

INFORMES DE CADENAS DE VALOR

AÑO 1 - N° 25 – Diciembre 2016



Energías alternativas



Ministerio de Hacienda y
Finanzas Públicas
Presidencia de la Nación

Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo
Subsecretaría de Planificación Económica
Dirección Nacional de Planificación Regional
Dirección Nacional de Planificación Sectorial

AUTORIDADES

Ministro de Hacienda y Finanzas Públicas

Lic. Alfonso Prat-Gay

Secretario de Política Económica y Planificación del Desarrollo

Lic. Pedro Lacoste

Subsecretario de Planificación Económica

Dr. Ernesto O'Connor

Directora Nacional de Planificación Sectorial

Lic. Paula Nahirñak

Directora de Información y Análisis Sectorial

Lic. María Celeste Fernández

TÉCNICOS RESPONSABLES

Lic. María Laura Frugoni y Lic. Constanza Gaset

ÍNDICE

ÍNDICE	3
GLOSARIO Y SIGLAS	4
RESUMEN EJECUTIVO	6
I. Estructura de la cadena	9
II. Mercado global.....	15
1. TENDENCIAS DE PRODUCCIÓN, COMERCIO Y PRECIOS	15
2. Pronóstico de precios y demanda para 2016 y próximos años	30
3. Tratados de libre comercio y otros firmados por cada país relevante	32
III. Situación productiva de Argentina	35
1. Generación	35
2. Empresas responsables	38
3. Capacidad productiva	41
4. Ventas al mercado interno: consumo	43
5. Comercio exterior	43
6. Inversiones recientes.....	44
7. Vinculaciones con otras cadenas	46
8. Empleo generado por la cadena	48
IV. Localización territorial	49
V. Políticas públicas.....	51
VI. Otros aspectos relacionados	56
1. Ambientales	56
2. Innovación	58
VII. Desafíos y oportunidades.....	59
1. Principales desafíos, tendencias de la cadena y oportunidades	59
2. Políticas públicas de países relevantes	61
VIII. Bibliografía y fuentes de información	64
Anexo	67

Este informe tiene por objeto realizar una descripción analítica y estructural de la cadena de valor de energías alternativas. Se consideran temáticas como: la configuración de relaciones económicas; su contexto internacional y tendencias; su proceso productivo y su evolución; la localización territorial; la incidencia de las políticas públicas, entre otros aspectos de relevancia.

*Publicación propiedad del Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación. Director Dr. Ernesto O'Connor.
Registro DNDA Nro 5303003. Hipólito Yrigoyen 250 Piso 8° (C1086 AAB) Ciudad Autónoma de Buenos Aires –
República Argentina. Tel: (54 11) 4349-5945 y 5918. Correo electrónico: ssplane@mecon.gov.ar
URL: <http://economia.gov.ar>*

GLOSARIO Y SIGLAS

Siglas

AEA: Egyptian Atomic Energy Authority

ANSTO: Australian Nuclear Science and Technology Organisation

CADER: Cámara Argentina de Energías Renovables

CAMMESA: Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

COES: Comité de Operación Económica del Sistema

COFINS: Contribución al Financiamiento de la Seguridad Social

CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales

DCF: Discounted Cash Flow

δ : tasa de descuento

FONARSEC: Fondo Argentino Sectorial

IAEA: International Atomic Energy Agency

IEA: International Energy Agency

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial

IRENA: International Renewable Energy Agency

I+D: Investigación y Desarrollo

LCOE: Levelised Cost of Electricity

MEM: Mercado Eléctrico Mayorista

Mt: Millones de Toneladas

MW: Megawatt

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NA-SA: Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima

NEA: Nuclear Energy Agency

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OEDE: Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial

PIB: Producto Interno Bruto

PIS: Programa de Integración Social

SADI: Sistema Argentino de Interconexión

SNCTI: Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

UREE: Uso Racional y Eficiente de la Energía

USDA: U.S. Department of Agriculture

UTN: Universidad Tecnológica Nacional

Glosario

Aerogenerador: Equipo diseñado para producir electricidad a partir del viento que se compone de una torre, palas, rotor y generador.

Celda fotovoltaica: Dispositivo electrónico que al captar la energía luminosa permite transformarla en energía eléctrica a través del efecto fotovoltaico.

Energía eólica: energía que se origina a partir de los vientos (MinEM).

