temperatura promedio es de alrededor de 15° C. Sin el efecto invernadero, la tierra podría ser lo suficientemente fría como para que el desarrollo de la mayoría de las especies animales y vegetales sea inviable. Sin embargo, el exceso de gases de efecto invernadero también es perjudicial. El aumento de las emisiones de estos gases como resultado de actividades como la quema, la tala de árboles y las actividades industriales contaminantes han elevado la temperatura de la tierra, amenazando la supervivencia de varias especies de fauna y flora, incluida la salud humana.

Energías no renovables: son aquellas en que la fuente (o combustible) no puede ser reemplazada en un periodo compatible con su utilización por el ser humano (como las fuentes fósiles, el carbón mineral, los derivados del petróleo y el gas natural, y el combustible nuclear).

Energías renovables: son aquellas en que la fuente (o combustible) para su producción es reemplazada por la naturaleza en períodos consistentes con su demanda energética (como las fuentes hídrica, mareomotriz, solar, eólica y geotérmica) o cuyo manejo por el hombre puede ser efectuado de forma compatible con las necesidades de su utilización energética (como en el caso de la biomasa: caña de azúcar, bosques energéticos y residuos animales, humanos e industriales).

Energías renovables convencionales: son aquellas utilizadas desde hace décadas y que, por lo tanto, ya alcanzaron un nivel elevado de madurez tecnológica, como es el caso de las plantas hidroeléctricas. Así que la tendencia es que no haya reducción significativa de su costo a lo largo del tiempo.

Energías renovables no convencionales: son aquellas que han tenido su desarrollo tecnológico recientemente y todavía poseen un gran potencial de expansión, especialmente fuentes de biomasa, eólica y solar fotovoltaica, que han estado presentando costos cada vez más bajos. Otras no convencionales que pueden mencionarse son las fuentes geotérmicas y mareomotriz.

Fuentes despachables: son aquellas que permiten un control más preciso del momento de la generación de energía, debido a la posibilidad de almacenamiento de la fuente de generación. Ejemplos: hidroeléctrica con embalse de acumulación; plantas termoeléctricas en general; plantas geotérmicas.

Fuentes intermitentes: son aquellas que no permiten el control del momento en que sucederá la generación de la energía, pudiendo variar bastante dependiendo de las condiciones climáticas y del período del día, pues no es posible el almacenamiento de la fuente. Ejemplos: solar fotovoltaica y eólica.

Generación distribuida: generación eléctrica realizada en las cercanías de los consumidores, independientemente de la potencia, la tecnología y la fuente de energía. En comparación con la generación centralizada, la generación distribuida tiene la ventaja de reducir las inversiones en líneas de transmisión y las pérdidas en el transporte de energía a largas distancias.

Granularidad temporal: en el caso del sector eléctrico, este es el intervalo de tiempo para la evaluación de la oferta o la demanda de electricidad. Cuanto mayor sea la granularidad, menor será el intervalo de tiempo para esta medición. Debido a que las tecnologías de almacenamiento siguen siendo muy costosas, la programación basada en una granularidad mayor del suministro y consumo de energía garantiza una mayor adherencia a los costos de generación reales (o al respectivo precio).

Mercados intradiarios: son los mercados que miden el precio de la electricidad en varios momentos durante el mismo día. Se busca una medición más eficiente a través de una mayor granularidad temporal. El desarrollo de los mercados intradiarios hace que los precios resultantes estén más estrechamente relacionados con las características de generación.

Net metering / net billing (Sistema de compensación): este es un sistema que permite a los prosumidores (agentes que, dependiendo de la disponibilidad de la fuente, son productores o consumidores de electricidad) exportar energía excedente a la red, y es posible que haya compensaciones en los valores debidos. En este caso, la red eléctrica actúa como una batería para los prosumidores. Esta estrategia está intrínsecamente relacionada con la expansión de la generación distribuida, lo que favorece un mayor uso de fuentes renovables, especialmente la energía solar fotovoltaica y la eólica.

Prosumidores: agentes que, dependiendo de la disponibilidad de la fuente, son productores o consumidores de electricidad. En general, los prosumidores, incluso produciendo su propia electricidad, poseen interés en continuar conectados a la red debido a la garantía de abastecimiento.

Servicios auxiliares (servicios complementarios): son servicios técnicos cuyo propósito es mantener un equilibrio permanente entre generación y carga. Estos servicios se utilizan principalmente para tareas como mantener la frecuencia del sistema dentro de ciertos límites; control del perfil de voltaje del sistema; mantenimiento de la estabilidad del sistema; prevención de sobrecargas en la línea de transmisión; y restaurar el sistema o parte de él después de un corte de energía. El cumplimiento de dichas tareas aumenta la seguridad y la estabilidad en el funcionamiento de la red. Sin embargo, conlleva un costo adicional para el sistema, que debe dimensionarse adecuadamente al introducir nuevas fuentes de energía.

Redes inteligentes (*smart grids*): son sistemas que permiten optimizar la administración de la red y su abastecimiento de energía. Estas redes inteligentes se pueden utilizar para diversos fines, tales como la reducción de pérdidas técnicas y comerciales; mejora de la calidad del servicio prestado; reducción de costos operativos; mejora en la planificación de expansión de la red; y promoción de la eficiencia energética.

Plantas híbridas (sistemas híbridos): son aquellas que utilizan más de un tipo de fuente para la producción de electricidad, con el fin de aprovechar la complementariedad de los atributos de estas fuentes.

Plantas (o centrales) hidroeléctricas reversibles: son las plantas hidroeléctricas cuyo potencial de generación proviene del bombeo previo de agua a un embalse de acumulación de alto nivel. El bombeo se puede realizar, por ejemplo, en el momento de exceso de producción de fuentes no despachables para optimizar los recursos disponibles. Los desarrollos tecnológicos en este tipo de empresa y los incentivos regulatorios apropiados pueden impulsar el uso de estas plantas.