

## **ENERGÍA RENOVABLE EN ARGENTINA: CAMBIO DE PARADIGMA Y OPORTUNIDADES PARA SU DESARROLLO**

Manuela Pendón, Eduardo Williams, Natalia Cibeira, Romina Couselo, Gabriel Crespi, Marcelo Tittone

Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia de Formulación y Evaluación de Proyectos - UIDET FyEP, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata. Calle 1 y 47 - La Plata (B1900TAG) - Provincia de Buenos Aires – Argentina.

[manuela.pendon@ing.unlp.edu.ar](mailto:manuela.pendon@ing.unlp.edu.ar) – [fyeproyectos@ing.unlp.edu.ar](mailto:fyeproyectos@ing.unlp.edu.ar)

A nivel mundial, las tecnologías de energía renovable para generación de electricidad han tenido un significativo progreso en los últimos años. Algunas tecnologías se han vuelto competitivas en costos con la generación convencional de energía. Sin embargo, en muchos casos, las políticas de apoyo son aun el principal motor de desarrollo. Tales políticas de apoyo son parte integrante de la política energética de un país o región.

Toda política energética ha de ser soportada por tres pilares: Competitividad, Seguridad de abastecimiento y Sostenibilidad Ambiental. Según el Foro Económico Mundial (WEF) la arquitectura energética se encuentra definida como el sistema físico integrado por fuentes de energía, los sectores de transporte y demanda y que son compartidos por el gobierno, la industria y la sociedad. El "triángulo de la energía" sintetiza los objetivos centrales de dicha estructura o política energética: la habilidad de proveer un abastecimiento de energía de forma segura, asequible y sostenible ambientalmente.

Las energías renovables pueden aportar beneficios considerables a la sociedad. Además de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, los gobiernos han adoptado políticas de energía renovable para cumplir con ciertos objetivos, entre ellos la creación de beneficios locales en materia de medio ambiente y salud; un acceso más fácil a la energía, en particular en las áreas rurales; avances para lograr los objetivos de seguridad energética al diversificar la cartera de tecnologías y recursos energéticos, y un mayor desarrollo social y económico gracias a oportunidades de empleo potenciales y al crecimiento económico. Si las instancias decisorias quieren incrementar el índice de penetración de energías renovables y, al mismo tiempo, cumplir los ambiciosos objetivos de mitigación del cambio climático, los compromisos a largo plazo y una actitud flexible serán fundamentales.

La Ley 27.191 modificó la Ley 26.190 "Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica". La Provincia de Buenos Aires adhirió al Régimen a través de la Ley 14.838. El presente pretende compartir análisis y experiencias que contribuyan en el camino de la energía a partir de fuentes renovables, desde un enfoque de política energética y evaluación de proyectos.

## INTRODUCCIÓN

Diversos autores coinciden en que el desarrollo sostenible puede sintetizarse en 4 objetivos: desarrollo social y económico, acceso a la energía, seguridad energética y mitigación del cambio climático y efectos sobre el medio ambiente y la salud en los escenarios del futuro.

Los cuatro objetivos revisten significativa importancia sin embargo pareciera que el impacto que podría tener el no cumplimiento del cuarto de ellos haría que los otros tres objetivos se situaran en un segundo lugar. Los países y regiones podrán desarrollarse más o menos desde la perspectiva social y económica, podrá haber más o menos dificultades en el acceso a la energía y con mayor o menor seguridad energética, todo ello es de vital importancia pero no se podrá discutir sobre tales puntos si el planeta deja de ser habitable para el ser humano. Por este motivo, se está impulsando de manera significativa la inversión y el despliegue de energías renovables y muchos países se encuentran trabajando en ello con distintos niveles de penetración. En Argentina la Ley 27.191 modificó la Ley 26.190 “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica” y durante el año 2016 se llevaron a cabo dos licitaciones que adjudicaron 59 proyectos de energía renovable para conectarse al Sistema Argentino de Interconexión, SADI. Las energías renovables pueden aportar beneficios considerables a la sociedad. Además de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, los gobiernos han adoptado políticas de energía renovable para cumplir con otros objetivos estratégicos como la seguridad energética, un mayor desarrollo social y económico gracias a oportunidades de empleo potenciales y al crecimiento económico.