Energía solar: energía que viene del sol y se manifiesta como radiaciones luminosas, caloríficas y electromagnéticas (MinEM).

Energía nuclear: energía generada a través de la fisión nuclear de elementos pesados (ej. Uranio). También puede originarse de la fusión nuclear de elementos de bajo peso atómico (MinEM).

kW: kilowatt, es la unidad de potencia que equivale a 1.000 watts.

kWe: kilowatt eléctrico, es la unidad de capacidad de energía eléctrica equivalente a 1.000 watts.

kWh: kilowatt/hora, es la unidad de energía eléctrica que equivale a la potencia suministrada por un kilowatt de un circuito eléctrico en una hora.

Panel fotovoltaico: conjunto de celdas fotovoltaicas que generan energía eléctrica partiendo de la luz que incide sobre ellos.

Potencia: Capacidad que tiene una máquina de producir trabajo en una determinada unidad de tiempo.

TEP: Toneladas Equivalentes de Petróleo, unidad de medida asociada a la energía que se puede generar con una tonelada de petróleo crudo.

RESUMEN EJECUTIVO

- Las energías alternativas han cobrado gran relevancia en los últimos años, ante la necesidad de reducir la emisión de gases del efecto invernadero y lograr la sustentabilidad de suministro eléctrico a largo plazo. En 2014, las emisiones de CO₂ a nivel mundial fueron de 32.381 millones de toneladas (Mt). Los principales influyentes fueron el carbón (45,9%) y el petróleo (33,9%).
- La cadena de valor de las energías alternativas se compone de diversos eslabones: infraestructura y tecnologías, insumos y materiales, generación de energía primaria (solar, eólica y nuclear), transformación en energía eléctrica (secundaria), conexión a la red (nacional o local) y consumo.
- En el año 2014, la oferta mundial de energía primaria fue de 13.699 millones de Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP) de la cual 11,7% fue generada a través de fuentes renovables y 4,8% a través de energía nuclear.
- La capacidad instalada a nivel mundial en 2014 de la energía solar fotovoltaica alcanzó 177 GW, mientras que la energía eólica registró 370 GW de potencia. En el caso de la energía nuclear, para el año 2015, los 441 reactores nucleares en funcionamiento, totalizaron una potencia instalada de 377,8 GW.
- En lo que respecta a los costos, de acuerdo con el relevamiento efectuado por IEA-NEA (2015), acerca de los costos nivelados de la energía eléctrica, la energía nuclear en los países de la OCDE presenta un costo menor que el de la energía solar fotovoltaica y eólica terrestre. En cuanto a los costos *overnight*, la energía nuclear queda retrasada respecto al resto al enfrentar costos ampliamente mayores a los vinculados a la generación térmica y renovable.
- La matriz energética eléctrica argentina se compone en un 63,3% de energía térmica, seguida de la energía hidráulica que representa un tercio de la matriz. El peso actual que tienen las energías alternativas en la matriz no logra aún niveles elevados, pero comienza a cobrar mayor relevancia, representando la generación de energía nuclear el 4,8% y las energías eólica y solar el 0,4% del total.
- Respecto al consumo, las energías renovables aportan el 1,9% del total debiendo alcanzar el 8% hacia fines de 2017 de acuerdo con las metas establecidas por la Ley N° 27.191.
- En este marco, se lanzaron en 2016 diversas políticas y Programas destinados a cumplir con los objetivos nacionales en materia energética. Entre ellos, se destaca el Programa RenovAR con sus Rondas 1 y 1.5.
- Este programa adjudica contratos de abastecimiento para la generación de energía eléctrica de fuentes renovables, y en sus dos rondas, otorgó 1472,9 MW de potencia eólica y 916,2 MW de potencia solar fotovoltaica. El total de ofertas adjudicadas se compone de 22 proyectos eólicos y 24 proyectos solares distribuidos a lo largo de todo el país.
- Otras políticas relevantes se relacionan con el financiamiento, los beneficios fiscales y la ampliación de un marco normativo para el sector.
- Uno de los aspectos más relevantes del desarrollo de este tipo de fuentes de energía es su contribución a la reducción de emisiones de CO₂. Sin embargo deben considerarse que, en el caso de la energía nuclear, es necesario el correcto tratamiento de residuos de manera que no perjudiquen al medio ambiente.

