

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

DOCUMENTO DE MARCO SECTORIAL DE ENERGÍA

DIVISIÓN DE ENERGÍA

OCTUBRE 2018

Este documento fue preparado por Alberto Levy Ferre, bajo la supervisión de Ariel Yépez-García, con contribuciones de Michelle Hallack, Virginia Snyder, Yi Ji, Stephanie Suber, Jeanette Bonifaz y Cecilia Seminario (INE/ENE); Fernando Cubillos (INO/IEN); Adriana Valencia, Valentina Sequi y Enrique Rebolledo (DSP/DCO); Mariana Alfonso (VPS/VPS); Jaime Vargas y Rafael Lima (EVP/EVP); Duval Llaguno (KLN/KLM); Laura Profeta (LEG/SGO) y Lara Bersano Calot (INE/INE).

De conformidad con la Política de Acceso a Información, el presente documento se pone a disposición del público de forma simultánea a su distribución al Directorio Ejecutivo para su información.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO

I.	EL DOCUMENTO DE MARCO SECTORIAL EN EL CONTEXTO DE LAS REGULACIONES VIGENTES Y DE LA ESTRATEGIA INSTITUCIONAL 2010-2020.....	4
A.	El Documento de Marco Sectorial de Energía como parte de las regulaciones vigentes.....	4
B.	El Documento de Marco Sectorial de Energía y la Estrategia Institucional del BID	6
II.	EVIDENCIA INTERNACIONAL SOBRE LA EFICACIA DE POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE ENERGÍA Y SUS IMPLICACIONES PARA EL TRABAJO DEL BID.....	6
A.	Acceso a la energía – Cobertura, fiabilidad y asequibilidad	7
B.	Sostenibilidad energética – Eficiencia energética, energía renovable y adaptación al cambio climático.....	14
C.	Seguridad energética – Calidad de los servicios prestados, infraestructura de energía e integración energética regional.....	25
D.	Marco institucional del sector energético – Organización sectorial, gobernanza normativa y políticas	28
III.	PRINCIPALES DESAFÍOS DE LA REGIÓN EN EL SECTOR ENERGÍA.....	36
A.	Acceso a la energía – Cobertura, fiabilidad y asequibilidad	36
B.	Sostenibilidad energética - Eficiencia energética, energía renovable y cambio climático.....	41
C.	Seguridad energética – Calidad de los servicios prestados, infraestructura de energía e integración energética regional.....	47
D.	Gobernanza del sector energético – Marco institucional, organización sectorial y políticas	54
IV.	LECCIONES APRENDIDAS DE LA EXPERIENCIA DEL BANCO EN EL SECTOR.....	58
A.	Lecciones aprendidas de operaciones completadas o en fase final de ejecución.....	59
B.	Lecciones aprendidas de los préstamos sin garantía soberana.....	67
C.	Informes de la Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE).....	73
D.	Resultados de la Matriz de Efectividad en el Desarrollo (DEM)	74
E.	Ventajas comparativas del BID en la región	75
V.	METAS, PRINCIPIOS, DIMENSIONES DE ÉXITO Y LÍNEAS DE ACCIÓN QUE GUIARÁN LAS ACTIVIDADES OPERATIVAS Y LA INVESTIGACIÓN DEL GRUPO BID	78
A.	Metas y principios del Banco en el Sector Energía	78
B.	Dimensiones de Éxito y sus Líneas de Acción.....	81

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
AIE	Administración de Información Energética. Departamento de Energía de EE. UU.
ALC	América Latina y el Caribe
bcm	Miles de millones de metros cúbicos
BEV	Vehículos eléctricos con batería
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
BNEF	Bloomberg New Energy Finance
BoS	Equilibrio del sistema
C2F	Fondo climático canadiense para el sector privado de las Américas
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
CCS	Captura y almacenamiento de carbono
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CO ₂	Dióxido de carbono
CRGs	Subsidios para recuperación y contingencias
CTF	Fondo para una tecnología limpia
DEM	Matriz de efectividad en el desarrollo
ECC	Países del Caribe Oriental
EE	Eficiencia energética
EER	Requisitos de eficiencia energética
EG	Energía geotérmica
EPC	Ingeniería, suministro y construcción
ER	Energías renovables
ERNC	Energías renovables no convencionales
ESCO	Empresa de servicios de energía
ESPC	Contrato de servicios energéticos por desempeño
EUA	Estados Unidos
FAO	Organización para la Alimentación y la Agricultura
FES	Instalaciones de energía sostenible
FM	Administrador de fondos
FOMIN	Fondo Multilateral de Inversiones
GBID	Grupo Banco Interamericano de Desarrollo
GEI	Gas de Efecto Invernadero (GHG)
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GNL	Gas Natural Licuado
GNS	Garantía no soberana
GS	Garantía soberana
GWh	Gigavatio-hora
IEA	Agencia Internacional de la Energía
IET	Instituto de Ingeniería y Tecnología
IFC	Corporación Financiera Internacional
IHA	Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica
IISD	Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
IPPs	Productores independientes de energía
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables
Km	Kilómetro

kWh	Kilovatio-hora
MCI	Motor de combustión interna
MVA	Megavoltioamperio
MWh	Megavatio-hora
NDC	Contribuciones definidas a nivel nacional
NDCs	Contribuciones determinadas a nivel nacional
NOx	Óxidos de nitrógeno
O&M	Operaciones y mantenimiento
OCDE	Organización para la cooperación y el desarrollo económicos
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PM	Material particulado
PNESER	Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energías Renovables
PPA	Contrato de Compraventa de Energía
PPP	Asociaciones público-privadas
PV	Fotovoltaico
RBI	Incentivo basado en resultados
REN21	Red de Políticas de Energía Renovable para el Siglo 21
SE4All	Energía Sostenible para Todos
SFD	Documento de Marco Sectorial
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica para Países de América Central
SINEA	Sistema de Interconexión Eléctrica Andina
SO ₂	Dióxido de azufre
SPV	Vehículos de Propósito Especial
TC	Cooperación Técnica
TCG	Garantía Crediticia Total
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación
UE	Unión Europea
UNDP	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
WEF	Foro Económico Mundial

RESUMEN EJECUTIVO

El Sector Energía en América Latina y el Caribe es escenario de cambios tecnológicos radicales, teniendo profundas repercusiones sobre nuestra forma de producir energía, los combustibles que usamos, las modalidades y el volumen de energía que consumimos, la infraestructura necesaria para poder disponer de ella y las interacciones que se dan entre los diversos agentes que participan en las distintas cadenas de valor. Todas estas transformaciones generan múltiples oportunidades, pero también numerosos desafíos. En esta actualización del Documento de Marco Sectorial de Energía se conserva la estructura del documento original con sus cuatro pilares, a saber: (i) acceso a la energía –cobertura, calidad, confiabilidad y asequibilidad en el suministro de servicios de energía; (ii) sostenibilidad energética –eficiencia energética, energía renovable, mitigación del cambio climático y adaptación a sus efectos, y reducción de los impactos ambientales a largo plazo; (iii) seguridad energética –infraestructura de energía e integración energética regional para la provisión de servicios con calidad adecuada; y (iv) gobernanza energética –instituciones, reglamentación, políticas e información para asegurar la sostenibilidad económica, ambiental y financiera del sector a largo plazo. Con todo, el tratamiento dado a cada uno de estos pilares está determinado por las causas y consecuencias de dichos cambios.

Acceso. El acceso presenta dos vertientes: a la electricidad y a los combustibles modernos para cocinar. América Latina y el Caribe ha incrementado en gran medida su nivel de acceso a electricidad. Entre 2000 y 2016, la proporción de la población con acceso a electricidad aumentó del 88% al 97%, acercándose a la meta de servicio universal para 2030. Pasar del nivel del 95% entrañaba anteriormente mayores dificultades y costos, ya que el mecanismo por el que se optó –la ampliación de la red– suponía costos muy elevados para conectar a poblaciones dispersas. Las nuevas tecnologías permiten utilizar energías renovables para prestar servicio a usuarios de zonas remotas mediante minirredes y soluciones individuales, usando como respaldo la generación a partir de diésel. Sin embargo, queda camino por recorrer en cuanto al uso de combustibles limpios para cocinar. Aunque se ha avanzado mucho –el nivel de uso de queroseno o biomasa sólida disminuyó de 19% a 12%, entre 2000 y 2015– aún 59 millones de personas siguen dependiendo de estos combustibles. Una solución radica en la electrificación progresiva, toda vez que las estufas eléctricas podrían reemplazar la leña, el carbón vegetal y el estiércol, aunque su costo es relativamente alto. Alternativamente, los impactos negativos asociados al uso de biomasa no sostenible podrían atenuarse con estufas eficientes, cuyo uso, empero, se ve limitado por comportamientos sociales.

Sostenibilidad. En cuanto a las energías renovables no convencionales, se ha observado un drástico descenso en el costo de la generación eólica y solar fotovoltaica, lo que ha reducido la escala económica de los proyectos. Del mismo modo, las tecnologías de la información y la comunicación favorecen mayores niveles de coordinación y flujo de información, y están ampliamente disponibles en una gran diversidad de plataformas. Conjuntamente, estos dos factores generan mayores oportunidades para que los consumidores participen activamente en la gestión de su propio consumo y producción de energía. Estas oportunidades seguirán expandiéndose gracias al almacenamiento de electricidad. Aunque las reducciones de costos serán más matizadas, conforme las tecnologías eólicas y solar fotovoltaica vayan madurando, el continuo abaratamiento de las tecnologías de almacenamiento de energía podría

modificar el panorama de la generación, atenuando la principal desventaja de las fuentes no convencionales, a saber, la variabilidad de su producción.

El constante descenso del costo de generar electricidad a partir de fuentes renovables encierra otro beneficio: la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. El sector eléctrico de por sí ha sido un importante agente de emisiones, habiendo generado cerca de un tercio del total de emisiones globales, aunque este volumen ha decrecido gradualmente. Sin embargo, la electricidad está reemplazando otros combustibles. Se aprecia una tendencia a sustituir la calefacción con combustibles fósiles por sistemas eléctricos usando bombas de calor, y se prevé que en los próximos años los automóviles eléctricos sean la opción predominante, lo que creará oportunidades para lograr mayores reducciones de emisiones. Esto, sumado a una mayor eficiencia energética, tanto en la oferta como en la demanda mediante el desplazamiento de cargas y la reducción del consumo, permitirá preservar los niveles de confort y productividad y a la vez disminuir el consumo y las emisiones.

Seguridad. Se prevé que la demanda y el consumo individual sigan creciendo en América Latina y el Caribe, a medida que un mayor número de habitantes se incorporen a la clase media y la tendencia mundial de electrificación de la energía se arraigue en la región. La provisión de infraestructura debe expandirse a la par con este crecimiento y con las crecientes exigencias asociadas a servicios de energía de mayor calidad. La participación de la generación distribuida creará demandas adicionales sobre las redes, lo que indica que el “negocio de los cables” sigue cumpliendo una función muy importante, aunque diferente. En un sistema con una amplia penetración de generación renovable distribuida, en el que grandes cantidades de energía fluyen en múltiples direcciones, los intercambios se producirán en la red. El modelo de negocio de la industria de distribución de energía debe ser sostenible, y quizá la actual metodología de remuneración por ventas de volumen no sea apropiada, lo que hace necesario articular nuevos modelos normativos e incluso institucionales con suficiente antelación para facilitar la transición gradual hacia una alta penetración de energías renovables. La integración energética regional cobrará creciente importancia en la región, conforme la diversidad de cargas, patrones de consumo y dotaciones nacionales den lugar a múltiples oportunidades para aminorar costos a través de mayores eficiencias. Estas posibilidades no harán más que aumentar gracias a las energías renovables no convencionales, que se tornarán esenciales para la eficiencia, estabilidad y fiabilidad de los sistemas eléctricos. Además de las tradicionales interconexiones eléctricas entre naciones vecinas, los pequeños países insulares del Caribe pueden vincularse entre sí mediante enlaces submarinos, así como sistemas de distribución radial para el suministro de Gas Natural Licuado (GNL).

Gobernanza. En aras de la sostenibilidad económica, social y ambiental del sector de la energía, los marcos normativos, legales e institucionales deben poderse adaptar a las nuevas tecnologías y modelos de negocio y dar cabida a la innovación para capitalizar todo el potencial de la transición energética. El diseño de las disposiciones normativas ha de regirse por el objetivo de política que se persigue, no por la tecnología que en ese momento permita alcanzarlo. Al caducar las tecnologías, también lo haría una reglamentación que, no actualizada, podría dar origen a ineficiencias. En dicho diseño también deberán incorporarse nuevos enfoques, tales como: (i) herramientas de comportamiento para inducir a los agentes hacia un mejor desempeño; (ii) evaluación del impacto normativo; y (iii) evaluación ex post para hacer el seguimiento de los efectos de las políticas y la reglamentación en un contexto de incesante transformación tecnológica. Las políticas y marcos normativos deben propiciar una transición energética paulatina para evitar potenciales efectos adversos. Ante la posibilidad de que el actual modelo

operativo de las empresas de electricidad deje de ser financieramente sostenible de aquí a 10 años, se impone adoptar algunas medidas para estar en capacidad de afrontar la nueva situación. Conviene reevaluar de forma periódica y atenta los incentivos para las energías renovables considerando las externalidades, curvas de costos y distorsiones existentes en el mercado de la energía. Por último, las empresas públicas y privadas prestadoras del servicio deben acomodarse a las nuevas tecnologías, especialmente para interactuar y ofrecer servicios innovadores al nuevo “prosumidor” mediante la innovación en recursos físicos y sistemas informáticos.

¿Cómo se verá afectada América Latina y el Caribe? En términos energéticos, América Latina y el Caribe es la región menos contaminante del mundo, aunque la participación de la energía renovable en la matriz energética ha venido decreciendo en los últimos años. La energía renovable no convencional crea oportunidades para ampliar la participación de las tecnologías verdes y brindar acceso a servicios de energía con mayor sostenibilidad ambiental, económica y social. En muchos países de la región urge fortalecer la infraestructura eléctrica, no solo para mejorar la calidad del servicio, sino además para satisfacer las demandas adicionales procedentes de nuevos servicios y nuevas cargas, por ejemplo, en el transporte y la calefacción. Aun cuando el acceso al suministro eléctrico es relativamente alto, existen oportunidades para dar un salto tecnológico, especialmente hacia la adopción de sistemas no conectados a la red en zonas rurales y remotas.

¿Cuál es la función del BID en el sector energético de América Latina y el Caribe? Brindar a los países un apoyo basado en conocimientos, a través de la cooperación técnica, el diálogo de políticas, o productos financieros para reformas de políticas; ayudar a los países a detectar deficiencias en sus redes de energía; prestar asesoramiento sobre tecnologías de avanzada, prácticas óptimas y experiencias de otros países de la región, y participar en diálogos de política regionales y nacionales con responsables de políticas, reguladores y otros agentes del sector, facilitando la búsqueda de un consenso sobre opciones de política.

¿Qué le corresponde hacer al BID para brindar un mejor servicio a sus países miembros? Fortalecer la labor multisectorial y el trabajo interinstitucional con otras organizaciones en el ámbito del conocimiento y los servicios financieros, canalizar hacia la región prácticas óptimas conjuntamente con otros organismos multilaterales, dar a conocer e impulsar nuevas reglamentaciones más acordes con los cambios tecnológicos, y adoptar modelos innovadores para fomentar el acceso a la energía en zonas aisladas y así cerrar la brecha de acceso.

I. EL DOCUMENTO DE MARCO SECTORIAL EN EL CONTEXTO DE LAS REGULACIONES VIGENTES Y DE LA ESTRATEGIA INSTITUCIONAL 2010-2020

- A. El Documento de Marco Sectorial de Energía como parte de las regulaciones vigentes**
- 1.1 El presente documento reemplaza el Documento de Marco Sectorial de Energía (GN-2830-3), aprobado por el Comité de Políticas Operativas en 2015, conforme a las disposiciones contenidas en el documento “Estrategias, Políticas, Marcos Sectoriales y Lineamientos en el BID” (GN-2670-1), párrafo 1.20, donde se indica que los Documentos de Marco Sectorial (SFD, por sus siglas en inglés) deberán actualizarse cada tres años¹.
- 1.2 El presente SFD hace especial hincapié en aquellas áreas donde se han producido profundos cambios desde que se aprobó la versión previa del documento: (i) cambios tecnológicos en curso en la generación a partir de fuentes renovables no convencionales, especialmente en las energías solar fotovoltaica y eólica; (ii) reducción muy apreciable del costo de estas tecnologías y del almacenamiento de electricidad, que las acerca al punto de paridad de precio con las tecnologías convencionales; (iii) desarrollo de tecnologías de la información y la comunicación que están propiciando formidables avances en términos de generación, digitalización, transporte, procesamiento de información y automatización de procesos de toma de decisiones; (iv) necesidad acuciante de responder al cambio climático, lo que implica formular nuevas estrategias de adaptación y mitigación y extender su uso; (v) importancia del sector en términos de contribución a la productividad y el bienestar; (vi) planificación integrada para conseguir una transición ordenada a partir del estado actual del sector; y (vii) en vista del prolongado período entre las fases iniciales de planificación y los resultados finales, urgencia relativa de iniciar la incorporación de estos conceptos en los diferentes eslabones de la cadena de valor del sector, donde corresponda. Estos cambios tienen y seguirán teniendo implicaciones en el comportamiento de los principales agentes del sector energético. Por lo tanto, será menester ajustar los entornos institucionales y normativos con mayor presteza, adaptar los conocimientos generados en otras instancias y forjar nuevos conocimientos para hacer frente a estos desafíos.
- 1.3 El SFD de Energía es uno de los 20 SFD elaborados conforme a lo dispuesto en el documento GN-2670-1, y que en su conjunto aportan una visión integral de los

¹ Con miras a actualizar el previo SFD de Energía, se celebraron consultas internas en el Grupo del Banco Interamericano de Desarrollo (Grupo BID) con especialistas de la División de Energía, BID Invest y la División de Cambio Climático. A partir de nuestra propia experiencia de diálogo continuo con las contrapartes, así como de las múltiples oportunidades de capacitación, la amplia investigación asociada a nuestra labor y nuestra participación directa en las operaciones fue posible identificar los principales desafíos que afronta la región y la forma en que estos deben abordarse. Externamente, las consultas con un gran número de expertos de Europa, los Estados Unidos y la región nos ilustraron sobre las tendencias actuales y la evolución prevista a corto y mediano plazo. Hemos concluido que, en términos de información empírica, principales desafíos y actividades operativas, la mayoría de las recomendaciones formuladas en el anterior documento conservan su vigencia en este caso, dado que gran parte de la información empírica recabada y el análisis efectuado siguen siendo pertinentes y por lo tanto deben considerarse complementarios.

desafíos de desarrollo en la región. La energía² ejerce un impacto transversal en múltiples actividades del BID y depende a su vez de los productos y el conocimiento de otros sectores. Este Documento de Marco Sectorial complementa a otros SFD, incluidos los de: (i) Agricultura y Gestión de Recursos Naturales; (ii) Integración y Comercio; (iii) Desarrollo Urbano y Vivienda; (iv) Turismo; (v) Transporte; (vi) Agua y Saneamiento; (vii) Innovación, Ciencia y Tecnología; (viii) Medio Ambiente y Biodiversidad; (ix) Cambio Climático; y (x) Género y Diversidad, específicamente en los aspectos de gestión integrada de recursos para la mitigación y adaptación al cambio climático, cambio en los comportamientos, adopción de un enfoque multisectorial, actividades turísticas, transformación tecnológica, incorporación de la temática de género en la oferta y la demanda como un área específica de atención, gestión integrada de recursos hídricos e importancia de las salvaguardias para las operaciones en el sector. El SFD de Política y Gestión Fiscal también complementa el presente documento, especialmente en lo que respecta al impacto fiscal de los subsidios.

- 1.4 El SFD de Energía se alinea con la Estrategia de Infraestructura Sostenible para la Competitividad y el Crecimiento Inclusivo - Estrategia de Infraestructura del BID (GN-2710-5), donde se aboga por la provisión de servicios básicos eficientes y sostenibles y el desarrollo de infraestructuras que coadyuven al crecimiento económico mediante el acceso universal a servicios de energía, la articulación de mecanismos de financiamiento innovadores y el impulso a la participación del sector privado. Asimismo, la sostenibilidad energética exige proveer servicios de adecuada calidad, y por ende la infraestructura energética ha de planificarse, construirse y mantenerse dentro de un marco sostenible en términos ambientales, económicos y sociales, asegurando mayores niveles de gobernanza y eficiencia y promoviendo intervenciones multisectoriales. En esta estrategia, la infraestructura constituye un medio para prestar servicios de calidad con el fin de promover la sostenibilidad y el crecimiento incluyente en los países, reducir las brechas de ingreso y contribuir a la mitigación del cambio climático.
- 1.5 De igual forma, este SFD se alinea con la Estrategia Integrada del BID de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, y de Energía Sostenible y Renovable (GN 2609-1), por cuanto procura contribuir a la prioridad institucional de protección del medio ambiente, adaptación al cambio climático y promoción de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. El documento también es acorde con los objetivos y principios de la Política de Servicios Públicos Domiciliarios (GN-2716-6) en vista de que: (i) promueve el acceso de toda la población a electricidad y combustibles modernos para cocinar; (ii) se orienta a la provisión del servicio en condiciones de eficiencia; (iii) promueve mejoras continuas en la gobernanza del sector; y (iv) fomenta la innovación y la sostenibilidad financiera y ambiental.

² Para los fines de este documento, por “Sector Energía” se entiende al conjunto de actividades económicas ligadas al uso de recursos (de fuentes renovables y no renovables) para la producción, provisión, consumo y optimización del uso de la energía (a través de medidas de eficiencia energética y conservación) en sus diversas formas (como electricidad, calor o en forma de combustibles para procesamiento ulterior). Se reconoce que la cobertura, calidad, sostenibilidad, fiabilidad y asequibilidad de los sistemas y servicios de energía para fines de cocción y calefacción, iluminación, transporte, comunicaciones y otros usos productivos y residenciales son factores decisivos para el crecimiento económico, la inclusión social y la calidad de vida. Pese al gran volumen de energía que se usa en el transporte, el documento no analiza este sector, salvo en referencia a la infraestructura necesaria para facilitar la movilidad eléctrica.

- 1.6 Este SFD tiene carácter indicativo más que normativo. Su aplicación tanto en el diseño como en la ejecución de operaciones tomará en cuenta las circunstancias y necesidades específicas de cada país, así como los objetivos de las principales iniciativas regionales de integración energética. También es coherente con: (i) la Estrategia Sectorial sobre las Instituciones para el Crecimiento y el Bienestar Social (GN-2587-2), especialmente en lo atinente a la gestión y el financiamiento del sector público, toda vez que la provisión de servicios públicos en términos cualitativos y cuantitativos depende en gran medida de la capacidad del sector público para movilizar recursos y asegurar que se usen con máxima eficiencia, reduciendo a la vez los costos de transacción; y (ii) la Estrategia Sectorial de Apoyo a la Integración Competitiva Regional y Global (GN-2565-4), mediante el desarrollo de plataformas regionales para la integración del mercado de servicios, a saber: (a) la interconexión de sistemas eléctricos nacionales; (b) la construcción de ductos regionales; y (c) la planificación y el financiamiento de proyectos conjuntos binacionales o regionales en el sector energético.
- 1.7 Según se establece en este SFD, las acciones del Banco fortalecerán el sector energético de la región, favoreciendo su operación eficiente, accesible, incluyente, sostenible y segura. Las acciones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) promoverán la reducción de la pobreza, una mejor calidad de vida para la población de la región, el desarrollo económico y la integración regional.
- B. El Documento de Marco Sectorial de Energía y la Estrategia Institucional del BID**
- 1.8 El SFD de Energía es coherente con la Actualización de la Estrategia Institucional 2010-2020 (AB-3008), donde se reconoce que la inclusión social, la igualdad, la productividad y la innovación constituyen, junto con los efectos asociados al cambio climático, desafíos de desarrollo estructurales y emergentes para la región. La Estrategia Institucional también destaca tres temas transversales en materia de desarrollo que las intervenciones pueden abordar potencialmente: (i) igualdad de género y diversidad; (ii) cambio climático y sostenibilidad ambiental; y (iii) capacidad institucional.

II. EVIDENCIA INTERNACIONAL SOBRE LA EFICACIA DE POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE ENERGÍA Y SUS IMPLICACIONES PARA EL TRABAJO DEL BID

- 2.1 La Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), reconociendo de forma unánime que la energía es el hilo conductor que conecta el crecimiento económico, una mayor igualdad social y un medio ambiente que permita al mundo prosperar, declaró el período 2014-2024 como el Decenio de Energía Sostenible para Todos. La iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4All) tiene como propósito alcanzar para el 2030 los siguientes tres objetivos: (i) asegurar el acceso universal a servicios de energía modernos³; (ii) duplicar la tasa mundial de mejoras en materia de eficiencia energética⁴; y (iii) duplicar la proporción de la energía renovable en la matriz energética mundial (Asamblea

³ El acceso a energía moderna se define como el acceso a electricidad y a instalaciones o combustibles para cocinar menos contaminantes (véase AIE, 2010).

⁴ Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la eficiencia energética es una forma de administrar y limitar el crecimiento del consumo de energía. Algo es más “eficiente en términos de energía” si ofrece más servicios usando el mismo aporte de energía, o los mismos servicios con un menor aporte de energía (ver [Eficiencia Energética](#)).

General de las Naciones Unidas, 2013). Para alcanzar estos objetivos desde una perspectiva financiera, social, económica y ambiental se precisa un conjunto robusto de normas, disposiciones reglamentarias, procedimientos y metodologías respaldado por un grupo de personas altamente preparadas e instituciones dotadas de suficientes recursos. El presente documento se basa en estos tres objetivos y añade como requisito adicional la disponibilidad de recursos institucionales y capacidades suficientes a fin de planificar las acciones requeridas para conferir eficiencia, eficacia y sostenibilidad al sector energético.

2.2 Las acciones se presentan de acuerdo a las siguientes líneas temáticas, o pilares, que revisten interés para la labor del BID en el sector energético. Estos pilares se han determinado a partir de los desafíos del sector en la región, están relacionados entre sí y varían en importancia para cada país:

- a. **Acceso a energía** – cobertura, calidad, fiabilidad y asequibilidad en la provisión de servicios energéticos.
- b. **Sostenibilidad energética** – eficiencia energética, energía renovable, mitigación y adaptación al cambio climático y reducción de impactos ambientales a largo plazo.
- c. **Seguridad energética** – infraestructura de energía e integración energética regional para la provisión de servicios fiables.
- d. **Gobernanza energética** – instituciones, reglamentación, políticas e información para propiciar la sostenibilidad financiera del sector a largo plazo.

2.3 En esta sección se exponen las consideraciones más relevantes en el sector de la energía y la información internacional disponible sobre la eficacia de las intervenciones y políticas energéticas y su impacto en el desarrollo económico y social. Asimismo, se analizan las transiciones e innovaciones que se están produciendo en el sector, sobre las cuales aun no existen evidencias concluyentes.

A. Acceso a la energía – Cobertura, fiabilidad y asequibilidad

2.4 El acceso a la energía es esencial para el desarrollo económico y social, y tiene dos vertientes: acceso a electricidad y acceso a combustibles modernos para cocinar. Como región, América Latina y el Caribe ha incrementado en gran medida su nivel de acceso a electricidad. Así, entre 2000 y 2016 la proporción de la población con acceso a electricidad pasó del 88% al 97%, acercándose a la meta de cobertura universal para 2030⁵. Pasar del nivel del 95% entrañaba, anteriormente, mayores dificultades y costos, ya que el mecanismo por el que se optó, la ampliación de la red, suponía costos muy elevados para conectar a poblaciones dispersas. Las nuevas tecnologías permiten utilizar energías renovables para prestar servicio a usuarios de zonas remotas mediante minirredes y soluciones individuales, usando como respaldo la generación a partir de diésel y, en un futuro no muy lejano, baterías. Sin embargo, queda camino por recorrer en cuanto al uso de combustibles limpios para cocinar. Aunque se ha avanzado mucho –el nivel de uso de queroseno o biomasa sólida disminuyó de 19% a 12%, entre 2000 y 2015– aún 59 millones de personas siguen dependiendo de estos combustibles. Una solución radica en la electrificación progresiva, toda vez que las estufas eléctricas podrían reemplazar la leña, el carbón vegetal y el estiércol,

⁵ Información de los indicadores de desarrollo del Banco Mundial y del Marco de Monitoreo Global.

aunque su costo es relativamente alto. Alternativamente, los impactos negativos asociados al uso de biomasa no sostenible podrían atenuarse con estufas eficientes, cuyo uso, empero, se ve limitado por comportamientos sociales.

- 2.5 **Acceso a electricidad.** A nivel mundial se han registrado sustanciales avances en términos de acceso a servicios eléctricos. El número de personas sin acceso a electricidad disminuyó de 1.700 millones a 1.100 millones entre 2000 y 2016, y de proseguir esta tendencia podría reducirse en un 40% más al 2030. Entre los periodos 2000-2012 y 2012-2016, el número de personas que acceden cada año a servicios de electricidad creció ostensiblemente, de 62 millones a más de 100 millones (AIE, 2017a). A nivel mundial, el déficit de acceso se concentra eminentemente en zonas rurales, donde en 2012 residía el 87% de las personas sin suministro eléctrico (Banco Mundial y AIE, 2015).
- 2.6 La ampliación del acceso a electricidad se logró principalmente a través de nuevas conexiones a la red con la energía generada a partir de combustibles fósiles. En los últimos cinco años, empero, el 34% de las nuevas conexiones se ha hecho con energías renovables mediante minirredes y sistemas no conectados a la red, y previsiblemente esta tendencia se acelerará. Para 2030, se prevé que el 60% de las nuevas conexiones se basará en energías renovables no convencionales, y casi la mitad se hará con minirredes y sistemas no conectados a la red. Lograr estos resultados requerirá inversiones anuales de más de US\$50.000 millones en todo el mundo (AIE, 2017a).
- 2.7 Las personas sin suministro eléctrico viven en zonas rurales, están más dispersas y perciben menos ingresos (Jiménez, 2016). Según el informe del Marco de Seguimiento Mundial, tal logro es atribuible casi en su totalidad al suministro de servicios eléctricos a la población rural (Banco Mundial, 2017; base de datos de la OLADE). Estos avances proseguirán, lo que permitirá a la región alcanzar una cobertura eléctrica del 99% para 2030 según la AIE (2017). Aunque lo anterior se logrará por la vía tradicional de ampliaciones de la red, cada vez cobrarán mayor importancia las conexiones mediante minirredes e instalaciones no conectadas a la red, basadas en sistemas híbridos que combinan generadores diésel y paneles solares fotovoltaicos, conforme los sistemas fotovoltaicos integrados con almacenamiento sustituyan los generadores diésel e híbridos diésel/fotovoltaicos.
- 2.8 Mediante la ampliación de la red y programas de tecnologías renovables aisladas o no conectadas a la red, los países de América Latina y el Caribe han aumentado sustancialmente sus índices de cobertura eléctrica, del 88% en 2000 al 97% en 2016. Aun así, 22 millones de personas en la región carecen de acceso a electricidad. En Brasil, el programa [Luz para Todos](#) ha proporcionado suministro eléctrico a 15 millones de ciudadanos desde 2003, con lo que el índice de cobertura se acerca al 100%, mientras que en Perú la cobertura aumentó del 64% al 95%, entre 2000 y 2016, quedando un segmento de 1,5 millones de personas sin acceso al servicio (OLADE, 2017).
- 2.9 Existen concesiones al momento de elegir entre la ampliación de la red y el uso de sistemas aislados no conectados a la red. A menudo, esta última opción es menos costosa, pero también menos fiable y más limitada en cuanto al volumen de energía disponible. La selección de una u otra opción dependerá de múltiples variables, como la existencia de vías de comunicación, las condiciones geográficas y la disponibilidad y estacionalidad de los recursos renovables, particularmente en el caso de pequeñas centrales o plantas hidroeléctricas que

aprovechan residuos agrícolas, así como del nivel de demanda y la distancia a la red ya existente, junto con el trazado de ésta⁶. Una solución a la que se ha recurrido con frecuencia es la instalación de sistemas híbridos que combinan la energía renovable con la generación a base de diésel (IRENA, 2016), lo cual permite aumentar la fiabilidad del sistema, con el inconveniente que supone el transporte del diésel sobre largas distancias. Por otra parte, existe el riesgo de que el diésel subsidiado para su uso en sistemas sin conexión a la red sea desviado para otros fines.

- 2.10 Los sistemas aislados sin conexión a la red pueden ofrecer niveles diferenciados de servicio, que van desde una solución individual de lámpara solar capaz de recargar un teléfono móvil hasta pequeños y medianos sistemas para instalaciones productivas (por ejemplo, para transformación en las industrias pesquera y maderera) y pequeñas escuelas y clínicas. Diversos servicios básicos como iluminación, calefacción, enfriado, cocción y operación de pequeños aparatos ya se están cubriendo con redes basadas exclusivamente en la generación renovable. Tales servicios pueden ampliarse mediante el uso de equipos de alta eficiencia, como iluminación con diodos electroluminiscentes (LED), o la creciente disponibilidad de aparatos de corriente continua. No obstante, en el caso de redes para múltiples servicios, los generadores diésel seguirán siendo necesarios en los próximos años, hasta que los costos de las baterías y la generación solar fotovoltaica se equiparen en desempeño (IRENA, 2015, 2016). La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2016), proyecta que, ante la continua reducción prevista en el costo de paneles solares y sistemas avanzados de control y almacenamiento de energía, para 2025 los generadores diésel habrán sido reemplazados por sistemas fotovoltaicos. Actualmente, las minirredes que prestan servicio 24 horas al día funcionan tanto con diésel como con energía renovable. En estos diseños la proporción óptima es de 60% energía renovable y 40% diésel, con un costo de US\$0,45/kWh en 2015. En 2025, la proporción respectiva podría aumentar hasta 90%/10%, con un costo de US\$0,30/kWh, en función de la calidad del recurso solar, el costo de transporte del diésel y el precio de las baterías y el sistema fotovoltaico.
- 2.11 Se requiere una estrecha coordinación técnica e institucional entre la electrificación dentro y fuera de la red. Por un lado, la incertidumbre sobre dónde y cuándo se realizarán ampliaciones de la red constituye un poderoso disuasivo al emprendimiento privado para el suministro de sistemas aislados y minirredes (Fairley, 2017). De otro lado, la conexión futura de inversiones en minirredes y generación distribuida con la red eléctrica en expansión ha de analizarse y programarse explícitamente, y debe existir la debida coordinación y capacidad institucional para desempeñar esta función. Una política nacional integral proyectada a largo plazo con estructuras institucionales específicas permitiría abordar en mejores condiciones las ventajas e inconvenientes de ambas modalidades, ya sea para acelerar una conexión o para mejorar la calidad del suministro eléctrico. Conforme la red nacional tiende a ampliar su cobertura, los sistemas aislados pueden aportar una solución provisional y deben diseñarse para facilitar su incorporación en dicha red. Ambas modalidades de electrificación presentan virtudes, y en el proceso nacional de desarrollo económico y

⁶ En algunos países, las redes existentes se han sobredimensionado, afectando a la calidad del servicio. En tales casos, se recomienda modernizar las redes antes que proseguir su ampliación, y por ende las soluciones no conectadas a la red son la única opción disponible.

modernización de infraestructuras el objetivo es, excepto en los lugares más remotos, realizar la conexión a través de la red nacional. Las acciones de electrificación rural deben incorporar estimaciones detalladas de costos, datos espaciales a nivel de hogares y una rápida comparación de tecnologías disponibles para determinar la conveniencia de adoptar una u otra solución, lo cual exige un gran volumen de datos de los que quizá no pueda disponerse fácilmente.

- 2.12 **Beneficios sociales y económicos de la electricidad.** Las evaluaciones de programas de electrificación rural en todo el mundo han permitido identificar y cuantificar ganancias de bienestar a nivel particular, tales como aumento del número de horas dedicadas a actividades en espacios cerrados, mayores logros educativos que generan ingresos más altos, aumento de los niveles de empleo, mayor nivel de información asociado al hábito de mirar la televisión e incremento de las actividades productivas (Jiménez, 2017). Las evaluaciones han indicado sistemáticamente que la disposición a pagar por la iluminación es mayor que el costo de suministrar el servicio. Entre los beneficios públicos que se han identificado, mas no cuantificado, figuran una mayor sensación de seguridad, más oportunidades de realizar actividades sociales y una mejora de las instalaciones de educación y salud (Feron, 2016).
- 2.13 Entre los beneficios del acceso a la electricidad, señalados por los beneficiarios de zonas pobres urbanas y periurbanas, cabe citar los siguientes: (i) aumento de la renta de los hogares debido al pago de menores tarifas eléctricas; (ii) beneficios para la salud gracias a una menor contaminación del aire en el hogar asociada al uso de madera, carbón vegetal y queroseno; (iii) mayor seguridad doméstica propiciada por la reducción de incendios y una mejor iluminación nocturna; (iv) mejora de la seguridad vinculada al alumbrado público; y (v) aumento del gasto en mejoras domésticas gracias al refuerzo de la seguridad. Más allá de los hogares, los beneficios también incluyen ostensibles efectos en las comunidades (Van de Walle, 2017). Se ha evidenciado la necesidad de inversiones adicionales para materializar plenamente los beneficios de desarrollo vinculados a la electrificación rural. Los programas centrados en usos productivos pueden contribuir a potenciar la generación de ingresos (por ejemplo, mediante el procesamiento de productos agrícolas o la venta de artesanías), ofreciendo así a las comunidades una forma de costear la energía (Valencia y Caspary, 2008).
- 2.14 **Asequibilidad de la electricidad.** Mejorar el bienestar económico y la calidad de vida de la población de menor ingreso requiere brindar asistencia para asegurar la provisión de un servicio eléctrico asequible y fiable. La ampliación de la red implica a menudo elevados costos de conexión para los hogares. Sin apoyo gubernamental, estos costos pueden ser un obstáculo de primer orden para los hogares pobres. En el caso de sistemas aislados basados en energías renovables, el valor de los equipos y la instalación supone la mayor parte de los costos. Así pues, para sistemas individuales y minirredes, otorgar financiamiento al consumidor es un componente clave de los programas de expansión (Bhatia y Angelou, 2015). También es importante incluir los costos de operación y mantenimiento que no son despreciables. Las baterías deben reemplazarse cada cuatro a seis años, y deshecharse en forma adecuada. Aunque con menos frecuencia, también es necesario sustituir los paneles solares. En sistemas no conectados a la red, las tarifas deben incluir un componente de operación y mantenimiento que asegure la sostenibilidad del servicio. La alineación temporal de los pagos a la recuperación del capital y a los costos de operación y

mantenimiento deben seguir los mismos patrones de costos de las fuentes de energía reemplazadas (baterías, velas, queroseno y biomasa) (Bloomberg, 2015).