## CALENTAMIENTO GLOBAL: LA NECESIDAD DE TOMAR CONCIENCIA

La mitigación del cambio climático plantea un cambio imperativo en la toma de decisiones. Mantener el calentamiento global por debajo de los límites aceptables (2°C) para la supervivencia, requerirá durante las siguientes décadas reducciones sustanciales en las emisiones globales de gases de efecto invernadero [1]. Para reducir las emisiones, las economías deben reducir su intensidad de carbono. Dada la tecnología actual, esto implica un cambio decisivo para alejarse de la energía a partir de combustibles fósiles y el capital físico relacionado. Y el cambio necesario puede realizarse por dos caminos [2]. En un escenario benigno, la transición a una economía con bajas emisiones de carbono ocurre gradualmente: los costos de ajuste son manejables y el reajuste de los activos de carbono probablemente no conlleve riesgo sistémico. Sin embargo, en ausencia de una intervención política adicional o de avances tecnológicos, es probable que el stock de gases de efecto invernadero en la atmósfera siga creciendo a medio plazo.

En un escenario adverso, demorado, la transición a una economía baja en carbono se produce tarde y abruptamente. Una conciencia tardía sobre la importancia de controlar las emisiones podría dar lugar a una aplicación abrupta de restricciones cuantitativas sobre el uso de fuentes de energía intensivas en carbono. Los costos de la transición serán correspondientemente más altos.

Según el Banco Mundial [3], Argentina se encuentra, en términos de consumo energético y participación en las emisiones de efecto invernadero por encima de los países de Latinoamérica y el Caribe.

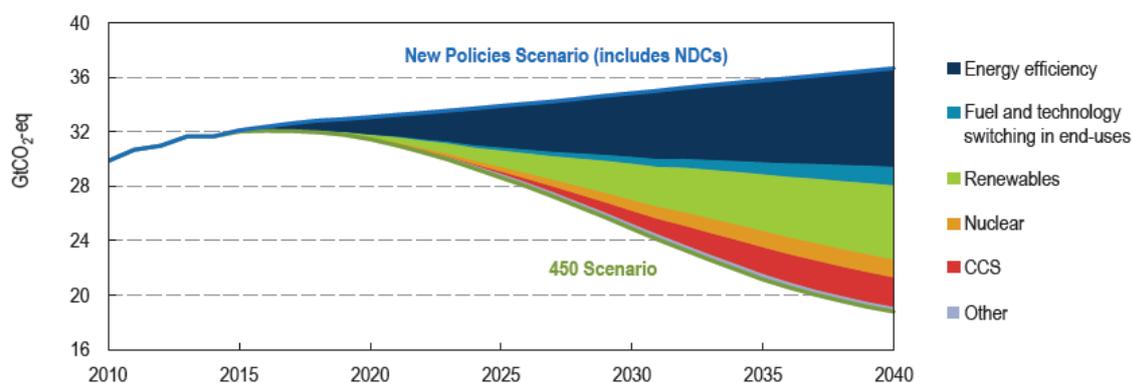
	Latin Country data	America & Caribbean group	High- income group
<b>Energy and emissions</b>			
Energy use per capita (kg oil equivalent)	1,895	1,373	4,656
Energy from biomass products and waste (% of total)	4.2	16.2	4.6
Electric power consumption per capita (kWh)	3,093	2,118	8,508
Electricity generated using fossil fuel (% of total)	71.1	42.3	60.8
Electricity generated by hydropower (% of total)	22.3	46.5	13.1
CO <sub>2</sub> emissions per capita (metric tons)	4.6	2.9	11.1

En la Conferencia de Naciones Unidas para el Cambio Climático se plantearon objetivos a los sistemas energéticos mundiales. El análisis del Organismo Internacional de Energía

(AIE) ha encontrado que considerar una acción ampliada en eficiencia energética y energía renovable es vital para continuar en un camino consistente en limitar el calentamiento a 2°C. Tal como muestra el gráfico siguiente se necesita un conjunto amplio de tecnologías y acciones, eficiencia energética y energías renovables, captura y almacenamiento de carbono (CCS), la energía nuclear y la conmutación de combustibles para uso final.

El uso de energías renovables también debe ampliarse para el calor y el transporte: su importancia aumenta en los esfuerzos para dirigir un aumento de temperatura por debajo de 2 °C, ya que la industria y el transporte generan el 57% de las emisiones. La gestión de la demanda de energía es una herramienta vital para reducir las emisiones, en particular mediante medidas de eficiencia energética que mejoran la productividad energética y, por consiguiente, reducen la cantidad de energía necesaria para apoyar el crecimiento económico continuado [4].