INDICADORES SELECCIONADOS PARA ARGENTINA

Potencia instalada y generación		
Potencia instalada	En MW	Cantidad de parques/centrales 2015
• Eólica	188,4	6
• Solar	8,2	2
• Nuclear	1.755	3
Generación de energía eléctrica		
	2015 (en % del total)	
• Eólica + Solar	0,4%	
• Nuclear	4,8%	

Fuente: MinEM y CAMMESA.

Programa RenovAR - Rondas 1 y 1.5 - Proyectos adjudicados 2016			
	Cantidad	Potencia (MW)	Ronda
• Eólica	12	707,5	1
	10	765,4	1.5
• Solar	4	400,0	1
	20	516,2	1.5

Fuente: MinEM y CAMMESA.

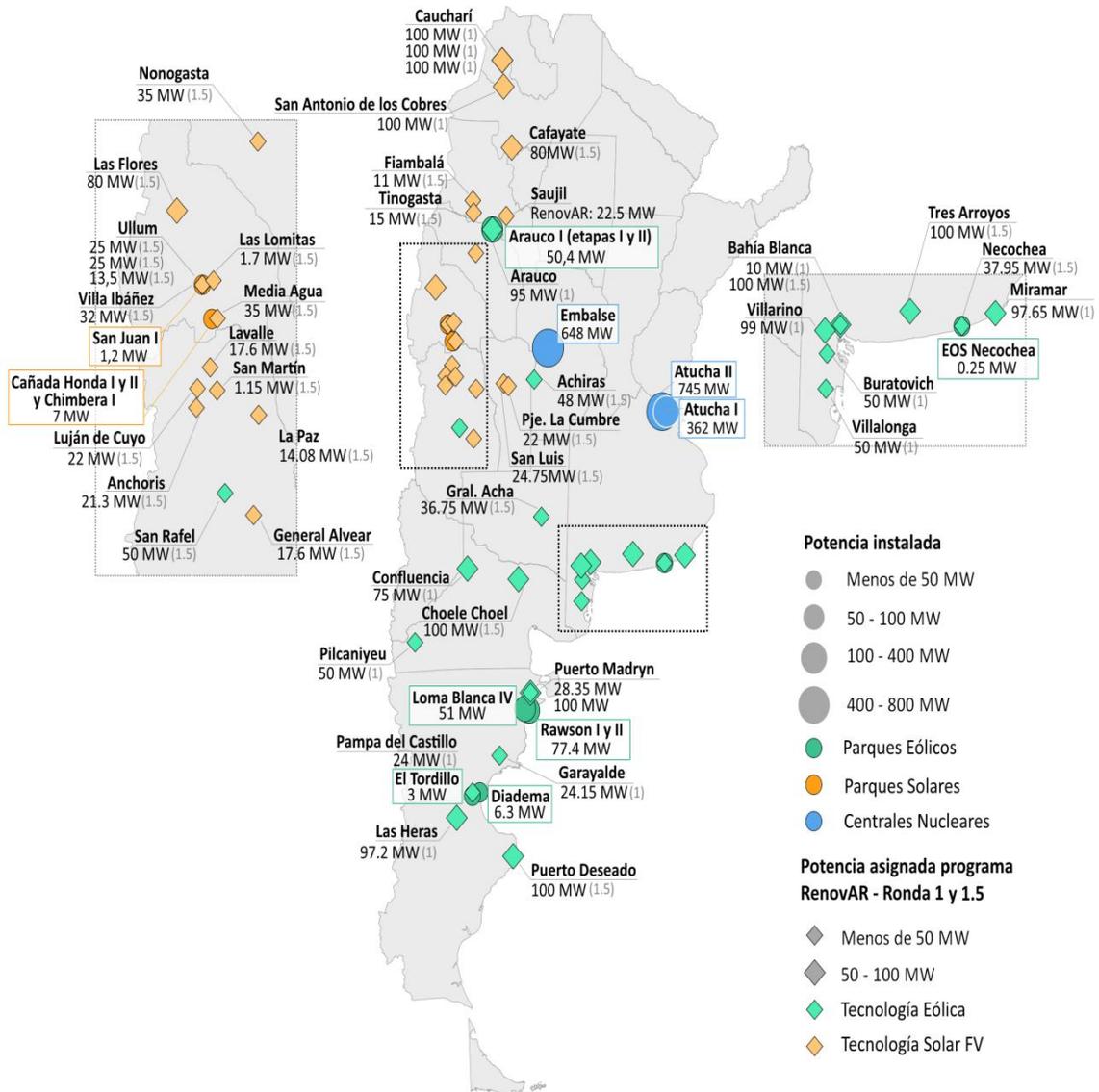
Nivel de empleo - Puestos de trabajo			
	1er Trim. 2016	Variación 1er Trim. 2016/15	Variación 1er Trim. 2016/10
• Generación de energía eléctrica (privado)	10.312	7,0%	56,5%
• Generación de energía eléctrica de fuente renovable (privado)	826	3,0%	64,5%
• CNEA	2.895	-	-
• NA-SA	3.013	-	-