- 2.15 Existen tres mecanismos para hacer más asequible la electricidad: (i) reforzar la competitividad del sector, lo que constituye la solución óptima; (ii) abaratar la electricidad por medio de subsidios; y (iii) hacer transferencias monetarias a los usuarios para que puedan pagar la tarifa completa. Con respecto al primer mecanismo, un objetivo primordial de este SFD es, como se indicó antes, promover un sector financieramente sostenible en el cual la electricidad sea asequible para el consumidor y rentable para el proveedor. Ante situaciones que provocaron conmociones de precios en el sector, por ejemplo, el aumento del precio del petróleo (Yépez-García y Dana, 2012), los gobiernos atenuaron los consiguientes impactos sobre las tarifas, limitando el aumento de estas mediante transferencias de fondos de tesorería al sector, restringiendo el traspaso de costos por parte de los proveedores, o combinando ambos mecanismos. Sin embargo, en muchos casos estos subsidios podrían adquirir carácter permanente. Por lo tanto, los subsidios deben ser diseñados e implementados cuidadosamente para evitar una carga excesiva en los gobiernos y la sociedad. El acceso a las zonas rurales, especialmente a sistemas aislados, también puede necesitar cierto nivel de subsidios, los cuales deben ser diseñados e implementados de tal forma que permita que el sistema sea sostenible. Una tercera opción es la transferencia de recursos a grupos de bajos ingresos valiéndose de criterios bien definidos. En República Dominicana, por ejemplo, los subsidios a la electricidad forman parte de las transferencias monetarias condicionadas a poblaciones de bajo ingreso (Carrasco et al., 2016).
- 2.16 Los mecanismos innovadores de financiamiento pueden aumentar tanto la asequibilidad como el potencial de ampliación de los proyectos de electrificación rural. Dado que, por su misma naturaleza, la generación eléctrica sin conexión a la red es descentralizada, los emprendedores no se benefician de economías de escala en sus operaciones, lo cual se refleja en tarifas más altas y el riesgo de no poder prestar servicio a las comunidades más pobres y generar utilidades sin que existan subsidios (Haanyika, 2006). Usualmente se requieren fondos públicos para abolir estos sesgos de precios y resolver la oposición entre la electricidad como producto de mercado y como servicio social. En Chile, por ejemplo, las autoridades brindaron apoyo por una única vez a las compañías privadas de distribución para cubrir sus inversiones iniciales, tras lo cual los productores privados procedieron a recuperar sus demás costos aplicando tarifas mucho más asequibles. El gobierno administró el subsidio por medio de los gobiernos regionales con base a sus resultados en materia de electrificación (Haanyika, 2006).
- 2.17 **Acceso a energía moderna para cocinar.** Se ha producido un aumento considerable del número de personas con acceso a combustibles limpios para cocinar, tales como gas natural, Gas Licuado de Petróleo (GLP) o electricidad. Aun así, queda mucho por hacer, considerando que 2.800 millones de personas (casi la mitad de la población mundial) carecen de acceso a estos combustibles y siguen dependiendo del uso de carbón mineral y vegetal, queroseno, leña u otros combustibles de biomasa sólida; esta cifra no se diferencia mucho de la registrada en el año 2000 (AIE, 2017b). Aunque en algunos países, como China, esta cifra ha disminuido sensiblemente, los avances se han visto neutralizados por aumentos en otras latitudes. Para 2030, la AIE prevé que 2.300 millones de

personas seguirán cocinando mayormente con carbón vegetal y leña, pero también con queroseno. Es menester dar máxima prioridad a esta población, suministrando combustibles alternativos como electricidad, GPL o biogás. El uso de estufas eficientes podría ofrecer una solución (Ahmed et al., 2005; Duflo et al., 2008), aunque no exenta de limitaciones (Hanna et al., 2016). Cerrar esta brecha requeriría invertir cada año US\$5.000 millones en instalaciones adecuadas para cocinar (AIE, 2017b). Al 2015, solo se habían invertido US\$1.800 millones, dejando sin acceso a combustibles no contaminantes a una población equivalente a la del conjunto de África, América y Europa (ver Cuadro 1).

- 2.18 La falta de acceso a combustibles modernos para cocinar tiene claras consecuencias para la salud (Jagger y Shively, 2014; McCracken y Smith, 1998). Los hogares que carecen de este tipo de combustibles o de estufas avanzadas a base de biomasa cocinan en fogones tradicionales usando combustibles de biomasa sólida como leña, carbón vegetal, residuos agrícolas o estiércol. En 2015, la combustión incompleta de esta biomasa sólida originó el 90% de todas las emisiones de partículas en suspensión en hogares que utilizan biomasa. Las emisiones de este tipo de partículas se asocian a afecciones como cáncer de pulmón, neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, bajo peso al nacer, tuberculosis, cataratas, cáncer de garganta, asma y enfermedades cardíacas (Smith et al., 2013; Smith et al., 2011; Smith-Sivertsen et al., 2009). Cuando se producen en espacios cerrados, estas emisiones tienen efectos más graves. Así, el humo en espacios cerrados puede tener una concentración de pequeñas partículas 100 veces superior al nivel aceptable (OMS, 2016; García-Frapolli et al., 2010). Teniendo también en cuenta el uso de lámparas de queroseno, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que en países de ingreso medio y bajo la contaminación del aire en el hogar causó aproximadamente 4,3 millones de muertes prematuras en 2012, especialmente entre poblaciones de menor ingreso, niños menores de cinco años y personas mayores (OMS, 2016; Lambe y Ochieng 2015).

Cuadro 1. Acceso a combustibles limpios para cocinar. Síntesis por regiones

	Personas sin acceso combustibles limpios para cocinar (como % de la población mundial/cada región)				Sin acceso (millones)*	Uso de biomasa (millones)
	2000	2005	2010	2015	2015	2015
MUNDO	46%	44%	42%	38%	2.792	2.500
Países en desarrollo	61%	57%	54%	49%	2.792	2.500
África	76%	75%	72%	71%	848	784
Norte de África	9%	3%	1%	1%	2	1
África al Sur del Sahara	91%	89%	86%	84%	846	783
Asia, países en desarrollo	65%	60%	57%	49%	1.874	1.648
China	52%	48%	45%	33%	457	307
India	71%	66%	68%	64%	834	780
Indonesia	88%	88%	53%	32%	83	67
Asia Sudoriental (otros)	61%	58%	54%	50%	188	185
Asia en desarrollo (otros)	76%	68%	64%	63%	312	309
América Central y del Sur **	19%	18%	15%	12%	59	57
Oriente Medio	9%	9%	6%	5%	12	10

Fuente: AIE, 2017a, y cálculos propios.

* Queroseno y biomasa (o carbón vegetal, leña, residuos agrícolas y estiércol).

** No incluye México.

- 2.19 Las mujeres y los niños, principalmente, dedican muchas horas, cada año, a recoger leña, un tiempo que podría consagrarse más provechosamente a la

generación de ingresos, la educación u otras actividades. Aun así, las mujeres no participan en los procesos de toma de decisiones relativas a la concepción, ejecución, supervisión y operación de proyectos de energía. Su ausencia de estos procesos decisorios se refleja en los servicios e infraestructuras que no responden cabalmente a sus necesidades, por lo que con el paso del tiempo los servicios se tornan menos efectivos o sostenibles. El número de mujeres que viven en la pobreza energética revela que las políticas y proyectos de energía aún no han considerado debidamente su situación. En no pocas políticas y proyectos se parte del supuesto de que los temas energéticos son neutros en cuanto a aspectos de género y en algunos de ellos incluso que hombres y mujeres se beneficiarán por igual. Muchas de las mujeres sin acceso a energía son las principales gestoras de sus hogares y en tal condición comprenden las necesidades de los usuarios, algo que podría reforzar y optimizar la eficacia de los proyectos. Las mujeres no son el único colectivo afectado por la pobreza energética. En efecto, el déficit de servicios de energía e infraestructura afecta a grupos especialmente vulnerables como las comunidades indígenas y afrodescendientes, que suelen vivir más apartadas de los centros de actividad económica y con frecuencia carecen de acceso a la electricidad (ONU, 2015).

- 2.20 **Energía, género y poblaciones indígenas. Enfoque orientado al género y a las comunidades vulnerables.** Urge adoptar un enfoque diferenciado en materia de energía frente a la falta de acceso de las mujeres, las comunidades indígenas y afrodescendientes y otras minorías a fuentes seguras, fiables y modernas de energía. Este aspecto reviste capital importancia para las mujeres, ya que la pobreza afecta a un mayor número de mujeres que de hombres (ONU, 2015) y los hogares encabezados por mujeres tienen menor probabilidad de acceder a energía.
- 2.21 Las comunidades indígenas, si bien suman menos del 5% de la población mundial, representan el 15% de la población pobre total. Se calcula que la población indígena de América Latina ronda los 28 millones de personas, de las que casi el 80% vive en la pobreza, una cifra que varió poco entre comienzos de los años noventa y la década del 2000 (Patrinos Skoufias, 2007).
- 2.22 La experiencia ha demostrado la necesidad de actuar frente a las barreras que encaran las mujeres y las poblaciones indígenas para participar en los programas de energía y beneficiarse de ellos. Lo anterior exige integrar elementos de género y culturales en la planificación y formulación de políticas gubernamentales; apoyar a las organizaciones de la sociedad civil que trabajan en temas de energía, género y poblaciones indígenas; capacitarlas en el diseño, la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento de tecnologías energéticas; e incorporar aspectos de género en el diseño y la ejecución de programas y proyectos de energía sostenible (BID, 2013-2014). La capacitación y el desarrollo de recursos y capacidades locales en relación con el diseño, la instalación y el mantenimiento de tecnologías energéticas, incluida la energía renovable, podrían permitir reducir costos en zonas rurales y urbanas periféricas, favorecer la creación de empleo y ampliar la cobertura. Las mujeres pueden convertirse en agentes dinámicos de cambio y cumplir un papel esencial en la ampliación del acceso a la energía. Como gestoras de energía en sus hogares y a través de sus redes, las mujeres están en posición privilegiada para relacionarse con sus pares, crear conciencia y suministrar productos y servicios de energía (PNUD, 2016; ONUDI, 2013).

- 2.23 **Energía y sinergias con otros sectores.** Diversos estudios indican que la provisión simultánea de servicios como electricidad, transporte, agua potable, saneamiento, salud y educación, ha generado considerables beneficios para las poblaciones locales (Toman y Jemelkova, 2009; ONU, 2013). En Perú, por ejemplo, un estudio sobre la importancia de varios servicios de infraestructura, para reducir la pobreza y fomentar el desarrollo social, puso de relieve que el acceso simultáneo a dos o más servicios de infraestructura parecía tener un impacto más que proporcional en el ingreso de los hogares (Banco Mundial, 2009). Existen oportunidades para prestar servicios de energía modernos a poblaciones subatendidas, aprovechando el crecimiento de las redes de telecomunicaciones y la posesión de dispositivos móviles entre la población, por ejemplo mediante el uso de la infraestructura de torres de telecomunicaciones y de servicios y pagos móviles (Nique y Jain, 2014).
- 2.24 La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IIDS), entre otros, han venido trabajando en soluciones para manejar el nexo clave entre intervenciones en los sectores de agua, energía y alimentos a fin de reforzar su eficacia (Bizikova et al., 2014; FAO, 2014; Hoff, 2011). Este enfoque incipiente requiere de: mecanismos efectivos de coordinación y una planificación conjunta entre autoridades de los sectores de agua, agricultura y energía; marcos normativos optimizados y coordinados para el agua y la energía; una gestión integrada de recursos hídricos; sistemas de prevención y resolución de conflictos y medidas de protección de los ecosistemas de cuencas hidrográficas y los caudales ecológicos (Canales, 2014).
- B. Sostenibilidad energética – Eficiencia energética, energía renovable y adaptación al cambio climático**
- 2.25 En cuanto a las energías renovables no convencionales se ha observado un drástico descenso en el costo de la generación eólica y solar fotovoltaica, lo que ha reducido la escala económica de los proyectos. Del mismo modo, las tecnologías de la información y la comunicación favorecen mayores niveles de coordinación y flujo de información, y están ampliamente disponibles en una gran diversidad de plataformas. Conjuntamente, estos dos factores generan mayores oportunidades para que los consumidores participen activamente en la gestión de su propio consumo y producción de energía. Estas oportunidades seguirán expandiéndose gracias al almacenamiento de electricidad. Aunque las reducciones de costos serán más matizadas conforme las tecnologías eólica y solar fotovoltaica vayan madurando, el continuo abaratamiento de las baterías eléctricas podría modificar el panorama de la generación, atenuando la principal desventaja de las fuentes no convencionales, a saber, la variabilidad de su producción.
- 2.26 El constante descenso del costo de generar electricidad a partir de fuentes renovables encierra otro beneficio: la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. El sector eléctrico de por sí ha sido un importante agente de emisiones, habiendo generado cerca de un tercio del total de emisiones globales, aunque este volumen ha venido decreciendo. Sin embargo, la electricidad está reemplazando otros combustibles. Se aprecia una tendencia a sustituir la calefacción con combustibles fósiles por sistemas eléctricos usando bombas de calor, y se prevé que en los próximos años los automóviles eléctricos sean la opción predominante, lo que creará oportunidades para lograr mayores

reducciones de emisiones. Esto, sumado a una mayor eficiencia energética, tanto en la oferta como en la demanda mediante el desplazamiento de cargas y la reducción del consumo, permitirá preservar los niveles de confort y productividad y a la vez disminuir el consumo y las emisiones.

- 2.27 Tanto en la región, como a nivel mundial, surge el desafío crucial de asegurar que el suministro de energía sea sostenible en los planos social, económico y ambiental, y a la vez cumplir objetivos sociales y económicos. Dos prioridades de primer orden en el sector energético son: (i) la reducción de su impacto sobre el cambio climático; y (ii) la contaminación atmosférica urbana. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) afirma en su Informe de Síntesis de 2014 que la emisión continua de gases de efecto invernadero causaría alteraciones perdurables del sistema climático, dando lugar a impactos más graves y generalizados (IPCC, 2014a). El informe insta a reducir el uso de energía, promover un suministro de energía con menos emisiones de carbono, disminuir las emisiones netas y potenciar los sumideros de carbono. Dado que el uso de energía a nivel mundial representa dos tercios del total de emisiones de gases de efecto invernadero (AIE, 2017), resulta fundamental reducir las emisiones del sector energético. El IPCC concluye en su informe que un esfuerzo ambicioso de mitigación reduciría el crecimiento económico mundial en apenas un 0,06% anual.
- 2.28 **Descarbonizar la sociedad.** En su Quinto Informe de Evaluación (IPCC, 2014b), el IPCC hace un análisis integral de opciones rentables de reducción de las emisiones asociadas al sector. Considerando la multiplicidad de opciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, en este Quinto Informe de Evaluación se modelizan aquellas que coadyuvan a las reducciones con máxima eficiencia, agrupando la mayoría de tales opciones en tres grupos: (i) suministro de energía; (ii) uso final de la energía; y (iii) agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. El enfoque primordial de las opciones de suministro de energía consiste en proveer energía a partir de fuentes con emisiones bajas o nulas de carbono, vale decir, “descarbonizar” el suministro de energía⁷. En lo concerniente a la demanda, las opciones comprenden la disminución del uso de energía en edificios, medios de transporte e industrias, el uso de energía procedente de fuentes con bajas emisiones de carbono (incluida la electricidad de fuentes renovables no convencionales), o una combinación de ambas. En cuanto a la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, las opciones comprenden el almacenamiento de carbono en sistemas terrestres, por ejemplo mediante la reforestación de espacios deforestados, así como la sustitución de cultivos para producir bioenergía. Existen opciones para reducir las emisiones distintas del Dióxido de Carbono (CO₂)⁸ en todos estos sectores, pero principalmente en la agricultura, el suministro de energía y la industria.
- 2.29 El Acuerdo de París de 2015, que tiene el claro objetivo de estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero, es un importante referente para las políticas y acciones sobre el cambio climático. Las emisiones directas de CO₂

⁷ Fay et al. (2015) exponen en profundidad una estrategia para la descarbonización en los países en desarrollo.

⁸ Del total de emisiones distintas del dióxido de carbono, el 16% corresponde a metano, el 6,2% a óxido nitroso y el 2,0% a gases fluorados. Cada año, desde 1970, alrededor del 25% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero ha correspondido a gases distintos del CO₂ (IPCC, 2014a).

- y gases de efecto invernadero distintos de CO₂, de todos los sectores, en los escenarios de mitigación, deberían limitarse de tal modo que la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero se mantenga por debajo de 450 partes por millón (ppm) de CO₂ equivalente, para el año 2100. Esto es coherente con el objetivo de limitar el aumento de la temperatura a bastante menos de 2 °C. De acuerdo con el IPCC, el sector eléctrico es el principal contribuyente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, por tres motivos: (i) las reducciones del consumo de energía mediante la eficiencia energética presentan la mayor eficacia de costos; (ii) el sector encierra el mayor potencial para efectuar reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero a través del uso de energías renovables; y (iii) se prevé que la electricidad reemplace otras fuentes de energía mediante el proceso conocido como electrificación de la energía. Lo anterior incluye, por ejemplo, la provisión de calefacción eléctrica y la electrificación del transporte, desplazando el uso directo de combustibles fósiles.
- 2.30 A partir de la revolución industrial ha existido un fuerte vínculo entre producción económica y consumo de energía; es decir, a una mayor producción económica ha correspondido un mayor uso de energía. Con todo, este vínculo se ha debilitado en las últimas décadas, toda vez que la producción económica es posible sin un crecimiento proporcional del uso de energía. Esto se conoce como el desacoplamiento entre el consumo de energía y el crecimiento económico. Así por ejemplo, en el período 2000-2016 el producto interior bruto global creció en un 80%, mientras que el consumo de energía lo hizo en un 40%. Previsiblemente este desacoplamiento se acentúe de aquí a 2040, para cuando se prevé un crecimiento económico también del 80%, pero un aumento del consumo de energía de apenas el 20% (AIE, 2017).
- 2.31 Otra consecuencia del uso de combustibles fósiles y de la biomasa sólida es la contaminación atmosférica. En 2012, se atribuyeron a esta forma de contaminación (en espacios cerrados y abiertos) 6,5 millones de muertes prematuras, es decir, más de 1 de cada 9 muertes en todo el mundo (OMS, 2016). La producción y el uso de energía para la actividad humana, mediante la combustión de biomasa sólida y combustibles fósiles, constituyen la principal fuente de contaminantes del aire. La energía produce más del 99% de las emisiones de dióxido sulfúrico (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), y el 85% de las de partículas en suspensión. En el sector eléctrico, la generación a partir de carbón es la principal fuente de SO₂ y NO_x (AIE, 2016). Con relación a las centrales de carbón y petróleo, las de gas natural emiten menos contaminantes al aire. En 2015, la generación a partir de gas natural emitió niveles de NO_x equivalentes a casi el 20% de lo emitido por las centrales de carbón, así como niveles insignificantes tanto de SO₂ como de partículas en suspensión del sector eléctrico. Sin embargo, la electricidad apenas contribuye con una fracción de las emisiones de SO₂ y NO_x del sector energético. Solo un tercio del SO₂ es producido por el sector eléctrico, y el 45% proviene de la industria. En cuanto a las emisiones de NO_x, en el sector, el transporte es responsable de más del 50%, seguido por la industria (26%) y el sector eléctrico (14%) (AIE, 2016).
- 2.32 En el último decenio, las emisiones mundiales de SO₂, y en menor medida las de NO_x y partículas en suspensión, se han desacoplado del aumento en la generación eléctrica a partir del carbón. Entre 2005 y 2015, la generación eléctrica a partir del carbón registró una progresión del 34%, mientras que las emisiones

totales de SO₂, NO_x y de partículas en suspensión del sector eléctrico decrecieron en un 55%, un 34% y un 32%, respectivamente. Este desacople es producto de la introducción de normas sobre emisiones para las centrales de carbón, que exigen el uso de carbón de menor contenido en azufre o la adopción de tecnologías de control de la contaminación. En muchos países se han reglamentado las emisiones de partículas en suspensión, SO₂ y NO_x procedentes de dichas centrales, y la contaminación atmosférica producida por estas ha estado sujeta a regulación estatal en Europa y Japón desde los años setenta, y en muchas economías emergentes desde el año 2000. Aun así, pese a la adopción de normas sobre emisiones en todo el mundo, existen profundas diferencias entre países en cuanto a su rigurosidad. Actualmente, China, Corea, Japón y la Unión Europea aplican los parámetros más estrictos sobre emisiones (AIE, 2016).

- 2.33 Incluso con inversiones adicionales a US\$9 billones en tecnología de reducción de emisiones, las proyecciones apuntan a un leve aumento de las emisiones de CO₂, antes de que se establezca la curva de crecimiento. Según las Perspectivas de la Energía en el Mundo para 2017, las emisiones proyectadas para 2040 en el escenario de nuevas políticas (aquel en que todas las políticas anunciadas al presente se aplican cabalmente) se reducen en 600 millones de toneladas con respecto a 2016.
- 2.34 Aun así, tales inversiones podrían revelarse insuficientes. Según el *Global Carbon Project* (2017), con este nivel de inversiones, la temperatura mundial se incrementaría en 3 °C, muy por encima del consenso alcanzado en el Acuerdo de París, de un incremento en 1,5 °C a 2 °C en la temperatura a nivel mundial (o en todo caso menos de 2 °C). Más aún, el escenario de mantenimiento del status quo en las proyecciones del IPCC se traduciría en un aumento promedio de la temperatura de 3,7 °C a 4,8 °C en 2100 con respecto a los niveles preindustriales (IPCC, 2014a).
- 2.35 Anticipándose al Sexto Informe de Evaluación del IPCC, el *Global Carbon Project* ha elaborado nuevos escenarios en los que se exploran múltiples panoramas socioeconómicos para el futuro, articulados con base en las así llamadas trayectorias socioeconómicas comunes. A fin de determinar los efectos globales de las políticas de adaptación y mitigación sobre el cambio climático, se configuran múltiples escenarios con trayectorias alternativas plausibles relativas al comportamiento de la sociedad⁹. La labor del Proyecto Mundial sobre el Carbono pone de relieve que para alcanzar la meta de limitar el aumento de la temperatura mundial a menos de 2 °C, al 2100, se requieren niveles de emisiones menores que los actuales, incluso inferiores a cero, lo que equivale a lograr emisiones negativas. Según la AIE, para limitar el aumento de la temperatura a 1,75 °C, las

⁹ Se agregan unos 1.200 escenarios a largo plazo tomando como base diferentes supuestos sobre el número de sistemas humanos importantes (como energía, economía, agricultura y ordenamiento de suelos) con procesos físicos asociados al cambio climático (como el ciclo del carbono) que se relacionan entre sí. Estos escenarios se generaron principalmente por medio de modelos integrados a gran escala que proyectan múltiples características clave de las trayectorias de mitigación hasta mediados de siglo y posteriormente, determinando la concentración resultante de gases de efecto invernadero y el consiguiente aumento de la temperatura. Los modelos permiten aproximar soluciones rentables que minimizan los costos económicos agregados de obtener resultados de mitigación, a menos que estén específicamente inducidos a comportarse de otro modo. Cada escenario representa un modelo simple estilizado de procesos reales de gran complejidad y los escenarios que producen se basan en proyecciones inciertas sobre factores y eventos clave durante períodos prolongados (Global Carbon Project, 2017).

emisiones netas de gases de efecto invernadero producidas por los sistemas de energía deben ser iguales a cero para el año 2060 (AIE, 2017e). La generación de emisiones se acompaña de un cierto grado de inercia dado que la formulación y ejecución de políticas no son inmediatas y su cumplimiento es parcial, lo cual hace temer que las emisiones puedan no decrecer en la medida necesaria, o incluso seguir aumentando como ya ocurrió en 2015 y 2016, cuando repuntó el crecimiento económico mundial.

- 2.36 El nivel de inercia en los años iniciales (o excedencia, como se denomina en el Informe del IPCC) permitirá definir el monto de emisiones negativas de gases de efecto invernadero que se requiere para alcanzar la meta de 2 °C. En el sector energético, las emisiones negativas se logran captando y almacenando emisiones de CO₂ procedentes de la producción de energía utilizando hidrocarburos. Mediante una tecnología, llamada genéricamente captación y almacenamiento de carbono, es posible captar de forma segura hasta el 90% de las emisiones de CO₂ producidas por la generación eléctrica con carbón, impidiendo que el CO₂ llegue a la atmósfera. El uso de la captación y almacenamiento de carbono con la biomasa renovable es una de las pocas tecnologías de reducción del carbono que cabe usar para obtener emisiones negativas. El Laboratorio Nacional de Tecnología Energética de los Estados Unidos ha demostrado que una combinación de biomasa de cultivos leñosos exclusivamente de rotación corta con la captación y almacenamiento de carbono podría absorber de la atmósfera aproximadamente una tonelada de CO_{2e}/Megavatio-hora (MWh).
- 2.37 La tecnología de captación y almacenamiento de carbono podría encontrar gran utilidad en la generación eléctrica en sectores industriales. De acuerdo con la AIE (2015), esta tecnología podría facilitar un 13% de las reducciones acumulativas de emisiones que se requerirían para 2050 a fin de evitar el aumento de temperatura de 2 °C y así eludir los peores efectos del calentamiento global. Las tecnologías de captación y almacenamiento de carbono están sujetas a limitaciones, entre otras su elevado costo, la escasa disponibilidad de sitios de almacenamiento, las dificultades para obtener derechos de paso y el alto costo de transportar el CO₂ desde el punto donde se origina hasta el lugar de almacenamiento. A fin de afianzar su uso y asegurar su implementación segura y responsable, se requiere del apoyo financiero o normativo de los gobiernos para estimular la línea de desarrollo. A menos que los costos de emitir CO₂ aumenten o los gobiernos presten mayor apoyo, la tecnología de captación y almacenamiento de carbono no será una estrategia viable en términos financieros.
- 2.38 **Eficiencia energética.** Conjuntamente con la energía renovable, la eficiencia energética representa casi el 80% de los ahorros de emisiones bajo un escenario de desarrollo sostenible, siendo la eficiencia energética la principal fuente de reducciones. Si bien el incremento de los precios de la energía contribuye a promover la eficiencia energética, es preciso abordar otros obstáculos. Estudios específicamente enfocados en los factores que determinan la adopción de tecnologías indican que un nivel más alto de precios de la energía se asocia con avances considerables en la adopción de equipos eficientes en términos de energía (Anderson y Newell, 2004). Aunque la experiencia indica que los precios de la energía pueden inducir la eficiencia energética, es poco probable que unos altos niveles de tarifas y precios permitan por sí solos superar las barreras ampliamente documentadas para lograr una eficiencia energética con eficacia de costos (AIE, 2017c). La AIE constató que el grueso de las reducciones de la

demanda de energía asociadas a la eficiencia energética se ha logrado a través de medidas y políticas gubernamentales, lo que incluye disposiciones normativas obligatorias de eficiencia energética (como estándares de desempeño mínimo, normas de ahorro de combustibles, códigos energéticos en la construcción o metas sectoriales), el financiamiento público y el uso de instrumentos de mercado, como certificados transables vinculados a obligaciones de ahorro de energía en los servicios públicos (AIE, 2017c). Sin embargo, en 2016 el 68% del consumo final de energía a nivel mundial no estaba sujeto a normas y códigos obligatorios de eficiencia. Por lo tanto, los responsables de políticas y reguladores deben analizar metodologías de fijación de precios y tarifas que induzcan la eficiencia energética por parte de los clientes, adoptando a la vez enfoques no basados en precios.

- 2.39 Las normas del sector eléctrico se aplican ya sea a los equipos en sí –como lámparas, aparatos de aire acondicionado y calefacción, motores, bombas, etc.– o en sistemas integrados, tales como edificios. En el primer caso, se definen niveles específicos de consumo por unidad de producción, los cuales se han tornado cada vez más estrictos. Por ejemplo, para los equipos de aire acondicionado en los Estados Unidos, el índice de eficiencia energética estacional mínimo dispuesto por regulación pasó de 10 en 1992 a 14 en 2015, lo que supone un aumento de eficiencia del 40%. En los códigos de construcción, la regulación ha pasado de fijar por separado normas para cada componente principal de una edificación a controlar el desempeño de esta en su conjunto, reconociendo que no solo los componentes, sino también su ubicación, la combinación de estrategias de diseño y el uso que se dé al edificio determinan su desempeño energético (ver **Error! Reference source not found.**).

Cuadro 2. Evolución de la regulación sobre eficiencia energética en edificaciones

Década	Tipo de regulación	Características principales
1970	Prescriptiva-fija	Los requisitos de eficiencia energética se definen para cada elemento de la construcción por separado. Los elementos individuales deben cumplir sus metas específicas. Mayor grado de restricción.
1980	Prescriptiva-transacción	Los requisitos de eficiencia energética se definen para cada elemento de la construcción por separado. Puede darse una transacción entre el desempeño energético del conjunto y el de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Mayor flexibilidad y complejidad.
1990	Construcción de modelos	Los requisitos de eficiencia energética se definen como una transacción. Se calcula con estos valores un edificio modelo con la misma forma. El cálculo de demostrar que la construcción definitiva será tan buena como el modelo. Flexible, pero costoso en términos de diseño.
2000	Marco energético	El marco establece estándares de pérdida máxima de energía para una construcción. El cálculo ha de demostrar que este nivel máximo se respeta.
2010	En función del desempeño	Los requisitos de desempeño energético se basan en el consumo de energía o combustibles fósiles de una edificación o en las emisiones implícitas de gases de efecto invernadero de la edificación.

Fuente: Mercado, 2015.

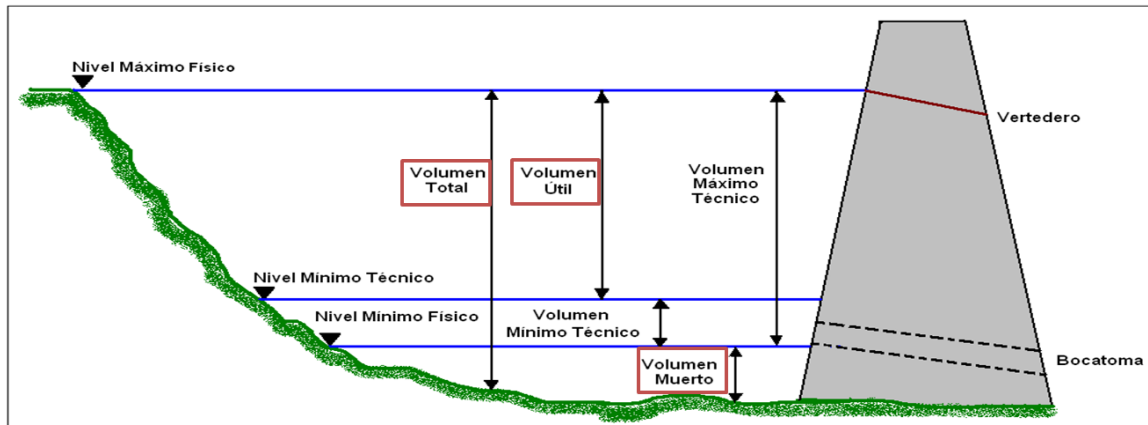
- 2.40 **Energía renovable.** Este concepto abarca la generación hidroeléctrica convencional y las energías renovables no convencionales (energía de biomasa, eólica, geotérmica, solar fotovoltaica, solar térmica e hidroeléctrica de pequeña

escala). En 2015, las energías renovables representaron el 32% de la capacidad instalada total a nivel mundial, algo más que el carbón. La mayor proporción corresponde, con diferencia, a la energía hidroeléctrica, que genera el 58% de la capacidad renovable instalada, por delante de las energías eólica (22%) y solar fotovoltaica (14%) (AIE, 2017). Según cifras de 2016, la mayor parte (65%) de la energía generada en el mundo sigue proviniendo del uso de combustibles fósiles. La generación a partir de carbón aún representa el 37%, mientras que el gas natural y los productos del petróleo contribuyen con el 24% y el 4%, respectivamente. Por su parte, las energías renovables suponen el 24% de la producción total de energía, ante todo la energía hidroeléctrica (16% del total), seguida por la eólica (4%), la solar fotovoltaica (1%) y la bioenergía (2%). En muchos países, la adición de capacidad renovable ha cubierto el crecimiento de la demanda y sustituido la generación tradicional que llega al término de su vida útil.

- 2.41 La AIE estima en sus Perspectivas de la Energía, de 2017, que, tras un siglo de hegemonía, las centrales eléctricas operadas con combustibles fósiles dejarán de liderar las adiciones de capacidad, previéndose que las energías renovables representen más del 60% de las adiciones totales de capacidad hasta 2040. En cuanto a las centrales de carbón, aun teniendo en cuenta la salida de operación de algunas de ellas, las adiciones netas de capacidad seguirán siendo positivas (AIE, 2017). Así pues, la energía térmica seguirá siendo parte de la matriz energética durante largo tiempo, a menos que se adopten medidas de política focalizadas en los gastos operativos (como el impuesto sobre el carbono), se exijan nuevas inversiones en las centrales existentes (como filtros de gases de efecto invernadero), o se disponga su desmantelamiento gradual (como en el caso de la energía nuclear en Alemania).
- 2.42 **Energía hidroeléctrica.** Se trata de una tecnología madura, fiable y de bajo costo. Las centrales hidroeléctricas con presa, a diferencia de las centrales de pasada, ofrecen capacidad de almacenamiento de energía que, sumada a la digitalización de sus sistemas de control, permite responder prontamente a las fluctuaciones de la demanda y la variabilidad de las energías renovables no convencionales. Los proyectos hidroeléctricos generan otros beneficios, tales como control de inundaciones, agua para irrigación y abastecimiento hídrico en zonas urbanas y rurales. Alrededor del 12% de la capacidad hidroeléctrica instalada posee capacidad de acumulación por bombeo (Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica, 2017), lo cual brinda mayor flexibilidad para permitir que el sistema incorpore una mayor proporción de la generación variable a partir de fuentes renovables no convencionales.
- 2.43 Las pequeñas centrales hidroeléctricas con capacidad menor de 20 MW, y sin almacenamiento, podrían presentar ventajas frente a la generación hidroeléctrica a gran escala y a partir de combustibles fósiles, ya que al no construirse embalses se evita el reasentamiento y se mitigan las repercusiones sobre la agricultura y los ecosistemas locales. Asimismo, su mantenimiento puede hacerse a bajo costo por parte de las comunidades locales (Caratori et al., 2015).
- 2.44 **Riesgos asociados a la energía hidroeléctrica.** Cada año se pierde en todo el mundo alrededor del 1% del volumen de almacenamiento de los embalses debido a la sedimentación (Samadi, 2012). En algunos países en desarrollo donde no se aplican eficazmente medidas de gestión de cuencas hidrográficas, este volumen está disminuyendo a un ritmo mucho mayor. La acumulación de sedimentos es

inevitable, y los embalses están diseñados para manejar este fenómeno. Sin embargo, cuando la sedimentación es excesiva, esta afecta en gran medida el funcionamiento de las centrales y su capacidad de producir energía, con efectos que van desde un deterioro acelerado de las turbinas, tuberías de carga, compuertas y válvulas hasta una reducción de la capacidad para regular y producir energía. Dos causas primordiales del aumento de la sedimentación son la deforestación y la minería ilegal en las cuencas hidrográficas, lo cual provoca una reducción de la capacidad para contener inundaciones, la producción de energía, las cosechas y la captura de peces, con el consiguiente impacto para las comunidades locales.

Gráfico 1. Componentes de un embalse para generación de energía hidroeléctrica



Fuente: Acolgen.

- 2.45 Cada vez más, la construcción de grandes represas hidroeléctricas se enfrenta al rechazo de las comunidades afectadas y de colectivos ambientales, debido a que implican el reasentamiento de poblaciones y afectan no solo las inmediaciones de las represas, sino también el caudal y la calidad de las aguas río abajo, con repercusiones sobre los ecosistemas y la actividad agrícola (Mekonnen y Hoekstra, 2012). El desarrollo de proyectos futuros exigirá la continua mejora de los lineamientos y criterios de sostenibilidad, una planificación innovadora basada en consultas con las partes interesadas y la repartición justa de beneficios con las comunidades locales.
- 2.46 **Rehabilitación de centrales hidroeléctricas.** Los equipos electromecánicos de una central hidroeléctrica de grandes dimensiones tienen una vida útil de entre 30 y 40 años, mientras que las obras civiles pueden tener una duración mayor de 100 años. Por lo general, la rehabilitación es la solución más rentable para aumentar la energía y la capacidad de todo el sistema (Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica, 2017). La adopción de avanzados diseños y tecnologías de control y la restauración del volumen de almacenamiento en el marco de una rehabilitación permiten abaratar los costos de operación y mantenimiento al reducir las interrupciones e incrementar la eficiencia. En el diseño de proyectos de rehabilitación es importante considerar el régimen hidrológico futuro previsto de las cuencas, que probablemente habrá cambiado desde el momento del diseño original de la central, debido al efecto combinado del cambio climático y la variación de los usos de la tierra en la cuenca. También debe considerarse la conveniencia de cambiar el perfil de generación para hacer frente a una mayor variabilidad en la oferta y la demanda y ejecutar acciones de

manejo de cuencas para reducir el índice de sedimentación y alargar la vida útil de la central.

- 2.47 **Energía renovable no convencional.** En los últimos años, los costos de la energía renovable no convencional se han reducido drásticamente, equiparándose con los de las fuentes convencionales en muchos lugares, en función de la calidad del recurso (esto es, la intensidad y regularidad del viento o los niveles de radiación solar). Según estimaciones de la AIE (2016), el costo promedio global de los sistemas fotovoltaicos de escala comercial instalados podría disminuir en un 57% entre 2015 y 2025. Las reducciones de costos se aplicarían a los diversos componentes, como módulos fotovoltaicos, inversores y otros componentes del sistema¹⁰. Distintos análisis realizados a escala global apuntan a la viabilidad de una transición hacia sistemas eléctricos íntegramente basados en energías renovables (Jacobson et al., 2017; EnergyWatch Group, 2017). Con todo, el mayor inconveniente de las energías renovables no convencionales es su variabilidad. Dado que no es posible determinar cuándo brillará el sol o soplará el viento, ni es eficiente restringir la producción o construir líneas de transmisión para dar total cabida a los flujos variables de energía, la transición deberá acompañarse de medidas para aumentar la flexibilidad de los sistemas eléctricos, lo cual puede lograrse almacenando energía, modificando las operaciones hidroeléctricas, gestionando la demanda e impulsando la integración regional. Igualmente, la transición habrá de complementarse con medidas orientadas al uso de fuentes de energía renovable para el transporte y las aplicaciones térmicas en las construcciones y la industria, lo que incluye la sustitución de combustibles por electricidad, por ejemplo en vehículos eléctricos con baterías (REN21, 2017).
- 2.48 **Almacenamiento de electricidad.** Mediante las tecnologías de almacenamiento de energía, esta puede almacenarse cuando esté disponible y liberarse cuando se requiera. Se trata de una de las principales soluciones para aumentar la flexibilidad de los sistemas eléctricos y así facilitar una mayor penetración de la generación variable de fuentes renovables (IRENA, 2017)¹¹. El almacenamiento de electricidad es vital para la transición energética, al proveer servicios en todos los eslabones de la cadena de valor¹². Esta tecnología puede reducir las restricciones en la transmisión y distribución al racionalizar los flujos de energía, brindar estabilidad a la red y moderar los requisitos sobre los equipos, permitiendo postergar cuantiosas inversiones en infraestructura. En términos de distribución,

¹⁰ Otros componentes del sistema incluyen todos los componentes físicos distintos de los módulos (como cableado, sistemas de fijación y montaje, infraestructura para conexión a la red y sistemas de seguimiento y control), la instalación y la supervisión; los costos indirectos comprenden los de tramitación de incentivos, permisos, diseño y financiamiento. La AIE estima que las mayores reducciones de costos se darán en otros componentes del sistema y costos indirectos.

¹¹ Existen múltiples formas de almacenar la energía, tales como acumulación por bombeo, aire comprimido, acumuladores térmicos, volantes de inercia y baterías con diferente composición química. Para un estudio de las diferentes tecnologías, véase IRENA, 2017. El análisis se centrará en las baterías, al preverse que esta sea la tecnología de mayor impacto en el sector eléctrico.

¹² Para asegurar la fiabilidad de la generación, transmisión y distribución de energía con especificaciones de calidad definidas se requieren servicios, tales como la regulación de frecuencia para mantenerla dentro de la máxima desviación establecida desde los 50 o 60 hercios, o reservas de capacidad para responder a desconexiones imprevistas. Se prevé que durante el próximo decenio las baterías reemplazarán de forma económica, eficiente y progresiva estos servicios prestados actualmente por otros medios. En IRENA (2017) se presenta un estudio de los usos potenciales de las baterías en el sector eléctrico, diferenciando entre el apoyo a la generación variable de energía renovable, la fiabilidad, la calidad de la energía y la postergación de inversiones.

puede incidir considerablemente en los patrones de demanda observados en la red. La instalación de unidades de almacenamiento “detrás del medidor” para los clientes residenciales y comerciales permitiría a estos gestionar sus facturas, reduciendo los cargos asociados a picos de demanda y estimulando el autoconsumo a partir de paneles fotovoltaicos instalados en las cubiertas. También las baterías de los vehículos eléctricos podrían usarse con este fin; así, el propietario de un vehículo eléctrico podría cargar la batería durante el día con la energía producida por el panel solar ubicado en la cubierta de la oficina y liberar parte de ella por la noche en su domicilio.