Measures needed to surpass current NDCs to reach 2°C trajectory (450 Scenario), through 2040



Note: The New Policies Scenario (NPS) is the central scenario of the World Energy Outlook and includes the energy-related components of NDCs submitted by 1 October 2015.

Source: Adapted from IEA (2015b), World Energy Outlook 2015.

En particular, haciendo foco en la generación de energía eléctrica se observa que las centrales eléctricas de carbón y gas generan el 63% de la oferta mundial de electricidad y producen más del 40% de las emisiones del sector energético mundial.

## LAS ENERGÍAS RENOVABLES COMO PARTE DE LA SOLUCIÓN

A nivel global se está impulsando de manera significativa la inversión y el despliegue de energías renovables. Los anuncios desde la COP22 han tenido un impacto positivo en la tasa esperada de adiciones de capacidad renovable. Sin embargo, las inversiones se mantienen por debajo de los niveles compatibles con los objetivos climáticos a largo plazo. Mientras que la energía solar fotovoltaica y la energía eólica terrestre se han vuelto competitivas con otras fuentes de electricidad, la energía solar concentrada, la energía eólica marina y otras tecnologías renovables requieren un mayor apoyo político.

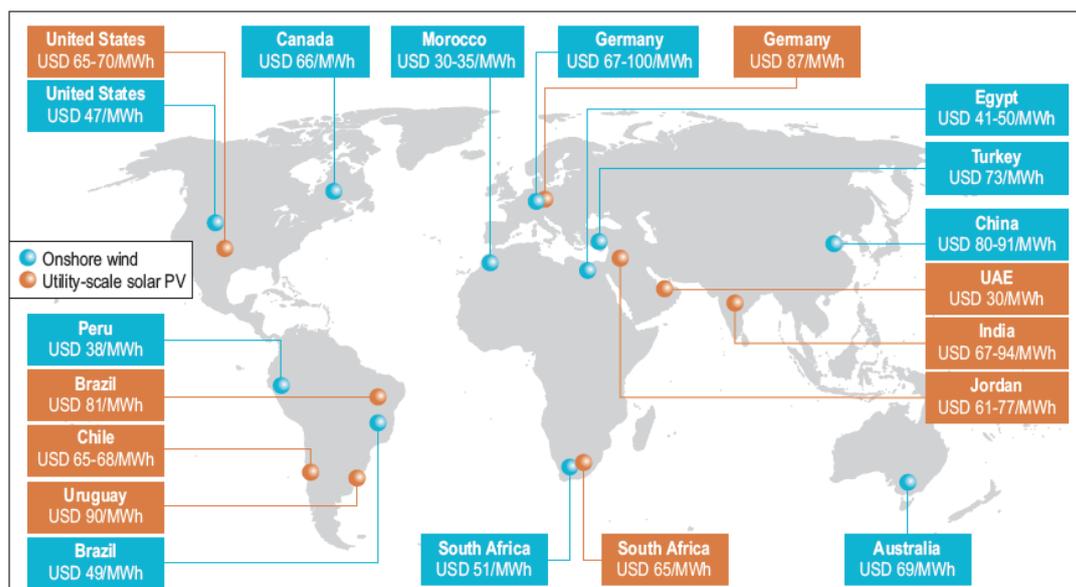
El sólido crecimiento mundial en el despliegue de energía renovable integrado en la red fue apoyado por una variedad de políticas que abordan la seguridad energética, los problemas de contaminación local y los objetivos climáticos. Se han observado disminuciones significativas en costos y se observa que los costos de generación más bajos se consiguen en mercados que se benefician tanto de recursos abundantes como de adquisiciones competitivas de contratos a largo plazo, proporcionando flujos de ingresos garantizados respaldados por políticas y marcos de mercado seguros a largo plazo. Estas condiciones crean oportunidades de financiamiento de bajo costo, una dimensión crítica de la competitividad de este tipo de proyectos [4].

Un desafío fundamental es que los precios de los combustibles fósiles siguen siendo bajos. Los bajos precios de los combustibles fósiles pueden complicar la transición a los combustibles de energía limpia, ya que pueden atraer a los encargados de la formulación de

políticas en las perspectivas a corto plazo y frenar el apoyo a las tecnologías de energía limpia y a la eficiencia energética.