Fuente: OEDE, CNEA, NA-SA.

Normativas relevantes 2016	
Normativa general	Normativa Programa RenovAR
• Ley 27.191 (2015)	Resolución 71 - MinEM
• Ley 26.190 (2006)	Resolución 72 - MinEM
• Decreto 531/2016	Resolución 213 - MinEM
• Decreto 882/2016	Resolución 252 - MinEM
• Resolución 147 - MinEM	Resolución 281 - MinEM
• Resolución conjunta 123 y 313 - MinEM -MinProd.	Resolución 136 - MinEM
• Resolución 202 - MinEM	
• Resolución 301 - MinEM	

Fuente: InfoLEG.

Potencia instalada y potencia asignada por el Programa RenovAr, Ronda 1 y 1.5, según tecnología.

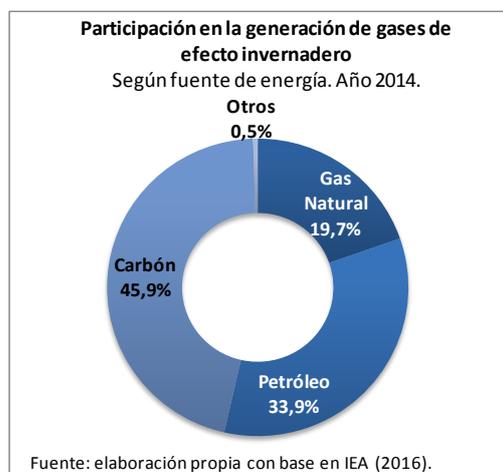


Fuente: Elaboración propia en base a datos del MinEM, CNEA y Resolución 213/2016 MinEM.

I. ESTRUCTURA DE LA CADENA

La situación energética es un tema central en la agenda mundial. La discusión sobre las fuentes de energía, el precio del petróleo, la contaminación y la emisión de gases de efecto invernadero mantienen el debate latente.

La emisión de gases del efecto invernadero es uno de los principales disparadores para la generación de energía a través de fuentes alternativas. En 2014, las emisiones de CO₂ a nivel mundial fueron de 32.381 millones de toneladas (Mt). Los principales influyentes fueron el carbón (45,9%) y el petróleo (33,9%). Sin dudas, estos valores alertan sobre la necesidad de sustituir este tipo de fuentes energéticas por otras que no continúen potenciando los efectos de los gases de efecto invernadero en el medioambiente.



De una selección de países latinoamericanos, los principales emisores de CO₂ fueron Brasil (476,02 Mt), México (430,92 Mt) y en tercer lugar Argentina con 192,41 Mt de CO₂. La emisión de CO₂ de los países desarrollados es claramente superior, al contar con mayores niveles de producción. En el caso de Estados Unidos (EE.UU.) las emisiones de CO₂ fueron de 5.176,21 Mt y las de China 9.086,96 Mt.

Por otro lado, la demanda energética creciente requiere de una oferta que acompañe dicho crecimiento. Según datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2016) la producción de energía mundial en 2014 fue 13.805 millones de toneladas equivalentes de petróleo (TEP).

Estas estadísticas reflejan la urgencia de la sustitución de las fuentes tradicionales de energía por otras fuentes alternativas que no contribuyan a la contaminación ambiental mundial a través de la emisión de CO₂.

En este marco cobran relevancia las energías alternativas, tales como las energías renovables y la nuclear. Según lo descrito por la ley 27.191 se entiende por fuentes renovables de energía a “las fuentes renovables de energía no fósiles idóneas para ser aprovechadas de forma sustentable en el corto, mediano y largo plazo: energía eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, geotérmica, mareomotriz, undimotriz (u olamotriz), de las corrientes marinas, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración, biogás y biocombustibles”.