- 2.49 Entre 2010 y 2016 se han evidenciado avances significativos en las tecnologías de almacenamiento de energía, con una reducción del costo promedio del 20% anual (Currie, 2017). A futuro, las reducciones previstas de costos no serán motivadas por el sector eléctrico, como en el caso de las tecnologías eólica y solar, sino en el de la movilidad eléctrica. Según estimaciones de Bloomberg New Energy Finance (BNEF), para 2025 la demanda anual de energía de los vehículos eléctricos con baterías será de 408 gigavatios/hora (GWh), a lo que se sumarán 65 GWh de aplicaciones fijas, como unidades “detrás del medidor” y baterías a escala comercial para servicios auxiliares. Esta capacidad representa el equivalente a 9,5 millones de vehículos Tesla Model 3. Los vehículos eléctricos con baterías costarían menos que los de motor de combustión interna y su demanda se dispararía, lo que requeriría alrededor de 1.300 GWh de almacenamiento para 2030, cuando se prevé que el precio alcance los US\$74/kWh. Estas reducciones de costos se transferirían luego al sector eléctrico, lo cual generalizaría el uso de las baterías.
- 2.50 Por otro lado, el auge de este tipo de vehículos¹³ generará exigencias muy altas para las redes eléctricas. Por ejemplo, la capacidad que requiere cada estación de carga rápida equivale a la de 20 casas, cada una consumiendo simultáneamente a máxima capacidad. Una minuciosa planificación para ubicar las estaciones de carga dentro de la red de distribución exige tener en cuenta no solo los parámetros asociados a la demanda de los propios vehículos (como distribución demográfica y de los vehículos, redes viales y condiciones del tráfico), sino también la calidad de la energía, que está directamente relacionada con la red eléctrica (Gong et al., 2016). La ampliación de la red para dar cabida a estas nuevas cargas, especialmente en entornos urbanos, resulta compleja y costosa y requiere períodos prolongados.
- 2.51 **Electrificación de la energía.** Del total de las emisiones, el 40% aproximadamente proviene del sector eléctrico, cerca de un tercio se origina en el transporte de personas y mercancías, y la mayor parte de las emisiones restantes proceden de la industria y los cambios en el uso de suelos. Gracias a la reducción del costo de la electricidad de fuentes renovables no convencionales y los equipos que la usan, a la implantación de tecnologías para aumentar la flexibilidad de la

¹³ Los vehículos tradicionales (con motor de combustión interna) difieren de los vehículos eléctricos con baterías en dos aspectos: (i) el sistema de propulsión; y (ii) el tamaño de la batería. Todos los demás componentes son iguales. En un vehículo eléctrico, el sistema de propulsión consiste en uno o más motores eléctricos, con un costo reducido. Según Bloomberg New Energy Finance (Claire, 2017), en 2016 el bloque de baterías representaba casi la mitad del costo del vehículo. Si se mantienen los costos de los automóviles tradicionales, Bloomberg calcula que los precios de las baterías deben reducirse en más de la mitad antes de que los vehículos eléctricos puedan ser competitivos con los tradicionales, y que este umbral de US\$100/kWh se alcanzará en 2026. Según las mismas estimaciones, en 2017 este costo se sitúa en torno a US\$160/kWh en la planta más eficiente.

demanda y a la disminución de los costos de almacenamiento, es de esperar la sustitución de otras fuentes de energía. Por consiguiente, la electrificación de los sistemas de transporte y calefacción¹⁴ contribuirán a una reducción del uso de combustibles fósiles¹⁵. Existe, pues, una dependencia sectorial muy marcada con relación a los esfuerzos por reducir los gases de efecto invernadero, y la mayor parte de estos recaerá en el uso de electricidad.

- 2.52 Tal como se indicó antes, los vehículos eléctricos con baterías irán reemplazando los vehículos convencionales, y esta tendencia se acelerará cuando el costo total de los primeros caiga por debajo del de los segundos. Según estimaciones de Bloomberg New Energy Finance, esto podría ocurrir al promediar la década de 2020 (Currie, 2017). El resultado será un menor consumo de gasolina y diésel y un mayor consumo de electricidad, previéndose que esta proceda de fuentes con bajas emisiones de carbono, como las energías renovables no convencionales. Asimismo, en la climatización de espacios mediante calefacción se usará electricidad para alimentar bombas de calor, y la producción de calor en procesos industriales provendrá de hornos eléctricos, desplazando el gas natural, el combustible para calefacción, el fuel oil pesado y, en menor grado, el carbón, el diésel y el GPL. Se requerirán ostensibles mejoras de las redes de transmisión para manejar las cargas suplementarias, y de las redes de distribución para gestionar los flujos adicionales.
- 2.53 **Redes inteligentes.** Una red eléctrica se considera “inteligente” cuando usa tecnologías avanzadas de telecomunicaciones y control para coordinar de modo eficiente a todos los generadores, operadores de la red, usuarios finales y agentes del sector. Las redes inteligentes han probado ser herramientas eficaces al servicio de la seguridad, asequibilidad y sostenibilidad de la energía. Dichas redes han contribuido a: (i) gestionar la energía procedente de la generación distribuida renovable; (ii) aumentar la eficiencia energética y minimizar costos administrando el consumo mediante el uso de dispositivos de acumulación; (iii) proporcionar mayor estabilidad, adaptabilidad y fiabilidad al sistema ayudando a regular los flujos de energía; (iv) reducir pérdidas en la transmisión y distribución optimizando la configuración del sistema; y (v) optimizar el uso de la infraestructura para responder a los picos de demanda (IET, 2013 y 2013a; Foro Económico Mundial, 2012; Covrig et al., 2014)¹⁶. En países con altos niveles de pérdidas técnicas y no

¹⁴ En el caso de las bombas de calor que proporcionan aire acondicionado y calefacción, los ahorros se producirían en la fase de inversión, puesto que una misma unidad prestaría ambos servicios. La reducción de emisiones estaría directamente ligada a la proporción de combustibles con bajas emisiones. La eficiencia térmica de una caldera es similar a la de una bomba de calor. En lo que respecta a los vehículos eléctricos, durante el proceso de conversión se producen considerables eficiencias. Mientras que un motor de combustión interna tiene una eficiencia de alrededor del 25%, en un motor eléctrico esta cifra supera el 90%.

¹⁵ Un modo alternativo de reemplazar el uso de combustibles fósiles es convertir la electricidad de fuentes renovables al estado de gas o líquido y luego utilizar estos en la dotación actual, por ejemplo, de vehículos tradicionales para el transporte y calderas para la calefacción. No obstante, el proceso de conversión es muy ineficiente en comparación con el uso directo de la electricidad en vehículos eléctricos y en bombas de calor. Véase Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Energía de Alemania, 2017.

¹⁶ Las redes inteligentes poseen un sistema de medición avanzada que transfiere información en tiempo real a un centro de control para coordinar las cargas, interruptores que modifican la configuración de la red para atender a los clientes de manera más eficiente, y sensores que evalúan los parámetros de la red para optimizar los flujos de energía y la producción de electricidad, tanto centralizados como distribuidos. Véase un panorama general en [IET, 2013](#).

técnicas, el uso de redes inteligentes puede reducir e incluso prevenir dichas pérdidas, al permitir detectar la hora y el lugar donde se producen.

- 2.54 Si bien disfrutar plenamente de todos los beneficios de una red inteligente requiere haber completado su instalación, también es posible instalarla en fases, obteniendo dichos beneficios gradualmente. El primer paso consiste en instalar medidores con capacidades de telecomunicaciones, aunque el módulo de telecomunicaciones solo se instale en una fase posterior, cuando también se hayan desplegado los enlaces y los equipos físicos y sistemas para administrar de forma remota la red y sus elementos.
- 2.55 Los países usan las redes inteligentes con distintos propósitos. Las economías emergentes pueden hacer la transición directa a una infraestructura eléctrica inteligente: Los países desarrollados, por su parte, invierten en mejoras incrementales de sus redes (AIE, 2011). La expansión de este tipo de redes se enfrenta a dos desafíos principales. El primero se relaciona con las políticas y disposiciones normativas que rigen su implementación, lo que incluye la normalización y certificación, las pruebas de sistemas y la participación de los consumidores. El segundo tiene que ver con el financiamiento, dado que el desarrollo de redes inteligentes requiere durante su ciclo de vida cuantiosos recursos. En los Estados Unidos, una red inteligente en su totalidad podría tener un costo anual de US\$24.000 millones a lo largo de 20 años (Foro Económico Mundial, 2012).

C. Seguridad energética – Calidad de los servicios prestados, infraestructura de energía e integración energética regional

- 2.56 Se prevé que la demanda y el consumo individual sigan creciendo en América Latina y el Caribe, a medida que un mayor número de habitantes se incorpore a la clase media y la tendencia mundial de electrificación de la energía arraigue en la región. La provisión de infraestructura debe expandirse a la par con este crecimiento y con las crecientes exigencias asociadas a servicios de energía de mayor calidad. La participación de la generación distribuida creará demandas adicionales sobre las redes, lo que indica que el “negocio de los cables” seguirá cumpliendo una función muy importante, aunque diferente. En un sistema con una amplia penetración de generación renovable distribuida, en el que grandes cantidades de energía fluyen en múltiples direcciones, los intercambios se producirán en la red. Es preciso, pues, que el modelo del “negocio de los cables” sea sostenible, y quizá la actual metodología de remuneración por ventas de volumen no sea apropiada, lo que hace necesario articular nuevos modelos normativos e incluso institucionales con suficiente antelación para facilitar la transición gradual hacia una alta penetración de energías renovables. La integración energética regional cobrará creciente importancia en la región, conforme la diversidad de cargas, patrones de consumo y dotaciones nacionales dé lugar a múltiples oportunidades para aminorar costos a través de mayores eficiencias. Estas posibilidades no harán más que aumentar gracias a las energías renovables no convencionales, que se tornarán esenciales para la eficiencia, estabilidad y fiabilidad de los sistemas eléctricos. Además de las tradicionales interconexiones eléctricas entre naciones vecinas, los pequeños Estados insulares del Caribe pueden vincularse entre sí mediante enlaces submarinos, así como mediante sistemas de distribución radial para el suministro de Gas Natural Licuado (GNL).

- 2.57 Aunque la seguridad energética se basa en un concepto relativamente simple (qué tan probable es tenerla cuando se requiere), su determinación resulta mucho más compleja. Por ejemplo, Glachant et al. (2008) examinan su temporalidad, agrupando la seguridad energética en potenciales niveles de desequilibrio a corto y a largo plazo. Las alteraciones a corto plazo se asocian con eventos imprevistos puntuales (como fallos de equipos, errores humanos, fenómenos meteorológicos, actos delictivos, accidentes), mientras que el desequilibrio a largo plazo es producto de una falta de inversiones que genera un desfase entre la demanda y la oferta. El Global Energy Institute (GEI) de la Cámara de Comercio de los Estados Unidos adopta una visión más general que abarca factores geopolíticos, económicos, ambientales y de fiabilidad (GEI, 2017). El presente SFD emplea el enfoque más restringido de calidad del servicio, dando prioridad a las variables geográficas y de fiabilidad en las que puede focalizarse la acción del BID. Estas variables incluyen el nivel de infraestructura, tanto local como regional. A corto plazo, los esfuerzos han de centrarse en la reducción de pérdidas de energía y en la operación, rehabilitación y mantenimiento de infraestructuras, sistemas y procesos para proporcionar servicios de energía de modo fiable y económico. A más largo plazo, la eficiencia podrá reforzarse por medio de una firme integración regional que permita aprovechar las diferencias y complementariedades entre países en cuanto a la dotación de recursos energéticos. Adicionalmente, se precisan ajustes institucionales, normativos y jurídicos que hagan posible incorporar los avances tecnológicos y nuevos modelos de negocio para capitalizar las posibles ganancias de eficiencia derivadas del desarrollo de las energías renovables no convencionales y las tecnologías de la información y la comunicación.
- 2.58 **Reducción de las pérdidas de electricidad.** Las pérdidas de electricidad son un indicador clave de la eficiencia y sostenibilidad del sector eléctrico (Jiménez, Serebrisky y Mercado, 2014). Las pérdidas en la transmisión y distribución se agrupan en dos categorías: (i) pérdidas técnicas que ocurren en el flujo de corriente eléctrica; y (ii) pérdidas no técnicas debidas a conexiones ilegales, falta de pago o errores de facturación. Un diseño y mantenimiento inadecuado de las líneas de transmisión, así como circuitos de distribución extensos con secciones de cables inadecuadas y transformadores sobrecargados provocan cuantiosas pérdidas técnicas. La medición, la facturación y el cobro para prevenir pérdidas no técnicas forman parte integral de la gestión eficiente de una compañía eléctrica y su viabilidad financiera.
- 2.59 **Operación, mantenimiento y rehabilitación.** Entre las prácticas óptimas se incluyen las siguientes: (i) los servicios públicos deben adoptar enfoques de gestión de activos que prioricen el mantenimiento y la rehabilitación; (ii) el mantenimiento de la infraestructura ha de ser predictivo, en vez de correctivo, o incluso preventivo; (iii) la gestión de activos debe ser continua y contar con personal capacitado y recursos financieros adecuados; (iv) se han de basar en un sistema de gestión para la actividad; y (v) se deben considerar no solo los aspectos técnicos y económicos de la actividad, sino implementarse empleando las normas más rigurosas de protección y seguridad pública, con mínimos impactos sociales y ambientales. Los avances y menores costos de los sensores, así como de los sistemas de transferencia de datos y la capacidad de procesamiento, justifican su despliegue generalizado, lo que evita las tareas de mantenimiento correctivo e incluso la destrucción de activos. Dichos sensores pueden dar aviso anticipado de futuras fallas, haciendo posible mejorar los

procesos de planificación, minimizar los costos de reparación y quizá incluso prolongar la vida útil de los activos. Cabe destacar que las necesidades de mantenimiento varían y han de determinarse en función de cada proyecto (documento GN-2781-3).

- 2.60 **Integración energética regional.** Este tipo de integración ha demostrado generar amplios beneficios. Así, la experiencia europea en el desarrollo de un mercado energético integrado ha producido hasta hoy los siguientes resultados positivos: (i) operación eficiente del sistema eléctrico al asegurar el despacho al menor costo y la integración de recursos renovables en grandes espacios; (ii) posibilidad de que los consumidores escojan entre una gama más amplia de proveedores de energía, lo que favorece adquisiciones competitivas con contratos a largo plazo; (iii) fuerte efecto de cartera que se refleja en una red más fiable y segura. Si bien la generación eólica y solar fotovoltaica está sujeta a un acentuado efecto estacional, su producción conjunta es mucho más estable, ya que la generación a partir de múltiples instalaciones con la misma tecnología nivela la producción total (Juergens et al., 2017); (iv) mayor flexibilidad de todos los recursos; (v) mayor eficiencia en la búsqueda de la seguridad del suministro eléctrico, dado que la fijación de precios de escasez genera señales de inversión; y (vi) normativas de la Unión Europea que garantizan prácticas comerciales justas en los mercados al por mayor e impiden la manipulación de precios (Neuhoff et al., 2017). Se observan eficiencias similares en la integración de las redes de gas natural, que permite complementar la provisión de gas canalizado con GNL. La experiencia internacional respecto a la integración hace evidentes los beneficios, los desafíos, y la secuencia de pasos que se requieren para la integración energética. Se requiere inversión en: (i) infraestructura para interconectar los países; (ii) parámetros institucionales que aseguren los contratos; y (iii) una regulación armonizada que permita el desarrollo de los mercados y la eficiencia económica.
- 2.61 Al ritmo de la continua reducción de los costos de la energía renovable no convencional y el aumento de su participación, irán surgiendo nuevos desafíos para la infraestructura de la red y las operaciones del sistema. Las centrales eléctricas convencionales seguirán brindando seguridad y fiabilidad al sistema, siendo cada vez más valoradas por ofrecer servicios auxiliares y capacidad de respaldo. Como fuente de reserva, la generación tradicional tendría que producir un alto nivel de potencia mínima. Cuando existen limitaciones en la red de transmisión para transferir toda la producción de energías renovables no convencionales, podría requerirse una restricción¹⁷ de producción dentro de la zona con exceso de energía. En la zona con déficits se usaría la generación no económica, elevando los costos de gestionar la congestión¹⁸. Estas ineficiencias, si bien se producen en las redes de transmisión con sistemas convencionales,

¹⁷ La restricción es la desconexión de la generación renovable variable cuando la energía no puede ser absorbida por una carga. Puesto que el costo adicional (marginal) de producir una unidad de energía es muy próximo a cero, la restricción supone una ineficiencia muy considerable del sistema. Esto puede evitarse aumentando la carga en la zona no sujeta a limitación, desplazando las cargas al momento en que exista energía en exceso, almacenando esa energía para su uso en otro momento o ampliando la capacidad de la red para englobar otras cargas. Cada una de estas soluciones exige un tipo de inversión diferente, y la selección de una u otra dependerá de una combinación de factores económicos, tecnológicos y de políticas públicas.

¹⁸ La congestión se produce cuando, en un despacho económico de las centrales de generación, los flujos de corriente excederían la capacidad de transmisión disponible, lo que requeriría de un redespacho desde centrales menos económicas, dentro del área congestionada. La diferencia de costos aporta una señal de la necesidad de expandir la red de transmisión.

serán previsiblemente mayores en sistemas dominados por las energías renovables no convencionales, y por ende deben tenerse debidamente en cuenta al planificar la expansión del sistema.

- 2.62 Es necesario evaluar cuidadosamente el surgimiento de nuevas cargas asociadas a la electrificación del consumo de energía (como en el caso de los vehículos eléctricos o las bombas de calor). Los autos eléctricos sustituirán progresivamente a los vehículos con motor de combustión interna. Se espera que la adopción de esta tecnología se acelere cuando el costo total de los automóviles eléctricos sea inferior al de los vehículos tradicionales. Según BNEF, se estima que esto ocurra a mediados de la próxima década. Esto resultará en la reducción del consumo de gasolina y diésel, y en un incremento en el consumo de electricidad, donde la expectativa es que la generación de energía eléctrica utilice combustible de bajas emisiones de carbono como las ERNC.
- 2.63 La movilidad eléctrica es una importante variable que debe ser considerada no solo en términos de la demanda, sino también en los del suministro de energía. El aumento en número de vehículos eléctricos impondrá fuertes exigencias a la generación de capacidad y al uso de la red. La industria energética deberá actualizar la infraestructura disponible (y la reglamentación sobre el uso de la misma) para adaptarla a la demanda de automóviles eléctricos (Gong et al., 2016). Como resultado, es necesario ajustar la planificación y la expansión de la red para que pueda soportar estas nuevas exigencias. Los cambios que se requieren para las condiciones de urbanización son costosos y complejos. Esta nueva exigencia está relacionada con las demoras en la expansión de la red y aumentaría la congestión en los sistemas de distribución.

D. Marco institucional del sector energético – Organización sectorial, gobernanza normativa y políticas

- 2.64 En aras de la sostenibilidad económica, social y ambiental del sector de la energía, los marcos normativos, legales e institucionales deben poderse adaptar a las nuevas tecnologías y modelos de negocio y dar cabida a la innovación para capitalizar todo el potencial de la transición energética. El diseño de las disposiciones normativas ha de regirse por el objetivo de política que se persigue, no por la tecnología que en ese momento permita alcanzarlo. Al caducar las tecnologías, también lo haría una reglamentación que, no actualizada, podría dar origen a ineficiencias. En dicho diseño también deberán incorporarse nuevos enfoques, tales como: (i) herramientas de comportamiento para inducir a los agentes hacia un mejor desempeño; (ii) evaluación del impacto normativo; y (iii) evaluación ex post para rastrear los efectos de las políticas y la reglamentación en un contexto de incesante transformación tecnológica. Las políticas y marcos normativos deben propiciar una transición energética paulatina para evitar potenciales efectos adversos. Ante la posibilidad de que el actual modelo operativo de las empresas de electricidad deje de ser financieramente sostenible de aquí a diez años, se impone adoptar algunas medidas para estar en capacidad de afrontar oportunamente la nueva situación.
- 2.65 Conviene reevaluar de forma periódica y atenta los incentivos para las energías renovables considerando las externalidades, curvas de costos y distorsiones existentes en el mercado de la energía. Por último, las empresas públicas y privadas prestadoras del servicio deben acomodarse a las nuevas tecnologías,

especialmente para interactuar y ofrecer servicios innovadores al nuevo “prosumidor”, lo que implica la innovación en recursos físicos y sistemas.

- 2.66 **Gobernanza.** Las formas de generar, suministrar y usar la electricidad evolucionaron considerablemente durante el último siglo, reflejándose en la estructura del sector. Durante sucesivas décadas, las economías de escala vinculadas con tecnologías de generación centralizada a gran escala alentaron una integración vertical y empujaron a la baja el costo de la electricidad, fomentaron el acceso y propiciaron la existencia de un único proveedor de electricidad en una región. Combinadas, la prestación monopolizada del servicio y la regulación de las tarifas configuraron el modelo de negocio imperante.
- 2.67 En los años ochenta, el modelo de integración vertical de las empresas de servicios se vio cuestionado. El alza de los costos de la energía, sumada a la preocupación por el medio ambiente y la experiencia derivada de la reestructuración de otros sectores como la aviación y el transporte terrestre de mercancías, impulsaron una reestructuración del sector de la energía para introducir la competencia en toda la cadena de valor. Chile fue el primer país en introducir una estructura desagregada en la que las actividades de generación, transmisión y distribución se disociaron y fueron encomendadas a compañías privadas, mientras que el Estado pasó a regular, controlar, planificar e implementar políticas y disposiciones normativas, partiendo del concepto de que la generación y la venta de electricidad no constituyen monopolios naturales. En muchos países, incluidos los de América Latina y el Caribe, donde la empresa de servicios integrada era propiedad del Estado, esta disociación se acompañó de la privatización de los activos. El objetivo primordial era introducir la competencia en la mayor medida posible, favoreciendo una inserción más eficiente de las compañías privadas en el sector energético.
- 2.68 La desagregación se transformó en un elemento clave de la liberalización del sector y la promoción del mercado energético, deshaciendo deliberadamente los mecanismos de coordinación que existían entre esas actividades dentro la empresa de servicios integrada verticalmente. Lo anterior hizo necesario introducir en el sector nuevos agentes con carácter independiente, como operadores del sistema y administradores del mercado. Los agentes del sector privado participaron a título diverso, como promotores del mercado (en cuyo marco los consumidores pueden escoger sus proveedores de electricidad) o suministrando servicios contractuales para empresas estatales de integración vertical.
- 2.69 Tanto a nivel mundial como en América Latina y el Caribe se observa un grado de competencia muy diverso. La progresión hacia una mayor competencia se estructura en cinco grupos de organización sectorial: (i) monopolio regulado de integración vertical; (ii) incorporación de productores independientes de energía en paralelo al proveedor dominante de integración vertical; (iii) sector desagregado con productores independientes de energía; (iv) mercado mayorista; y (v) mercado mayorista y competencia en el segmento minorista (AIE, 2016). Incluso dentro de estos grupos existe un grado de diversidad. Por ejemplo, el mercado mayorista de Brasil consiste en subastas con demanda regulada, mientras que el de Noruega es un mercado spot con ofertas agrupadas cada media hora provenientes de generadores de diversos países. Examinando la base de datos de la AIE (2016) puede observarse que las economías más desarrolladas tienden a adoptar mecanismos que favorecen una mayor competencia.

- 2.70 El adecuado funcionamiento de un sistema eléctrico depende de la coherencia de los incentivos que genere el marco regulador. No existe un único modelo para todos los casos. El mejor modelo organizacional será aquel que tenga en cuenta el tamaño del mercado, la disponibilidad de recursos, la infraestructura existente y el andamiaje institucional. Múltiples publicaciones académicas abordan el tema. Joskow (2008), resumiendo las lecciones aprendidas de 20 años de liberalización, demuestra que uno de los principales obstáculos para evaluar las reformas de liberalización con instrumentos tradicionales es la ausencia de una referencia contrafáctica. Aun si algunas metodologías pueden revelarse útiles a posteriori para los responsables de políticas, el mejor método de evaluación radica en usar un esquema comparativo de gobernanza, para lo cual es fundamental considerar la factibilidad de diferentes opciones en el contexto específico de un país. De esta suerte, se concluye que las reformas tienen claros beneficios potenciales, pero también entrañan riesgos, especialmente cuando su ejecución es errada o parcial. Considerando algunas contrapartidas de los elementos clave del diseño de los mercados, Wilson (2002) revela que es esencial partir del supuesto de que los mercados de la energía son imperfectos y que un diseño adecuado ha de tener en cuenta el potencial para la competencia. Además, el diseño del mercado debe evolucionar para adaptarse a nuevas tecnologías. Así, Vázquez et al. (2017) ilustran cómo la variabilidad de las energías renovables repercute en los costos y beneficios del diseño del mercado diario.
- 2.71 Aun en este contexto de amplia diversidad de la organización sectorial, la mayoría de los países tienden a introducir mecanismos de mercado para promover una eficiente participación privada. Esta tendencia se ve reforzada por el proceso de innovación, a saber: (i) la innovación ha reducido la economía de escala en la generación, haciendo posible el ingreso de nuevos agentes al mercado; (ii) incluso los mercados más pequeños tienen mayor potencial para introducir una competencia efectiva; (iii) la innovación ha respondido al impulso de nuevos agentes del sector, incluidas las industrias automotriz y de telecomunicaciones; (iv) los nuevos modelos de negocio que ofrecen diversificación de servicios pueden aumentar el valor de la competencia para el mercado minorista; y (v) el costo asociado al monopolio regulado es mayor en industrias innovadoras. En este contexto, la innovación ha alentado la incorporación de agentes privados en las industrias de la energía, incluso aquellas que previamente rehuían las reformas (Zeng et al., 2016). Observamos en consecuencia un avance de la participación privada, ante todo en las nuevas tecnologías. A modo de ilustración, es interesante observar que el 92% de la inversión en energías renovables en 2016 se originó en el sector privado (IRENA, 2018).
- 2.72 El modelo de estructura desagregada comenzó a cambiar a finales de la década del 2000. Muchos países europeos, preocupados por el cambio climático, pasaron a promover activamente la energía renovable. Los clientes finales y los pequeños productores en particular adoptaron el uso de paneles solares, intercambiando energía con la red, y en algunos casos se convirtieron en proveedores netos (lo que se ha dado en llamar el “prosumidor”). En el proceso permanente de reorganización del sector han tenido fuerte impacto las últimas tecnologías, varias de las cuales se están combinando para catalizar cambios en el sector eléctrico: (i) la competitividad de la tecnología eólica y solar fotovoltaica; (ii) la reducción del costo del gas natural; (iii) la flexibilidad y eficiencia de las centrales de ciclo combinado; (iv) el almacenamiento de energía eléctrica; y (v) los sistemas de respuesta a la demanda y su costo progresivamente menor (Tuttle et al., 2016).

La reducción de escala (como en el caso de la energía distribuida) y la disminución de los costos de transacción (por ejemplo mediante la digitalización y la tecnología de cadena de bloques o *blockchain*) representan un mayor potencial de competencia, incluso al nivel minorista.

- 2.73 **La gobernanza en el sector de la energía.** La organización del sector presenta grandes variaciones entre países. En las estructuras más complejas participan múltiples instituciones, tales como compañías públicas y privadas, entes reguladores, organismos de planificación, operadores del sistema y ministerios sectoriales (de energía, hacienda o medio ambiente). La gobernanza institucional es crucial para la existencia de un sector energético eficiente. El marco jurídico sirve de sustento para la operación del sector, especialmente en cuanto a la definición y aplicación de derechos de propiedad, el espacio para la participación de la inversión privada y el establecimiento de las principales instituciones que coordinan el sector.
- 2.74 **Información sobre la energía.** La disponibilidad de datos e información sobre el sector energético es esencial con fines de análisis y planificación, formulación de políticas energéticas y decisiones de inversión, si bien varía ampliamente en función de los países y temas. La información es fundamental para la promoción de medidas eficientes por las instituciones públicas y los responsables de políticas¹⁹. Más importante aún es la transparencia en una organización sectorial en que las empresas privadas cumplen un papel primordial. La transparencia de los datos es la clave para promover la competencia y permitir la vigilancia normativa, en tanto que el seguimiento y la supervisión del mercado son esenciales para crear un mercado energético fiable. Según diversos estudios, la información sobre reglamentación, estadísticas y servicios generales del gobierno afectan a la inversión del sector privado en infraestructura. Por ejemplo, algunos autores destacan el valor de conectar a los gobiernos mediante herramientas en línea como servicios de gobierno digital bien concebidos, así como la posibilidad de interactuar en línea con los funcionarios públicos. Esto permite a los inversionistas acceder a información pertinente y solicitar más eficientemente permisos y licencias (Mia, Estrada y Geiger, 2007).
- 2.75 Existen diversos ámbitos en que se requiere una mayor disponibilidad de información, tales como producción y uso de combustibles tradicionales para cocinar, instalaciones de energía renovable descentralizadas, demanda sin cubrir, eficiencia energética, precios de la energía y calidad de la infraestructura y los servicios de energía. En la era de los macrodatos (*big data*), las modernas tecnologías que conectan los sectores de energía y telecomunicaciones producirán cantidades significativas de información, lo cual puede constituir un valioso recurso para la optimización de políticas (por ejemplo sobre eficiencia o pobreza energética), pero también genera importantes interrogantes en cuanto a la regulación, propiedad y utilización de los datos. Este asunto ha planteado diversos desafíos y despertado el interés de los gobiernos²⁰.

¹⁹ Como ejemplo de políticas basadas en la recopilación de datos podemos citar la adopción de la política de transparencia y definición de parámetros en 24 jurisdicciones de los Estados Unidos, con el objetivo primordial de impulsar medidas de eficiencia energética identificando oportunidades para realizar mejoras en edificaciones mediante la recopilación y el análisis de datos (Mins N. et al., 2017).

²⁰ A fin de ilustrar las políticas en ese sentido, cabe citar la publicación de la convocatoria para propuestas de investigación de la Comisión Europea sobre soluciones de *big data* para 2019 (DT-ICT-2019), con un presupuesto disponible de €30 millones.

- 2.76 En algunos países, la inversión pública y las compañías de propiedad estatal siguen siendo importantes para el sector de la energía. Estas últimas, a diferencia de sus contrapartes privadas, tienen múltiples objetivos que, más allá de lo económico, abarcan lo social, lo cual hace más difícil evaluar su desempeño y su gobernanza. A la luz de lo anterior, un elemento clave para promover un mejor desempeño consiste en lograr una efectiva gobernanza institucional²¹, algo que en el caso de las empresas públicas de servicios puede verse sensiblemente obstaculizado por la compleja interacción entre los distintos interesados. Es frecuente constatar una falta de claridad o definición de los tres elementos de la gobernanza corporativa en las empresas de servicios de energía de América Latina y el Caribe, con efectos adversos sobre sus resultados financieros y operativos. Al aplicar esquemas de tarifas que limitan la recuperación del capital invertido, se resienten la calidad del servicio, la adopción de innovaciones y la ampliación del sistema. La transparencia en la ejecución de tales esquemas se revela esencial para la rendición de cuentas y la labor de escrutinio social.
- 2.77 En los países donde las alianzas público-privadas tienen una presencia importante, la transparencia de dichas alianzas y la asignación de los procesos resultan vitales. La intervención de los gobiernos en el sector energético, independientemente de cual sea el diseño institucional, debe ser transparente y abierta a la rendición de cuentas. Debe incluir los aspectos generales de las políticas energéticas, desde aquellas que contemplan las energías renovables hasta las que rigen los subsidios a consumidores. Como explican Molina y Vieyra (2012), la transparencia crea los canales que permiten la participación de los ciudadanos (mejora la democracia) y ayuda a identificar deficiencias tanto en los sectores públicos como en los privados, dejando ver los puntos vulnerables a la corrupción. En este contexto, de manera que se pueda analizar la asignación eficiente de recursos públicos, es importante implementar una metodología robusta que evalúe las políticas gubernamentales (metas, incentivos, dinámica y capacidades) y diseñe en consecuencia la política de transparencia.
- 2.78 **Digitalización**²². Otra dimensión de la generación de datos sobre energía para las decisiones en materia de políticas e inversión consiste en la disponibilidad de datos y los procesos técnicos, operativos y financieros que fluyen sin cesar entre distintos eslabones de las múltiples cadenas de valor en el sector. La digitalización posibilita: (i) un despacho más eficiente de recursos distribuidos; (ii) un mayor nivel de control de la demanda e incentivos al consumidor en respuesta a la demanda; y (iii) un mayor equilibrio general entre oferta y demanda en todos los períodos. El internet ha facilitado en gran medida la transformación del sector. La digitalización de la información generada por una multitud de equipos, sensores y sistemas inteligentes autónomos que responden a determinadas condiciones predefinidas hace posible automatizar un sinnúmero de respuestas que aumentan sensiblemente la velocidad y eficiencia. Más aún, el Internet de las cosas y la inteligencia artificial prometen automatizar todavía más las operaciones. Sin embargo, también existen múltiples riesgos asociados a la digitalización y automatización de sistemas y procesos, entre ellos la ciberseguridad o las

²¹ Entendida como el conjunto de relaciones entre la compañía y las partes interesadas con base en tres elementos: (a) los objetivos de la compañía; (b) los medios para lograr los objetivos; y (c) los mecanismos de seguimiento, lo que incluye el cumplimiento de los objetivos, los medios para alcanzarlos y los resultados obtenidos (OCDE, 2004).

²² Para un análisis detallado de la importancia de la digitalización para el sector energético y de sus beneficios, costos y riesgos, véase AIE, 2017d.

interrupciones prolongadas producidas por circuitos imprevistos de retroalimentación en los sistemas, en los que el fallo de un componente puede generar efectos en cascada. Otros riesgos tienen que ver con la gestión de la privacidad y la información personal.

- 2.79 **Gobernanza de los entes reguladores.** Los entes reguladores cumplen una función primordial en el mercado de la energía, por lo cual su gobernanza es fundamental para la salud del sector. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2014), las prácticas óptimas de gobernanza de esas instituciones deben incluir los siguientes elementos: (i) claridad de funciones; (ii) medidas para prevenir influencias indebidas y preservar la confianza; (iii) estructuras directivas y de toma de decisiones para los reguladores independientes; (iv) rendición de cuentas y transparencia; (v) compromiso con las partes interesadas; (vi) existencia de una fuente de financiamiento que asegure la imparcialidad del regulador; y (vii) evaluación del desempeño.
- 2.80 Una adecuada gobernanza normativa coadyuva al desempeño eficaz del sector, en particular asegurando que los precios reflejen una estructura de costos eficiente y las compañías cumplan los criterios de desempeño. Los resultados evidencian una clara mejora del desempeño de los proveedores de servicios mediante la intervención de un ente regulador, aun en el caso de las compañías estatales. Los mayores logros se obtuvieron conjugando la participación del sector privado con la acción de un regulador provisto de una adecuada gobernanza (Andrés et al., 2008; 2007). Los entes reguladores deben ser formalmente independientes de los ministerios y poseer suficientes recursos financieros, preferentemente procedentes de tasas sectoriales. También la rendición de cuentas y la contratación de profesionales competentes son aspectos esenciales (Fay y Morrison, 2007).
- 2.81 La articulación intersectorial de múltiples agentes con distintos niveles de capacidad, autoridad o apropiación que participan activamente en el sector de la energía es decisiva para la coherencia de las políticas y disposiciones normativas y la adecuada formulación de proyectos en este sector.
- 2.82 **Políticas energéticas.** Las medidas de política en el ámbito renovable no convencional adoptadas en este momento histórico de transición de los sistemas energéticos podrían repercutir en la sostenibilidad de dichos sistemas en décadas venideras. Especialmente en Europa, los responsables de políticas incentivaron tecnologías alternativas, como la eólica. Los gobiernos introdujeron disposiciones normativas ambientales, créditos fiscales, precios de venta garantizados y metas para la generación renovable. En los Estados Unidos, algunos estados pusieron en marcha programas de apoyo a instalaciones solares a finales de la década del 2000 y comienzos de la de 2010. Los incentivos incluían esquemas de tarifas de inyección a la red eléctrica, subastas para contratar electricidad de fuentes renovables a precios preferentes, normas aplicables a la cartera de fuentes renovables, certificados verdes comercializables, implantación de la medición neta de electricidad que permite a los productores autónomos vender energía a la red, mezcla obligatoria de biocombustibles con combustibles fósiles e incentivos fiscales, junto con metas establecidas por política y medidas de apoyo a actividades de capacitación e investigación y desarrollo. Países europeos como Alemania y España impulsaron la adopción de un marco de energía renovable no convencional que propició economías de escala y una mayor competencia, haciendo posible las reducciones de precios. Esto, no obstante, generó una

enorme carga que ha elevado el costo de la electricidad para los consumidores que siguen conectados a la red (National Renewable Energy Laboratory, Informe Técnico, 2017). Por ejemplo, actualmente la mitad del importe de la factura de electricidad de los consumidores residenciales en Alemania se destinará a sufragar las obligaciones generadas por estos mecanismos (Juergens et al., 2017). En los sectores eólico y solar, el apoyo gubernamental a los procesos de producción y despliegue fue fundamental (Tuttle et al., 2016).

- 2.83 Gracias a la reducida escala de las tecnologías renovables no convencionales –como la solar fotovoltaica– algunos clientes, al generar parte de su propia electricidad, se han transformado en “*prosumidores*”, compitiendo efectivamente con su empresa proveedora local o con los generadores a gran escala. Algunas políticas (como los esquemas de tarifas de inyección a la red) han brindado alicientes para la expansión de la generación distribuida, la innovación tecnológica y la reducción de costos. No obstante, tanto el modelo de negocio de los proveedores tradicionales como la estructura competitiva del mercado se ven amenazados, en su forma actual, por esta actividad de autogeneración. Además, en razón del potencial de respuesta efectiva a la demanda, el consumidor deja de ser un agente pasivo para convertirse posiblemente en un agente clave.
- 2.84 La disminución del costo de las nuevas tecnologías exigirá reevaluar las políticas que promueven la adopción de las energías renovables no convencionales. Por primera vez en 2017, Alemania no ha concedido apoyo de precios garantizados a la energía eólica en tierra (Hubik, 2017), y Panamá ha decidido no distinguir entre tecnologías en la ronda de subastas de energía (critica.com.pa, 2018).
- 2.85 Nuevos descensos del costo de las energías renovables no convencionales podrían crear incentivos para desconectarse de la red, agudizando los riesgos para la sostenibilidad financiera del sector, ya que, al reducirse el número de clientes que pagan cargos fijos, podría ponerse en marcha un ciclo vicioso de aumentos de precios y mayores incentivos para desconectarse. Quizá el actual modelo de negocio que remunera a las compañías de distribución con las ventas de energía dejaría de ser financieramente sostenible si se produce un fuerte incremento de la energía distribuida bajo el régimen normativo vigente. En tal caso, al menguar sus ingresos, las compañías podrían verse sin los recursos necesarios para modernizar sus operaciones. Por ejemplo, los propietarios de sistemas fotovoltaicos para techos pagan costos de red como parte del precio por kWh consumido. De ello se derivan dos consecuencias: (i) no todo el consumo se traduce en remuneración para la red, dado que no se mide la energía que se autoproduce y consume detrás del medidor; y (ii) en un esquema de medición neta, la red actúa como una batería, almacenando el exceso de producción para su consumo posterior en forma de créditos de energía. Es decir, el exceso de energía es absorbido por la red y usado efectivamente. Cuando estos créditos se consumen, se utiliza nuevamente la red. En ninguno de los casos hay remuneración para la red. Además, los costos de red dependen de la máxima capacidad de red que se requiera, no del promedio. De esto resulta que el consumo de electricidad autoproducida incrementa los costos para otros usuarios de la red. La solución puede radicar en el uso de la medición bruta, en la que la electricidad producida y suministrada a la red se mide con un medidor separado y se remunera por separado. Este efecto seguirá produciéndose conforme sigan cayendo los costos de la tecnología fotovoltaica para techos. En el futuro próximo, “el negocio de los cables” seguirá siendo importante. Por lo tanto, si el modelo

vigente de ingresos basado en ventas volumétricas no produce ingresos suficientes para sufragar las inversiones en cuidado, operación, mantenimiento y expansión de las redes, es necesario que pueda desarrollarse un modelo alternativo.