A nivel global se destaca [5] que se requerirán más cambios en las políticas para centrarse en las oportunidades, estos incluyen un mayor apoyo a las energías renovables como la energía eólica marina, electricidad solar térmica (STE) y geotérmica que aún no han alcanzado la madurez comercial de la energía solar fotovoltaica y el viento en tierra (eólica onshore), mecanismos para facilitar una mejor integración de las grandes energías renovables en la red, una mayor expansión de las energías renovables en calor y transporte y la gestión de la competencia de los bajos precios de los combustibles fósiles.

Long-term contract prices for new renewable power to be commissioned, 2016-19



This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

Notes: Values reported in nominal USD include preferred bidders, power purchase agreements (PPAs) and feed-in tariffs (FITs); US values are calculated excluding tax credits; Delivery date and costs may be different than those reported at the time of the auction.

Source: Adapted from IEA (2015a), Medium-Term Renewable Energy Market Report 2015.

En muchos países, como es el caso de Argentina, la integración de la red y la disponibilidad de financiación asequible siguen siendo los desafíos más importantes y las políticas de apoyo son aun el principal motor de desarrollo. Tales políticas de apoyo forman parte integrante de la política energética de un país o región. En este sentido, las energías renovables plantean una gran cantidad de oportunidades e inmensos desafíos para la Argentina.

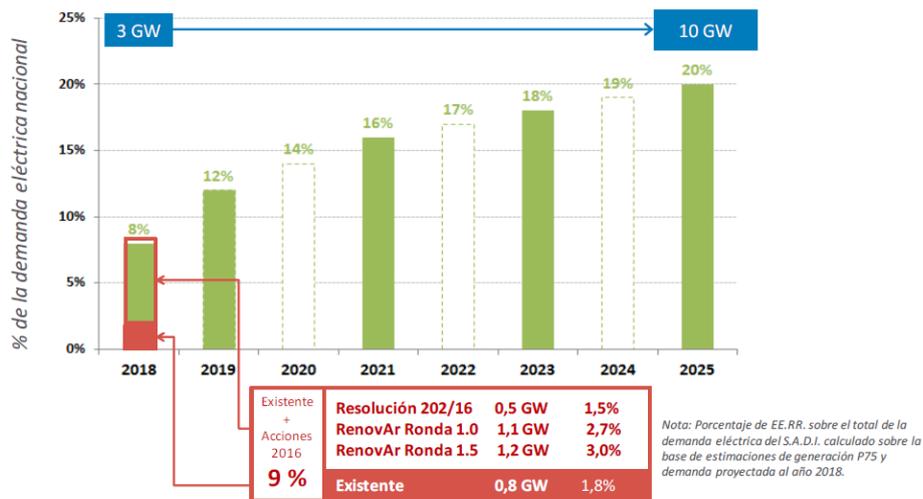
## POLÍTICA ENERGÉTICA Y OPORTUNIDADES DE DESARROLLO EN ARGENTINA

La Ley 27.191 modificó la Ley 26.190 “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”. Entre otros, en la misma, se redefinió el objetivo del Régimen sustituyéndolo por lograr una contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el ocho por ciento (8%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2017, se estableció la segunda etapa del Régimen con objetivos definidos hasta diciembre de 2025, se creó el Fondo Fiduciario para el Desarrollo de Energías Renovables (FODER) y se estableció la Contribución de los Usuarios de Energía Eléctrica al Cumplimiento de los Objetivos del Régimen de Fomento. Durante el año 2016 se llevaron a cabo dos licitaciones RenovAR 1 y Renovar 1,5 que adjudicaron 29 y 30 proyectos respectivamente. Tal como se muestra en las siguientes tablas, las mayoría de los proyectos fueron de energía eólica y solar fotovoltaica.

Total de Proyectos Adjudicados: 29				
Tecnología	Proyectos	MW	GWh/año	u\$s/MWh
 Eólica	12	708	3002	59
 Solar	4	400	959	60
 Biogas	6	9	58	154
 Biomasa	2	15	121	110
 PAH (Pequeños Aprovechamientos Hidráulicos)	5	11	65	105
<b>Totales</b>	<b>29</b>	<b>1143</b>	<b>4205</b>	<b>63</b>

3.1% del Consumo Eléctrico Nacional

TECNOLOGÍA	CANTIDAD DE PROYECTOS	POTENCIA ADJUDICADA MW	PRECIO PROMEDIO USD / MWh	ENERGÍA ANUAL GWh / Año
 EÓLICA	10	765,4	53,34	3.037
 SOLAR	20	516,2	54,94	1.274
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>1.281,5</b>	<b>53,98</b>	<b>4.311</b>



A través de las licitaciones llevadas a cabo durante el año 2016 se aseguró el objetivo para fines de 2017 de abastecer como mínimo un 8% de la demanda del país con energía de fuentes renovables. A nivel mundial, las tecnologías de energía renovable para generación de electricidad han tenido un significativo progreso en los últimos años. Algunas tecnologías se han vuelto competitivas en costos con la generación convencional de energía. Sin embargo, en muchos casos, las políticas de apoyo son aún el principal motor de desarrollo. Tales políticas de apoyo son parte integrante de la política energética de un país o región. Toda política energética ha de ser soportada por tres pilares: Competitividad, Seguridad de abastecimiento y Sostenibilidad Ambiental.