Se entiende por energía solar a aquella que transforma la radiación solar para la generación de energía eléctrica (fotovoltaica), o para calentar agua (térmica) ya sea para usos industriales, piscinas, calefacción o agua caliente sanitaria¹. Por otro lado, la energía eólica es aquella que utiliza la energía cinética del viento para generar electricidad.

La energía nuclear, que se genera a través de la fisión, produce calor elevando la temperatura del agua a 325°C convirtiéndola en vapor, el cual es utilizado para generar energía eléctrica.

¹ Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2004)

Los procesos involucrados en la generación de energía nuclear son específicos para este tipo de energía. El primer paso consiste en la minería y concentración de uranio para luego realizar la conversión y el enriquecimiento del mismo. A partir de esto, se fabrican los elementos combustibles que serán utilizados en un reactor para generar la energía nuclear. Posteriormente se procede a la reelaboración, es decir la extracción del combustible sobrante que pueda volver a ser utilizado, y el almacenamiento de residuos que deberán recibir un tratamiento específico para evitar un impacto ambiental negativo.



Fuente: Observatorio de Políticas Públicas (2011)

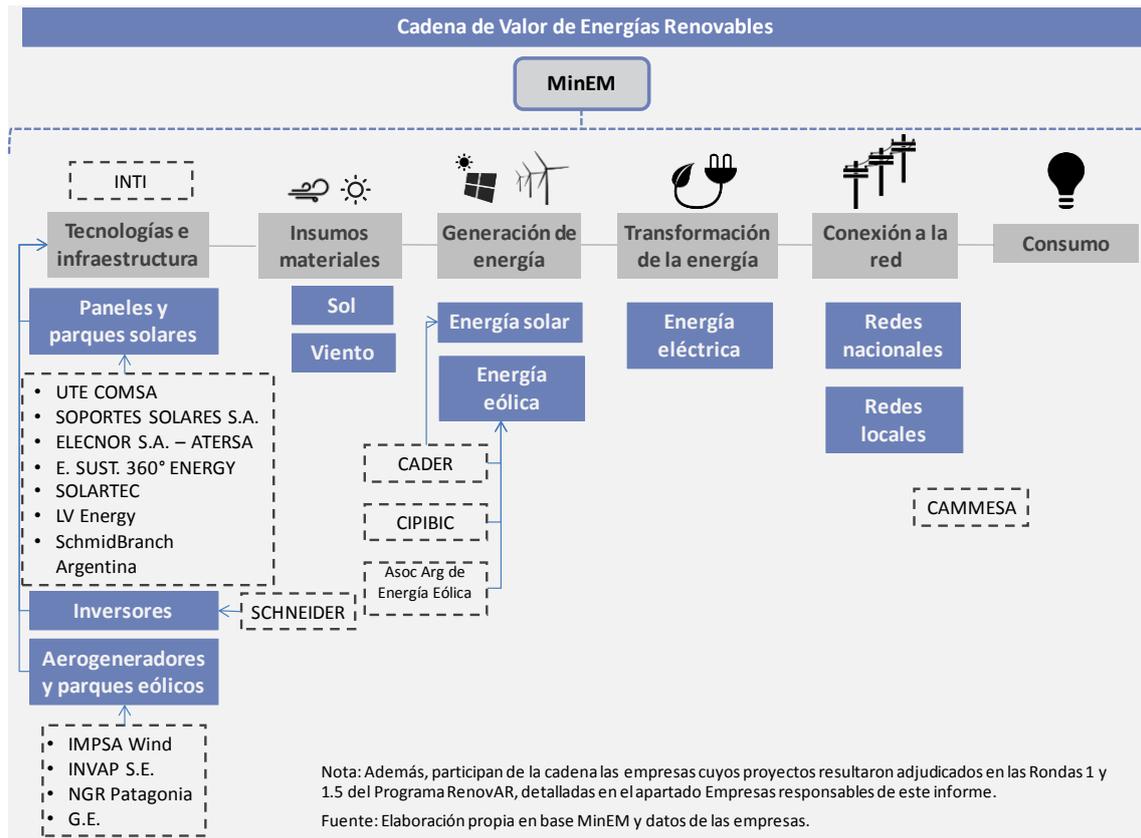
Cabe mencionar que la energía nuclear es utilizada con diversos motivos en diferentes sectores de la economía, a saber medicina, el agro, investigación, etc., que si bien son detallados a continuación, no formarán parte del análisis que se realiza en el presente informe.