- 2.86 Dentro del marco normativo vigente, la aparente amenaza sobre el actual modelo de negocio basado en un monopolio natural llevaría quizá a las compañías de servicios a adoptar un comportamiento defensivo y racionalizar gastos. Un esfuerzo por bloquear la legislación favorable a la instalación de generación distribuida frenaría su desarrollo hasta que sea más barato desconectarse de la red. Los clientes que pagan un precio alto serían probablemente los primeros en retirarse, lo que impondría aumentos tarifarios para los clientes restantes e induciría nuevas desconexiones, creando un ciclo vicioso que podría llevar a la desaparición de la compañía de servicios. Alternativamente, la transición podría ser menos traumática gracias a un esquema colaborativo entre los responsables de políticas, los reguladores, las compañías de servicios, los clientes y la industria. Los responsables de políticas examinarían nuevas estructuras de regulación y del mercado eléctrico, y los clientes llevarían adelante actividades de autogeneración utilizando las redes de las compañías tradicionales. Nuevos proveedores con mayor base tecnológica o el segmento desregulado de las compañías proveedoras existentes introducirían una mayor automatización, generando crecientes eficiencias y dando lugar a la separación entre el “negocio de los cables” y el negocio de gestión de la energía (Energy Institute, 2017).
- 2.87 Se observa una interacción entre la organización del mercado y las opciones y avances tecnológicos²³. Existen variadas combinaciones de mercados, disposiciones normativas y tecnologías, que van de una mayor separación de actividades a la proliferación de minirredes autosuficientes dentro de las redes nacionales. La incorporación de los consumidores como agentes clave encierra el más claro potencial de transformación y plantea los mayores retos, aun para las economías más desarrolladas y liberalizadas. En un proceso concienzudo de planificación habrán de tenerse en cuenta variables intrasectoriales como la dotación en recursos, el estado de la infraestructura, la organización sectorial y el entorno normativo y jurídico, pero también variables externas como la disponibilidad de financiamiento, el grado de financiamiento y factores macroeconómicos.
- 2.88 **Políticas de eficiencia energética.** Las políticas de eficiencia energética y la respuesta a la demanda tienen un enorme potencial para reducir la demanda y desplazar las cargas máximas, reforzando la eficiencia general del sistema. No obstante, diversos estudios apuntan a la necesidad de atender a los comportamientos de los consumidores al formular dichas políticas, especialmente cuando estas están dirigidas a los hogares, como se observa en el estudio de Romero (2017). Por otra parte, las políticas deben tener en cuenta los potenciales efectos de rebote, que se producen cuando se hallan otros usos para la energía, revirtiendo el consumo a sus niveles anteriores. En algunos estudios como Liang et al. (2017) se observó que la eficiencia energética puede tener efectos diferentes en hogares con distintos niveles de ingreso, siendo los efectos de rebote más pronunciados en hogares de menor ingreso.

²³ Por ejemplo, para atender el aumento de la volatilidad de las nuevas fuentes de energía, es fundamental valorar la flexibilidad de los servicios y las herramientas, como las baterías y la respuesta a la demanda.

- 2.89 **Equilibrio entre asequibilidad y sostenibilidad financiera del sector energético.** La viabilidad financiera y operativa de los proveedores de electricidad depende de la recuperación de los costos asociados con: (i) sus operaciones gestionadas eficientemente; (ii) niveles idóneos de calidad; y (iii) asequibilidad para los consumidores (BID, 2013). Si los ingresos de los servicios son inferiores a los costos de operación eficiente, el resultado será una baja calidad del servicio y pérdidas de electricidad. Generalmente, las tarifas deben ser adecuadas para permitir que los proveedores de los servicios recuperen los costos fijos y operativos. Sin embargo, en algunos casos específicos, los subsidios gubernamentales pueden complementar las tarifas para que se alcancen los ingresos que se requieren para recuperar los costos de los servicios. En este contexto, es muy importante evaluar cuidadosamente el beneficio que se espera de dichos subsidios, así como los costos que se derivan de las distorsiones que generan. Dependiendo del tamaño, la duración y los objetivos, los subsidios pueden no alcanzar el objetivo original (IIDS, 2014).
- 2.90 **Financiamiento de las inversiones en energía.** La movilización de recursos será decisiva para la eficaz implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A fin de procurar el financiamiento necesario para materializar los objetivos de desarrollo sostenible, en la Agenda de Acción de Addis Abeba de 2015 se instó a la comunidad internacional para elevar sus montos de financiamiento de miles de millones a billones de dólares, así como a examinar nuevos e innovadores mecanismos para financiar la Agenda 2030 (Reunión del Comité para el Desarrollo, 2015).

III. PRINCIPALES DESAFÍOS DE LA REGIÓN EN EL SECTOR ENERGÍA

- 3.1 América Latina y el Caribe es en términos energéticos la región menos contaminante del mundo, aunque su desempeño ha sido menos favorable en los últimos años. La energía renovable no convencional ofrece la oportunidad de seguir depurando la matriz energética y facilitar el acceso a servicios de energía. En muchos países de la región urge fortalecer la infraestructura eléctrica, no solo para mejorar la calidad del servicio, sino además para satisfacer las demandas adicionales procedentes de nuevos servicios y nuevas cargas, por ejemplo en el transporte y la calefacción. Aun cuando el acceso al suministro eléctrico es relativamente alto, existen oportunidades para dar un salto tecnológico, especialmente hacia la adopción de sistemas no conectados a la red en zonas rurales y remotas. En esta sección se examinan los retos energéticos para la región con respecto a los principales temas expuestos en la sección anterior, así como las acciones que se requieren para hacerles frente. Estos ámbitos guiarán la acción del Banco en la región basándose en los cuatro pilares de: (i) acceso a la energía; (ii) sostenibilidad; (iii) seguridad energética; y (iv) gobernanza.
- A. Acceso a la energía – Cobertura, fiabilidad y asequibilidad**
- 3.2 América Latina y el Caribe ha realizado grandes avances en la reducción de la brecha de acceso desde 2000. En términos de cobertura eléctrica, la mayoría de los países han alcanzado el acceso universal en áreas urbanas y superado el 80% de cobertura total. Por otro lado, casi todos los países registran una cobertura mayor del 90%, algo que sólo lograban unos pocos en 2000. No obstante, aumentar la cobertura, fiabilidad y asequibilidad de la provisión de energía moderna sigue planteando un desafío de primer orden en toda la región. Millones

de personas carecen aún de electricidad o reciben un servicio inadecuado o poco fiable, y muchas más siguen usando energía tradicional de biomasa para cocinar.

- 3.3 **Ampliación de la cobertura.** La cobertura eléctrica estimada en América Latina fue de 97% en el 2016, con un total de 22 millones de personas privadas de acceso (ver [Cuadro 3](#)). Si bien la región progreso significativamente, el acceso es todavía un desafío importante para algunos países de LAC, como los casos de Haití (70% de la población no tiene acceso a la electricidad) y Nicaragua (10% of the population no tiene acceso a electricidad). Si se exceptúan unos pocos países con bajos índices de cobertura, la mayoría de las personas sin acceso a energía moderna en América Latina y el Caribe constituyen casos aislados, como habitantes de zonas urbanas y periurbanas sin recursos o miembros de comunidades sumamente dispersas en zonas rurales o remotas. La falta de acceso a la energía afecta en particular a mujeres y niños, así como a las poblaciones indígenas y afrocaribeñas.

Cuadro 3. Acceso a electricidad en América Latina y el Caribe

Población	Nacional (%)			
	2000	2005	2010	2016
América Latina y el Caribe	88			97
Argentina	95	97	99	99
Barbados	96	98	99	100
Belice	82	82	89	93
Bolivia	55	65	79	88
Brasil	95	97	99	99
Chile	94	96	98	100
Colombia	87	92	95	97
Costa Rica	97	98	99	99
Cuba	92	94	96	100
República Dominicana	89	92	95	97
Ecuador	85	88	92	97
El Salvador	63	74	82	96
Guatemala	65	77	80	92
Guyana	27	27	28	88
Haití	43	52	64	30
Honduras ²⁴	88	92	93	74
Jamaica	95	96	98	98
México	55	60	70	99
Nicaragua	84	86	90	90
Panamá	82	98	99	92
Paraguay	64	71	79	99
Perú	82	84	89	95
Suriname	91	94	96	90
Trinidad and Tobago	96	97	99	99
Uruguay	94	96	98	100
Venezuela	95	97	99	99

Fuentes: AIE, Energy Access Outlook 2017; base de datos SIER de la OLADE.

- 3.4 Como se observa en el Cuadro 3, Haití es el país de la región con menor nivel de acceso a electricidad, debido al complejo contexto político, económico y legal. El BID, junto con otros organismos de desarrollo, ha participado intensamente en actividades de reforma institucional, desarrollo de infraestructura y asesoramiento de políticas en el país. En el [Recuadro 1](#) se esboza una posible solución, entre otras muchas, para aumentar el nivel de acceso y se señalan opciones de posibles intervenciones que combinan el acceso a electricidad con el uso innovador de microrredes solares y mecanismos de pago por telefonía móvil.

²⁴ Parte de la disminución de las tasas de acceso en Honduras de 2010 a 2016 se puede explicar por efectos estadísticos. En mayo de 2016, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, ENEE, generó un informe sobre la cobertura de energía eléctrica en Honduras durante el año 2015 ("Cobertura del Servicio de Energía Eléctrica en Honduras 2015"). Este informe utiliza una nueva metodología, que obtiene un resultado de 73,9% de cobertura nacional (con 81,3% en zonas urbanas y 64,4% en las rurales), y estima que la cobertura nacional podría ser de 77% (esta estimación considera que existen algunos usuarios que no están registrados en el sistema de facturación de la ENEE o que no cuentan con medidores independientes). Esta nueva metodología se basa en la información del censo de 2013, que declara un incremento en el número de hogares. De acuerdo con el informe, el Instituto Nacional de Estadísticas indica que el 56,73% de los hogares en Honduras se ubican en zonas urbanas (53,88% de la población) y el 46,27% están en zonas rurales (46,12% de la población). Además, la nueva metodología aplicada por la ENEE no incluye los hogares que cuentan con sistemas solares para generación de energía eléctrica. Esta información contradice otros informes sobre cobertura de energía eléctrica producidos por la ENEE y otras agencias. La ENNE está al tanto de esto y actualmente está revisando la información.

Recuadro 1. Haití – Electrificación del país por medio de minirredes solares comunitarias

El desarrollo de minirredes solares comunitarias en Haití podría dar respuesta a los siguientes desafíos:

Bajos índices de electrificación y zonas urbanas de alta densidad aisladas. Haití es uno de los países menos electrificados del mundo. Se calcula que, de sus casi 11 millones de habitantes, solo entre el 25% y el 30% posee acceso a electricidad. Casi siete millones de personas, que pueden agruparse en 1.900 comunidades de alta densidad de más de 5.000 habitantes, carecen de acceso o apenas tienen un servicio limitado.

Elevados precios de la energía. El costo de la electricidad en Haití es uno de los más altos del mundo, lo cual limita la capacidad de los clientes para pagar la factura eléctrica.

Escasa retribución económica por el suministro eléctrico. Históricamente, puede considerarse a Haití como un país donde los consumidores son poco partidarios de pagar la factura eléctrica y por ende las compañías eléctricas tienen dificultades para recaudar sus ingresos. El programa se basa en el principio de que la electrificación favorece los ingresos, la creación de empleo, la educación y el empoderamiento de la mujer. Mediante la productividad, las mujeres en particular podrán pagar sus facturas. El programa que se propone presenta, por lo tanto, las siguientes características para superar estos desafíos:

Minirredes con potencial de gran escala a partir de zonas de alta densidad. Mediante el desarrollo de minirredes solares comunitarias en núcleos de alta densidad, el índice de electrificación del país podrá aumentarse eficientemente a más del 70%. El financiamiento podría centralizarse a través de un gestor de fondos encargado de diseñar y desarrollar el programa de minirredes y de otorgar fondos no reembolsables destinados a infraestructura eléctrica. Otros donantes, como organizaciones no gubernamentales y religiosas que realizan tareas de apoyo en Haití, también podrían aportar fondos para promotores de minirredes solares.

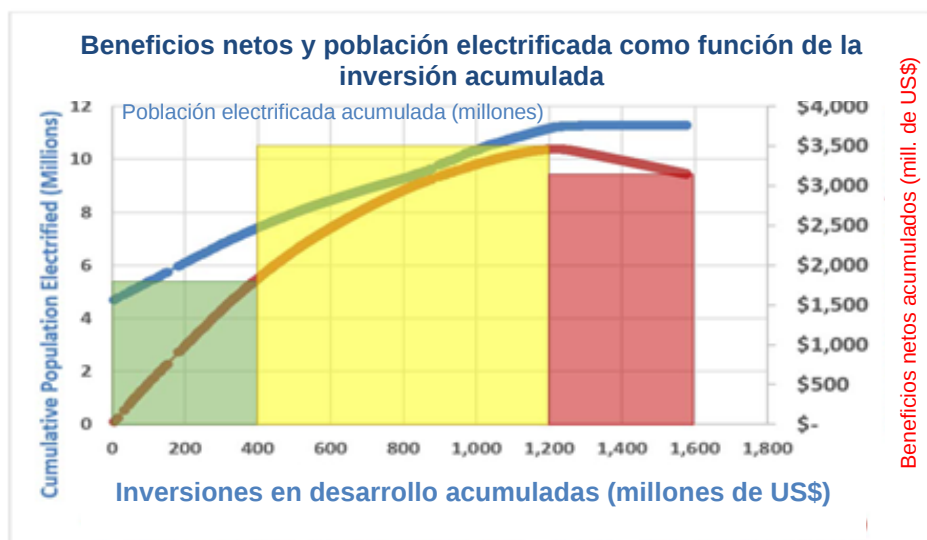
Fortalecimiento del ente regulador. Cabría reforzar las funciones del actual ente regulador para implantar normas aplicables a los contratos financieros entre promotores y usuarios finales (precios, calidad del servicio y duración de la licencia de operaciones).

Pagos por teléfono móvil. El esquema que se propone ofrece una opción sencilla y accesible de pagos monetarios por teléfono móvil que previsiblemente aumentará la capacidad de los promotores para recaudar ingresos y ahorrará tiempo a los usuarios en el proceso de pago. La tasa de uso de teléfonos móviles está cerca del 90%.

El gráfico que figura a continuación ilustra la inversión acumulada necesaria para lograr crecientes niveles de electrificación. Un volumen de inversiones de US\$400 millones se traduciría en nuevas conexiones para 2,7 millones de personas y beneficios sociales por US\$1.800 millones.

Entre las características del programa está el requisito de compatibilidad de las minirredes con la red nacional para facilitar la interconexión en el futuro. Los componentes tendrán características uniformes y se centrarán en requisitos que aseguren la resiliencia de las instalaciones ante el cambio climático. Por otro lado, las compras agrupadas podrían permitir celebrar acuerdos de licitación y de este modo generar economías de escala en conexiones y equipos solares.

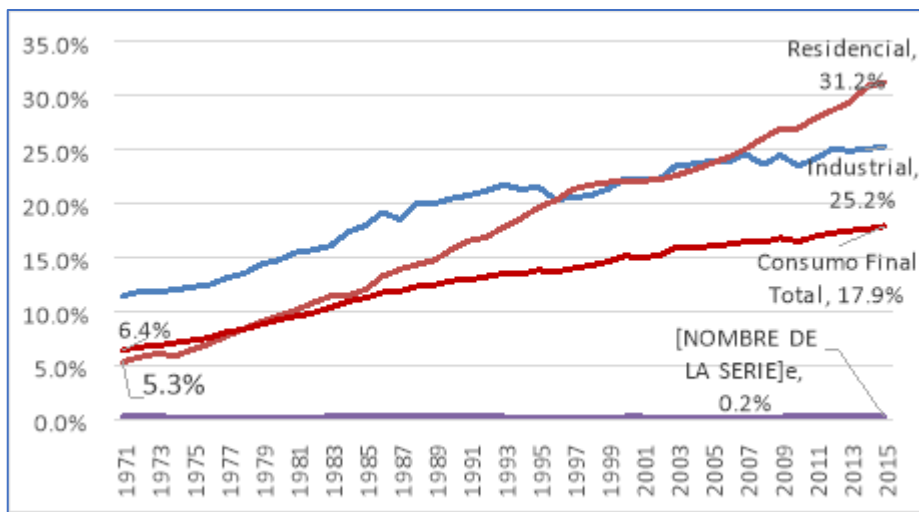
Cifras acumuladas de inversión, población electrificada y beneficios netos



Fuente: Navigant Consulting, 2017.

- 3.5 El consumo total de energía en la región ha aumentado en una sexta parte durante cuatro décadas, mientras que la participación residencial se ha multiplicado por más de seis, lo cual refleja el descenso en el consumo de biocombustibles no sostenibles, especialmente leña y carbón vegetal. Desde comienzos del siglo se ha dado una gradual convergencia hacia la universalidad del servicio. Nicaragua, Bolivia, Honduras, Perú y Guatemala han logrado avances significativos. Una vez que se alcanza una cobertura próxima al 95%, se hace difícil, costoso y lento llegar a los restantes hogares, más remotos, por lo que los países deberán redoblar esfuerzos para lograr el servicio universal.

Gráfico 2. Aumento de la participación promedio en la electricidad en América Latina y el Caribe (1971-2015)



Fuente: Cálculo del BID con base en datos de CAIT Climate Data Explorer (Instituto Mundial sobre Recursos).

- 3.6 **Ampliación del acceso a combustibles modernos para cocinar.** El uso insostenible de biomasa para cocinar ha disminuido de forma muy considerable en la región desde 2000, cuando el 19% de la población dependía del uso de combustibles tradicionales. Aunque para 2015 esta proporción había descendido al 12%, la AIE estima que 59 millones de personas no tienen acceso a combustibles limpios y 57 millones sólo usan combustibles de biomasa sólida (el resto corresponde principalmente a queroseno). Según cálculos de la OMS (2016), en América Latina y el Caribe cocinan con combustibles de biomasa sólida 90 millones de personas (entre ellas algunas con acceso a combustibles limpios). Subsiste el desafío de proveer combustibles modernos a los 87 millones de habitantes de la región que cocinan con combustibles sólidos tradicionales, tales como leña y carbón vegetal (véase el Cuadro 4). La penetración y adopción de estufas limpias y eficientes tropieza con dificultades como la falta de conocimiento de los consumidores y la resistencia a los cambios de comportamiento. En Argentina, las Bahamas, Barbados, Ecuador, Trinidad y Tobago, Venezuela y Uruguay se ha logrado una cobertura del 95%. En cambio, siguen existiendo dificultades en Haití, donde la cobertura es del 7%, y en Nicaragua y Honduras, donde no llega al 50%. El subvencionamiento del uso de GPL en América Latina y el Caribe ha contribuido en gran medida a acelerar la transición de combustibles de biomasa sólida a combustibles limpios para cocinar, lo cual indica que la

concesión de subsidios focalizados debe considerarse como una opción de política (Troncoso y da Silva, 2017).

- 3.7 La mejor opción para reemplazar los combustibles tradicionales consistiría en estufas eléctricas que funcionen con energías renovables. Una solución sería masificar el uso del gas natural, pero ello requiere inversiones de capital muy considerables que suelen ejecutarse con lentitud y requieren una cierta densidad demográfica para ser rentables. El GPL representa otra opción mucho más flexible que ya está presente en todos los países. Por último, las estufas mejoradas que funcionan con biomasa, si bien aportan mejoras de combustión y eficiencia, no dejan de generar niveles de contaminación del aire doméstico que superan las recomendaciones de la OMS, y por tanto solo son apropiadas para regiones donde no haya acceso a combustibles limpios.

Cuadro 4. Acceso a combustibles limpios para cocinar en América Central y del Sur

	Personas sin acceso a combustibles limpios				Personas sin acceso (millones)	Personas que usan biomasa (millones)
	2000	2005	2010	2015	2015	2015
América Central y del Sur	19%	18%	15%	12%	59	57
Argentina	5%	4%	3%	-	-	-
Bolivia	33%	30%	19%	17%	2	2
Brasil	12%	10%	7%	5%	10	10
Colombia	20%	18%	14%	13%	6	6
Costa Rica	13%	9%	8%	6%	<1	<1
Cuba	9%	9%	9%	6%	<1	<1
República Dominicana	14%	14%	15%	12%	1	<1
Ecuador	2%	7%	7%	6%	<1	<1
El Salvador	27%	27%	23%	20%	1	1
Guatemala	57%	57%	45%	30%	5	5
Haití	>95%	>95%	94%	93%	10	10
Honduras	68%	58%	54%	52%	4	4
Jamaica	16%	15%	14%	13%	<1	<1
Nicaragua	62%	60%	55%	52%	3	3
Panamá	19%	17%	16%	14%	<1	<1
Paraguay	55%	51%	43%	33%	2	2
Perú	46%	42%	36%	32%	10	10
Trinidad y Tobago	1%	1%	1%	1%	<1	<1
Uruguay	2%	4%	3%	1%	<1	<1
Venezuela	3%	2%	2%	2%	<1	<1

Fuente: AIE, Energy Access Outlook 2017.

B. Sostenibilidad energética - Eficiencia energética, energía renovable y cambio climático

- 3.8 Como parte de la profunda transformación que se está operando a nivel mundial, los países de toda la región tienen ante sí el reto de alcanzar la sostenibilidad ambiental, económica y social de los sistemas de energía, entre otras cosas mediante la reducción de las emisiones de carbono y contaminantes locales. Las principales medidas para favorecer la sostenibilidad son la promoción de la eficiencia energética, el uso de energías renovables y el apoyo a tecnologías como las redes inteligentes.
- 3.9 La incorporación de un uso más sostenible de la energía en América Latina y el Caribe es un proceso de varias décadas. Perú y México fueron pioneros al adoptar

leyes sobre energía renovable en los años setenta, y para 2015 la mayoría de los demás países habían hecho otro tanto. México siguió complementando esta línea de política mediante la ejecución de proyectos piloto para poner a prueba medidas de eficiencia energética, cuyos resultados se plasmaron en una ley. Asimismo, adoptó un mecanismo de tarificación de las emisiones de carbono, si bien tímidamente, pero que sentó las bases para su expansión. Más recientemente, casi todos los países de la región han tomado medidas a partir de la información empírica recopilada por el IPCC y las recomendaciones formuladas por la AIE.

- 3.10 Además, han firmado el Acuerdo de París que explícitamente insta a los países a diseñar e implementar sus contribuciones determinadas a nivel nacional e investigar y comunicar los resultados de estrategias de reducción de emisiones a largo plazo, y en el que se reconoce explícitamente la necesidad de alcanzar a finales del siglo un nivel de emisiones netas igual a cero. La mayoría de los países de América Latina y el Caribe tiene como objetivo las contribuciones determinadas a nivel nacional, y el tipo y detalle de dichos objetivos varía de un país a otro. Pueden ser amplios e incluir diversos sectores, o buscar resultados más específicos en términos de energía y electrificación.
- 3.11 Quince países de América Latina y el Caribe cuentan con algunos objetivos con contribuciones determinadas a nivel nacional, diez de ellos tienen objetivos específicos en términos de energía y electrificación, y cuatro han definido metas específicas sobre energías renovables. Por lo tanto, existe una oportunidad para apoyar la inclusión de objetivos más específicos en el diseño e implementación de estrategias para alcanzar las contribuciones determinadas a nivel nacional.
- 3.12 Aunque la relación entre las contribuciones determinadas a nivel nacional y las energías renovables puede no ser evidente, los esfuerzos realizados para alcanzar las contribuciones determinadas se relacionan con la creciente participación de las energías renovables. Por ejemplo, los países podrían no tener objetivos para energías renovables en el nivel de las contribuciones determinadas pero han establecido metas nacionales (como se observa en el Cuadro 5).

Cuadro 5. Países con objetivos NDCs y sus Planes Nacionales sobre Energías Renovables (ER)

	Objetivo NDC	Plan nacional sobre ER	
País	Sector	Año meta	Objetivo nacional
Argentina	Electricidad	2025	20 %
Brasil	Electricidad	2030	28 %
Chile	Electricidad	2050	70 %
Colombia	Electricidad	2020	77 %
Guatemala	Electricidad	2030	80 %
Haití	Electricidad	2030	50 %
Honduras	Electricidad	2034	80 %
México	Electricidad	2035	60 %
Nicaragua		2027	91 %
Bolivia	Energía	2025	74 %
República Dominicana	Energía	2025	25 %

Fuente: Elaborado por el BID con información del Instituto de Recursos Mundiales, CAIT Data Explorer, Climatewatch, y las bases de datos RISE del Banco Mundial y SER del BID.

- 3.13 Las políticas diseñadas para que los países alcancen sus objetivos de contribuciones determinadas a nivel nacional van más allá del sector energético. Esto incluye la intersección entre diversos sectores. Por ejemplo, los esfuerzos realizados para llevar a las grandes ciudades a reducir las emisiones (Salmeri et al., 2017) y el esfuerzo para aumentar la eficiencia energética y la electromovilidad, que tiene influencia en los sectores energético y del transporte.
- 3.14 **Aumento de la eficiencia en el uso de la energía.** Según proyecciones de la AIE, la demanda total de energía primaria de América Latina y el Caribe en 2035 podría reducirse en un 4% en el escenario de nuevas políticas con respecto al escenario de base tradicional, y reducirse en un 18% más en el escenario de 2 °C mediante la eficiencia energética (AIE, 2017). Las inversiones requeridas en el escenario de nuevas políticas se estimaron en US\$315.000 millones en términos acumulativos hasta 2035, monto equivalente aproximadamente al 8% de las inversiones totales en energía. Para limitar el aumento de la temperatura mundial al objetivo de 2 °C, la región tendría que triplicar virtualmente sus inversiones en eficiencia energética hasta US\$837.000 millones, lo que supone más del 20% de la inversión en el sector (AIE, 2017). Movilizar tal volumen de inversiones será un desafío de envergadura para la región, especialmente porque las inversiones en eficiencia energética deben ser asumidas por una multitud de usuarios de energía, más que por los proveedores a gran escala.
- 3.15 Brasil, Chile y México cuentan con eficaces programas de eficiencia energética que incluyen marcos institucionales, instrumentos de financiamiento e indicadores de desempeño, lo que ha propiciado una reducción efectiva de la intensidad en el consumo energético (CEPAL, 2013). En su evaluación de los programas de 26 países de América Latina y el Caribe, la CEPAL concluyó que en muchos de ellos aún deben superarse obstáculos, tales como: (i) falta de continuidad de las instituciones vinculadas con la eficiencia energética; (ii) conocimiento insuficiente en todos los sectores acerca de la eficiencia energética; (iii) falta de disposiciones normativas adecuadas para promover la eficiencia energética; (iv) en algunos países, precios de la energía demasiado bajos que no reflejan a cabalidad los costos; (v) renuencia de las instituciones de crédito a financiar proyectos de eficiencia energética, lo que se traduce en tasas de interés más altas o requisitos más estrictos; (vi) consolidación incompleta del mercado de empresas de servicios energéticos; y (vii) exceptuando los casos de México y Brasil, falta de desarrollo de indicadores y sistemas de seguimiento con los cuales medir los resultados concretos de los programas (CEPAL, 2013).
- 3.16 **Un papel más destacado para la energía renovable.** Muchos países de América Latina y el Caribe han tomado medidas para incrementar la proporción de la energía renovable dentro de la oferta combinada de energía. A comienzos de 2015, 19 países de la región tenían políticas de energía renovable, y en 14 existían metas de generación eléctrica (véase el [Cuadro](#)). Empero, no basta con tener políticas y metas, y su cumplimiento exige derribar numerosas barreras que frenan la adopción de la energía renovable.

Cuadro 6. Metas de energía renovable para la generación eléctrica en América Latina y el Caribe

País	Meta de generación	Renovables 2015 (%)	País	Meta de generación	Renovables 2015 (%)
Argentina	8%, 2018 20%, 2025	2%	Guyana*	90%, sin fecha	15%
Bahamas	15%, 2020; 30%, 2030	No disponible	Honduras*	60%, 2022; 80%, 2038	44%
Barbados	29%, 2029	3%	Jamaica	15% para 2020	5%
Belice	50%, sin fecha	No disponible	México*	35% para 2026	15%
Brasil	19,3 GW biomasa, 8.8 GW hidroel. pequeña escala, 15.6 GW eólica para 2021	39,4%*	Nicaragua*	74% para 2018, 90% para 2020	43%
Chile*	20%, 2025	38%	Panamá	18,3% para 2023	18%
Costa Rica*	100%, 2021	92%	Santa Lucía	5% para 2013, 15% para 2015, 30% para 2030	n.d.
Dominica	14%, sin fecha	No disponible	San Vicente y las Granadinas	30% para 2015, 60% para 2020	17%
República Dominicana	25%, 2025	14%	Uruguay*	90% para 2015, incluye 1 GW de energía eólica	60%
Guatemala*	80%, 2027	31%			

* Incluye energía hidroeléctrica convencional. Fuente: REN21, 2017.

- 3.17 La necesidad de apoyo en materia de precios ha dejado de figurar entre esos obstáculos. En efecto, la energía renovable no convencional es cada vez más competitiva en el mercado de generación eléctrica en la región. En Argentina, se adjudicaron contratos a proyectos eólicos en un rango de US\$37/MWh-US\$47/MWh como parte de una subasta realizada en noviembre de 2017. También se han obtenido precios similares en Brasil, Chile y Uruguay, lo cual refleja una serie de condiciones favorables como buenos regímenes de vientos, procedimientos eficientes de planificación con escasa oposición y capacidad de regulación mediante almacenamiento de agua en centrales hidroeléctricas. En muchos países caribeños, la generación renovable puede competir con los combustibles fósiles. En México, los proyectos eólicos en Oaxaca compiten con el gas natural y constituyen una valiosa opción para grandes consumidores (Fondo Multilateral de Inversiones, Bloomberg New Energy Finance y Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional, 2014).
- 3.18 En algunos países los resultados son sobresalientes. Uruguay generó en 2014 el 96% de su electricidad a partir de fuentes renovables usando un sistema de despacho integrado en que la energía eólica suministra la carga base y la energía hidroeléctrica sigue sus variaciones (Rodó, 2015). Las energías eólica y solar fotovoltaica han experimentado un crecimiento muy dinámico en la región; así, en Argentina se adjudicaron 1,5 GW de capacidad eólica y 916 MW de capacidad solar fotovoltaica; en El Salvador, 50 MW y 100 MW, respectivamente; y México añadió 8,9 GW de ambas energías (REN21, 2017). La energía solar fotovoltaica, pese a su importancia en zonas rurales y no conectadas a la red, ha experimentado una transición, desde pequeñas instalaciones domésticas hasta plantas eléctricas a gran escala, por ejemplo en Chile y México (REN21, 2017).
- 3.19 En razón de su vulnerabilidad a la fluctuación de los precios del petróleo, las naciones caribeñas asignan gran prioridad al desarrollo local de la energía

renovable, un empeño que se ve obstaculizado por el escaso tamaño de sus mercados. Muchas islas del Caribe aspiran a obtener para 2020-2029 entre el 15% y el 30% de su electricidad de fuentes renovables. Un estudio sobre la energía renovable en los Estados insulares resaltó las siguientes necesidades particulares para impulsar las energías renovables: (i) fortalecimiento institucional y capacitación para crear aptitudes especializadas; (ii) transferencia tecnológica y eliminación de los derechos de importación de tecnologías; y (iii) agregación de proyectos para fomentar esquemas de propiedad compartida entre islas (Cottrell, Fortier y Schlegelmilch, 2015).

- 3.20 Como bien se observó antes, la energía renovable alcanzó o está a punto de alcanzar la paridad de precios con los combustibles fósiles tradicionales, por lo que es posible que no se requieran incentivos especiales tales como esquemas de tarifas de inyección a la red o precios mínimos garantizados (ver [Cuadro](#)). Es menester coordinar su expansión para lograr niveles adecuados de eficiencia, evitando restricciones o un deterioro de la calidad del servicio. La abundante dotación de recursos hidroeléctricos de la región puede permitir absorber la variabilidad asociada a la energía renovable. No obstante, deberá asegurarse la remuneración de los servicios hidroeléctricos para compensar la menor producción de este tipo de energía, así como mitigar otros riesgos.
- 3.21 También urge adoptar o revisar otros instrumentos de política para promover la adopción de energías no contaminantes, entre ellos la fijación del precio del carbono que permite monetizar externalidades negativas (Carlino et al., 2018), subastas para todos los recursos (a diferencia de las centradas específicamente en tecnologías) y la medición neta para fomentar la adopción de la generación distribuida.
- 3.22 Históricamente, América Latina y el Caribe ha sido una región poco contaminante debido a la importancia de la generación hidroeléctrica en la matriz. En 2015, las centrales hidroeléctricas produjeron el 52% de la electricidad de la región, y la capacidad hidroeléctrica instalada representaba el 47% de su capacidad total de generación. Estas cifras exceden holgadamente la participación porcentual de esta fuente en la matriz eléctrica de otras regiones como África (16%), Asia (16%), Europa (17%) y Norteamérica (13%) (EIA, 2017). En 2016, el promedio mundial se situaba en el 16,4%, lo que da fe de la importancia de este recurso para el desarrollo del sector eléctrico y la economía en América Latina y el Caribe. En 2015, la región poseía el 15% de la capacidad hidroeléctrica instalada en todo el mundo, aunque sólo albergaba algo más del 8% de la población mundial. En los últimos años, empero, esta proporción ha decrecido por varias razones: (i) diversas limitantes sociales y ambientales –como los reasentamientos, la pérdida de tierras o la distancia a los centros de carga– representan importantes escollos para los proyectos hidroeléctricos, en especial las grandes represas; (ii) la correlación entre los recursos hidrológicos de distintos proyectos e incluso países agudiza el riesgo de suministro en tiempos de sequía y hace bajar los precios en periodos de abundancia (Levy, 2017); y (iii) los prolongados plazos de construcción, las subidas de costos y la intensidad de capital restan incentivos para la inversión privada (Alarcón, próxima publicación).
- 3.23 **Energía geotérmica.** Entre las energías renovables no convencionales, la geotérmica se considera como un recurso estable y único para aportar generación de carga base. América Latina concentra casi el 34% de la capacidad geotérmica global (IRENA, 2017). México, Centroamérica y, desde 2017, Chile poseen

plantas en operación con una capacidad instalada total de más de 1,6 GW (IRENA, 2017). Según la Asociación de Energía Geotérmica, América Latina y el Caribe posee un potencial geotérmico de hasta 70 GW. Las siguientes son las principales razones del escaso número de proyectos que se han desarrollado: (i) altos costos iniciales en la fase de exploración de hasta 30% del costo total del proyecto, y sin certeza alguna de hallar suficientes recursos que hagan el proyecto económicamente viable, lo cual supone un riesgo financiero considerable para los promotores; (ii) la necesidad de conocimientos especializados puntuales que incluyen desde la exploración geotérmica a la perforación y construcción del reservorio, además de la operación y el mantenimiento de la planta; (iii) la falta de un marco normativo y jurídico habilitante, así como de políticas fiscales y ambientales que incrementen la percepción del riesgo para los promotores; y (iv) la escasa disponibilidad de financiamiento comercial, especialmente en las fases iniciales del desarrollo geotérmico.

- 3.24 En consonancia con el perfil de riesgo del desarrollo de la energía geotérmica, se cuenta con obtener desde una fase inicial fondos procedentes de financiamiento no reembolsable o de recursos de capital propio del promotor para el financiamiento de la asistencia técnica y la mitigación del riesgo de exploración. El siguiente paso es la perforación prospectiva, que tiene un riesgo relativamente alto de fracasar. En tal sentido, fondos climáticos como el Fondo para una Tecnología Limpia y el Fondo Verde para el Clima ofrecen fondos no reembolsables de recuperación contingente que en caso de no obtenerse resultados mantienen su carácter no reembolsable y, en caso de éxito, se transforman en un préstamo concesional. El acceso a estos fondos permite a los países financiar sus programas de perforación y atenuar los riesgos para los promotores hasta que exista certeza sobre la existencia y la calidad del recurso geotérmico. Solo entonces podrán usarse los recursos de préstamos tradicionales para financiar las etapas de desarrollo sobre el terreno y construcción de la planta. Así pues, el desarrollo de la energía geotérmica ofrece una singular oportunidad para conformar alianzas público-privadas entre gobiernos y promotores privados del sector. Los gobiernos pueden acceder a recursos no reembolsables y fondos de recuperación contingente que constituirán su aporte de capital, mientras que los promotores contribuyen con su experiencia y sus recursos financieros para la construcción de la planta (Gischler et al., 2017).
- 3.25 La Facilidad de Energía Sostenible (FES) para el Caribe Oriental (ver [Recuadro 2](#)) ejemplifica a la perfección el financiamiento de proyectos geotérmicos con una limitada capacidad para asumir deuda pública, utilizando en cambio recursos no reembolsables y fondos de recuperación contingente para construir una base de capital y de este modo reforzar la capacidad de los gobiernos para atraer inversiones del sector público en el marco de alianzas público-privadas.

Recuadro 2. FES – Un ejemplo innovador de financiamiento ambiental combinado

El objetivo de la Facilidad de Energía Sostenible (FES) para el Caribe Oriental es afrontar los principales obstáculos para el desarrollo de la energía geotérmica en los países del Caribe Oriental, poniendo a disposición de agentes del sector público o alianzas público-privadas diversos productos financieros adaptados a cada etapa del desarrollo geotérmico.

Los países del Caribe Oriental tienen economías y mercados eléctricos pequeños y aislados. Actuando por separado, ningún país posee medios financieros suficientes para desarrollar un proyecto geotérmico ni capacidades para atraer la inversión en el sector. En vista de ello, la FES se creó para brindar apoyo regional a los seis Estados insulares independientes del Caribe Oriental (Antigua y Barbuda, Dominica, San Vicente y las Granadinas, San Cristóbal y Nieves, Granada, Santa Lucía), cuyos donantes actúan de forma centralizada a través del Banco de Desarrollo del Caribe. La prioridad de la FES es desarrollar el potencial geotérmico de esos países empleando diversos e innovadores instrumentos financieros.

Considerando la limitada experiencia de los países del Caribe Oriental en cuanto a regulación, aspectos ambientales, gestión, construcción y operación de proyectos geotérmicos, sus gobiernos reciben a través de la FES asistencia técnica no reembolsable para el refuerzo de capacidades, mejoras normativas, estudios ambientales y evaluaciones preliminares para el desarrollo geotérmico.

Los seis países son pequeñas economías con alto grado de inestabilidad y en proceso de consolidación. Su situación fiscal muy restrictiva hace imposible asumir nuevas deudas públicas. A través de la FES, los gobiernos de estos países pueden concluir alianzas público-privadas con promotores privados del sector geotérmico para constituir sociedades de objeto exclusivo. Estas sociedades contraen los préstamos necesarios, lo cual permite a los países diversificar su matriz energética sin aumentar la carga de la deuda ni usar garantías soberanas, generando así mayor espacio fiscal.

En cuanto a los aspectos tecnológicos específicos, la prospección geotérmica exige inversiones de alto riesgo y cuantía en fases iniciales para evaluaciones en el terreno y medición de recursos. A través de la FES, las sociedades de objeto exclusivo recibirán financiamiento no reembolsable de recuperación contingente para proceder a la perforación prospectiva. Si la perforación tiene éxito, el financiamiento se transforma en un préstamo concesional, si no, mantiene su carácter no reembolsable.

En la mayoría de países del Caribe Oriental la tarifa eléctrica doméstica es alta debido a la aguda dependencia de combustibles fósiles importados a alto costo. En vista de lo anterior, la concesionalidad de la FES se refleja en los precios de los acuerdos de compra de energía geotérmica y en la tarifa final cobrada a los usuarios. Por otra parte, la energía geotérmica reducirá el uso de combustibles fósiles importados, por lo que los usuarios finales se beneficiarán de recortes adicionales de las tarifas eléctricas.

- 3.26 **Redes inteligentes.** La preeminencia cada vez mayor de la eficiencia energética y las energías renovables acentuará la variabilidad y dispersión de la generación, lo que exigirá el despliegue de redes inteligentes en la región para preservar la estabilidad y fiabilidad de la red. Unos pocos países de la región, como Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala y Panamá, han adoptado disposiciones normativas sobre medición neta. Sin embargo, su integración en la red no ha alcanzado un nivel que requiera usar medidores inteligentes, más allá de medir los flujos de corriente hacia y desde las instalaciones del abonado.

C. Seguridad energética – Calidad de los servicios prestados, infraestructura de energía e integración energética regional

- 3.27 Uno de los mayores retos para la región será asegurar un suministro seguro de energía sostenible para satisfacer la demanda energética de manera fiable. Este cometido entraña especiales dificultades teniendo en cuenta la magnitud de los cambios tecnológicos, sumada al compromiso de brindar acceso universal y un crecimiento económico sostenido, aunque moderado. Cuatro frentes de acción serán especialmente importantes para la seguridad energética de la región: (i) mejorar la calidad de la electricidad y reducir las pérdidas; (ii) desarrollar sistemas de producción y transporte de gas natural; (iii) reforzar la integración

energética regional; y (iv) aumentar las inversiones en infraestructura energética y su eficiencia.