Para avanzar en este camino debe tenerse presente que existe un cambio de paradigma en el sistema energético. Se observa una transición de la centralización a producción localizada diversa. El futuro del sector eléctrico involucra un amplio mix de combustibles fósiles y renovables, generación descentralizada, capacidad de almacenamiento expandida, demanda más eficiente y planeamiento de abastecimiento a través de flujos inteligentes de datos en tiempo real: Redes inteligentes (smart grids).

Si bien en Argentina se ha avanzado, en proyectos conectados a la red con mínimos de capacidad de 1MW, en el mundo, el modelo de negocio de los servicios centralizados, mediante el cual las empresas obtienen beneficios mediante la entrega de potencia a través de una red centralizada, se está desplazando hacia un modelo local distribuido con el aumento de la penetración de las energías renovables a pequeña escala. Esto está transformando los consumidores tradicionales en prosumidores. Para ello deben desarrollarse los instrumentos técnicos y regulatorios necesarios que permitan esta transición.

La viabilidad técnica y económica de proyectos de energía renovable depende del riesgo de los mercados en los que los proyectos se desarrollan. Se puede hacer frente a estos riesgos, asegurando la estabilidad y la previsibilidad de las políticas. Las tecnologías de energía renovable requieren de apoyo a lo largo de algunas de las etapas de su ciclo de vida, ciencia básica, la investigación y el desarrollo. Apoyo financiero para la investigación, desarrollo y demostración, así como mecanismos de apoyo a la innovación.

El nuevo paradigma del mercado de la electricidad, impulsada por los avances tecnológicos, crea desafíos de política. La generación distribuida de electricidad en combinación con las tecnologías de la información y de almacenamiento permiten una nueva forma de operación. El papel de las redes centralizadas tendería a reducirse en favor de mini-redes y otras soluciones fuera de la red.

Se observa que la evolución del mercado es dinámica. El sector de las energías renovables se desarrolla con rapidez, por lo que las políticas y medidas de apoyo deben actualizarse permanentemente y basarse en información reciente. La planificación adecuada es necesaria para el desarrollo oportuno de las infraestructuras de red, la inversión en infraestructura y tecnologías inteligentes de almacenamiento y el desarrollo de marcos regulatorios. Reducción de los subsidios a los combustibles fósiles.

Según la Agencia Internacional de Energía Renovable, IRENA [6] la mayor parte de las futuras inversiones en energía renovable es probable que provenga del sector privado y la captación de inversiones dependerá de la competitividad en costos, que está fuertemente influenciada por el costo de la implementación de la tecnología y los riesgos de mercado para la financiación de proyectos de energía renovable.

La creación de un entorno favorable a la inversión implica la reducción de riesgos, el diseño de productos financieros innovadores, adaptándose el apoyo del gobierno a las cambiantes condiciones del mercado y la transformación de los modelos de negocio de servicios públicos. En comparación con la generación de energía fósil, las tecnologías de energía renovable tienen una alta incidencia de costos de capital iniciales por sobre los costos de operación, haciendo la viabilidad de tales proyectos particularmente sensibles al costo del capital. Actualmente pueden obtenerse rendimientos promedio de entre el 6% y el 10% para la mayoría de los proyectos de energía renovable en los mercados desarrollados.

Las políticas que promueven las energías renovables pueden abordar simultáneamente los objetivos económicos, sociales y medioambientales. Por lo que si bien puede resultar motivación suficiente para trabajar en este sentido la necesidad urgente de un cambio de actitud para mitigar el cambio climático, la evaluación de políticas que promuevan las energías renovables puede realizarse con un enfoque amplio e integral. Tal enfoque permitirá evaluar la contribución de las energías renovables a objetivos estratégicos de un país o región, económicos y sociales.