La cadena de valor de las energías alternativas se caracteriza por la diversidad de agentes que operan desde que se comienza con la materia prima hasta que la energía eléctrica es generada y posteriormente consumida.

Usos de la energía nuclear	
Usos	Descripción
Medicina	Utilización de radioisótopos aplicados al área de salud para el diagnóstico y tratamiento del cáncer.
Agropecuarias	Utilización de radioisótopos para estudiar la erosión y calidad del suelo.
Servicios de irradiación	La planta de irradiación de la CNEA es utilizada por ramas del agro, la industria y la ciencia, para conservar alimentos y esterilizar distintos materiales, entre otros.
Metrología de las radiaciones	La CNEA está equipada también como laboratorio para medir las radiaciones ionizantes.
Investigación aplicada	Utilización para monitoreo ambiental, estudio de rayos cósmicos, producción de paneles solares para satélites, esclarecimiento de causas judiciales, estudio de obras de arte y desarrollo de nanotecnologías, entre otros.

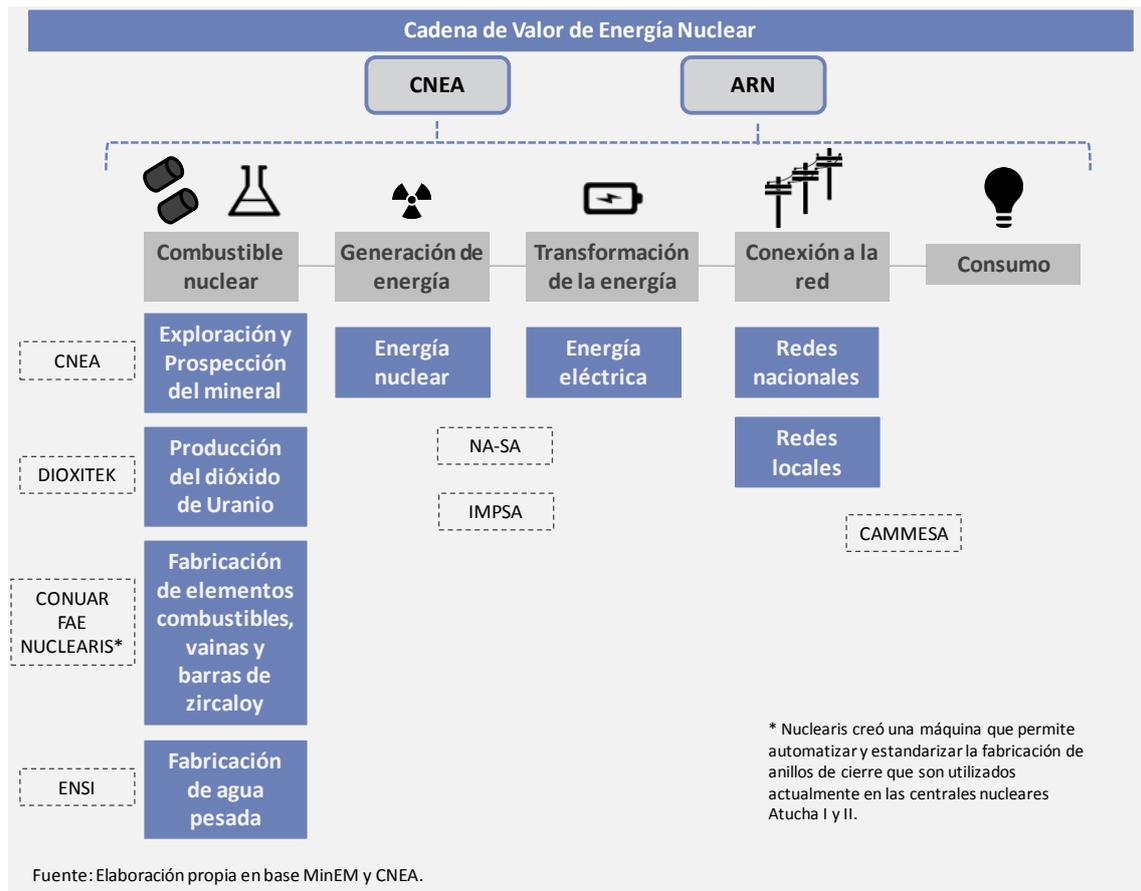
Fuente: CNEA

La cadena de valor de las energías renovables se compone de diversos eslabones. En un primer lugar, se identifican los eslabones de infraestructura y tecnologías (paneles solares, aerogeneradores, inversores, etc.), y de insumos y materiales (sol y viento). A partir de este eslabón se parte hacia la generación de energía primaria (solar y eólica). La transformación en energía eléctrica (secundaria) es el tercer eslabón identificable, siguiéndole posteriormente la conexión a la red (nacional o local) y por último el consumo. Los principales agentes que intervienen en esta cadena son el Ministerio de Energía y Minería (MinEM), la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA), y una serie de empresas estatales y privadas en los primeros eslabones de la cadena.