- 3.28 **Mejorar la calidad de la electricidad y reducir las pérdidas.** La mejora de la calidad y fiabilidad del suministro eléctrico es un propósito fundamental que muchos países de América Latina y el Caribe deben lograr para potenciar la competitividad. El Informe de Competitividad Mundial de 2017-2018 evaluó la calidad de los servicios por medio de una encuesta de ejecutivos que calificaron las interrupciones del suministro y las fluctuaciones de tensión. En una escala de 1 a 7 (siendo 7 muy fiable), América Latina y el Caribe obtuvo un puntaje promedio ponderado de 4,2 que contrasta con el promedio de 6,2 para los países de la OCDE (ver Cuadro 7). Los problemas de calidad abundan en la región, por lo que 16 de los 23 países –incluidas algunas de las principales economías– registrarán un puntaje menor de 5. Dado que estos puntajes reflejan las opiniones de ejecutivos, es probable que la calidad sea incluso peor en zonas rurales.

**Cuadro 7. Puntajes de calidad de suministro eléctrico
Países de América Latina y el Caribe, 2017/2018**

País	Puntaje	País	Puntaje
Chile	6,1	Brasil	4,5
Uruguay	6,0	Nicaragua	4,4
Guatemala	5,7	Bolivia	3,9
Costa Rica	5,6	Honduras	3,5
Panamá	5,2	Surinam	3,4
Perú	5,1	Argentina	3,0
Trinidad y Tobago	5,0	Guyana	2,7
México	4,9	Paraguay	2,6
Ecuador	4,9	Rep. Dominicana	2,3
Colombia	4,8	Venezuela	2,1
El Salvador	4,8	Haití	1,4
Jamaica	4,8		

Fuente: Foro Económico Mundial, 2018, base de datos del Índice de Competitividad Global 2017-2018.

- 3.29 A esto se sumará en muchos países el desafío de reducir los altos niveles de pérdidas de electricidad en beneficio de la eficiencia y sostenibilidad del sector eléctrico. En promedio, las pérdidas de electricidad en América Latina y el Caribe rondaron el 17% entre 2007 y 2011, virtualmente triplicando el promedio de la OCDE (6%). En 11 países las pérdidas superaron este promedio (ver Cuadro 8). Haciendo abstracción de las pérdidas técnicas y no técnicas, este coeficiente se tradujo en pérdidas de 100 TWh en 2012, lo que para el sector supone ingresos no percibidos de entre US\$11.000 millones y US\$17.000 millones. A pesar de su importancia económica y ambiental, el coeficiente regional no se ha reducido en las tres últimas décadas (Jiménez, Serebrisky y Mercado, 2014). Por otro lado, este estudio permitió concluir que las empresas de servicios privadas suelen registrar menos pérdidas en la distribución.
- 3.30 El objetivo de mejorar la calidad del suministro y reducir las pérdidas en muchos países de América Latina y el Caribe exige reforzar la gobernanza institucional de las empresas de servicios, invertir en los sistemas de transmisión y distribución e introducir sistemas avanzados de medición, así como optimizar los sistemas comerciales y las labores de mantenimiento. En países con altos índices de morosidad y hurto de electricidad, instaurar una cultura de pago es fundamental para reforzar estos avances.

Cuadro 8. Pérdidas de electricidad en la transmisión y distribución en América Latina y el Caribe (%)

País	Pérdidas en transmisión y distribución*	País	Pérdidas en transmisión y distribución
Argentina	15 ^b	Guyana	32 ^c
Bahamas	12 ^c	Haití	60 ^d
Barbados	6 ^b	Honduras	32 ^b
Belice	12 ^b	Jamaica	26 ^b
Bolivia	14 ^c	México	16 ^c
Brasil	15 ^b	Nicaragua	21 ^a
Chile	7 ^d	Panamá	12 ^b
Colombia	20 ^c	Paraguay	27 ^b
Costa Rica	12 ^b	Perú	7 ^b
Rep. Dominicana	32 ^a	Surinam	8 ^c
Ecuador	16 ^a	Trinidad y Tobago	5 ^c
El Salvador	12 ^b	Uruguay	19 ^b
Guatemala	13 ^b	Venezuela	33 ^c
América Latina y Caribe **		17	
OCDE		6	

* Las letras corresponden al último año disponible: (a) 2014; (b) 2013; (c) 2012; (d) 2011.

** No incluye Haití.

Fuentes: Cálculos de la División de Energía basados en información de entidades de gobierno, EIA y CEPAL.

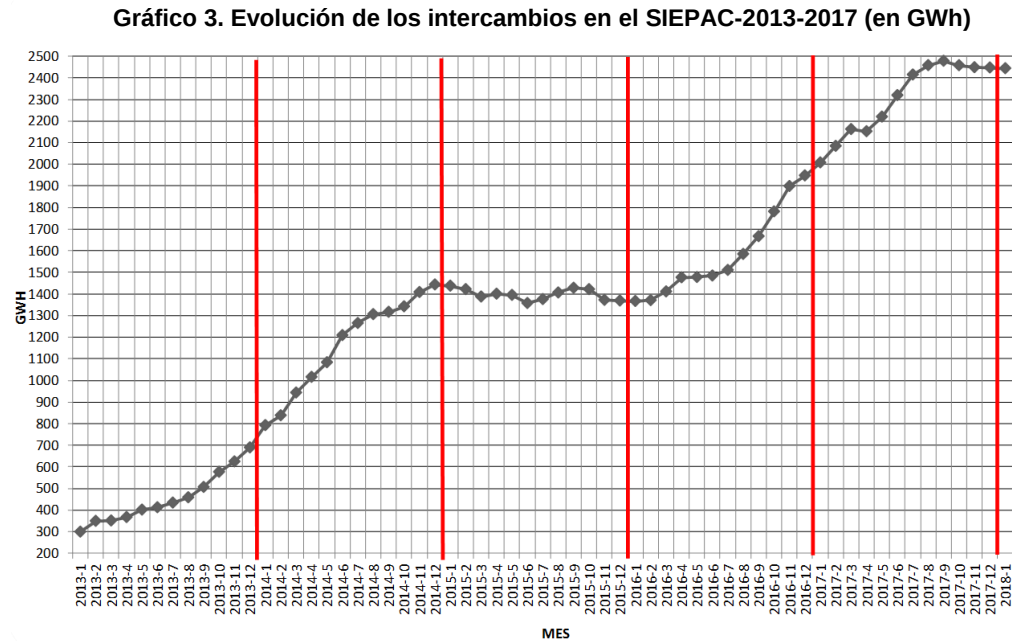
3.31 Desarrollar sistemas de producción y transporte de gas natural. Venezuela posee el mayor volumen de reservas probadas de gas natural, con un 70% de las reservas de gas natural convencional de la región, si bien dichos recursos siguen mayormente sin explotar (Stipo, 2016). Le siguen Brasil, Argentina, Trinidad y Tobago y Perú, con un 5% cada uno. Durante el último decenio las reservas de gas convencional aumentaron un 10% pero la producción creció dos veces más rápido, dando lugar a una reducción del coeficiente de reservas/producción (EIA, 2016). América Latina y el Caribe, con apenas el 4% de las reservas mundiales de gas convencional, representa sin embargo el 26% de los recursos de gas de esquisto, distribuidos entre Argentina (11%), México (8%) y Brasil (3%) (EIA, 2017). El desarrollo de estos recursos de alto costo, si bien encierra promesas, constituye una tarea difícil. Los potenciales inversionistas evaluarán, entre otros aspectos, los regímenes de precios del gas, las disposiciones normativas y el Estado de derecho, el acceso a tecnologías y capital, y la infraestructura. A ello se añaden consideraciones ambientales, ante todo el peligro de contaminación de acuíferos asociado a la fracturación hidráulica usando aditivos. También la electrificación de la energía generará mayores presiones sobre la demanda de gas.

3.32 El consumo de gas natural se cifró en 262.000 Millones de Metros Cúbicos en 2016, lo que supone un aumento del 13,1 % con respecto a la demanda de 2011, propiciado por el dinámico crecimiento económico y la necesidad de optar por combustibles menos contaminantes. El aumento del consumo de gas natural ha sido mayor en México, Argentina y Brasil, y se prevé que esta tendencia prosiga en los próximos 10 a 15 años. Este robusto crecimiento del consumo se sustenta en la elevada demanda de gas natural en el sector eléctrico. La brecha entre oferta

y demanda se ha ampliado en los últimos años y es probable que siga creciendo sin un aprovechamiento pleno de todos los recursos de gas natural de América Latina. En 2016, las importaciones de GNL y gas por gasoducto permitieron cubrir un exceso de demanda de alrededor de 81.000 millones de metros cúbicos. El GNL representó el 31% de las importaciones totales de gas (EIA, 2017). En los países del Caribe, el GNL es cada vez más una solución asequible, debido a su costo comparativamente bajo frente a otros combustibles líquidos, así como a la tecnología de plataformas flotantes que reduce el costo de las inversiones y el tiempo necesario para su despliegue. Cabe citar a modo de ejemplo el esquema de planificación integrada de recursos en Jamaica, Guyana y Surinam, el proyecto de importación de GNL de Barbados y, en Panamá, el proyecto de planta de generación térmica y terminal de GNL.

- 3.33 Un reto adicional en lo que respecta a la oferta será satisfacer el rápido crecimiento de la demanda de gas en la región, especialmente para la generación de electricidad. En 2016, la producción total de gas natural creció en un 1,8% hasta los 235.800 millones de metros cúbicos. Los mayores productores de la región son México, Argentina, Venezuela y Trinidad y Tobago. México es el principal productor de gas natural, por delante de Argentina, cuya producción ha decrecido considerablemente en los últimos años.
- 3.34 La AIE estima que el desarrollo de los recursos de gas natural de la región en los próximos 20 años precisaría inversiones de entre US\$537.000 millones en el escenario de nuevas políticas y US\$435.000 millones en el escenario de 2 °C. La expansión de los mercados del gas requeriría una mayor capacidad local de transporte en países como México, gasoductos que conecten los países importadores y exportadores, y terminales para GNL en países como Chile, Colombia y Uruguay y en Centroamérica.
- 3.35 **Reforzar la integración energética regional.** La profundización de la integración energética regional permitiría a América Latina y el Caribe materializar claros beneficios potenciales como el abaratamiento de la energía, una mayor fiabilidad del sistema y el refuerzo de la competitividad. Para ello, la región podría valerse de sus recursos abundantes pero desigualmente distribuidos, ante todo la energía hidroeléctrica y el gas natural. La seguridad energética y el equilibrio en la generación renovable podrían reforzarse diversificando la matriz energética. Para esta diversificación, es importante incluir el suministro a través de ductos regionales, GNL o líneas de transmisión. Paredes (2017) demuestra que la capacidad que se tiene en América Latina para implementar ERNC en forma económica y en altos porcentajes (con el potencial de volverse en un 80% renovable) dependerá de la integración de los mercados de energía. En el estado de desarrollo actual de las tecnologías, se dificulta gestionar en forma eficiente y a nivel nacional la flexibilidad que se requiere para implementar altos porcentajes de energías renovables no convencionales. Así, la falta de integración puede ser un impedimento para que los países avancen en una senda de sostenibilidad.
- 3.36 La integración energética regional ya ha mostrado algunos resultados en América Latina y el Caribe. Cabe destacar, en este sentido, una iniciativa respaldada por el BID, el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), que conecta Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Nicaragua y Panamá. El SIEPAC consta de dos componentes: (i) un tratado suscrito por los países miembros que establece (a) los fundamentos legales, institucionales y políticos de un mercado eléctrico regional basado en un ente

regulador regional, (b) un conjunto armonizado de normas, y (c) un operador de transmisión; y (ii) una línea de transmisión de 1.800 kilómetros (km). El SIEPAC fue puesto en marcha en 1987 y entró en operación en 2013. Las transacciones se han multiplicado por diez entre 2013, cuando el SIEPAC inició operaciones, y 2017 (ver Gráfico 3).



Fuente: Presentación del Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional de Centroamérica para la Reunión Ministerial de febrero de 2018.

- 3.37 A pesar de los notables avances del SIEPAC en términos de integración, aún quedan desafíos por enfrentar. Los reglamentos del mercado nacional deben alinearse con los regionales. Todavía quedan por resolver los asuntos relacionados con los derechos de transmisión, estructura de mercado y garantías de capacidad, lo que limita las transacciones a intercambios en situaciones de emergencia (Echevarría et al., 2017) y, por ende, acarrea un uso relativamente bajo de la línea.
- 3.38 El BID ha respaldado otras iniciativas como el proyecto Arco Norte y el Sistema de Interconexión Eléctrica Andina (SINEA). El SINEA, que conectaría Colombia con Chile a través de Ecuador y Perú, implica la construcción de cuatro líneas de transmisión a lo largo de 1.310 km con una inversión de US\$850 millones, generando ahorros totales de más de US\$2.500 millones. Arco Norte es el proyecto potencial de interconexión eléctrica de los sistemas eléctricos de Guyana, Surinam, Guyana Francesa y los estados brasileños de Roraima y Amapá. El estudio de prefactibilidad realizado por el BID concluyó que cinco soluciones de interconexión con capacidades que van de 300 MW a 4.500 MW son económicamente viables, con beneficios netos que oscilan entre aproximadamente US\$67 millones y US\$461 millones (Larrea et al., 2016).
- 3.39 La integración del mercado de gas natural es otro asunto muy importante para la región. Existen diferentes razones que motivan esta integración: (i) puede ser la única forma de ampliar y justificar la inclusión de este recurso en la matriz energética (desplazando los combustibles más costosos y contaminantes);

(ii) puede ser la forma más económica de adquirir gas natural; y (iii) puede ser la mejor manera de monetizar algunas de las reservas de los proveedores. Desde el punto de vista de la infraestructura, se puede lograr la integración de los mercados de gas natural mediante: (i) la construcción de ductos de gas; o (ii) el desarrollo de polos de GNL que, por ejemplo, podrían hacer que el gas natural llegue a las islas pequeñas. Partiendo de las mismas lecciones que han dejado las experiencias de integración de energía eléctrica, el desarrollo de reglamentos y diseños de mercado armonizados es de importancia vital.

- 3.40 Una integración, a nivel de la región, que dé lugar a mercados energéticos tiene como requisitos: (i) la disponibilidad a largo plazo en los países exportadores de un volumen de electricidad y gas que exceda las necesidades nacionales; (ii) la armonización de los diferentes regímenes nacionales de reglamentación de la electricidad y el gas natural; (iii) un acuerdo regional que garantice que el suministro de energía canalizado a través de gasoductos y líneas de transmisión no se suspenda arbitrariamente, junto con protocolos para desconexiones de corta duración; (iv) políticas y disposiciones normativas estables para el sector que fomenten la inversión tanto pública como privada; (v) un mercado profundo y líquido con disponibilidad de contratos a futuro e instrumentos de cobertura; y (vi) un compromiso a largo plazo con los proyectos de integración que perdure más allá del mandato de los distintos gobiernos. Las oportunidades y los beneficios que ofrece la integración energética son muy importantes; sin embargo, los desafíos van más allá de los requisitos de infraestructura y exigen parámetros institucionales adecuados para regir las transacciones regionales y coordinar los diseños de los mercados.
- 3.41 **Aumentar las inversiones en infraestructura energética y su eficiencia.** Se estima que para el año 2040, la demanda de energía eléctrica en América Latina y el Caribe se habrá duplicado. De acuerdo con las proyecciones realizadas en el informe La ruta energética de América Latina y el Caribe (RG-E1520), podemos estimar un incremento anual promedio en la demanda de entre 2,7 % y 3,6 %. En consecuencia, se espera que la de América Latina y el Caribe sea una de las regiones con mayores tasas de crecimiento en la demanda de energía en los próximos años.
- 3.42 El informe La ruta energética de América Latina y el Caribe estima que los países de la región deben invertir aproximadamente 408 GW en generación de capacidad nueva. Bajo el supuesto de que la tendencia histórica y los planes de expansión formal de los gobiernos no cambien, podríamos esperar que se obtengan 138 GW de recursos fósiles y 270 GW provengan de fuentes renovables. Para esto, podemos estimar²⁵ que se requiera una inversión aproximada de US\$24.000 millones anuales hasta 2040²⁶. Además, se espera que entre 2016 y 2040, aproximadamente 163 GW de la capacidad instalada lleguen al final de su vida útil, y reemplazarlos supondrá dedicar mucha atención y esfuerzos. De acuerdo

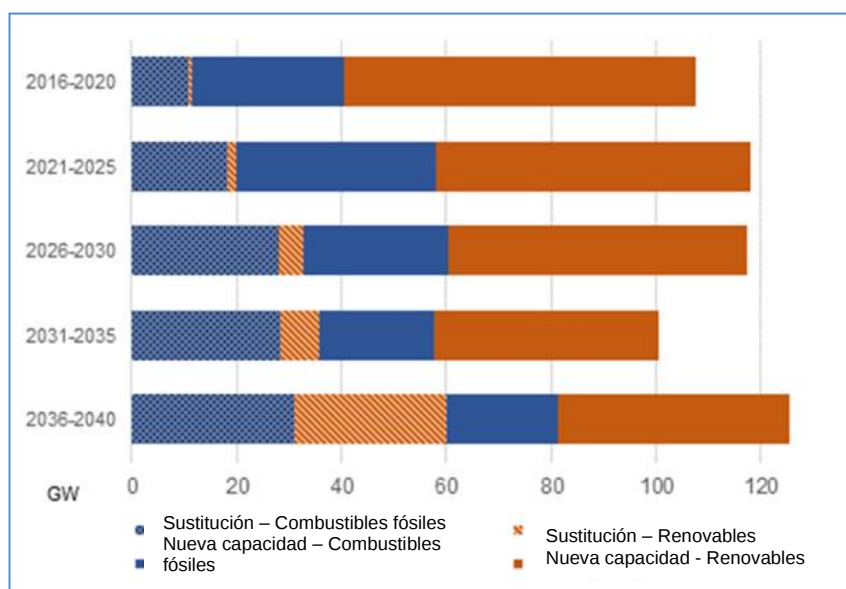
²⁵ Esta estimación utiliza información de costos históricos, y no toma en cuenta los cambios que el costo pueda sufrir en el futuro.

²⁶ Para este cálculo, se tomaron en cuenta los planes públicos de expansión de cada uno de los países y las proyecciones sobre la demanda de energía, en aquellos casos donde no existe un plan de expansión o que el horizonte de planificación no llegará hasta 2040 se consideró como constante la última matriz de generación. Al hacer esto, se respetan las intenciones declaradas por cada uno de los gobiernos respecto a sus planes de expansión. Esta estimación se basa en la información disponible, no incluye proyecciones de costos bajos, cambios en la tecnología, ni modificaciones a la matriz (que no han sido anunciados por los gobiernos).

con las estimaciones del informe, una gran parte de esta capacidad se encuentra en los países del Cono Sur y en América Central. Se estima que sean necesarios aproximadamente US\$177.000 millones para sustituir estos activos²⁷.

- 3.43 El Gráfico 4 representa la inversión esperada para generación de electricidad en América Latina y el Caribe, tomando en cuenta reemplazos y generación para enfrentar el incremento en la demanda.

**Gráfico 4. Inversión en electricidad / Generación en América Latina y el Caribe
(en GWh por periodo de cinco años)**



Fuente: Informe del BID que será publicado en 2018.

- 3.44 En resumen, se estima que todas las inversiones relacionadas con la cadena del sector eléctrico (incluyendo generación, transmisión, distribución y reemplazo de activos) requerirán aproximadamente US\$34.000 millones por año hasta 2040. Se puede ver este valor como un tope máximo debido a que no toma en cuenta cambios en los costos y en la tecnología, que se espera tiendan a bajar²⁸.
- 3.45 Probablemente el sector público seguirá aportando un gran volumen de financiamiento, en vista de su continua importancia para el sector energético de

²⁷ Para poder calcular el tiempo de vida útil y la fecha de sustitución de cada tipo de fuente, se utilizaron las matrices históricas de generación de energía desde 1971 y se estableció este año como el punto de partida para cada una de las tecnologías. Al llegar al final de su vida útil, cada activo debe ser reemplazado en su totalidad, es decir, que una planta de gas natural que tenía una vida útil de 25 años al inicio de su periodo en 1971 debería ser completamente reemplazada en el año 1996. Este cálculo es la primera aproximación para determinar el esfuerzo que la región debe hacer para poder mantener en buenas condiciones el parque actual de generación de energía. Se pueden ver más detalles sobre esto en el Informe Ruta Energética 2018.

²⁸ Durante los últimos siete años, la División de Energía ha invertido en operaciones un promedio de US\$503.000 millones anualmente. Partiendo de esto, se estima que esta cantidad corresponde aproximadamente al 2% de la inversión total del sector eléctrico en la región. Esta estimación se basa en la metodología y costos utilizados en el informe La ruta energética de América Latina y el Caribe. Con el fin de mantener este porcentaje, se considera necesaria una inversión anual aproximada de US\$646 millones por año hasta 2040. Sin embargo, las decisiones de inversión del Banco se basan en las demandas y los intereses de los países de la región.

varios países de América Latina y el Caribe (Balza, Jiménez y Mercado, 2013). Un estudio sobre la eficiencia del gasto público en infraestructura en siete países de la región permitió constatar que los gobiernos pueden mejorar en gran medida la eficiencia del gasto en infraestructura mediante la adopción universal de las prácticas óptimas de los países más eficientes (Clements, Faircloth y Verhoeven, 2007). Cuando los recursos públicos se canalizan de forma indirecta, por ejemplo trabajando activamente con agentes financieros, la adopción de disposiciones adecuadas para lograr una estrecha colaboración con las autoridades responsables de la planificación y reglamentación energética resulta fundamental para asegurar la eficiencia.

D. Gobernanza del sector energético – Marco institucional, Organización sectorial y políticas

- 3.46 Los países de América Latina y el Caribe presentan grandes diferencias en sus marcos normativos, estructuras institucionales e incentivos de política. Los avances en la mejora del entorno institucional para el sector de la energía dependen de la calidad de la organización sectorial, la gobernanza normativa y las políticas. Este entorno institucional debería permitir superar las actuales fallas del mercado, atenuar el impacto transformador de las tecnologías más recientes y aprovechar las oportunidades que las innovaciones ofrecen para el sector energético.
- 3.47 En diverso grado, los países latinoamericanos y caribeños precisan crear capacidad en los ministerios, entes reguladores y gobiernos locales. Los ministerios han de tener capacidad para formular la política sectorial y para definir y supervisar los aspectos jurídicos, financieros y técnicos del sector, las concesiones y contratos y la gestión de riesgos. Kaufman y Zulanty (2018) aportan sustento empírico para el caso de Chile, donde se optimizó la gestión pública orientada a resultados en el Ministerio de Energía.
- 3.48 También es relevante fortalecer las autoridades regionales y municipales, que, a raíz de la descentralización, controlan una creciente proporción de la infraestructura. La importancia de unas instituciones públicas robustas no ha hecho más que aumentar con el auge de las Alianzas Público-Privadas (PPP), dado que estas implican mayores condiciones y obligaciones (Fay y Morrison, 2007). Las instituciones responsables de formular los planes de expansión cumplen un papel fundamental en la organización del sector energético.
- 3.49 Será necesario formular planes de energía a largo plazo en aquellos países que carezcan de ellos. Estos planes marcan el rumbo para implementar las políticas energéticas y tomar decisiones sobre grandes inversiones en infraestructura. Por lo general, los gobiernos de América Latina y el Caribe han contratado grandes proyectos de infraestructura de energía recurriendo al sector privado o al financiamiento público-privado, o han hecho tales inversiones directamente por medio de entidades del sector público. En la mayoría de los casos, la decisión de desarrollar grandes proyectos de infraestructura es tomada directa o indirectamente por el Estado a través de un proceso de planificación o de la aplicación de reglas específicas que determinan las necesidades futuras (CAF, 2013). Esta forma de planificación se tornará cada vez más compleja a medida que la eficiencia energética y la energía renovable se incorporen en el proceso.
- 3.50 **Organización sectorial.** La organización del sector de la energía ofrece grandes contrastes en América Latina y el Caribe. Así, algunos países han avanzado más

que otros en lo referente a la separación de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización, la independencia del ente regulador y la competitividad del sector (véase el Cuadro 9). Pese a la escasa disponibilidad de datos comparables en la región, podemos observar que los productores independientes tienen un papel importante en los diferentes países.

- 3.51 Es frecuente encontrar en la región sectores escasamente desagregados y mercados mayoristas parciales. La concentración de estos mercados es un importante desafío para algunos países, y el mercado minorista, donde existe (como en Brasil, Chile y Colombia), no incluye los hogares.

Cuadro 9: Indicadores del nivel de perfeccionamiento de los mercados mayoristas de la región

Indicador	Brasil	Chile	Colombia	Honduras	México	Uruguay
Desagregación de los servicios	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Transmisión eléctrica independiente	Moderada	Moderada	No	No	Moderada	Moderada
Liberalización del mercado minorista	No	No	No	-	No	No
Mercado eléctrico mayorista	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Si
Concentración del mercado de generación	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Alta	Moderada
Concentración del mercado de suministro	Baja	Baja	Moderada	Alta	Alta	Alta

Fuente: Elaborado por el BID, datos de Bloomberg New Energy Finance, Climate Scope, 2017.

- 3.52 **Crear capacidad normativa.** Otra tarea necesaria en la región será crear entes reguladores robustos e independientes sujetos a disposiciones normativas y leyes claras en países donde estos no se hayan establecido. Lo anterior será fundamental para la movilización de inversiones, especialmente del sector privado, y la consecución de objetivos de política como el suministro asequible y sostenible de energía. La reglamentación efectiva y predecible por parte de un regulador independiente es un determinante clave del desempeño del sector y las inversiones en el mismo. Combatir la incertidumbre normativa es una medida necesaria para reducir el costo del capital e incrementar los rendimientos, lo que redundaría en un mayor número de proyectos del sector privado.
- 3.53 **Mejora el entorno para la inversión en energía pero persisten desafíos estructurales para el sector privado.** Algunos países de la región figuran entre los de mejor desempeño en términos de inversión en energías renovables, pero otros mantienen estructuras de mercado que entorpecen la competencia al restringir la entrada de nuevos agentes, modelos de negocio innovadores y tecnologías avanzadas que podrían mejorar su infraestructura de energía. La inversión en energías sostenibles requiere entornos normativos estables y predecibles que reflejen una visión a largo plazo del sector para reducir riesgos y fomentar mecanismos idóneos de financiamiento. La disponibilidad y el bajo costo de las tecnologías de vanguardia están transformando los mercados más rápidamente que las disposiciones normativas, generando facilidades para la inversión. Al mismo tiempo, las tecnologías modernas crean oportunidades para renovar activos existentes que están tornándose obsoletos, un proceso al que contribuyen políticas y normas que promuevan la inversión para renovar la capacidad desmantelada. Nuevos modelos de negocio para la provisión de servicios de energía están teniendo éxito en mercados más abiertos, trátase de la

eficiencia energética en hogares y sistemas de alumbrado público, o de generación distribuida y sistemas de respuesta a la demanda en la industria. Por último, la promoción de la innovación energética es una fuente de oportunidades para la región que quizá permita responder a desafíos en materia de investigación y desarrollo, empleo y sostenibilidad ambiental. Así pues, la inversión en modelos más sostenibles de energía en la región exige una mayor competencia y una reglamentación compatible con los avances tecnológicos y con el ciclo de vida de la infraestructura de energía sostenible.

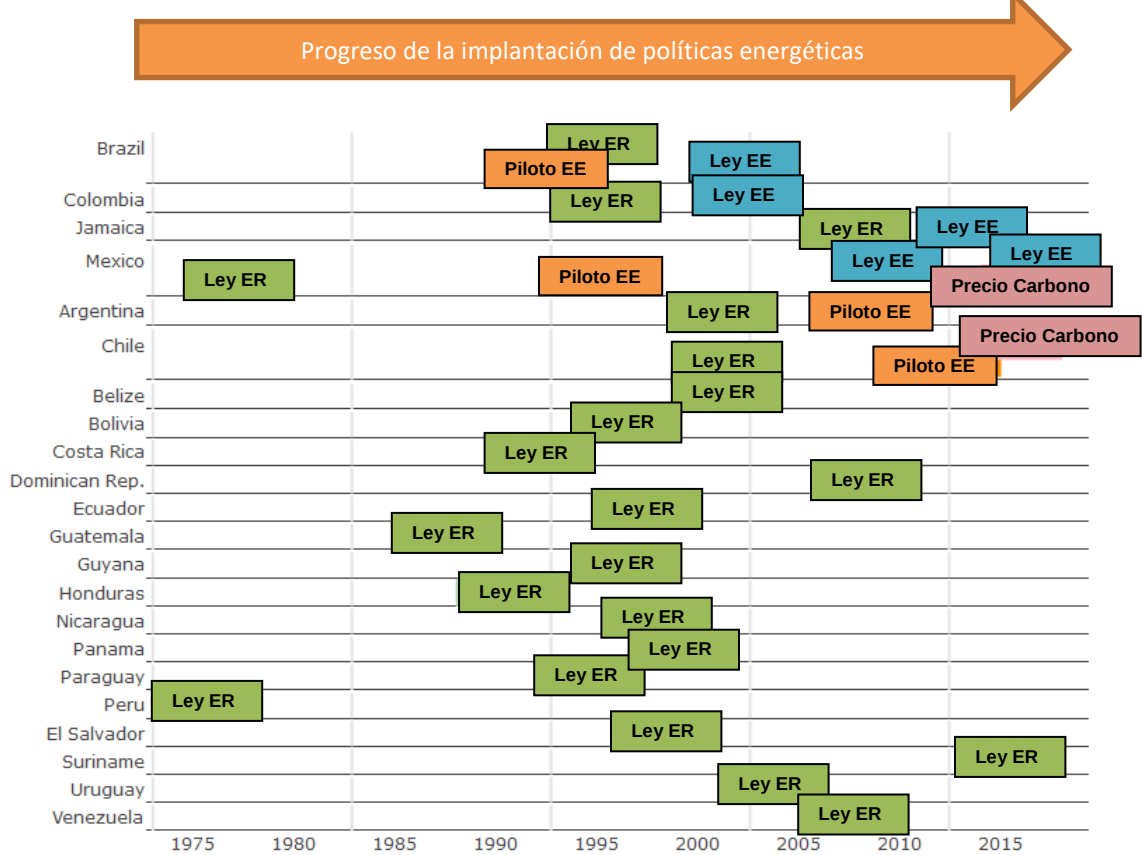
- 3.54 **Mejorar la información sectorial.** Será necesario mejorar los datos y el análisis sobre el sector energético en América Latina y el Caribe a fin de crear una base sólida para la política y planificación energética y para las decisiones normativas y empresariales en la región. También deberá optimizarse el análisis sobre la eficacia y el impacto de las políticas y programas en el sector. Los estudios realizados hasta la fecha se han centrado en proyecciones y planes sectoriales, ingeniería de proyectos o aspectos de programación, más que en el impacto de las intervenciones sobre el desarrollo. Esta situación se ve agravada en la región por la falta de prácticas sistemáticas y fiables de recopilación de datos sobre el sector, especialmente en el Caribe. El BID dedicará parte de sus esfuerzos a aumentar la disponibilidad de evaluaciones de resultados.
- 3.55 La región también debe reforzar los mecanismos de generación y recopilación de datos con miras a generar información desagregada, por ejemplo sobre ingresos y género. Diversas organizaciones como el BID, la CEPAL, la OLADE y la EIA han desplegado considerables esfuerzos para generar información pertinente relativa al suministro y los precios de la energía; no obstante, persisten dificultades para obtener datos unificados, comparables y de fácil acceso en ámbitos clave, y no existe información adecuada sobre calidad y precios de la energía, demanda por sectores, energía renovable tradicional y descentralizada, comportamiento de los consumidores, diseño de los mercados, normas sobre subastas y adquisiciones, reglamentación e inversiones en eficiencia energética y sus resultados.
- 3.56 Al aumentar los requisitos de información y transparencia y el volumen de datos recabados y procesados por los participantes en el sector, crecen asimismo los riesgos en materia de ciberseguridad. Según Kaspersky Lab (2018), en el primer semestre de 2017 cerca del 5% de los ataques contra los sistemas de control industrial correspondió al sector eléctrico, y el 3% a las empresas de petróleo y gas natural. En América Latina y el Caribe, aproximadamente cinco de cada 1.000 computadoras sufrieron ataques, y de estos el 2,3% correspondió al sector de la energía. Estos ataques se perpetraron principalmente a través de Internet usando técnicas de suplantación de identidad (phishing) y programas maliciosos, ocultos en correos electrónicos no deseados camuflados como parte de comunicaciones empresariales, con archivos contaminados o enlaces a programas maliciosos de descarga.
- 3.57 Este porcentaje es relativamente bajo en comparación con el de los ataques dirigidos a las compañías manufactureras (más de la mitad de los casos), lo cual obedece al carácter aislado de los sistemas de comunicación y control en el sector de la energía. Las siguientes son algunas recomendaciones para mitigar los riesgos en materia de ciberseguridad: (i) elaborar un inventario de los servicios que se ejecutan en red, prestando especial atención a aquellos que brindan acceso remoto a los objetos del sistema de archivos; (ii) someter a auditoría el aislamiento del acceso a los componentes de los sistemas de control industrial, la

actividad de la red industrial de la compañía y sus límites, y las regulaciones y prácticas vinculadas al uso de medios extraíbles y dispositivos portátiles; (iii) como mínimo, verificar la seguridad del acceso remoto a la red y, como medida extrema, reducir o eliminar por completo el uso de herramientas de telegestión; (iv) mantener al día las soluciones de seguridad en los terminales; y (v) utilizar avanzados métodos de protección, aplicando herramientas que permitan dar seguimiento al tráfico en la red y detectar ciberataques.

- 3.58 **La mujer en el mercado laboral de la energía.** Las mujeres tienen una baja participación en el mercado laboral del sector. Según el Sistema de Información de Mercados Laborales y Seguridad Social del BID, las mujeres representan el 19,7% del número total de empleados en el sector de electricidad, gas y agua. El más reciente índice de presencia de las mujeres en los servicios públicos y el sector eléctrico revela que, aunque América Latina registra el mayor porcentaje de mujeres en cargos ejecutivos en el mundo (9%), esta cifra sigue siendo baja (Ernst and Young, 2016). Las mujeres siguen estando subrepresentadas en el sector, principalmente en cargos técnicos y gerenciales, lo cual supone un desafío no sólo porque limita sus oportunidades económicas, sino además porque afecta al desempeño del sector, que de este modo se ve privado de los conocimientos, aptitudes y perspectivas que las mujeres pueden aportar.
- 3.59 **Subsidios a la energía.** Los subsidios energéticos pueden generar importantes distorsiones y costos imprevistos, como: (i) costos medioambientales que conducen al consumo excesivo de combustibles altamente contaminantes y a la generación de emisiones de gases dañinos de efecto invernadero; (ii) costos macroeconómicos, como los déficits fiscales y el uso de importantes recursos públicos provenientes de otros sectores como la salud y la educación; (iii) distorsiones sociales donde los beneficios fluyen en forma desproporcionada hacia los consumidores que cuentan con mayores ingresos; y (iv) costos sectoriales por el hecho de que los subsidios, si no son compensados por las transferencias del gobierno, pueden causar desequilibrios financieros para el sector energético. Considerando estas graves distorsiones, es necesario eliminar los subsidios, o rediseñarlos para que sean garantía de un mayor beneficio económico y social general y que se reduzcan las distorsiones negativas. En este contexto, un grave problema de políticas es la imperiosa necesidad de eliminar los subsidios generalizados para combustibles fósiles (Bast et al., 2014; Galiana y Sopinka, 2014).
- 3.60 Para reducir los costos y las distorsiones, los subsidios energéticos no focalizados podrían reemplazarse por otros de carácter explícito, debidamente focalizados y sostenibles dirigidos a las poblaciones pobres y marginadas (Komives et al., 2005). Por ejemplo, como alternativa a los subsidios, cabría incorporar en los programas de transferencias condicionadas de efectivo un componente específico de energía. Este mecanismo, aunado a la asistencia social y el desarrollo de capital humano, podría ayudar a reducir la pobreza y evitar que esta tendencia se transmita de una a otra generación (Marchán et al., 2017; Stampini, 2012).
- 3.61 **Política de sostenibilidad ambiental.** Los países por lo general han sido lentos de desarrollar legislación en materia de eficiencia energética. Como para la legislación sobre energía renovable, cuya pronta adopción por unos pocos países fue una fuente de experiencia para los demás países y se constituyó en ejemplo para el resto de la región, se prevé que en los próximos años todos los países aprueben leyes en este sentido. Los marcos normativos sobre eficiencia

energética revisten gran complejidad, dado que implican un enorme volumen de normas específicas para cada tipo de uso, aplicación o aparato. Un ejemplo de lo anterior son los códigos de construcción para uso residencial, comercial o industrial. Cabe citar también las normas específicas para sistemas de bombeo de agua o vehículos montacargas, así como para refrigeradores o diversos aparatos de aire acondicionado (como unidades de pared, bombas de calor o sistemas centrales).

Gráfico 5. Incorporación de políticas de sostenibilidad energética en América Latina y el Caribe



Fuente: Cálculos del BID con base en el Examen de Instrumentos Económicos para la Fijación de Precios al Carbono (publicación del BID); AIE/IRENA, BNEF.

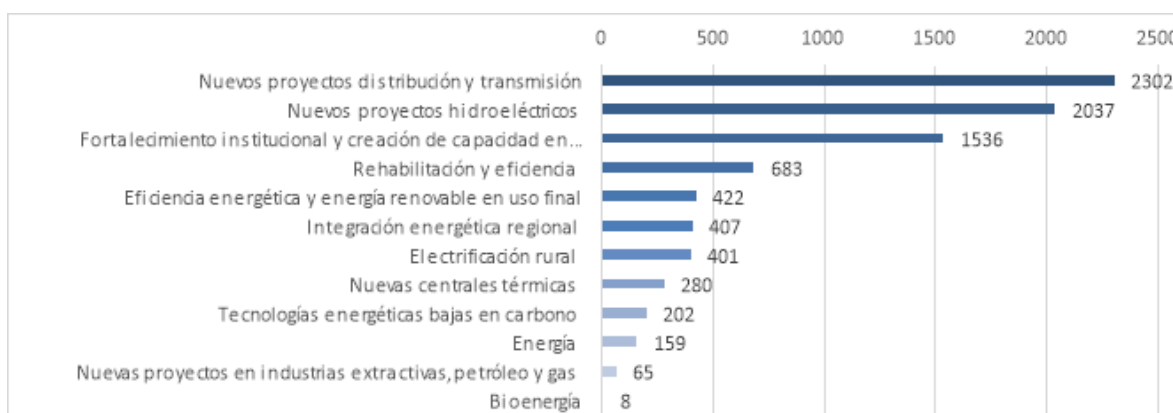
IV. LECCIONES APRENDIDAS DE LA EXPERIENCIA DEL BANCO EN EL SECTOR

- 4.1 Por más de 50 años, el BID ha prestado asistencia a los países en la formulación e instrumentación sostenible de políticas, normas y proyectos de infraestructura en el sector energético. El Banco posee una amplia experiencia acumulada en múltiples países, condiciones y tecnologías energéticas a través de préstamos soberanos y no soberanos, otros instrumentos reembolsables (garantías y capital) y financiamiento no reembolsable, tanto para inversión como para cooperación técnica. Al logro de resultados de alta calidad en las acciones del Banco coadyuvan su extensa presencia sobre el terreno, el diverso trasfondo de sus países miembros, la complementariedad con las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático y la aplicación de salvaguardias ambientales y sociales. En esta sección quedan recogidas las lecciones aprendidas, las ventajas y los ámbitos que

necesitan fortalecerse para seguir apoyando satisfactoriamente a nuestros países miembros.

- 4.2 En los 11 años transcurridos de 2007 a 2017 se ha financiado un monto acumulado de US\$8.500 millones para 425 proyectos. De ese total, algo más de la mitad se invirtió en actividades de transmisión y distribución y en proyectos hidroeléctricos. El resto se repartió en 10 categorías, como se observa en el Gráfico . Sin embargo, en los últimos tres años se observa un cambio cualitativo, dado que la gobernanza y la sostenibilidad, que antes representaban conjuntamente un tercio de la inversión total, ahora representan un tercio cada una. Este cambio refleja la importancia de las iniciativas regionales dirigidas al fortalecimiento de las instituciones, los marcos normativos y la eficiencia operativa, así como a la introducción de tecnologías con bajas emisiones de carbono, la rehabilitación de infraestructuras y el logro de una cartera equilibrada. Los esfuerzos de ampliación del acceso se han mantenido estables. Asimismo, refleja el impacto de los fondos internacionales para el clima. Los esfuerzos de ampliación del acceso se han mantenido estables. Las operaciones relacionadas con la energía han sido ejecutadas por la División de Energía, BID Invest y otras dependencias como la División de Conectividad, Mercados y Finanzas (IFD/CMF). Las secciones que siguen se centran en la experiencia de la División de Energía y BID Invest.