Existe una opinión generalizada de que las energías renovables, mientras más favorables al medio ambiente, son demasiado caras. Sin embargo esta disyuntiva económica percibida de "barato vs. limpia es cada vez menos cierta.

Al realizar un análisis integral de los costos y beneficios de las diferentes formas de energía debe tenerse en cuenta una visión mucho más amplia de desarrollo económico, incluyendo la balanza comercial, el desarrollo industrial, el crecimiento del producto bruto interno (PIB), el empleo, el acceso a la energía y la salud.

*Mejora de la balanza comercial.* El despliegue de las energías renovables puede no afectar la balanza comercial positiva en el corto plazo. La importación de tecnologías de energía renovable permitiría la reducción de las importaciones de combustibles fósiles por un período significativo de tiempo (por ejemplo, 20 años), por lo que es probable que sea positivo el efecto a largo plazo sobre la balanza comercial.

*Aumento del Producto Bruto Interno.* Un creciente número de estudios muestran que el impacto de las energías renovables en el PBI es positivo, sobre todo si la energía renovable es más barata que otras alternativas.

*Agregado de valor local.* Todos los países pueden aportar un valor añadido local significativo a través de la instalación y mantenimiento de sistemas de energía renovable. Mientras que

algunos elementos de tecnología avanzada es probable que tenga que ser importados, la localización de contenidos puede crear puestos de trabajo y desarrollar la capacidad interna. La fabricación de tecnología de energía renovable es más intensiva en mano de obra que el carbón, el gas natural o nuclear.

*Creación de puestos de trabajo.* La creación de empleo está adquiriendo cada vez más importancia en el debate global de energía renovable. Aun hay poca evidencia empírica sobre este aspecto. Además de la fabricación, existe un considerable potencial para la creación de valor en la instalación, operación y mantenimiento de proyectos de energía renovable. Anticipar los requisitos de formación y promover la provisión de educación y formación adecuadas en el sector es un desafío que atender.

*Ampliación del acceso a la energía.* El acceso a la energía moderna es esencial para el desarrollo económico. La naturaleza modular, escalable y descentralizada de las energías renovables significa que pueden ser adaptadas a las condiciones locales y proporcionan una amplia gama de servicios de energía en función de las necesidades y el poder de compra de los usuarios finales.

*Reducir el impacto ambiental.* Todas las formas de suministro de energía, incluida la energía renovable, tienen un impacto en el medio ambiente. Sin embargo, el impacto es mucho menor que en el caso de las energías convencionales, desde la fabricación hasta la operación y desmantelamiento al final de su vida.

## **CONCLUSIONES**

En cualquier discusión sobre el futuro de la energía, es crucial tener claro lo que está en juego. El sector eléctrico es responsable de más del 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Se necesitan nuevos enfoques para descarbonizar la economía mundial y es necesario un cambio radical para evitar un cambio climático catastrófico. Esto presenta a la sociedad toda varios desafíos. En muchos países, como es el caso de Argentina, la integración de la red y la disponibilidad de financiación asequible siguen siendo los desafíos más importantes y las políticas de apoyo son aun el principal motor de desarrollo. Argentina está empezando a transitar este camino. Si bien las modificaciones introducidas con la ley al Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica y su decreto reglamentario favorecen el sendero de desarrollo de energías renovables aún hay mucho por hacer. Las motivaciones para su desarrollo son amplias y pueden verse desde su contribución a los objetivos estratégicos del país. Las energías renovables podrían mejorar el acceso a la energía, crear puestos de trabajo, promover un desarrollo más sostenible y equitativo, y ofrecer un servicio eléctrico más seguro. Si las instancias decisorias quieren incrementar el índice de penetración de energías renovables y, al mismo tiempo, cumplir los ambiciosos objetivos de mitigación del cambio climático, los compromisos a largo plazo y una actitud flexible serán fundamentales. En este contexto, es fundamental un compromiso firme y a largo plazo para la creación de un sistema de energía diversa, flexible y ambientalmente sostenible.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (2011). Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. Informe Especial. Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico.
- [2] ESRB Advisory Scientific Committee (2016) Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy and systemic risk. Reports of the Advisory Scientific Committee No 6/February 2016.
- [3] International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2016. From World Development Indicators. The Little Green Data Book 2016.
- [4] International Energy Agency (IEA), 2016. Energy, Climate Change and Environment. 2016 Insights.
- [5] IRENA, 2012. Financial Mechanisms and Investment Frameworks for Renewables in Developing Countries.
- [6] IRENA, 2014. REthinking Energy: Towards a new power system.