Gráfico 6. Inversiones acumuladas en Energía por subsector, 2006-2017 (millones de US\$)



Fuente: cálculos del BID.

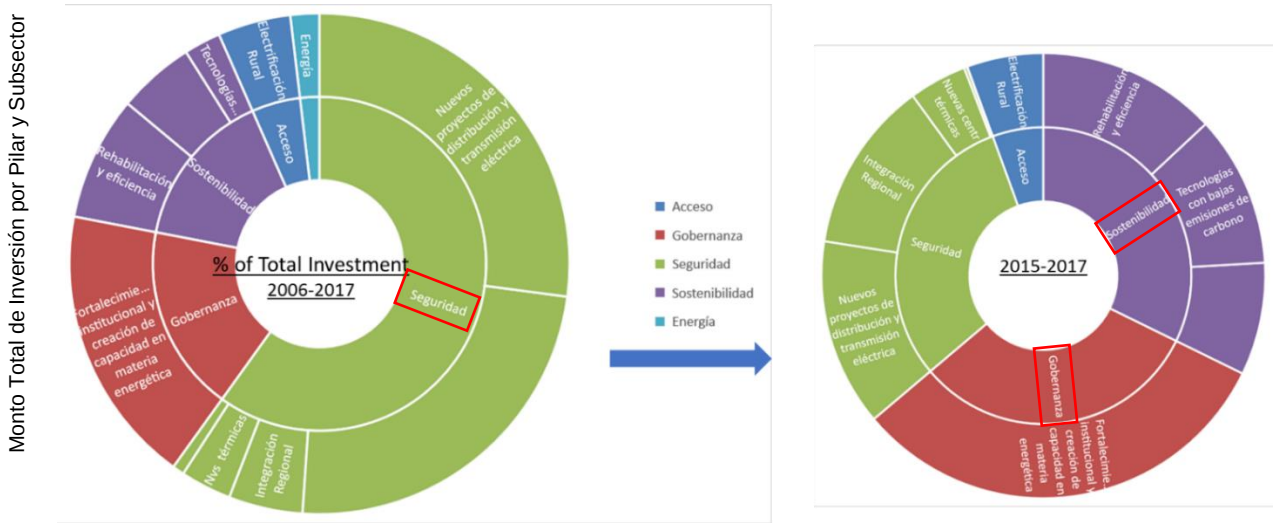
A. Lecciones aprendidas de operaciones completadas o en etapa final de ejecución

- 4.3 Siguiendo las dimensiones de éxito propuestas en el anterior SFD, examinamos las principales lecciones aprendidas en las operaciones dirigidas por la División de Energía, valiéndonos de informes de terminación de proyecto, informes de seguimiento de avance, propuestas de préstamo y otros documentos pertinentes. Las lecciones aprendidas que se exponen a continuación deben considerarse complementarias a las del anterior SFD, que mantienen su validez. En el [Recuadro 7](#) se puede ver el financiamiento por pilares del SFD.
- 4.4 **Acceso a servicios de energía de buena calidad.** El Banco ha financiado proyectos que contribuyen a (i) ampliar la cobertura de energía mediante sistemas conectados a la red o sistemas aislados, (ii) mejorar la calidad de la energía, reduciendo el consumo de carbón gracias a la adopción de medidas de eficiencia

energética y energía renovable y (iii) aumentar la fiabilidad y asequibilidad de la conexión por medio de componentes de inversión en infraestructura para la reducción de las pérdidas totales de electricidad. Las siguientes son algunas lecciones aprendidas de los proyectos dentro del pilar de acceso.

- 4.5 **Adecuada configuración de los proyectos.** El reconocimiento de las redes públicas informales contribuye a focalizar los recursos, diseñar los proyectos y ajustar las condiciones de la evaluación de beneficios asociados a la reducción de pérdidas de energía. El objetivo de mejorar servicios eléctricos deficientes requiere un planteamiento diferente según si los hogares tienen una conexión formal, informal o están alejados de la red. Así pues, el impacto sobre los distintos interesados puede variar.

Gráfico 7. Financiamiento por pilares



- 4.6 **Definición del esquema de operación.** En la provisión de acceso, la inversión inicial es necesaria pero no suficiente. Para asegurar la sostenibilidad del servicio, más importante aún es la implantación de un modelo de negocio que permita operar y mantener los bienes y equipos a mediano y a largo plazo para evitar que caigan en desuso al término de su vida útil. En sistemas aislados o instalaciones individuales, por ejemplo, las baterías tienen una vida útil de entre tres y cinco años. La falta de un esquema de operación que garantice su reemplazo puede hacer que los beneficiarios se vean privados del servicio.
- 4.7 Existen múltiples esquemas de operación de sistemas que incorporan nuevos clientes, tanto para ampliaciones de red como para sistemas aislados, entre ellos los siguientes: (i) participación de la empresa de distribución de la región; (ii) otorgamiento de nuevas concesiones para regiones geográficas o sistemas específicos; (iii) contratación de compañías privadas especializadas; (iv) asignación de nuevas funciones a entidades que operen a nivel local (por ejemplo, de funciones de producción y distribución de energía a acueductos rurales); (v) creación de organizaciones comunales que prestan el servicio, y (vi) alguna combinación de los anteriores. En el marco del programa, es preciso asegurar que se defina un modelo de negocio durante la fase de diseño y se contrate un operador durante la ejecución. La electrificación rural debe llevarse a cabo de manera integral para tener éxito (ver [Recuadro 3](#)).

- 4.8 **Selección de beneficiarios.** Identificar y determinar qué comunidades se beneficiarán en una fase inicial del programa es fundamental para (i) promover su participación mediante talleres informativos acerca de los beneficios y requisitos del programa en cuanto a recursos humanos y financieros; (ii) definir un nivel de referencia para cuantificar el impacto del programa con métodos contrastados, como la aleatorización; (iii) cuando corresponda, firmar los acuerdos con las compañías de distribución para iniciar sin tardanza la ejecución, y (iv) procurar el compromiso de las comunidades para asegurar tanto la viabilidad financiera a mediano y largo plazo como la sostenibilidad futura de los sistemas, sin necesidad de aportes económicos del gobierno.

Recuadro 3. Nicaragua - Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energías Renovables (PNESER)

El PNESER es un programa lanzado por el Gobierno de Nicaragua en 2010 con una estructura plurianual (tres operaciones de préstamo del BID) y con múltiples participantes: BID, Banco Centroamericano de Integración Económica, Banco Europeo de Inversiones, Banco de Exportación e Importación de Corea, Fondo para el Desarrollo Internacional de la Organización de Países Exportadores de Petróleo, Agencia de Cooperación Internacional del Japón, Mecanismo de Inversión en América Latina de la Unión Europea y el Fondo para el Desarrollo Nacional. El programa cuenta con una inversión de US\$416 millones para brindar atención integral al sector eléctrico en los aspectos de electrificación rural, normalización de usuarios, fortalecimiento del sistema de transmisión, expansión y sostenibilidad de sistemas aislados, y estudios de preinversión en eficiencia energética y energía renovable. La Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica de Nicaragua coordinará y ejecutará el programa con apoyo del Ministerio de Energía y Minas y la Empresa Nicaragüense de Electricidad.

Gracias al programa, se ha otorgado cobertura a 100.000 hogares y normalizado el suministro de otros 61.000 hogares, lo que equivale al 13% de la población nacional. El PNESER constituye la principal contribución a la electrificación, que en 2017 alcanzó el 90%. Aunque su principal objetivo era ampliar el acceso, el programa ejerció gran impacto sobre la sostenibilidad financiera, económica y ambiental del sector eléctrico. Se han elaborado estudios de preinversión para proyectos hidroeléctricos, geotérmicos y eólicos que en conjunto añaden 1.080 MW, lo que equivale a la actual capacidad efectiva del sistema eléctrico nacional y brinda oportunidades de inversión para cubrir la demanda en los próximos 20 años.

En términos de eficiencia energética, el sector ha experimentado una transformación gracias a la formulación y aprobación del programa nacional y la ley de eficiencia energética, el reemplazo de 2,1 millones de bombillas eficientes en 500.000 hogares, el reemplazo de 96.000 lámparas de alumbrado público eficientes y la instalación de 50.000 luminarias eficientes en edificios públicos. Cabe añadir el refuerzo del sistema de transmisión con 600 km de nuevas líneas y 400 megavoltioamperios (MVA) en capacidad de transformación, esto es, un aumento del 30% en la extensión y capacidad del sistema.

Fuente: Informe de noviembre de 2017 – Comité de Seguimiento del PNESER.

- 4.9 **Género.** El sector energético ofrece oportunidades para fomentar la igualdad de género y la promoción del papel de la mujer mediante la incorporación sistemática de la dimensión de género en las operaciones. La División de Energía ha articulado un plan que comprende medidas proactivas, la integración transversal de la perspectiva de género e inversiones directas que respaldan esa dimensión como parte importante de los proyectos. La División de Energía ha alcanzado su meta con respecto al número de préstamos con Garantía Soberana estratégicamente alineados con los temas de género y diversidad.
- 4.10 La División de Energía seguirá focalizando su labor operativa en la promoción de oportunidades económicas para las mujeres, la adaptación de la infraestructura y servicios conexos para atender a necesidades específicas de género y el fortalecimiento del liderazgo y la participación de la mujer. El Plan de Acción de

Género para la División de Energía²⁹ se centra en tres grandes líneas de acción estratégicas, a saber: (i) acceso a la energía: (a) adaptar los proyectos de acceso a energía y aquellos relativos al uso de combustibles modernos para cocción, calefacción y otros fines para atender necesidades específicas de género, y (b) promover nuevos hábitos y comportamientos y nuevas tecnologías; (ii) datos e información: (a) recopilar datos sectoriales desagregados por género, y (b) generar productos de conocimiento para el diseño de políticas y proyectos de energía, y (iii) igualdad de oportunidades: (a) promover el aprovechamiento conjunto por hombres y mujeres de las oportunidades (mayormente económicas) que generan los proyectos, y (b) impulsar la incorporación de la mujer en empleos no tradicionales dentro del sector (ver Recuadro 4).

Recuadro 4. Labor del BID con los clientes para promover la temática de género y transformar el sector energético

En 2017, el BID aprobó dos programas que promueven la dimensión de género. El primero de ellos, el Programa de Inversiones en Infraestructura Energética – CELESC-D en Brasil, prevé actividades en favor de la igualdad de género, dado que en esta compañía las mujeres representan el 19% de la plantilla total de 3.290 empleados, pero solo ocupan el 3% de los puestos técnicos. Esta situación priva a la empresa de los beneficios de una fuerza laboral más diversificada y de las ventajas que ello puede suponer para el desarrollo profesional de las mujeres y el desempeño operativo y financiero de la compañía. El programa incluye, por lo tanto, la formulación de una estrategia de promoción de género y la actualización del programa Joven Aprendiz implementado por la compañía.

La segunda operación, el Programa de Apoyo al Avance del Cambio de la Matriz Energética del Ecuador, financiará actividades relativas a género, entre ellas la formulación de la Estrategia para Promover la Igualdad de Género en el Sector Eléctrico Ecuatoriano. Existen en Ecuador profundas brechas de género con respecto a las contribuciones y oportunidades económicas de las mujeres, las cuales siguen siendo minoritarias en el sector de electricidad, gas y minería, donde apenas suman el 28% del personal total. El programa contribuirá los siguientes objetivos: (i) reducir la disparidad salarial entre mujeres y hombres; (ii) potenciar el impacto de las políticas y proyectos energéticos sobre las mujeres y las niñas, y (iii) incorporar a la fuerza laboral del sector energético un mayor número de mujeres.

- 4.11 **Sostenibilidad.** El Banco ha financiado operaciones para planificar, diseñar y actualizar los marcos normativos, y ha desarrollado proyectos para diversificar la matriz eléctrica y reforzar la eficiencia energética. Las siguientes son las principales lecciones aprendidas de estas operaciones:
- 4.12 **Diversificación de la matriz eléctrica con recursos más sostenibles.** Articular una matriz energética sostenible en lo técnico y lo económico requiere múltiples estudios para definir parámetros de referencia adecuados, inventariar los recursos energéticos y hacer un análisis de posibles opciones de política, calendarios y estrategias alternativas para alcanzar cada objetivo de política, recursos necesarios y riesgos por superar para lograr la matriz prevista. La determinación de recursos energéticos ha de comenzar con datos satelitales y proseguir con mediciones sobre el terreno en los emplazamientos de mayor interés. Entre los factores esenciales para la promoción de inversiones privadas y la terminación satisfactoria de proyectos de energía renovable cabe citar (i) la presencia de un marco normativo y jurídico que brinde incentivos para desarrollar tecnologías basadas en energías renovables, (ii) el firme compromiso del gobierno con el desarrollo y (iii) la disponibilidad de mecanismos de apoyo no reembolsables y

²⁹ [Plan de Acción de Género 2018.](#)

medidas de mitigación de riesgos. Igualmente, los instrumentos financieros deberán adaptarse a cada una de las etapas del desarrollo de los proyectos e incorporar a todos los agentes pertinentes, incluidos los del sector público y las alianzas público-privadas, para llevar a buen término la ejecución de proyectos de energía renovable.

- 4.13 **Compromiso con la comunidad respecto de la construcción de centrales hidroeléctricas.** Las políticas de salvaguardias ambientales y sociales, así como la continua y activa participación de especialistas de la Unidad de Salvaguardias Ambientales y la División de Energía, han contribuido eficazmente a reducir los conflictos con las comunidades. La rigurosa aplicación de políticas de salvaguardias ambientales y sociales a las inversiones en el sector energético ha hecho posible mitigar eficazmente los impactos y riesgos ambientales y sociales asociados a dichas inversiones. En el marco de la colaboración cada vez más robusta entre la División de Energía y la Unidad de Salvaguardias Ambientales y Sociales, especialistas de esta última unidad participan desde un inicio tanto en las decisiones sobre proyectos en tramitación (especialmente para el sector hidroeléctrico) como en el diseño y la preparación de los mismos. Mediante la aplicación de dichas salvaguardias, el BID ha podido (i) conferir mayor sostenibilidad a proyectos complejos y sensibles en el sector (como la central hidroeléctrica Reventazón), (ii) fortalecer la capacidad de gestión ambiental y social de los organismos ejecutores para favorecer la observancia de salvaguardias a largo plazo y (iii) detectar oportunidades de generar valor agregado, por ejemplo movilizand o inversiones para impulsar la conservación y gestión de espacios protegidos (en sectores como el geotérmico), reforzando la seguridad de la tenencia de la tierra, potenciando la eficiencia de los recursos naturales, brindando mayores oportunidades de acceso equitativo y fomentando la transparencia.
- 4.14 **Adopción de medidas de eficiencia energética.** La incorporación de objetivos de eficiencia energética en programas en apoyo de reformas de política y préstamos con medidas específicas de política es un medio eficaz para salvar las limitaciones de los incentivos financieros al reemplazo generalizado de equipos poco eficientes; esto incluye el establecimiento de normas mínimas de eficiencia en sistemas de iluminación, aire acondicionado y aislamientos de edificaciones, motores eléctricos de velocidad variable y bombas de agua.
- 4.15 **Programas de reacondicionamiento de edificaciones para un uso eficiente de la energía.** En vista del carácter muy dinámico de las tecnologías de eficiencia energética, es importante contar con manuales operativos sujetos a revisión periódica para hacer un debido acompañamiento del proceso de ejecución. En caso de detectarse discrepancias, el organismo ejecutor debe tener suficiente flexibilidad para introducir las modificaciones necesarias, por ejemplo para asegurar que los materiales y tecnologías seleccionados representen las opciones disponibles más apropiadas en cuanto a precio y calidad. La estrategia para ejecutar y supervisar los procesos de reacondicionamiento con fines de eficiencia energética debe darse a conocer a todos los socios y partes interesadas pertinentes, incluido el personal de las instalaciones para procurar su activa participación.
- 4.16 La realización de exhaustivas auditorías de energía en etapas iniciales, incluido el aislamiento de las edificaciones, permite evitar errores en la preparación de solicitudes de propuestas y la elaboración de presupuestos, acortando así los

procesos de adquisiciones. En la recopilación de datos se debe incorporar dispositivos de registro de datos al menos seis meses antes de comenzar el reacondicionamiento de las instalaciones, así como analizar detalladamente el consumo mediante el examen de las facturas e identificar su relación con los sistemas de medición. Se recomienda realizar las auditorías previamente a la aprobación del contrato de préstamo, ya que ello permite ajustar con precisión el alcance de las obras y evitar situaciones en que la reforma pueda necesitar una inversión mayor que la prevista inicialmente.

- 4.17 **Uso del modelo de negocio de compañías de servicios energéticos (ESCO) y el contrato de servicios energéticos por desempeño (ESPC).** La ejecución de proyectos de inversión en eficiencia energética usando el modelo de negocio ESCO ha mostrado su viabilidad comercial y económica en la región. Dichas inversiones permiten elevar la productividad, reducir costos operativos y disminuir la huella de carbono. Las compañías de servicios energéticos son empresas privadas que firman contratos ESPC con el beneficiario e invierten en proyectos de eficiencia energética, derivando su remuneración de los ahorros generados por tales inversiones, las cuales corren de su cuenta y riesgo. Las eventuales dificultades en el proceso de medición de los ahorros pueden obviarse mediante acuerdos en que se establecen la metodología de medición, las áreas de intervención y los precios a los cuales serán evaluados los ahorros previamente a las auditorías efectivas y la certificación de cumplimiento de las normas internacionales. Para expandir este modelo se requiere el otorgamiento a ambas partes de garantías que podrían financiarse por parte del gobierno a través de un fondo específico y con financiamiento mezzanine. En México y Nicaragua, por ejemplo, el Banco ha promovido proyectos y actividades de cooperación técnica para facilitar una mayor comprensión de las particularidades de este sistema.
- 4.18 **Seguridad energética e integración regional.** El Banco ha apoyado programas encaminados a: (i) la rehabilitación y modernización de infraestructuras de generación y transmisión; (ii) el financiamiento de nueva infraestructura para reducir la vulnerabilidad del sistema eléctrico y asegurar un mejor suministro para la región; (iii) la reducción del consumo de combustibles fósiles; y (iv) la mitigación de los impactos ambientales asociados al manejo de residuos y el uso del diésel, mediante acciones centradas en la mejora de la gestión ambiental y la eficiencia energética.
- 4.19 **Rehabilitación de infraestructura.** El Banco debe dar acompañamiento a los proyectos de rehabilitación de redes durante todo el ciclo de desarrollo, con medidas como la extensión de la medición, la actualización del registro de beneficiarios y la formulación de planes complementarios para asegurar la seguridad del suministro.
- 4.20 **Sobrecostos frente a contratación llave en mano.** Los aumentos en cantidades de obra, las modificaciones de diseño y las variaciones del alcance de los proyectos son las principales causas de sobrecostos. Por tanto, según las cláusulas contractuales de los préstamos del Banco, se hace necesario incrementar el financiamiento de contrapartida para completar la ejecución, con las consiguientes demoras. Aunque en los contratos de Ingeniería, Adquisiciones y Construcción llave en mano (EPC) los costos ofertados son mayores que en la contratación separada de bienes y obras, tales costos deben contrastarse con la pérdida de responsabilidad en la coordinación de la compra de bienes y la contratación de obras, siendo los sobrecostos más frecuentes cuando se

contratan los componentes por separado. A menos que el equipo de ejecución, que asume por su cuenta los riesgos de demoras, tenga amplia experiencia en la integración de proyectos, debería quizá preferirse la contratación en la modalidad EPC. Es menester evaluar durante la preparación del proyecto las capacidades y recursos del organismo ejecutor, los gobiernos subnacionales u otras instituciones que tomen parte en el proyecto. También habrá de evaluarse el compromiso del prestatario de proveer recursos de contrapartida local en los montos y plazos que corresponda.

- 4.21 **Procesos de adjudicación.** Conviene programar en la fase de diseño suficiente tiempo para los procesos de adquisiciones, así como capacitar desde un inicio a los organismos ejecutores en las políticas de adquisiciones del BID. En caso de que se contraten especialistas en adquisiciones para reforzar el organismo ejecutor, se recomienda que el especialista posea también amplio conocimiento de proyectos y mercados con similares características. La creación de bases de datos o depósitos de información sobre contratistas y consultores, sean nacionales o internacionales, facilitaría la selección del perfil más idóneo y fiable. Cuando por condiciones de mercado se declare nulo un proceso de adquisiciones, será necesario identificar este riesgo en la matriz de riesgos y fortalecer el organismo ejecutor.
- 4.22 **Estudios de preinversión.** Los estudios de preinversión, entendidos como diseños técnicos y evaluaciones de factibilidad económica, financiera y ambiental, varían en función del tipo de proyecto y del país o región. La correcta asignación de recursos para su preparación, supervisión y terminación es esencial para asegurar la necesaria calidad de los proyectos. Una lección aprendida es que mediante estudios de preinversión de alta calidad que incorporen el alcance integral del proyecto, sin subestimar sus costos, es posible optimizar la asignación de prioridades y recursos presupuestarios en la operación. La legalización de los terrenos del sitio del proyecto y la obtención de permisos, derechos de paso, autorizaciones y licencias, entre otras cosas, pueden ocasionar retrasos y afectar a la ejecución, y han de incluirse en los cronogramas del proyecto para que avancen en paralelo a otras actividades, por ejemplo durante el proceso de adquisiciones. En varios proyectos se destaca la necesidad de reforzar las capacidades de gestión del equipo, incorporar los riesgos de retrasos en la programación, determinar su impacto sobre un cronograma detallado y considerar cada una de las acciones que hayan de realizar las entidades públicas. También es fundamental asegurar que el organismo ejecutor conozca en profundidad el marco normativo nacional, teniendo en cuenta su gran impacto en los plazos de ejecución del proyecto.
- 4.23 **Gobernanza.** El Banco ha acumulado un amplio conocimiento sectorial mediante su experiencia operativa, su presencia en los países y la preparación de préstamos programáticos, que constituyen instrumentos especialmente indicados. El Banco ha seguido acompañando de cerca las reformas sectoriales, que implican un gran número de agentes, con componentes de fortalecimiento institucional, adopción de robustos marcos legales y normativos para estimular inversiones a mediano y largo plazo, sostenibilidad financiera y eficiencia operativa.
- 4.24 **Marco normativo y gobernanza.** El éxito de los proyectos está supeditado a (i) una acertada planificación y gestión de gastos; (ii) la capacidad y eficacia de las instituciones que intervienen en cada etapa, tanto a nivel nacional como

subnacional; y (iii) la coordinación entre organismos e instituciones para armonizar objetivos, evitar la duplicación de tareas, examinar sensibilidades e intereses, y anticipar y resolver conflictos.

- 4.25 **Capacidad institucional del organismo ejecutor o las organizaciones de gobierno.** Un desafío en la ejecución de proyectos para aumentar la fiabilidad de los servicios eléctricos es la escasa capacidad de las entidades del sector público. En las evaluaciones se destaca la necesidad de reforzar los siguientes aspectos: (i) planificación sistémica; (ii) gestión de proyectos; (iii) reducción de pérdidas; (iv) diseño y operación de redes; (v) calidad del servicio; y (vi) recursos humanos. El BID debe ofrecer una solución integral que abarque los retos institucionales, técnicos e infraestructurales que se plantean a los países. A la superación de obstáculos estratégicos y organizacionales puede contribuir un comité ejecutivo consultivo que trabaje con el organismo ejecutor en actividades de seguimiento, supervisión de la ejecución de proyectos y coordinación con otras entidades del sector público.
- 4.26 En la mayoría de los casos, las demoras en la ejecución son atribuibles a unidades de ejecución con estructuras inadecuadas, personal escaso y poco preparado y falta de capacidad técnica e institucional. Las unidades con suficiente presupuesto para contratar apoyo especializado en funciones clave como supervisión y evaluación, gestión ambiental y cumplimiento de normas han logrado reducir las demoras (ver Recuadro 5).
- 4.27 El BID ha brindado apoyo a las empresas estatales en las tres dimensiones siguientes: (i) promoción de prácticas óptimas y medidas de reestructuración para mejorar su gobernanza corporativa, mediante operaciones de cooperación técnica y préstamos en apoyo de reformas de política; (ii) mayor eficacia para alcanzar sus objetivos económicos y sociales, mediante el financiamiento de necesidades de inversión aunado al fortalecimiento institucional; y (iii) desarrollo de metodologías para evaluar sus resultados.
- 4.28 **Armonizar objetivos de los programas y prioridades de las partes interesadas.** Los objetivos, hitos intermedios y planes de ejecución de los programas deben ser coherentes con las necesidades e intereses de los principales interesados, lo que incluye el dimensionamiento de los programas en cuanto a montos, componentes o períodos de ejecución. Conviene que las operaciones cuenten con diseños flexibles que puedan adaptarse según la evolución de factores externos, como limitaciones presupuestarias.

Recuadro 5. Acciones para promover la pronta ejecución de proyectos en Ecuador

Desde 2010, el Banco ha invertido en Ecuador US\$1.280 millones en apoyo de la iniciativa nacional de transformación de la matriz energética. Recientemente, se ha producido una reducción muy sustancial del tiempo promedio de ejecución de proyectos, desde siete años y cinco meses a tres años y ocho meses. Este cambio obedece a los siguientes factores: (i) un profundo conocimiento de las prioridades del sector y del país; (ii) una clara comprensión de los procedimientos gubernamentales para seleccionar los proyectos que han de financiarse; (iii) una estrecha coordinación con las autoridades sectoriales en el proceso de debida diligencia; y (iv) la labor previa a la aprobación de los préstamos dirigida a acelerar la ejecución de los proyectos. Asimismo, el Banco ha introducido mejoras en cada una de las tres fases en que se divide la ejecución, en aras de una gestión más ágil. Las siguientes son las mejoras introducidas:

- **Debida diligencia para el financiamiento.** Este proceso arranca cuando se recibe de las autoridades nacionales la solicitud de financiamiento e incluye el análisis técnico, socioambiental, fiduciario, económico y financiero por parte del Banco. El equipo de proyecto en Ecuador también ha organizado talleres iniciales sobre ejecución a los que deben asistir todas las instituciones y proveedores pertinentes. Estos talleres de alcance técnico y fiduciario tienen por finalidad producir planos de operaciones anuales, un plan plurianual, planes de adquisiciones, proyecciones de desembolsos y documentos de licitación.
- **Aprobación del proyecto, firma del contrato y elegibilidad al primer desembolso.** El tiempo promedio hasta la firma del contrato ha disminuido de 113 a 66 días. En el caso de la elegibilidad al primer desembolso, la reducción ha sido de 126 a 48 días. Estos avances han hecho posible efectuar el primer desembolso dos meses después de la aprobación; por su parte, los montos desembolsados incluyen financiamiento retroactivo y recursos para asegurar la buena marcha de los contratos firmados.
- **Implementación del proyecto.** Una vez obtenida la elegibilidad, el equipo del Banco se encarga de organizar talleres de lanzamiento en los que se facilita la revisión final de los instrumentos de aplicación y se registra y justifica cualquier modificación en la matriz de resultados. Tan pronto se efectúa el primer desembolso, el organismo ejecutor lanza los procesos de licitación. El seguimiento de la ejecución ha mejorado gracias a una eficaz comunicación entre instituciones durante la ejecución y a la revisión de la información pertinente durante la elegibilidad de cada desembolso.

B. Lecciones aprendidas de los préstamos sin garantía soberana

- 4.29 Con el fin de identificar de manera aislada las lecciones aprendidas de la ejecución de proyectos sin garantía soberana, se analizaron los siguientes siete proyectos: (i) Central Hidroeléctrica Campos Novos (1567/OC-BR); (ii) Parque Eólico Atlantic I (BR12009); (iii) Proyecto de Energía Solar Pirapora I (BR-11924); (iv) Perú GNL (1946A/OC-PE y 1946B/OC-PE); (v) ISA Bolivia II - La Arboleda (BO-L1022); (vi) Proyecto de Energía Eólica Eurús (2275A/OC-ME); y (vii) Proyecto Eólico Campo Palomas (3663A/OC-UR). Igualmente se entrevistó a los jefes y miembros de los respectivos equipos. A continuación se exponen las principales lecciones.
- 4.30 **Marco de sostenibilidad ambiental y social del Banco.** Además de financiamiento, los beneficios para los clientes del sector privado incluyen conocimientos técnicos, ambientales y sociales especializados (ver [Recuadro 6](#)). Durante el desembolso del préstamo, el Banco ofrece pericia técnica que contribuye a atenuar los riesgos operativos y financieros. Gracias a las salvaguardias del Banco, los clientes pueden responder cabalmente a los riesgos sociales y ambientales que podrían comprometer la viabilidad a largo plazo de los proyectos. Las políticas del Banco generan la confianza de los clientes privados y sus accionistas (patrocinadores), lo que reviste especial importancia en proyectos políticamente sensibles.

- 4.31 **Coordinación entre operaciones con y sin garantía soberana.** La calidad y el impacto de los proyectos de energía se benefician de una estrecha coordinación dentro del Grupo BID entre operaciones con y sin garantía soberana. La coordinación entre el BID y BID Invest permite mejorar los marcos de reglamentación y desarrollar mercados privados competitivos para impulsar actividades como la inversión en energías renovables. Asimismo, es importante para mitigar el riesgo de revocación de concesiones y nacionalización de inversiones privadas. En el caso de Uruguay, la participación y el apoyo del BID desde un comienzo en el diseño del entorno jurídico y normativo fueron decisivos para que BID Invest pudiera ayudar a configurar las normas y acuerdos jurídicos usados en los primeros procesos de licitación en el sector de la energía renovable. Esta pronta participación contribuyó a asegurar que las condiciones en que se definieron los proyectos de energía renovable fueran aceptables tanto para los promotores como para los prestamistas. Asimismo, la existencia de un marco jurídico y normativo robusto y estable en el sector de la energía y de instituciones competentes respaldadas por el BID fue clave para articular en 2010 la Política Energética, que definió las metas nacionales de energía renovable hasta 2020 y las medidas de política necesarias para su consecución —lo que incluía incentivos fiscales para atraer la inversión extranjera. La facilitación del diálogo con BID Invest y los agentes del sector privado fue otro factor coadyuvante para el éxito del programa de energía renovable (ver [Recuadro 7](#)).

Recuadro 6. Lecciones aprendidas sobre estructuras de incentivos en función de resultados para promover la igualdad de género en las inversiones en energía

BID Invest ha usado estructuras de incentivos en función de resultados a fin de generar oportunidades económicas para la mujer en cuatro préstamos de energía renovable. Estas estructuras se canalizaron a través del Fondo Climático Canadiense para el Sector Privado de las Américas (C2F), un fondo administrado por BID Invest centrado en la adaptación y mitigación del cambio climático, con la energía como prioridad. Estas estructuras de incentivos generan oportunidades de empleo mediante pasantías para las estudiantes de ingeniería medioambiental, ingeniería industrial y diseño industrial en el sector en auge de la energía renovable, alentando a las empresas a que contraten una reserva de talento que antes no se tenía en cuenta. A cambio de crear programas de pasantías para estas mujeres, se ofrecen a los prestatarios condiciones concesionales que neutralizan los costos de implementar el componente de género.

Una de las lecciones aprendidas es que los incentivos financieros pueden inducir al prestatario a invertir el tiempo y los recursos necesarios. Ejecutar las acciones de género requiere brindar un alto grado de orientación y apoyo local a los clientes y comprender el contexto cultural, normativo y de mercado. La implantación de estructuras de incentivos en función de resultados es costosa, debido a la complejidad de formalizar mecanismos de incentivos. Con todo, conforme se estructuran nuevos proyectos de esta índole, cabe esperar que los costos legales disminuyan y los procesos se agilicen al desarrollarse fórmulas estandarizadas. Es importante, por último, seguir los impactos a largo plazo de los programas de género (como el número de pasantes que acceden a un empleo técnico a tiempo completo y que lo conservan con el paso del tiempo), como una forma de medir su éxito real.

BID Invest, el Fondo Multilateral de Inversiones, los Gobiernos de Alemania y Japón y otros socios participan en el desarrollo de la Herramienta de Análisis de Brecha de Género en el marco de los Principios para el Empoderamiento de las Mujeres, que permite detectar rápidamente fortalezas y carencias en las acciones de igualdad de género de las compañías para abordar las necesidades de la compañía y crear oportunidades para las mujeres de sus organizaciones, sus mercados y las comunidades donde se desempeñan. BID Invest prevé que con base en el éxito de este modelo pueda incorporar incentivos de género en función de resultados en operaciones distintas de las canalizadas mediante el C2F, logrando resultados de género a partir de un conjunto más amplio de operaciones sin necesidad de ofrecer incentivos.

4.32 Una innovadora estrategia de movilización a futuro en el sector energético.

Con un enfoque estratégico público-privado integral, el Grupo BID está articulando diferentes instrumentos novedosos de financiamiento que responderán a los objetivos de la Agenda 2030 y se integrarán como un pilar básico de la labor del BID. Estos productos financieros innovadores se inspirarán en experiencias exitosas del Grupo BID y combinarán recursos institucionales, privados y de donantes, permitiendo a la institución impulsar la innovación en la asistencia oficial para el desarrollo y una nueva generación de instrumentos de movilización para promover la Agenda 2030 en América Latina y el Caribe. Este financiamiento innovador incluirá (i) la creación de alianzas público-privadas en energía geotérmica, gas natural y eficiencia energética, entre otras intervenciones conjuntas con BID Invest; (ii) financiamiento combinado (préstamos y financiamiento no reembolsable del BID, financiamiento contingente no reembolsable y financiamiento del sector privado); (iii) bonos para infraestructura sostenible y energía para financiar proyectos con saldo ambiental y social positivo que atraigan a inversionistas institucionales y no tradicionales; y (iv) garantías que puedan proteger a los inversionistas ante impagos, por ejemplo en el cumplimiento de un acuerdo de compra de electricidad, u ofrecer garantías de primera pérdida para inversionistas institucionales a nivel de cartera para invertir en nuevos mercados.

Recuadro 7. Centrales eléctricas mercantes en América Latina y el Caribe

Contexto. Las centrales eléctricas mercantes surgieron como una alternativa al modelo tradicional de venta de energía a clientes regulados y minoristas a través de contratos de compraventa de energía eléctrica de largo plazo. Las centrales eléctricas mercantes, también conocidas como productores de energía eléctrica independientes, venden energía eléctrica en un mercado mayorista al precio del mercado spot. El modelo se ha utilizado ampliamente en países como EE.UU. y, más recientemente, en América Latina y el Caribe. En años recientes, el Grupo BID ha financiado media docena de convenios mercantes de energía renovable, ayudando así a aumentar la penetración de este tipo de energía en la región. Sin embargo, donde el influjo de generadores mercantes de energías renovables ha ayudado a reducir los precios de la energía tanto en el mercado spot y mayorista, los expertos advierten que los bajos precios también son un factor clave de riesgo para hacer que el modelo comercial se vuelva “obsoleto”.

Modelos normativos en América Latina y el Caribe. El entorno normativo en la región ha, en general, facilitado la llegada y permanencia de centrales mercantes de energía renovable; con todo, existe un espectro de medidas de política a disposición de cada país. Así, mientras que Uruguay, Nicaragua, Honduras y Brasil experimentaron directamente con esquemas de tarifas de inyección a la red, otros países han adoptado un espectro de diferentes políticas, tales como incentivos fiscales (que a pesar de haberse implementado en gran parte de América Latina, varían en alcance y magnitud), primas (por ejemplo, Perú y Honduras) y el despacho y acceso preferente a la red, que se ha implantado en gran parte de América Latina pero donde el impacto en los precios es más evidente en países con menor reglamentación, como Chile.

Riesgos y consideraciones. Las centrales eléctricas mercantes, incluidas las que financia BID Invest, afrontan riesgos de sostenibilidad financiera ante el descenso en la estructura de precios de la energía. La caída de los precios de la energía a que contribuyeron estas centrales mercantes hace peligrar los rendimientos de los inversionistas y aun las propias inversiones de capital, ya que en algunos casos no están generando suficientes ingresos para cubrir los costos de operación y mantenimiento de las centrales. El descenso de los precios del gas natural y del costo de la tecnología ha puesto aún mayor presión sobre las centrales mercantes de energía renovable y los generadores convencionales, lo que a su vez ha resultado en menores precios en las subastas reguladas. Así, mientras en los Estados Unidos el modelo mercante se ha hecho obsoleto, como se menciona arriba, América Latina se acerca un punto de inflexión que aboca al sector a reevaluar su estrategia de creación de valor a largo plazo en la región. Algunas de las consideraciones son, por ejemplo: (i) adquirir generadores convencionales y no convencionales para optimizar una cartera de clientes y acuerdos de compra de electricidad; (ii) incrementar su actividad en mercados con mayor volumen de contratación y, por ende, mayor liquidez en el área de contratos y acuerdos de compra de electricidad; (iii) optimizar la generación a través de inversiones en infraestructura de transmisión, dada la diferencia entre las capacidades actuales de la red y la demanda de mayor inversión en infraestructura de transmisión para la región; o (iv) simplemente entrar o salir de algunos mercados, poniendo así potencialmente en riesgo la estabilidad operativa de esas redes.

Al margen de estas consideraciones estratégicas relativas al sector privado, en todo el mundo las centrales eléctricas mercantes, especialmente las solares fotovoltaicas, afrontan cada vez más el riesgo de restricciones y cortes de producción cuando la demanda local no puede absorber los picos de producción durante el día. De forma análoga, en el caso de las centrales hidroeléctricas, con un nivel de precipitaciones mayor de lo normal, los productores de energía están recortando la producción, lo que da lugar a un costo marginal cero y precios similares en el mercado spot. También se producen restricciones cuando la capacidad de transmisión cerca de la central es insuficiente para despachar la energía a un cliente potencial fuera del mercado local. Como lo informan Wilkinson Barker Knauer LLP y el Power Research Group (WBK y PR Group), el estancamiento en el crecimiento de la demanda, la creciente participación de la generación renovable y el nivel históricamente bajo de precios del gas han sumido al sector en una crisis. El resultado es que los ingresos de los generadores apenas cubren los costos integrales del suministro, lo que incluye el costo de recuperación de capital y el costo variable de las operaciones.

Hacia el futuro. Como lo afirman WBK y PR Group, los mercados que dependen del modelo de generación mercante corren el riesgo de que sus costos aumenten y que la fiabilidad disminuya, lo que a su vez implica graves consecuencias tanto para los generadores de energía eléctrica, los creadores de las políticas, quienes implementan la reglamentación, y los clientes. BID Invest y diversos investigadores y reguladores están evaluando soluciones viables para mitigar los riesgos o impedir que esta situación se repita en otros países. En los Estados Unidos, se habla de volver a la regulación, privilegiando la contratación bilateral sobre los mercados de capacidad, con contratos a plazo fijo más largos y disposiciones normativas o mecanismos de precios centrados en la fiabilidad. Asimismo, se prevé que los productores independientes procuren equilibrar sus balances y su cartera de activos con activos regulados. Las ideas y posibles cambios que también podrían ocurrir en América Latina y el Caribe incluyen: (i) concluir acuerdos bilaterales de compra de electricidad a largo plazo antes de aprobar el financiamiento, y facilitar la negociación de contratos de compra de electricidad a mediano y a largo plazo; (ii) brindar incentivos a los promotores para adquirir y optimizar una cartera de activos; (iii) fijar precios para las emisiones de CO₂ en vez de subsidios a la energía renovable; (iv) potenciar la inversión en capacidad de transmisión a la par del aumento de la generación; y (v) de una manera más radical, quizás, idear un esquema para reemplazar la fijación de precios a costos marginales y someter a escrutinio la práctica de contratos firmes de compras (*take or pay*) para determinar los costos marginales.

- 4.33 La inversión en energía sostenible en la región exige regulaciones compatibles con la transformación tecnológica y adaptadas al ciclo de vida más largo de la infraestructura de energía sostenible. En este contexto, el Grupo BID ha actuado como catalizador en el despliegue de sistemas energéticos más limpios y seguros mediante su oferta de productos financieros y no financieros y la creación de entornos propicios para la inversión pública y privada. Pese a los avances tecnológicos, los riesgos de percepción y de transición siguen suponiendo grandes obstáculos, lo cual requiere un enfoque coordinado por parte de los sectores público y privado. Como opciones para impulsar la adopción de tecnologías energéticas menos contaminantes cabe citar la supresión de dificultades estructurales en el sector, el apoyo a la profundización de los mercados de capital, la provisión de financiamiento a largo plazo y la oferta de productos financieros dirigidos a mitigar riesgos, a fin de atraer un espectro más amplio de inversionistas.
- 4.34 El fondo de promoción de la energía geotérmica en Nicaragua es un ejemplo de intervención del Grupo BID como semillero para la inversión privada. El desarrollo de campos geotérmicos requiere, además de investigaciones en superficie, la perforación de pozos de exploración para determinar el potencial geotérmico real. Tal como pone de relieve la experiencia internacional y local, los promotores afrontan importantes desafíos, entre ellos los riesgos asociados a la incertidumbre sobre la disponibilidad del recurso y los costos que implica su extracción. Dado que los futuros proyectos geotérmicos en Nicaragua se concentran en nuevos campos, es preciso establecer mecanismos de financiamiento que permitan mitigar el riesgo de exploración con miras a confirmar el potencial real y hacer factible la ejecución de proyectos de generación. El BID, junto con el Programa de Impulso a las Energías Renovables (SREP) del Fondo Estratégico sobre el Clima, financia la exploración de tres campos con potencial geotérmico en los que ya se han realizado investigaciones preliminares en superficie. Una vez se haya determinado la opción más favorable a efectos de desarrollo comercial, se llamará a licitación para adjudicar la concesión a un inversionista privado, y las sumas invertidas en la exploración se reintegrarán al fondo para que este pueda emprender nuevas actividades de exploración.
- 4.35 BID Invest está impulsando la incorporación de nuevos agentes, modelos innovadores de negocio y nuevas tecnologías que podrían mejorar la infraestructura energética y, a la vez, disminuir los riesgos para los promotores e inversionistas en los proyectos. Asimismo, junto con el sector público, está trabajando en la mejora del entorno normativo para configurar mercados de la energía estables y predecibles, con una visión sectorial de largo plazo orientada a reducir riesgos y fomentar mecanismos idóneos de financiamiento, para así facilitar la inversión en los mercados energéticos emergentes de la región.
- 4.36 **Innovación en productos financieros para el sector privado.** BID Invest contribuye a mejorar el clima de negocios al apoyar la transición hacia una infraestructura de energía menos contaminante, y promueve la innovación tecnológica al proveer financiamiento al sector privado con servicios de valor agregado. Actuando como catalizador en la movilización de capital privado y financiamiento combinado, BID Invest forja ventajas competitivas a través de productos financieros pocas veces disponibles en los mercados locales, tales como financiamiento empresarial y para proyectos con plazos amplios (entre 15 y 25

años), productos de refuerzo crediticio (garantías de culminación de proyecto, garantías de primera pérdida o líneas de liquidez) y, en determinados mercados, el uso de moneda local para el financiamiento a largo plazo. BID Invest apoya el desarrollo de mercados locales de capital mediante el programa de bonos A/B. Además, ofrece servicios tales como asistencia técnica para APP (alianzas público-privadas), financiamiento climático e iniciativas de género y gobernanza institucional, lo cual crea valor agregado para los clientes, realzando el aporte al desarrollo y la dimensión ambiental y social de las inversiones para las comunidades. Además de los servicios financieros y no financieros que ofrece BID Invest, el despliegue de centros de servicios y una presencia a nivel local está facilitando el contacto con los clientes y reforzando la efectividad del Grupo BID, al propiciar una mayor coordinación entre las operaciones públicas y privadas del Grupo, tanto en la Sede como en las Representaciones. Esto redundará en políticas que reflejan más cabalmente las perspectivas del sector privado, así como en entornos más competitivos de inversión para el sector privado, gracias a una labor inicial más focalizada en las operaciones para el sector público (ver Recuadro 8).

**Recuadro 8. Lecciones aprendidas de las operaciones sin garantía soberana:
Proyecto de energía eólica Eurús en México**

Eurús es un parque eólico de 250,5 MW y 167 aerogeneradores situado en Oaxaca. Se trata de uno de los primeros parques eólicos de México, y el más grande en funcionamiento en América Latina. La energía que produce se vende principalmente a Cemex en el marco de un acuerdo de compra de electricidad a precio fijo, y todo exceso se vende a la empresa eléctrica nacional (Comisión Federal de Electricidad).

El costo total del proyecto se financió mediante un empréstito de US\$375 millones que incluyó préstamos A y B del BID y siete coprestamistas, entre ellos IFC, CAF, DEG, ICO, Proparco, Bancomex y NAFIN. El BID otorgó recursos para este proyecto en 2009, en un contexto en que el crédito escaseaba a raíz de la crisis financiera internacional de 2008, el sector bancario local carecía de experiencia en el financiamiento de estas tecnologías y el financiamiento privado internacional no estaba disponible.

Las siguientes son las principales lecciones aprendidas de la operación:

- Comprensión del marco jurídico y normativo relativo a la tierra. Pese a los avances observados recientemente, los retrasos asociados al registro de tierras siguen siendo un problema fundamental en México y en América Latina y el Caribe. El BID debe trabajar con los gobiernos para mejorar la titulación y el registro de tierras a nivel de políticas. Este asunto reviste suma importancia para los proyectos de infraestructura a gran escala.
- Organización para abordar consideraciones sociales y jurídicas. Eurús estableció localmente un sólido equipo social y jurídico, el cual interactuó con la comunidad y abordó asuntos de tierras en una fase inicial del proyecto, ayudando incluso en la obtención de pruebas de propiedad. Este grupo ha sido fundamental para hacer avanzar el proceso.
- Importancia de contar con información de fondo. Las mejores fuentes de información sobre asuntos de tierras son los dictámenes legales de asesores locales y una detallada evaluación de parcelas por un ingeniero independiente. Eurús recibió un dictamen legal sobre obtención y asignación de acuerdos de usufructo a los prestamistas. En el informe del ingeniero se analizaron las especificaciones de los aerogeneradores, el efecto estela y la ubicación de los aerogeneradores de modo que los prestamistas pudieran hacerse una idea clara de estos asuntos.

Fuentes: Documentación del proyecto y entrevistas con los equipos de proyecto.

- 4.37 En 2017, BID Invest aprobó en Brasil dos proyectos de energía renovable (fotovoltaica y eólica) estructurados con un novedoso mecanismo de garantía de crédito de cobertura integral ofrecido por el BID y BID Invest. El financiamiento de ambos proyectos, por un monto estimado total de más de 2.200 millones de reales, comprende deuda a largo plazo junto con la emisión de obligaciones de infraestructura en el mercado local. La innovadora garantía crediticia total brindada por el Grupo BID a los titulares de obligaciones cubre el pago integral de

capital e intereses hasta el vencimiento de las mismas. Al asumir el riesgo de proyecto y ofrecer una garantía de pago AAA sobre las obligaciones, el Grupo BID atrae un rango más amplio de inversionistas, respalda el desarrollo de los mercados locales de capitales y potencia la inversión del sector privado en energía renovable. Además, este mecanismo de garantía contribuye a la movilización de financiamiento a precios competitivos y con plazos mayores que los habituales en el mercado brasileño. La garantía permite también mitigar cualquier inquietud de parte de los inversionistas con respecto al riesgo de tecnología, dado que el proyecto fotovoltaico fue el primero de este tipo financiado por el Banco Nacional de Desarrollo de Brasil. Cabe añadir, por último, que el mecanismo de garantía aumenta la liquidez de la emisión de obligaciones, ofreciendo un beneficio adicional a los potenciales inversionistas.

- 4.38 **Lecciones aprendidas en el uso de nuevos productos financieros.** Una estrecha relación con las agencias de calificación crediticia es fundamental, habida cuenta de su misión de calificar las emisiones de títulos. La calificación de grado de inversión es un requisito indispensable para hacer la emisión atractiva a ojos de los inversionistas locales. Por ende, se puso gran empeño en asegurar que estas agencias comprendieran a cabalidad el funcionamiento del producto de Garantía Crediticia Total. También la interacción desde un inicio con agentes de los mercados de capitales ha sido importante en la estructuración del nuevo producto de garantía de crédito. En particular, surgieron algunas inquietudes durante el desarrollo del producto que exigieron cuidadosas negociaciones y aclaraciones para asegurarse de que el mismo fuese aceptable desde la perspectiva del garante y de los tenedores de obligaciones. En ambos proyectos se requirió capacidad en moneda local, toda vez que los suscriptores brasileños esperan que los pagos se hagan en reales. Al desarrollar este innovador producto de garantía, BID Invest pudo obviar su falta de recursos de tesorería en reales e incentivar la participación de los mercados locales de capitales en el financiamiento de iniciativas de energía renovable.
- 4.39 **Vinculación con las estrategias de mitigación del cambio climático.** Las operaciones de energía renovable financiadas por las ventanillas del BID para el sector privado tienen por finalidad reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Además de financiamiento, los promotores de proyectos buscan apoyo para cuantificar las reducciones de emisiones y recibir certificados de reducción de emisiones. El BID también presta ayuda por medio de líneas de financiamiento concesional (como los fondos para el clima).
- 4.40 **Valor agregado de las operaciones sin garantía soberana.** Las operaciones sin garantía soberana pueden agregar valor en el sector de la energía, al: (i) atraer la inversión del sector privado; (ii) ofrecer salvaguardias sociales y ambientales; (iii) asegurar la adecuada mitigación de riesgos financieros y de diseño en las operaciones; (iv) introducir nuevas tecnologías y prácticas óptimas, ante todo en términos de eficiencia energética y energía renovable; (v) brindar acceso a recursos concesionales para proyectos verdes; y (vi) asociar a los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado en la respuesta a asuntos complejos y ayudar a solventar diferencias entre múltiples agentes.
- C. Informes de la Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE)**
- 4.41 OVE no ha realizado en los últimos tres años ninguna evaluación temática sobre el sector de la energía, pero sí ha abordado temas tratados en este SFD.

- 4.42 **Alianzas público-privadas.** En el decenio de 2006 a 2015, la región registró inversiones de US\$361.300 millones en unos 1.000 proyectos de infraestructura mediante alianzas público-privadas, mayormente en energía y transporte. De este total, el Grupo BID aprobó 145 operaciones de alianzas público-privadas por US\$5.800 millones. Aunque las intervenciones tuvieron éxito en países provistos de marcos robustos para este tipo de alianzas, los proyectos en países donde dichos marcos no estaban afianzados tuvieron mayores dificultades para alcanzar el cierre financiero. OVE recomienda: (i) efectuar diagnósticos nacionales específicos en aspectos como necesidades de infraestructura a nivel sectorial, entorno de las alianzas público-privadas, limitaciones y riesgos fiscales, y tipo de apoyo que buscan los gobiernos; (ii) definir prioridades de intervención a nivel de países y sectores; (iii) estudiar la utilización y elaboración de nuevos productos financieros y de asesoría; (iv) diseñar una estrategia de conocimiento específica sobre alianzas público-privadas; y (v) incorporar sistemáticamente las lecciones derivadas de la experiencia.

D. Resultados de la Matriz de Efectividad en el Desarrollo (DEM)

- 4.43 Al examinar los puntajes obtenidos en la DEM se observa una mejora sustancial en cuanto a la proporción de proyectos con garantía soberana considerados evaluables. En la determinación de la evaluabilidad se asigna un puntaje a la claridad de la lógica del programa, al seguimiento y la evaluación de resultados para mejorar la ejecución de la operación y a la realización de un análisis económico. Los mayores avances se produjeron en el seguimiento y la evaluación de proyectos aprobados entre 2011 y 2016. Esto refleja la mayor prioridad dada al diseño de los proyectos teniendo en cuenta los potenciales riesgos, carencias y capacidades de ejecución eficiente, así como la asignación de recursos para fortalecer a los diferentes participantes en el proyecto, mitigar los riesgos y desarrollar o introducir las capacidades requeridas. En un proyecto de electrificación rural, por ejemplo, el enfoque se amplió más allá de las inversiones para incorporar la sostenibilidad de las soluciones, determinar las capacidades y habilidades de los organismos ejecutores o brindar capacitación a los usuarios. Durante el citado período se instituyó el informe de seguimiento del avance (PMR, por sus siglas en inglés), que asiste a los equipos en la evaluación y seguimiento de los resultados de los proyectos durante la ejecución y complementa el análisis de evaluabilidad efectuado durante la preparación. Por último, se modificó sustancialmente el contenido del informe de terminación de proyecto (ITP) para permitir extraer lecciones aprendidas a partir de la ejecución. El siguiente paso consistiría en asegurar la plena incorporación de dichas lecciones aprendidas en futuras operaciones.
- 4.44 El análisis económico ex ante es la dimensión en que las operaciones han obtenido mejores resultados de evaluabilidad en los últimos años. Todas las operaciones aprobadas desde 2012 han incorporado esta dimensión mediante el análisis de costos y beneficios, aunque probar su eficacia no ha sido fácil debido a la falta de evaluaciones rigurosas, por ejemplo sobre el impacto de proyectos comparables. También ha habido dificultades para seleccionar los métodos de evaluación. Muchas de las operaciones son proyectos de generación eléctrica y líneas de transmisión, en los que la dificultad para definir los grupos de control y de tratamiento hace más complejo medir el impacto directo sobre una población. Por los anteriores motivos, el BID ha puesto en marcha un proceso para generar

conocimientos sobre evaluación, específicamente a partir de intervenciones con componentes de electrificación rural.

- 4.45 Para los proyectos de energía renovable no convencional, los principales obstáculos a la hora de medir la efectividad en el desarrollo son: (i) el reducido tamaño de los proyectos en relación con la capacidad energética global; (ii) la dificultad de estimar y asignar un valor a las reducciones de emisiones; y (iii) los efectos de un nivel de precios bajo y fluctuante sobre la rentabilidad y el valor económico.

E. Ventajas comparativas del BID en la región

- 4.46 Las operaciones del BID se han centrado en los subsectores de transmisión, energía hidroeléctrica, electrificación rural, reformas normativas y políticas sectoriales, y energía sostenible (incluyendo energía renovable y eficiencia energética). El Banco Mundial, en cambio, ha asignado prioridad a proyectos multisectoriales, en los que solo parte del proyecto se destina a la energía, y reformas estructurales. La CAF ha otorgado préstamos ante todo para generación y transmisión.
- 4.47 El financiamiento del sector público (con garantía soberana) del BID se dirigió a proyectos de fortalecimiento institucional, cambios normativos, infraestructura de transmisión y distribución y eficiencia en la oferta de energía, mientras que la cartera del sector privado (sin garantía soberana) se centró en la generación eléctrica con energía renovable y eficiencia energética. El BID canalizó con éxito recursos concesionales de otras fuentes de financiamiento. En total, el 53% de los fondos destinados a la cooperación técnica provino de fuentes externas administradas por el BID. El Grupo BID se posiciona favorablemente en este sector gracias a su probada capacidad para movilizar recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), el Mecanismo de Desarrollo Limpio, el Fondo para una Tecnología Limpia y el Fondo de Inversión en el Clima (que incluye el Fondo para Tecnologías Limpias, y el Programa para energías renovables en países de bajos recursos).
- 4.48 En el sector energético, el BID ha buscado activamente recursos de cofinanciamiento para apalancar en mayor grado su propio financiamiento y actuar como catalizador de la inversión en infraestructura en la región. La capacidad fiscal de los países para suscribir empréstitos con el BID es limitada, como lo es la misma capacidad crediticia de la institución. Por ende, disponer de recursos de cofinanciadores como parte de una línea de financiamiento independiente es fundamental para salvar la brecha de recursos y de este modo asegurar la viabilidad económica y financiera de un proyecto. La percepción de riesgo de otros cofinanciadores respecto a sus potenciales operaciones de préstamo con un país de América Latina y el Caribe se ve mitigada por los amplios plazos, las tasas soberanas y la seguridad política implícita que ofrece el BID. En el sector energético, por ejemplo, se movilizaron US\$883 millones (para un total de US\$408 millones en recursos del BID distribuidos en cinco proyectos diferentes) como parte del programa de Cofinanciamiento para Energía Renovable y Eficiencia Energética (CORE) entre el BID y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA); US\$50 millones (financiamiento del BID de US\$169,3 millones para los proyectos) en el marco de la Facilidad Coreana para el Cofinanciamiento del Desarrollo de Infraestructura en América Latina y el Caribe (KIF); y recientemente, US\$600 millones en cofinanciamiento de la Agencia Francesa de Desarrollo para

un préstamo el apoyo de reformas de política en México por valor de €100 millones. Por último, el cofinanciamiento puede estructurarse según diversas modalidades —entre ellas el financiamiento paralelo (en el que los recursos de cofinanciamiento se desembolsan directamente al país receptor) o el cofinanciamiento conjunto (los recursos de cofinanciamiento se canalizan a través del BID), como una importante fuente adicional de recursos que los países de América Latina y el Caribe pueden considerar al priorizar sus planes de inversión.

- 4.49 Los sectores público y privado del Grupo BID poseen claras ventajas comparativas. Una de ellas es haber proporcionado valor a los clientes y la región al incorporar en los proyectos las salvaguardias ambientales y sociales del BID. La capacidad técnica del personal ha facilitado la evaluación y estructuración de proyectos complejos en lo técnico y económico. Otras ventajas han sido la movilización de financiamiento adicional de fuentes privadas para inversiones en energía, así como la facilitación de la captación de recursos concesionales para catalizar mayores inversiones en el sector, ya sea de fuentes privadas u otros organismos de desarrollo y cooperación, y el desarrollo y aplicación de innovadores instrumentos financieros, como las inversiones de IDB Invest para el proyecto de eficiencia energética en México, y los proyectos de Seguros para el ahorro de energía de CMF. Las operaciones ejecutadas por los sectores público y privado han financiado nuevas tecnologías y actividades basadas en prácticas óptimas que han servido como proyectos de demostración. Por último, ambos sectores han capitalizado el poder de convocatoria del Banco y su imagen de mediador imparcial para abordar y solventar asuntos complejos de interés para los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado.
- 4.50 La posibilidad de una acción coordinada de los sectores público y privado y el acceso a financiamiento concesional se perciben como las principales ventajas comparativas del BID. Mediante su acceso a instancias gubernamentales para examinar las políticas y mercados energéticos, las ventanillas pública y privada del BID ofrecen valor agregado a los clientes, quienes valoran tener un socio en contacto directo con los gobiernos. Esta intervención conjunta genera valiosas experiencias de aprendizaje para proyectos sensibles en el plano ambiental. Ejemplo de ello fue una operación del BID (con participación de la IFC) en la que la cantidad de energía que podía suministrarse se redujo por causas de fuerza mayor. El gobierno renegoció el precio del esquema de tarifas garantizadas a la red para asegurar la sostenibilidad del proyecto.
- 4.51 **Otras fuentes de valor agregado.** El Grupo BID ofrece valor agregado técnico a través del diálogo de políticas y las operaciones de sus ventanillas para los sectores público y privado. La experiencia del BID en la reforma de los mercados de la energía en Chile en las décadas de 1990 y del 2000 precedió a la fuerte expansión de la inversión privada observada en los últimos años. Del mismo modo, la inversión privada ha aumentado en Uruguay gracias a la estrategia gubernamental de diversificar la matriz energética incorporando la energía eólica y solar, y al apoyo del BID para establecer condiciones favorables al financiamiento de proyectos. Igualmente, el Grupo BID agrega valor utilizando las intervenciones del sector privado para respaldar las políticas nacionales de energía (ver Recuadro 9).
- 4.52 La convergencia de la cartera del sector privado del BID con las políticas nacionales también contribuye a mitigar importantes riesgos de reglamentación y de país. Muchos de los riesgos de estas operaciones se asocian a modificaciones

repentinas del marco normativo, incluidas las tarifas. El riesgo de tales cambios se reduce en la medida en que las inversiones del sector privado encajen con una política nacional coherente. Por iguales motivos, la adecuación de las inversiones del sector privado a una estrategia nacional proyectada a futuro aumenta la probabilidad de que las intervenciones sean sostenibles a largo plazo.

Recuadro 9. Propuesta de valor de BID Invest en el sector energético de América Latina y el Caribe

BID Invest provee soluciones financieras óptimas a empresas estatales y del sector privado, apoyando proyectos relacionados con la energía en América Latina y el Caribe mediante la asignación de capital propio y la movilización de recursos de terceros. Su acción se centra en los ámbitos de generación de energías renovables (solar fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica a pequeña y a gran escala, biomasa, biogás y transformación de desechos en energía), generación de gas natural, infraestructura de transporte y distribución, redes de transmisión y distribución, instalaciones de almacenamiento, eficiencia energética y alumbrado público, y electrificación rural.

La propuesta de valor del BID aborda las necesidades específicas de América Latina y el Caribe en términos de la rápida penetración de las energías renovables y las necesidades de infraestructura, financiamiento flexible a largo plazo, recursos de tesorería en moneda local e instrumentos de mitigación de riesgos, afrontando las restricciones de las instituciones financieras públicas y privadas, así como los desafíos que plantea el cambio climático.

Los productos financieros de BID Invest incluyen deuda para financiamiento de proyectos (deuda a largo plazo preferente y subordinada a nivel de sociedad vehicular del proyecto en moneda local y en dólares estadounidenses y deuda mezzanine), garantías (terminación, primera pérdida y otras garantías a largo plazo, así como en dólares y en moneda local para reforzar emisiones de bonos en proyectos), servicios de liquidez para cubrir el riesgo de recursos en el sector renovable, construcción de líneas de transmisión, préstamos empresariales y para proyectos a nivel de promotor o patrocinador e inversiones de capital. Otros productos no financieros que refuerzan esta propuesta de valor son el acceso a financiamiento combinado y climático y recursos de cooperación técnica, especialmente para programas sobre clima, gobernanza corporativa y género mediante servicios de asesoría.

- 4.53 Estas ventajas emanan de la flexibilidad y la adaptabilidad a las necesidades y requisitos de los clientes, las cuales se incorporan en las políticas y procedimientos de preparación y ejecución. Esto incluye una adecuada estructuración de los equipos (especialistas sectoriales, fiduciarios, jurídicos y en salvaguardias), una firme presencia sobre el terreno que permita responder con agilidad, múltiples instrumentos de financiamiento y la disponibilidad de fondos para desarrollar productos de conocimiento.
- 4.54 El BID trabajará para responder a los principales retos de la región en el sector y aprovechará sus ventajas comparativas, basadas ante todo en su experiencia y conocimiento en las áreas estratégicas de desarrollo de infraestructura energética en zonas urbanas y rurales; eficiencia energética y energía renovable; cambio climático; integración regional de las infraestructuras eléctrica y de gas natural; refuerzo de las capacidades del sector público en materia de planificación, reglamentación y política energética y de las capacidades de los proveedores de servicios de energía, y supervisión de contratos para proyectos de alto riesgo o impacto. Consciente de las ventajas comparativas del Grupo BID y de los desafíos que supone el impacto ambiental asociado a determinadas fuentes de energía, el BID no intervendrá en actividades relacionadas con la energía nuclear (según se especifica en los documentos DR-791 y GN-2609-2, ambos de 2011), y dará menor prioridad a tecnologías basadas en combustibles fósiles, a menos que las inversiones se justifiquen desde una perspectiva económica (tomando debidamente en cuenta las externalidades), por ejemplo en casos de

rehabilitación de centrales existentes, sustitución de combustibles fósiles sólidos o líquidos por otros gaseosos menos contaminantes, o actividades para satisfacer la demanda de servicios de energía.

- 4.55 El Grupo BID dispone de un equipo de profesionales con amplios conocimientos y experiencia en proyectos de transmisión y distribución, energía hidroeléctrica a gran escala, electrificación rural, eficiencia energética y energía renovable, cuya disponibilidad tanto en la Sede como sobre el terreno se suma a su valor. No obstante, los proyectos en tecnologías como energía geotérmica o marina, transformación de desechos en energía y redes inteligentes requerirán también fortalecer la base de conocimientos mediante la capacitación y la coordinación con otras instituciones que posean experiencia en estos ámbitos a fin de mejorar la capacidad de diálogo con los países miembros.

V. METAS, PRINCIPIOS, DIMENSIONES DE ÉXITO Y LÍNEAS DE ACCIÓN QUE GUIARÁN LAS ACTIVIDADES OPERATIVAS Y DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO BID

- 5.1 **¿Qué papel desempeña el Grupo BID en el sector energético de América Latina y el Caribe?** En los capítulos anteriores se ha ilustrado la transición que está experimentando el sector energético, tanto en la región como en todo el mundo. El BID puede ayudar a sus países miembros a mantener el rumbo en este proceso para reforzarlo y hacerlo más receptivo a las partes interesadas, lo cual incluye el apoyo basado en conocimiento a los países mediante la cooperación técnica, el diálogo de políticas o productos financieros en apoyo de reformas de política; asistir a los países en la detección de deficiencias en sus sistemas energéticos; divulgar y promover nuevas disposiciones normativas más acordes con los cambios tecnológicos, y adoptar modelos innovadores que permitan promover el acceso a la energía en zonas remotas para cerrar la brecha de acceso. El Grupo BID prestará asesoramiento sobre tecnologías avanzadas, prácticas óptimas y experiencias de otros países de la región, y participará en diálogos de política a nivel regional y en los países con responsables de políticas, entes reguladores y otros agentes del sector, facilitando la búsqueda de consenso sobre opciones de política. Además, el trabajo multisectorial e interinstitucional puede cumplir un papel de gran relevancia, tanto en los servicios financieros como de conocimiento. En este capítulo se hará un resumen de los objetivos que el Grupo BID tiene para el sector, sus dimensiones de éxito y las acciones necesarias para su consecución.

A. Metas y principios del Banco en el Sector Energía

- 5.2 El objetivo del Grupo BID en el sector de la energía es ayudar a ampliar en un modo diversificado y seguro el acceso de los países de América Latina y el Caribe a energía eficiente, sostenible, fiable y asequible, contribuyendo al mismo tiempo a reducir la pobreza, promover una mejor calidad de vida, fomentar la competitividad e impulsar el desarrollo y el crecimiento económico. Para hacer realidad estos propósitos, hay que abordar la intervención en el sector de forma integral, afrontando los actuales déficits y limitaciones, pero sin perder de vista los extraordinarios cambios que probablemente ocurrirán a mediano y largo plazo.
- 5.3 Como ejemplo de los déficits actuales cabe citar las excesivas pérdidas a que están expuestos algunos países, tanto en la infraestructura física como en los sistemas comerciales. La incorporación de la energía renovable y una mayor participación de los “prosumidores” deben ser objetivos a mediano y largo plazo.

Como parte de las inversiones necesarias para aminorar las pérdidas, será posible actualizar múltiples componentes de la redes eléctricas usando las tecnologías más avanzadas, como medidores para cuantificar flujos bidireccionales, tecnologías de comunicación para medir y transmitir información en tiempo real, o sistemas comerciales con flexibilidad para operar en diversos regímenes (como medición neta, por tramos horarios o régimen habitual). Así pues, se hace necesaria una atenta planificación integrada con una visión a largo plazo del sistema, para que las inversiones de hoy no limiten las opciones disponibles mañana.

- 5.4 En vista de la heterogeneidad y magnitud de los desafíos del sector energético en los diversos países de la región, las acciones del Grupo BID responderán a las necesidades particulares de cada uno de ellos. Las notas técnicas sectoriales permitirán diagnosticar y ahondar en el análisis de la situación de cada país. Las líneas de acción sectorial específicas se analizarán de manera conjunta con otros sectores del BID y se plasmarán en las estrategias de país.
- 5.5 Las inversiones y los programas se respaldarán ya sea a través del financiamiento público, la participación del sector privado o las APP (Alianzas Público-Privadas). Las actividades se regirán por principios generales, que tienen carácter transversal y se aplican a todas las actividades del BID, al margen del análisis particular de cada país y sector de intervención.
 - a. **Lograr un acceso económico y sostenible a la energía.** El BID promoverá el acceso universal y sostenible en el plano técnico, económico, ambiental y social a servicios de energía de buena calidad. Asimismo, impulsará con criterio eficiente y rentable la expansión, capacidad de generación y fortalecimiento de redes eléctricas y sistemas de producción de energía, y proveerá acceso a electricidad para zonas aisladas y no conectadas a la red, usando tecnologías apropiadas y potenciando la participación de las energías renovables. Además, los sistemas deben diseñarse con potencial de actualización para asegurar su conexión a la red nacional. Al evaluar la rentabilidad debe considerarse no sólo la conveniencia de ampliar la red o construir un sistema no conectado, sino también el número de horas de servicio que se prevé prestar, habida cuenta de las actividades económicas actuales o potenciales de la zona de intervención. Otro aspecto que ha de incluirse en la evaluación de beneficios es el potencial para reemplazar combustibles tradicionales para cocinar por estufas eléctricas.
 - b. El BID promoverá el uso de estufas eficientes y tecnologías modernas de cocción, y brindará el apoyo necesario para desarrollar la producción local y la capacitación en su uso y mantenimiento. Se hará hincapié en reducir la pobreza en los sectores más marginados y vulnerables, incorporando a la población discapacitada y las comunidades indígenas y reduciendo la desigualdad de género. El BID procurará y evaluará soluciones innovadoras para lograr el acceso sostenible a la energía, lo que incluye promover nuevos equipos y modelos de negocio.
 - c. **Promover la eficiencia energética, la energía renovable y el uso de combustibles más limpios en pro de la sostenibilidad energética.** El BID fomentará la eficiencia energética en la demanda y la oferta para todos los sectores (residencial, comercial, industrial y público), así como la producción de energía renovable y la inclusión de combustibles fósiles menos

contaminantes como el gas natural en la matriz energética de los países de América Latina y el Caribe, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Siempre que sea posible, el BID apoyará una mayor eficiencia en la generación eléctrica, por ejemplo modernizando las centrales eléctricas o instalando capacidad de generación de ciclo combinado en centrales de ciclo abierto. Asimismo, impulsará la incorporación de nuevas tecnologías y conceptos como las redes inteligentes en el subsector eléctrico, a fin de administrar estratégicamente la demanda, optimizar el desempeño y la seguridad y propiciar mayores niveles de generación distribuida, medición avanzada y seguimiento y control de redes eléctricas. El BID prestará un firme apoyo a responsables de políticas, entes reguladores, compañías de servicios y clientes en la transición hacia la electrificación del sector energético, la implantación de redes de generación distribuida y la ampliación del acceso con base en energías renovables. Igualmente, secundará a los gobiernos en cada etapa de la transición energética, desde la definición de una visión del sector y la planificación a largo plazo para materializar dicha visión, hasta la realización de las inversiones necesarias.

- d. **Estimular la seguridad energética manteniendo y preservando la infraestructura y promoviendo la integración regional.** El BID ayudará a la región a avanzar e innovar en relación con los mecanismos para financiar la energía sostenible, la mejora de infraestructuras, y servicios para aumentar la seguridad del suministro y la calidad de los servicios de energía. Se precisarán inversiones para asegurar el buen funcionamiento y el oportuno mantenimiento predictivo de las instalaciones de energía, a fin de optimizar su desempeño, mejorar la calidad del suministro, garantizar y alargar su vida útil y minimizar la necesidad de invertir en nuevas instalaciones. La Política de Servicios Públicos Domiciliarios del BID (GN-2716-6) sirve como fuente de orientación en cuanto a que las operaciones del BID dispongan de suficientes fondos para atender a los compromisos financieros y sufragar los costos de operación y mantenimiento. La protección sistémica de la infraestructura de energía mediante avanzados sistemas de control (lo que incluye el aumento del número de sensores, el uso de herramientas de inteligencia artificial y el procesamiento de la información en tiempo real) permitirá prevenir daños en los equipos y dispositivos causados por anomalías de tensión y corriente eléctrica. También se promoverá la seguridad energética mediante la inversión en infraestructura y la articulación de marcos jurídicos y normativos para la integración regional, dado que la diversidad de los sistemas contribuirá a mitigar la variabilidad de la generación de origen renovable. Además de los componentes físicos, se dará prioridad a los programas y sistemas para incrementar la eficiencia y el desempeño. En el caso de los préstamos del Banco destinados a financiar la infraestructura energética, la viabilidad financiera se verá reforzada mediante la incorporación de un análisis institucional, técnico, ambiental y financiero de la operación y mantenimiento de las obras durante la vigencia del proyecto. El financiamiento de los sectores público y privado se diseñará buscando su complementación, con el propósito de apalancar un alto coeficiente entre financiamiento privado y público. El BID apoyará mecanismos de financiamiento y marcos jurídicos y normativos que hagan suficiente contrapeso a los riesgos y estimulen la participación privada en los mercados de la energía y en el financiamiento, innovación, desarrollo y operación de servicios en el sector.

- e. **Promover la buena gobernanza, aumentar la sostenibilidad financiera, fortalecer las instituciones y alentar la colaboración multisectorial.** Teniendo en cuenta el amplio período que media entre la planificación y la puesta en operación de la infraestructura, así como la intensidad de capital de las inversiones y la extensa vida útil de los activos, el Grupo BID centrará su atención en las medidas que procede adoptar en lo inmediato para materializar la visión del sector de la energía en el futuro. Ayudará a los países a elaborar un diagnóstico del sector energético, su estructura, los vínculos intersectoriales, así como las políticas, disposiciones normativas y acciones dirigidas a fortalecer el sector y las instituciones gubernamentales que precisen mejoras en términos de planificación, toma de decisiones, rendición de cuentas y entorno normativo. Ello implica revisar los subsidios para asegurar que su asignación sea transparente y focalizada. Asimismo se promoverá la colaboración entre múltiples instituciones y sectores con miras a alcanzar objetivos comunes y optimizar el uso de recursos, y se seguirá alentando el trabajo conjunto entre los sectores con y sin garantía soberana. El Grupo BID respaldará la modernización de las instituciones, las disposiciones normativas y la organización del sector con miras a incorporar tecnologías modernas, promover la adopción de innovaciones y moderar las posibles alteraciones que dichas innovaciones pudieran ocasionar.

B. Dimensiones de Éxito y sus Líneas de Acción

- 5.6 **Dimensión de Éxito 1. Los países alcanzan progresivamente el acceso universal a la energía y prestan servicios de energía de alta calidad.** El BID asistirá a los países en su empeño por mejorar la calidad, cobertura, fiabilidad y asequibilidad de la infraestructura de energía a precios razonables, atenuando a la vez los impactos sociales y ambientales. Asimismo, coadyuvará a los esfuerzos dirigidos a ampliar la capacidad de generación y las redes eléctricas cuando ello sea viable en términos económicos y ambientales, o construir sistemas aislados sostenibles susceptibles de mejora, ampliación y posterior conexión a la red nacional; reducir los costos de la energía promoviendo la competencia en el sector energético y el mercado mayorista de la electricidad; disminuir las pérdidas de energía y potenciar la eficiencia energética, e incrementar la productividad y competitividad de las economías afianzando la fiabilidad de los servicios energéticos. Por medio de un mayor acceso a la energía, especialmente en comunidades aisladas, el Grupo BID contribuirá a los esfuerzos de reducción de la pobreza y la desigualdad. Para alcanzar estos objetivos se proponen las siguientes líneas de acción.
- 5.7 **Líneas de Acción:** las líneas de acción propuestas incluyen: (i) la promoción del acceso universal, fiable y asequible a servicios de energía, lo que comprende ampliar el acceso rural y en zonas urbanas de bajo ingreso; (ii) la promoción del uso de soluciones para cocinar limpias, modernas y de buena calidad adaptadas a las condiciones locales, realizando actividades de sensibilización, capacitación y seguimiento sobre el uso de nuevas tecnologías; (iii) la inclusión, al momento de proveer servicios energéticos, de programas para fomentar usos productivos de la energía, aun en zonas sin conexión a la red; (iv) la rehabilitación o refuerzo de infraestructuras de generación eléctrica y redes de distribución sobrecargadas e instalaciones conexas; (v) la ampliación de la capacidad de la infraestructura de transmisión troncal y regional al operar por encima de la potencia nominal y para dar cabida a la capacidad adicional de generación a partir de fuentes variables de

energía renovable; (vi) el aumento de la resiliencia y adaptabilidad de la infraestructura ante fenómenos naturales y efectos adversos del cambio climático; (vii) el aumento de la fiabilidad de los sistemas energéticos incorporando, reforzando y (en el caso de iniciativas de integración regional) compartiendo servicios auxiliares y reservas de capacidad; (viii) el apoyo a los gobiernos para promover la participación del sector privado en los mercados energéticos y en el desarrollo de infraestructura de energía; (ix) el desarrollo de programas y oportunidades de microfinanciamiento para movilizar inversiones privadas favorables al acceso rural a la energía; (x) la promoción de la eficiencia energética en la provisión del acceso; y (xi) el fomento de una planificación orientada al acceso universal a escala nacional. Para seguir estas líneas de acción, se ejecutarán las siguientes actividades operativas y de conocimiento.

- a. **Actividades operativas:** (i) programas de inversión en generación, transmisión y distribución de electricidad, incluida la introducción de sistemas avanzados de medición para reducir pérdidas y mejorar la eficiencia; (ii) programas de suministro eléctrico sin conexión a la red, sustitución de combustibles o tecnologías eficientes de cocción; (iii) inversiones en transporte, almacenamiento y distribución de gas natural y combustibles gaseosos; (iv) programas de inversión en la rehabilitación (o posible expansión) de la infraestructura energética para alargar su vida útil (o ampliar la capacidad); (v) promoción de un funcionamiento adecuado y un mantenimiento oportuno de los sistemas (incluido el apoyo a las prácticas óptimas en el reglamento operativo de los proyectos que financia el BID) y los equipos para alargar la vida útil de la infraestructura y reducir las pérdidas; (vi) inversiones para reforzar la fiabilidad de los sistemas de energía; y (vii) inversiones complementarias en mercados energéticos que apoyen una estructura de precios y utilización de la energía dirigidas a reducir riesgos y aumentar la eficiencia de los mercados.
- b. **Actividades de conocimiento:** (i) evaluaciones de los resultados de iniciativas de ampliación del acceso a infraestructura de energía en zonas no conectadas a la red, incluida la mejora de las condiciones económicas y sociales de la población; (ii) estudios para establecer las causas de los altos costos y pérdidas de energía y el modo de reducirlos; (iii) tecnología (junto con mecanismos de implementación) para disminuir costos y pérdidas, aumentar la fiabilidad y atenuar los impactos ambientales y sociales; (iv) apoyo a programas para generar una cultura de pago de la electricidad (especialmente en países con altos índices de impago y hurto de electricidad); (v) estudios de evaluación de impactos; (vi) prácticas óptimas sectoriales sobre esquemas institucionales relativos a estímulos y políticas de acceso y sostenibilidad financiera, social y ambiental; y (vii) datos con fines de planificación y diseño de políticas.

5.8 **Dimensión de Éxito 2. Los países poseen carteras de energía diversificadas.**

Los países de la región combinan combustibles fósiles tradicionales³⁰, sistemas de gas natural principalmente de origen local pero también procedentes de países vecinos o asociados al suministro de GNL, medidas de eficiencia energética,

³⁰ Los equipos tradicionales abarcan toda la infraestructura y los sistemas informáticos desplegados para las fuentes convencionales de energía, que van desde estaciones generadoras y configuraciones de transporte hasta sistemas de control, dispositivos de protección y servicios complementarios que limitan la incorporación de las energías renovables.

energías renovables y otros combustibles menos contaminantes³¹. Por otra parte, en casi toda América Latina y el Caribe las energías renovables no convencionales se están convirtiendo en una solución de menor costo. Considerando los avances tecnológicos en términos de costos y el desarrollo de los mercados nacionales de energía en la región, el modelo de acceso garantizado mediante esquemas de tarifas garantizadas de inyección a la red se está sustituyendo por el uso de licitaciones, y algunos países están optando por ofertas de todas las fuentes, sin distinción de tecnologías. El Grupo BID prestará asistencia a los países, tanto en el fortalecimiento de políticas e instituciones como en la migración hacia procesos competitivos específicos de adquisiciones, conforme lo permitan las capacidades institucionales y condiciones de mercado, con base en las ventajas comprobadas de eficiencia de recursos y los costos decrecientes del suministro de energía renovable, esclareciendo a la vez los criterios que justifiquen seguir apoyando los esquemas de tarifas de inyección a la red en mercados de incipiente desarrollo. Se requiere un enfoque diferente para hacer una planificación a largo plazo, incorporando a “prosumidores”, servicios auxiliares más relevantes y planteamientos innovadores, o remunerando las actividades desempeñadas por los distintos agentes de la cadena de valor. El BID también propone prestar asistencia para suprimir las barreras legales y normativas que restan incentivos para que las empresas de servicios, los usuarios y otros proveedores instalen fuentes no convencionales de energía renovable, incorporen la gestión de la demanda, adopten medidas de eficiencia energética y usen combustibles con niveles más bajos de emisiones. Para alcanzar estos objetivos se proponen las siguientes líneas de acción.

- 5.9 **Líneas de Acción:** las líneas de acción propuestas incluyen: (i) la utilización de sistemas avanzados, por ejemplo datos satelitales para determinar la disponibilidad de recursos renovables (como energía solar, eólica, hidroeléctrica a pequeña escala o geotérmica) u otras herramientas cartográficas, y la elaboración de planes maestros, calendarios de acción y programas de inversión; (ii) actividades encaminadas a promover el aprendizaje práctico apoyando, por ejemplo, pruebas a gran escala y demostraciones comerciales de almacenamiento mediante baterías integradas a la red y productos de conocimiento paralelos que contribuyan a realzar el valor de servicios de almacenamiento en escalas de tiempo que van de milisegundos a horas; (iii) la evaluación del potencial de eficiencia y ahorro de energía, junto con acciones de gestión de la demanda; (iv) el fomento de la generación eléctrica eficiente y sostenible; (v) el estudio de la viabilidad técnica y económica de reemplazar la generación convencional por fuentes renovables; (vi) la promoción de los modelos de “prosumidor”; (vii) el análisis de los impactos del transporte de electricidad en la redes; (viii) el desarrollo de capacidades institucionales para la gestión y coordinación de los organismos públicos (como diferentes ministerios y entidades de gobierno) y agentes del sector privado que invierten en energía renovable y eficiencia energética, incluidos los requisitos técnicos e incentivos económicos para el despliegue y apoyo de nuevas empresas de energía que ingresan en mercados monopolizados; (ix) la incorporación de componentes de capacitación y creación de capacidad en las operaciones; (x) el desarrollo de los mercados y el sector privado con respecto a la provisión e instalación de generación distribuida; y (xi) la formulación de enfoques multisectoriales que permitan mejorar el manejo

³¹ Las actividades específicas que corresponden al sector de energía y otros sectores pertinentes se detallan en el SFD de Cambio Climático.

de cuencas hidrográficas en relación con múltiples bienes y servicios, como energía hidroeléctrica, productos forestales, agricultura, etc. Uno de los objetivos de este tipo de enfoque sería reducir la sedimentación en cursos de agua. Para seguir estas líneas de acción, se ejecutarán las siguientes actividades operativas y de conocimiento.

- a. **Actividades operativas:** (i) inversiones específicas en generación eléctrica a partir de fuentes renovables; (ii) inversiones específicas en infraestructura para facilitar el transporte de energía renovable a escala comercial, lo que incluye líneas de transmisión troncales y regionales; (iii) inversiones específicas en proyectos de eficiencia energética en los sectores residencial, comercial, industrial y público; (iv) reconocimiento con base en la bibliografía especializada de que los incentivos financieros no bastan por sí solos para lograr una mayor eficiencia energética. El BID podría asistir a los países divulgando conocimientos sobre prácticas óptimas en otros países miembros u otras regiones, impulsando programas en apoyo de reformas de política para alentar a los países a desarrollar políticas en pro de la eficiencia energética, y ejecutando proyectos de demostración; (v) refuerzo de la colaboración con fondos de financiamiento verde para impulsar la energía renovable y los combustibles no contaminantes; (vi) reformas de los marcos jurídicos, normativos y de reglamentación para favorecer la incorporación y promoción de la eficiencia energética; (vii) programas de fortalecimiento institucional en materia de política energética, reformas para instaurar una competencia equitativa entre combustibles fósiles y energía renovable, incorporación de los “prosumidores”, planificación y coordinación interinstitucional; (viii) programas de capacitación individual y desarrollo de capacidades locales en diseño, formulación, instalación, operación y mantenimiento de opciones de energía renovable; (ix) interacción con la comunidad para facilitar la ejecución de proyectos de energía hidroeléctrica; y (x) programas para movilizar inversiones del sector privado y prestar apoyo al mismo mediante cooperación técnica, préstamos, inversiones y garantías para impulsar la provisión de servicios de energía, la expansión de alianzas público-privadas, el desarrollo de mercados de eficiencia energética, el uso de mercados de materias primas energéticas y la promoción de nuevas tecnologías y prácticas comerciales sostenibles.
- b. **Actividades de conocimiento:** (i) formulación de metodologías novedosas para remunerar al “negocio de los cables” y así reducir la resistencia a la expansión de la generación distribuida; (ii) formulación de modelos de negocio para atraer al sector privado y prestar servicios en el medio rural, con base en la energía renovable; (iii) planes nacionales para la incorporación de la energía renovable y la asignación de un papel más relevante a los servicios auxiliares a fin de aumentar los parámetros de calidad; (iv) planes nacionales para la adopción de medidas de eficiencia energética a nivel residencial, comercial, industrial y público; (v) fortalecimiento institucional para la articulación de marcos jurídicos y normativos favorables a la energía renovable y la eficiencia energética; (vi) análisis de disposiciones normativas para estimular la participación efectiva del sector privado en la energía renovable por diversos medios, como la creación de alianzas público-privadas; (vii) diagnóstico y propuesta de diseños idóneos para superar las fallas de mercado vinculadas al cambio climático (externalidades, asimetría de información, falta de financiamiento a largo plazo); (viii) proyectos de

demonstración en el campo de la energía renovable, utilizando tecnologías, disposiciones normativas e instrumentos financieros y de cobertura de riesgo de carácter innovador; (ix) análisis técnico, económico y ambiental de escenarios de alta participación de energías renovables; (x) herramientas de planificación, diseño y operación de infraestructura resiliente a los efectos del cambio climático; (xi) elaboración de planes de acción detallados para implementar contribuciones determinadas a nivel nacional relativas al sector de la energía; y (xii) mecanismos y metodologías de coordinación y planificación multisectorial.

5.10 Dimensión de Éxito 3. Los países alcanzan un nivel suficiente de inversión en infraestructura y dan prioridad a la integración de las redes nacionales de energía.

El BID ayudará a los países a identificar las necesidades de inversión en el sector a mediano y a largo plazo. La existencia de normas y disposiciones reglamentarias bien definidas generará mayor claridad y certeza para la participación de la inversión privada en el sector. El BID apoyará la articulación de programas, proyectos e instituciones y mecanismos de gobernanza regionales para conectar las redes de electricidad y gas natural de los países, incluidas las naciones pequeñas e insulares, y facilitará el desarrollo de infraestructuras y sistemas informáticos para profundizar la integración regional. Igualmente, promoverá la acción regional colectiva, la armonización de reformas de políticas nacionales, la actualización de marcos normativos, las inversiones entre países, el aprovechamiento de externalidades transfronterizas y la resolución de fallas de coordinación y otras barreras para la ejecución de proyectos regionales. Se destacará el valor agregado que supone para los proyectos la incorporación de objetivos y componentes de integración y cooperación regional. Para alcanzar estos objetivos se proponen las siguientes líneas de acción.

5.11 Líneas de Acción: las líneas de acción propuestas incluyen: (i) el apoyo continuado a la planificación de infraestructuras y la evaluación de necesidades de inversión para la integración regional; (ii) la asistencia a los países para adoptar disposiciones normativas que ofrezcan claridad a potenciales inversionistas; (iii) la promoción de alianzas público-privadas cuando las condiciones del mercado sean adecuadas, y de reformas para propiciar dichas condiciones; (iv) el estudio de opciones para la interconexión de redes de gas y electricidad entre países miembros; (v) el establecimiento de interconexiones físicas entre países; (vi) el refuerzo de la participación en iniciativas para facilitar el diálogo entre países sobre iniciativas regionales, fomentando prácticas óptimas; (vii) la promoción de un mayor número y volumen de transacciones de energía en las interconexiones existentes; y (viii) la difusión del conocimiento del BID sobre esquemas eficaces para promover una mayor integración energética. Para seguir estas líneas de acción, se ejecutarán las siguientes actividades operativas y de conocimiento.

a. Actividades operativas: (i) financiamiento de actividades de planificación e inversiones en infraestructura para mejorar las infraestructuras nacionales de energía, lo que a su vez facilitará la integración regional (por ejemplo construcción de nueva infraestructura energética, rehabilitación de centrales de generación y fortalecimiento de gasoductos de gas natural y líneas de transmisión eléctrica a nivel nacional, instalaciones de transporte, licuefacción, almacenamiento y regasificación de GNL y combustibles gaseosos, y cables submarinos de transmisión eléctrica entre islas del Caribe); (ii) promoción de acuerdos institucionales, comerciales y técnicos y apoyo normativo para dar

mayor amplitud a las anteriores intervenciones y asegurar su sostenibilidad; y (iii) refuerzo del papel del Grupo BID como impulsor y facilitador imparcial entre países integrados en los diversos planes e iniciativas regionales.

- b. **Actividades de conocimiento:** (i) análisis de necesidades de infraestructura e inversión; (ii) intercambio y difusión de experiencias de integración regional que puedan aportar enseñanzas a los países de América Latina y el Caribe, incluidas las alianzas estratégicas con países miembros (experiencias de Estados Unidos, Nord Pool en Europa y el SIEPAC); (iii) evaluación de impactos y beneficios regionales asociados a la provisión de infraestructura de integración energética; (iv) análisis de mecanismos para compensar la distribución asimétrica de costos, beneficios y riesgos en proyectos de integración; (v) desarrollo y aplicación de instrumentos analíticos para evaluar opciones y configuraciones de integración; y (vi) formación de capacidades en esquemas de alianzas público-privadas.

5.12 **Dimensión de Éxito 4. Los países tienen instituciones con capacidades de formulación y ejecución de políticas energéticas, planificación, supervisión y seguimiento y reglamentación de servicios.** El BID respaldará el fortalecimiento de las instituciones nacionales y su gobernanza a fin de optimizar la gestión y eficacia de las intervenciones en el sector de la energía. El propósito es reforzar las capacidades técnica y gerencial para identificar con mayor precisión necesidades sectoriales y diseñar políticas, así como la capacidad de planificar y ejecutar proyectos eficazmente. El BID impulsará el desarrollo de mecanismos institucionales para lograr que las instituciones y compañías del sector sean sostenibles en términos financieros y posean los recursos humanos necesarios para operar y mantener los equipos. El apoyo incluirá una mayor recopilación y difusión de datos para optimizar la toma de decisiones, y el análisis de los programas de subsidios a fin de determinar su eficacia, transparencia y sostenibilidad financiera, según los lineamientos definidos en la Política de Servicios Públicos Domiciliarios del BID (GN-2716-6). Además, el BID promoverá la disponibilidad de datos y conocimientos sobre el sector para reforzar la capacidad de generar políticas adecuadas a las necesidades de los países y evaluar los resultados. Para alcanzar estos objetivos se proponen las siguientes líneas de acción.

5.13 **Líneas de Acción:** las líneas de acción propuestas incluyen: (i) el desarrollo de capacidades de planificación estratégica, formulación de políticas y seguimiento y evaluación; (ii) el refuerzo de la capacidad para regular y ejecutar políticas y proyectos; (iii) el refuerzo de la capacidad para gestionar y supervisar concesiones e inversiones privadas; (iv) la promoción de la sostenibilidad financiera del sector; (v) la revisión de los subsidios para asegurar una adecuada identificación de las fuentes y los beneficiarios, y la progresiva eliminación de los subsidios a los combustibles y de carácter generalizado; (vi) la ampliación de fuentes y la recopilación, actualización y publicación de volúmenes de datos considerablemente mayores para aumentar la transparencia y manejar de forma más eficiente la información para la toma de decisiones; y (vii) el refuerzo de la capacidad para adoptar normas internacionales de energía. El BID optimizará la gestión y ejecución de proyectos de energía de alto impacto y riesgo financiando actividades de fortalecimiento institucional en los países y generando conocimientos aplicables en la región sobre gestión y contratación de proyectos.

Para seguir estas líneas de acción, se ejecutarán las siguientes actividades operativas y de conocimiento.

- a. **Actividades operativas:** (i) financiamiento de diagnósticos institucionales para identificar aspectos susceptibles de mejora; (ii) financiamiento de planes y estudios de planificación nacionales; (iii) financiamiento de estudios de políticas, técnicos, económicos y ambientales y cambios reglamentarios para promover una matriz energética más sostenible y las reformas normativas necesarias; (iv) financiamiento de actividades para asimilar en las instituciones el modo de incorporar innovaciones; capacitación de funcionarios de gobierno en asesoramiento sobre políticas y aspectos normativos, operativos, económicos, ambientales y conexos, y contratación de personal de apoyo específico; (v) facilitación de la adopción de normas internacionales de energía; y (vi) financiamiento de equipos técnicos y de sistemas de información.
- b. **Actividades de conocimiento:** (i) apoyo a nivel nacional y regional para mejorar la recopilación, el análisis, la divulgación y la reglamentación de datos sobre el sector; (ii) desarrollo de herramientas de evaluación de resultados para determinar los efectos de las intervenciones; (iii) intercambio de prácticas óptimas en materia de gestión y ejecución de grandes proyectos de alto impacto; (iv) análisis de la interacción entre las normas del sector y la innovación; (v) implementación de la planificación estratégica para comprender el nexo entre agua, energía y agricultura; (vi) intercambio de prácticas óptimas sobre organización y gobernanza del sector; y (vii) análisis de la interacción normativa e institucional para abordar la convergencia de múltiples industrias.

- 5.14 Actividades de conocimiento para preparar al Grupo BID para el futuro del sector energético. La creciente complejidad e incertidumbre del sector de la energía y sus instituciones, en razón de un papel más activo de los consumidores finales, la dinámica de innovación y la conexión de la energía con otros sectores como telecomunicaciones, transporte y agua, exige nuevos instrumentos para financiar las necesidades en materia de infraestructura, políticas y disposiciones normativas. En este contexto, los entes reguladores y los marcos institucionales deben poseer una rápida capacidad de asimilación y respuesta, por lo que el Grupo BID tiene ante sí el importante cometido de apoyar a los países de América Latina y el Caribe en el continuo proceso de reforma y adaptación de sus políticas.
- 5.15 El Grupo BID orientará su acción al desarrollo de nuevos conocimientos y herramientas de avanzada para preparar a la región de cara al futuro, haciendo hincapié en los cinco ámbitos siguientes: (i) la comprensión del comportamiento de los consumidores y las herramientas para dar eficacia a las políticas; (ii) la comprensión de los comportamientos, normas y procesos de aprendizaje de los entes reguladores para adaptarse a nuevas tecnologías y demandas sociales; (iii) el seguimiento del desarrollo de nuevas tecnologías, ayudando a los países a elucidar sus características técnicas y económicas, sus potenciales beneficios y los impactos que pueden causar en sus sistemas; (iv) la comprensión de prácticas óptimas para la convergencia del sector, como la interacción entre la energía y las telecomunicaciones mediante la digitalización; y (v) la inclusión de la incertidumbre derivada de factores tecnológicos, sociales y climáticos en el proceso de toma de decisiones de los entes reguladores, inversionistas y

responsables de políticas para adecuarlo al nuevo contexto del sector de la energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, Kulsum; Awe, Yewande; Barnes, Douglas F.; Cropper, Maureen L. y Kojima, Masami (2005). [*Environmental Health and Traditional Fuel Use in Guatemala*](#). Banco Mundial.
- Anderson, Soren T. y Newell, Richard G. (2004). [*Information Programs for Technology Adoption: The Case of Energy Efficiency Audits*](#). Resource and Energy Economics. Elsevier.
- Andrés, Luis; Guasch, José Luis y López Azumendi, Sebastián (2008). [*Regulatory Governance and Sector Performance: Methodology and Evaluation for Electricity Distribution in Latin America*](#). Documento de trabajo sobre investigaciones relativas a políticas 4494. Banco Mundial.
- Andrés, Luis; Guasch, José Luis; Diop, Makhtar y López Azumendi, Sebastián (2007). [*Assessing the Governance of Electricity Regulatory Agencies in the Latin American and Caribbean Region: A Benchmarking Analysis*](#). Documento de trabajo sobre investigaciones relativas a políticas 4380. Banco Mundial.
- Balza, Lenin; Jiménez, Raúl y Mercado, Jorge (2013). [*Privatization, Institutional Reform, and Performance in the Latin American Electricity Sector*](#). Nota Técnica IDB-TN-599. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Baptiste, Brigitte; Pinedo-Vásquez, Miguel; Gutiérrez-Vélez, Víctor H.; Andrade, Germán I.; Vieira, Pablo; Estupiñán-Suárez, Lina M.; Londoño, María C.; Laurance, y Lee, Tien Ming (2017). [*Greening Peace in Colombia*](#). Nature Ecology & Evolution 1, Artículo No. 0102.
- Barbero, José A. (2013). [*La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina*](#). IDEAL 2013. Banco de Desarrollo de América Latina.
- Bast, Elizabeth; Makhijani, Shakuntala; Pickard, Sam y Whitley Shelagh (2014). [*The Fossil Fuel Bailout: G20 Subsidies for Oil, Gas and Coal Exploration*](#). Overseas Development Institute y OilChange International.
- Bhatia, Mikul y Angelou, Nicolina (2015). [*Beyond Connections: Energy Access Redefined*](#). Programa de Asistencia para la Administración del Sector de la Energía. Informe Técnico 008/15. Banco Mundial.
- Bizikova, Livia; Roy, Dimple; Venema, Henry y McCandless, Matthew (2014). [*The Water-Energy-Food Nexus and Agricultural Investment: A sustainable development guidebook*](#). Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible.
- Bridle, Richard y Kitson, Lucy (2014). [*The Impact of Fossil-Fuel Subsidies on Renewable Electricity Generation*](#). Informe de Global Subsidies Initiative (GSI) e Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible.
- Butler, L., Neuhoff, K. (2006). *Comparison of Feed in Tariff, Quota and Auction Mechanisms to Support Wind Power Development*, Cambridge Working Papers in Economics, CWPE 0503, Marzo.
- Canales, C. (2014). *Water and Energy Nexus in Latin America and the Caribbean*. Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe. Publicado en *Regional Perspectives*, water conference 2014.

- Caratori, Luciano; Carlino, Hernán; Gutman, Verónica; Levy, Alberto y Magnasco, Eugenia (2015). [Estudio sobre pequeños aprovechamientos hidroeléctricos \(PAH\). Proyecto de una NAMA](#). Nota Técnica IDB-TN-764. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Carrasco, Haydeeliz; García, Emma; Parodi, Sandro y Vásquez, Madiery (2016). [¿Cómo se redistribuyen los recursos públicos en República Dominicana?](#) Monografía 425. División de Protección Social y Salud. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Clements, Benedict; Faircloth, Christopher y Verhoeven, Marijn (2007). [Public Expenditure in Latin America: Trends and Key Policy Issues](#). Documento de Trabajo WP/07/21. Fondo Monetario Internacional.
- Coady, David; Parry, Ian; Sears, Louis y Shang, Baoping (2015). [How Large are Global Energy Subsidies?](#) Documento de Trabajo WP/15/105. Fondo Monetario Internacional.
- Cottrell, Jacqueline; Fortier, François y Schlegelmilch, Kai (2015). [Fossil Fuel to Renewable Energy. Comparator Study of Subsidy Reforms and Energy Transitions in African and Indian Ocean Island States](#). Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible.
- Couture, Toby D.; Jacobs, David; Rickerson, Wilson y Healey, Victoria (2015). [The Next Generation of Renewable Electricity Policy. How Rapid Change is Breaking Down Conventional Policy Categories](#). Clean Energy Solutions Center.
- Covrig, Catalin; Ardelean, Mircea; Vasiljevska, Julija; Mengolini, Anna; Fulli, Gianluca y Amoiralis, Eleftherios (2014). [Smart Grid Projects Outlook 2014](#). Centro Común de Investigación, Informes sobre ciencia y políticas. Comisión Europea.
- Curry, Claire. (2017). *Lithium-Ion Battery Costs and Market*. Bloomberg New Energy Finance. <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF-Lithium-ion-battery-costs-and-market.pdf>
- Del Río, Pablo y Linares, Pedro (2014). *Back to the future? Rethinking auctions for renewable electricity support*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 35: 42-56.
- Comité para el Desarrollo, Reunión de 2015. [From Billions to Trillions: Transforming Development Finance Post-2015 Financing for Development: Multilateral Development Finance](#). Documento preparado conjuntamente por el Banco Africano de Desarrollo, el Banco Asiático de Desarrollo, el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo, el Banco Europeo de Inversiones, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Fondo Monetario Internacional y el Grupo Banco Mundial.
- Di Bella, Gabriel; Norton, Lawrence; Ntamatungiro, Joseph; Ogawa, Sumiko; Samaké, Issouf y Santoro, Marika (2015). [Energy Subsidies in Latin America and the Caribbean: Stocktaking and Policy Challenges](#). Documento de Trabajo WP/15/30. Fondo Monetario Internacional.
- Dubois, Olivier; Faurès, Jean-Marc; Felix, Erika; Flammini, Alessandro; Hoogeveen, Jippe; Pluschke, Lucie; Puri, Manas y Ünver, Olçay (2014). [The Water-Energy-Food Nexus: A New Approach in Support of Food Security and Sustainable Agriculture](#). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Duflo, Esther; Greenstone, Michael y Rema, Hanna (2008). [Indoor Air Pollution, Health, and Economic Well-Being](#). Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society. 1, 1-9.

- Echevarría, Carlos; Jesurun-Clements, Nancy; Mercado, Jorge y Trujillo, Carlos (2017). [Integración Eléctrica Centroamericana: Génesis, Beneficios y Prospectiva del Proyecto SIEPAC: Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central](#). IDB-MG-524. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Emamgholizadeh, S.; Samaadi Borojeni, H. y Bina, M. (2005). [The Flushing of the Sediments Near the Power Intakes in the Dez Reservoir](#). WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol. 83 (ISSN 1743-3541). WIT Press.
- Energy Institute (2017). [A Comparison of New Electric Utility Business Models](#). Lyndon B. Johnson School of Public Affairs, Policy Research Project Report 191. The University of Texas.
- Fairley, Peter. (2017). [Off-Grid Electricity Projects Are Starved for Funds](#). IEEE Spectrum. Noviembre de 2017
- Fares, Robert L. y King, Carey W. (2016). [Trends in Transmission, Distribution, and Administration Costs for U.S. Investor-Owned Electric Utilities](#). Libro Blanco. UTEI/2016-06-1. The University of Texas.
- Faris, Stephan (2015). [The Solar Company Making a Profit on Poor Africans](#). Bloomberg.
- Fay, Marianne y Morrison, Mary (2007). [Infrastructure in Latin America and the Caribbean: Recent Developments and Key Challenges](#). Banco Mundial.
- Fay, Marianne; Hallegatte, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Rozenberg, Julie; Narloch, Ulf y Kerr, Tom (2015). [Decarbonizing Development: Three Steps to a Zero-Carbon Future. Climate Change and Development](#). Banco Mundial.
- Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Energía de Alemania (2017). [Concluding Paper: Electricity 2030: Long-Term Trends – Tasks for the Coming Years](#).
- Feron, Sarah (2016). [Sustainability of Off-Grid PV Systems for Rural Electrification in Developing Countries: A Review](#). Sustainability. Vol. 8, 1326.
- Fu, Ran; Feldman, David; Margolis, Robert; Woodhouse, Mike y Ardani Kristen (2017). [U.S. Solar Photovoltaic System Cost Benchmark: Q1 2017](#). National Renewable Energy Laboratory.
- Galiana, Isabel y Sopinka, Amy (2014). [Benefits and Costs of the Energy Targets for the Post-2015 Development Agenda](#). Post-2015 Consensus Energy Assessment Paper. Copenhagen Consensus Center.
- García Frapolli, Eduardo; Schilman, Astrid; Berrueta, Víctor; Masera, Omar; Riojas-Rodríguez, Horacio; Edwards, Rufus D.; Johnson, Michael; Guevara, Alejandro y Armendáriz-Arnez, Cynthia (2010). [Beyond Fuelwood Savings: Valuing the Economic Benefits of Introducing Improved Biomass Cookstoves in the Purépecha Region of Mexico](#). Ecological Economics, 69(12): 2598-2605.
- Gischler, Christiaan; Janson, Nils; González, Camila; Córdoba, María Jimena y Santana, Scarlett (2017). [Unlocking Geothermal Power: How the Eastern Caribbean Could Become a Geothermal Powerhouse](#). Nota Técnica IDB-TN-1256. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Global Alliance for Clean Cookstoves (2015). [Gender and Livelihoods: Impacts of Clean Cookstoves in South Asia. Executive Summary](#).
- Global Carbon Project (2017). [Carbon Budget and Trends 2017](#).

- Global Energy Institute (2017). Index of U.S. [Energy Security Risk: Addressing America's Vulnerabilities in a Global Energy Market.](#)
- Gong, Lin; Fu, Yong y Li, Zuyi (2016). [Integrated Planning of BEV Public Fast-Charging Stations.](#) The Electricity Journal: Vol. 29, No. 10: 62-77. Elsevier.
- González, Ricardo (2018). [No habrá licitaciones especiales para energías renovables.](#) Crítica.com/pa.
- Haanyika, Charles Moonga (2006). [Rural Electrification Policy and Institutional Linkages.](#) Vol. 34; No. 17: 2977–2993. Energy Policy. Elsevier.
- Habtezion, Senay. (2016). [Gender and Climate Change: Gender and sustainable energy.](#) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Nueva York.
- Hanna, Rema; Duflo, Esther y Greenstone, Michael (2016). [Up in Smoke: The Influence of Household Behavior on the Long-Run Impact of Improved Cooking Stoves.](#) Faculty Research Working Paper Series. RWP12-015. American Economic Journal: Economic Policy. Vol. 8, No. 1: 80-114.
- Hernández Oré, Marco Antonio; Sánchez, Luis Álvaro; Sousa, Liliana D. y Tornarolli, Leopoldo (2017). [Fiscal and Welfare Impacts of Electricity Subsidies in Central America.](#) Directions in Development - Public Sector Governance. Banco Mundial.
- Hoff, H. (2011). *Understanding the Nexus*. Documento de base para la conferencia Bonn2011 Nexus. [The Water, Energy and Food Security Nexus. Solutions for the Green Economy.](#) Stockholm Environment Institute.
- Hubik, Franz. [Wind Energy In the Doldrums: Germany's windmill producers have hit a dangerous lull after a change in the law on subsidies.](#) Handelsblatt Global. 28 de agosto de 2017.
- Institution of Engineering and Technology (2013). [What is a Smart Grid?](#)
- Banco Interamericano de Desarrollo (2014). [Promoción del Desarrollo de la Geotermia.](#)
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014a). [Climate Change 2014: Synthesis Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change's Fifth Assessment Report.](#) Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (comp.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 151 pp.
- Agencia Internacional de la Energía (2011). [Technology Roadmap: Smart Grids.](#)
- Agencia Internacional de la Energía (2014). [Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency.](#)
- Agencia Internacional de la Energía (2015). [Energy and Climate Change.](#) World Energy Outlook Special Report.
- Agencia Internacional de la Energía (2016). [World Energy Outlook Special Report 2016: Energy and Air Pollution.](#) OCDE/AIE.
- Agencia Internacional de la Energía (2017a). [Energy Access Outlook 2017.](#)
- Agencia Internacional de la Energía (2017b). [World Energy Outlook 2017.](#)
- Agencia Internacional de la Energía (2017c). [World Energy Investment 2017 Outlook.](#)
- Agencia Internacional de la Energía (2017d). [Digitalization and Energy.](#)

- Agencia Internacional de la Energía (2017e). [*Energy Technologies Perspectives*](#).
- Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica (2017). [*Hydropower Status Report 2017*](#).
- Fondo Monetario Internacional (2013). [*Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications*](#).
- Fondo Monetario Internacional (2017). [*Latin America and the Caribbean: Stuck in Low Gear*](#). *Regional Economic Outlook Update*. Western Hemisphere.
- Asociación Internacional de Cooperación para la Eficiencia Energética (2012). *Energy Efficiency Report: Brazil*.
- Agencia Internacional de Energías Renovables (2016). [*Innovation Outlook: Renewable Mini-grids*](#).
- Agencia Internacional de Energías Renovables (2017). [*Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030*](#).
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014b). [*Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*](#). Contribución del Grupo de Trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel y J.C. Minx (comp.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, Estados Unidos.
- Izquierdo, Alejandro y Manzano, Osmel (2012). [*El mundo cambió: ¿Cambiará el crecimiento en Centroamérica?: Desafíos y oportunidades*](#).
- Jacobson, Mark Z. et al. (2017). [*100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight AllSector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World*](#). *Joule*. Vol. 1, No. 1: 108-121.
- Jagger, Pamela y Shively, Gerald (2014). [*Land Use Change, Fuel Use and Respiratory Health in Uganda*](#). *Energy Policy*, 67: 713-726.
- Jiménez, Raúl (2016). [*Rural Electricity Access Penalty in Latin America: Income and Location*](#). Resumen de Políticas IDB-PB-253. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Jiménez, Raúl (2017). [*Development Effects of Rural Electrification*](#). Resumen de Políticas IDB-PB-261. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Jiménez, Raúl; Serebrisky, Tomás y Mercado, Jorge (2014). [*Power Lost: Sizing Electricity Losses in Transmission and Distribution Systems in Latin America and the Caribbean*](#). Banco Interamericano de Desarrollo.
- Joskow, Paul L. (2008) *Lessons learned from the electricity market liberalization*. The Energy Journal.
- Juergens, Ingmar; May, Nils y Neuhoff, Karsten (2017). *From 2020 to 2030: Policies and Policy Learning Remain Key to Enable Cost-Efficient Renewable Energy Development*. Banco Interamericano de Desarrollo; IKEM Sustainable Energy Academy 2017. Documento interno.
- Karpowicz, Izabela; Matheson, Troy y Vtyurina, Svetlana (2016). [*Investing in Infrastructure in Latin America and the Caribbean*](#). Diálogo a Fondo. Fondo Monetario Internacional.

- Kaspersky Lab Industrial Control Systems Equipo de reacción ante emergencias cibernéticas. (2018). Panorama de las amenazas para los sistemas de automatización industrial en la primera mitad de 2017. Kaspersky Lab.
- Kempener, Ruud; Lavagne d'Ortigue, Olivier; Saygin, Deger; Skeer, Jeffrey; Vinci, Salvatore y Gielen, Dolf (2015). [Off-Grid Renewable Energy Systems: Status and Methodological Issues](#). Documento de Trabajo. Agencia Internacional de Energías Renovables.
- Lambe, Fiona y Ochieng, Caroline (2015). [Improved Cookstoves in Central America: Health Impacts and Uptake](#). Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de la Energía y Stockholm Environment Institute.
- Lappeenranta University of Technology y EnergyWatchGroup (2017). [Global Energy System based on 100% Renewable Energy – Power Sector](#).
- Larrea, Sylvia; Binato, Silvio; Provenzano, Dario y Jeifetz, Carlos (2016). [Arco Norte Electrical Interconnection Study. Component I – Baseline Study](#). IDB-MG-453. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Levy, Alberto; Anaya, Fernando y Vieira de Carvalho, Arnaldo (2017). [Sol, viento, fuego y agua: El futuro de las energías renovables no convencionales en Centroamérica](#). IDB-MG-547. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Liang, Jing; Yueming Qiu; Timothy James; Benjamin L. Ruddell; Michael Dalrymple; Stevan Earl y Alex Castelazo (2017). [Do energy retrofits work? Evidence from commercial and residential buildings in Phoenix](#). Journal of Environmental Economics and Management.
- Marchán, Estefanía; Espinasa, Ramón y Yépez-García, Ariel (2017). [The Other Side of the Boom: Energy Prices and Subsidies in Latin America and the Caribbean during the Super-Cycle](#). IDB- MG-567. Banco Interamericano de Desarrollo.
- McCracken, John P. y Smith, Kirk R. (1998). [Emissions and Efficiency of Improved Woodburning Cookstoves in Highland Guatemala](#). Environment International. Vol. 24, No. 7: 739-747. Elsevier.
- Mekonnen, M. y Hoekstra A. (2012). [The Blue Water Footprint of Electricity from Hydropower](#). Hydrology and Earth System Sciences. Vol. 16.
- Mercado, José (2015): [The Role of Energy Efficiency in the Private Housing Sector - The Case of Santiago de Chile](#).
- Mia, I.; Estrada, J. y Geiger, T. (2007). [Benchmarking National Attractiveness for Private Investment in Latin American Infrastructure](#). Foro Económico Mundial.
- Michelitsch, Roland; Szwedzki, Roni; Sembler, Jose Ignacio; Haarsager, Ulrike; Carbajo, José; Murcia, Juan Felipe; Seiwald, Raphael; Oliveira, Patricia; Funes Aguilera, Rocío; Cabrera, Maria y Sadeghi, Patricia (2017). [Evaluación de Asociaciones Público-Privadas en Infraestructura: Resumen Ejecutivo](#). Documento RE-504-4. Oficina de Evaluación y Supervisión. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Navigant Consulting (2017). *Haiti Minigrid Investment Governance Manual*. Navigant Consulting, Inc. Burlington. Elaborado para el BID. Documento interno.
- Neuhoff, Karsten; May, Nils y Richstein, Jörn (2017). [Incentives for the Long-Term Integration of Renewable Energies: A Plea for a Market Value Model](#). DIW Berlin. Economic Bulletin; Vol. 7, No. 46/47: 467-476.

- Nique, Michael y Jain, Neha (2014). [*The Synergies between Mobile, Energy, and Water Access: Asia*](#). GSMA. Mobile Enabled Community Services.
- Olivares Gallardo, Alberto (2012). [*Servicio público y sector eléctrico. Evolución en Europa desde la experiencia española*](#). Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso XXXIX: 437-471.
- Paredes, Juan Roberto (2017). La Red Del Futuro. Desarrollo de una red eléctrica limpia y sostenible para América Latina. IDB – MG- 565.
- Patrinós, Harry Anthony y Skoufias, Emmanuel (2007). [*Economic Opportunities for Indigenous Peoples in Latin America: Conference Edition*](#). Banco Mundial.
- Renewable Energy Policy Network for the 21 Century (REN21). (2018). *Renewables 2017 Global Status Report*. París. ISBN 978-3-9818107-6-9
- Rodó, J. (2015). [*Dejemos hablar al viento*](#). Energía&Negocios 26: 8–9.
- Romero D. (2017). *From behavioral insights to practice. A content analysis of interventions to encourage reductions in energy demand*. Tesis de Maestría EPEE. Energy Institute - University College London.
- Rose, Jonathan; Huppi, Monika; Alonso, Pablo; Fryer, Michelle; Crespo, Ana; Anna Risi, Vianna; Carpanelli, María del Mar; Rivera, Johanan; Niembro, Rasec y Jansson, Maya (2017). Approach Paper: [*Evaluación del Apoyo del Banco a los Temas de Género y Diversidad*](#). Documento RE-518. Oficina de Evaluación y Supervisión. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Salmeri Micol, Wedgwood Paul, Rugg Richard, Aiello Roberto (2017). *Developing clean energy solutions in Latin America's major cities: an introduction for subnational energy policy decision-makers*. Carbon Trust and IDB.
- Samadi-Boroujeni, Hossein (2012). [*Sediment Management in Hydropower Dam \(Case Study - Dez Dam Project\)*](#).
- Smith, Kirk R.; Frumkin, Howard; Balakrishnan, Kalpana; Butler, Colin D.; Chafe, Zoë A.; Fairlie, Ian; Kinney, Patrick; Kjellstrom, Tord; Mauzerall, Denise L.; McKone, Thomas E.; McMichael, Anthony J. y Schneider, Mycle (2013). [*Energy and Human Health*](#). Annual Review of Public Health. Vol. 34: 159-188.
- Smith, Kirk R.; McCracken, John P.; Weber, Martin W.; Hubbard, Alan; Jenny, Alisa; Thompson, Lisa M.; Balmes, John; Díaz, Anaité; Arana, Byron y Nigel, Bruce (2011). [*Effect of Reduction in Household Air Pollution on Childhood Pneumonia in Guatemala \(RESPIRE\): A Randomised Controlled Trial*](#). The Lancet. Vol. 378, No. 9804: 1717-1726.
- Smith-Sivertsen, Tone; Díaz, Esperanza; Pope, Dan; Lie, Rolv T.; Díaz, Anaité; McCracken, John; Bakke, Per; Arana, Byron; Smith, Kirk R. y Nigel, Bruce (2009). [*Effect of Reducing Indoor Air Pollution on Women's Respiratory Symptoms and Lung Function: The RESPIRE Randomized Trial, Guatemala*](#). American Journal of Epidemiology. Vol. 170, No. 2: 211-220.
- Stampini, Marco y Tornarolli, Leopoldo (2012). [*The Growth of Conditional Cash Transfers in Latin America and the Caribbean: Did They Go Too Far?*](#) Resumen de Políticas IDB-PB-185. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Stipo, Francesco (2016). [*Latin American Energy Outlook: Natural Gas Leads the Way*](#).

- Toman, Michael y Jemelkova, Barbora (2003). [*Energy and Economic Development: An Assessment of the State of Knowledge*](#). Discussion Paper 03-13. Resources for the Future.
- Troncoso, Karin y Soares da Silva, Agnes (2017). [*LPG Fuel Subsidies in Latin America and the Use of Solid Fuels to Cook*](#). Energy Policy Vol. 07: 188-196.
- Tuttle, David P.; Gülen, Gürçan; Hebner, Robert; King, Carey W.; Spence, David B.; Andrade, Juan; Wible, Jason A.; Baldick, Ross; Duncan, Roger (2016). [*The History and Evolution of the U.S. Electricity Industry*](#). Parte de una serie de Libros Blancos. The University of Texas at Austin. UTEI/2016-05-2.
- Organización de las Naciones Unidas (2012). [*Energía Sostenible para Todos: Un Programa Mundial de Acción*](#). Grupo de Alto Nivel del Secretario General sobre Energía Sostenible para Todos.
- Organización de las Naciones Unidas (2015). [*The World's Women 2015: Trends and Statistics*](#). Departamento de Asuntos Económicos y Sociales.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2012). [*Gender and Climate Change Africa*](#). Policy Brief 1. General Overview.
- Asamblea General de las Naciones Unidas (2013). [*Decenio de las Naciones Unidas de la Energía Sostenible para Todos 2014- 2024: Informe al Secretario-General*](#).
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2013). [*Sustainable Energy for All: The Gender Dimensions*](#).
- United States Energy Information Administration (2017). [*International Energy Outlook 2017*](#).
- United States Energy Information Administration (2017). [*International Energy Statistics*](#).
- Valencia, Adriana (2008). [*New Energy Frontiers Expand Global Connections – Part I*](#). YaleGlobal Online.
- Van de Walle, Dominique; Ravallion, Martin; Mendiratta, Vibhuti y Koolwal, Gayatri (2017). [*Long-term Gains from Electrification in Rural India*](#). Economic Review Vol. 31, No. 2: 385 – 411. Banco Mundial.
- Vázquez, Carlos, Michelle Hallack y Miguel Vázquez. *Price computation in electricity auctions with complex rules: An analysis of investment signals*. Energy Policy 105 (2017): 550-561.
- Wilson, Robert. *Architecture of power markets*. Econometrica 70.4 (2002): 1299-1340.
- Banco Mundial (2018). [*Datos de libre acceso del Banco Mundial*](#).
- Banco Mundial y Agencia Internacional de la Energía (2015). [*Progress Toward Sustainable Energy. Global Tracking Framework 2015. Key Findings*](#).
- Foro Económico Mundial (2018). [*Informe de Competitividad Global 2017-2018*](#).
- Consejo Mundial de la Energía (2017). [*World Energy Trilemma: Changing Dynamics - Using Distributed Energy Resources to Meet the Trilemma Challenge*](#).
- Organización Mundial de la Salud (2016). [*Burning Opportunity: Clean Household Energy for Health, Sustainable Development, and Wellbeing of Women and Children*](#).
- Wyman, Oliver (2013). [*World Energy Trilemma 2013: Energy Sustainability Index*](#). Consejo Mundial de la Energía.

Yépez-García, Rigoberto Ariel y Dana, Julie (2012). [Mitigating Vulnerability to High and Volatile Oil Prices: Power Sector Experience in Latin America and the Caribbean.](#) Banco Mundial.

Zeng Ming, Yongqi Yang, Lihua Wang Jinghui Sun (2016). *The Power Industry Reform in China 2015: Policies, Evaluations and Solutions*. Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol. 57, mayo de 2016: 94-110.