En la cadena de valor de la energía nuclear se destaca como agente regulador de la actividad, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN, Ley N° 24.804), mientras que la encargada de operar las centrales nucleares es Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA). La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) participa en la investigación básica y aplicada vinculada a la cadena, como así también participa en la exploración y prospección del uranio.

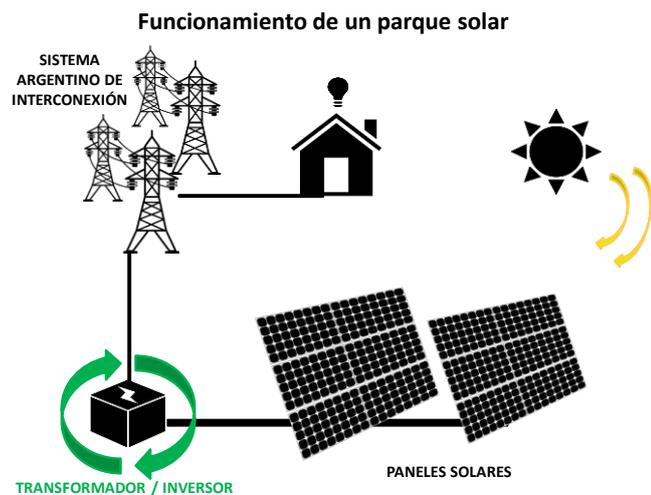
Por otro lado, en la fabricación del combustible nuclear, intervienen diversas empresas estatales encargadas de la producción de los elementos que conforman el combustible nuclear: dióxido de uranio, elementos combustibles, vainas, barras de zircaloy y agua pesada. Asimismo, otras empresas participan en la infraestructura necesaria para la generación y transformación de energía, tal es el caso de Industrias Metalúrgicas Pescarmona S.A. (IMPSA) que aportó generadores de vapor para las centrales Embalse y Atucha II.



Almacenamiento

Existen algunos aspectos relevantes en el proceso de almacenamiento de la energía eléctrica. En primer lugar, la energía eléctrica no puede ser almacenada como tal, pero si puede ser transformada en otros tipos de energías almacenables. En segundo orden, debe considerarse que la generación y el consumo de la electricidad no presentan un ritmo constante, pudiendo efectuarse picos de oferta y/o demanda a lo largo del día.

Cabe destacar que si bien la energía eléctrica puede ser transformada en otros tipos de energías para ser almacenada, se genera una pérdida de eficiencia en el proceso al perderse energía entre una transformación y otra para poder recuperar, al final del proceso, la energía eléctrica que será consumida por los usuarios.

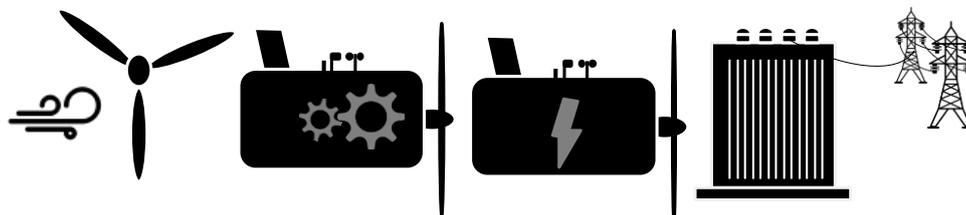


En lo referente a las energías renovables, poseen una característica intrínseca que establece una limitación en su carácter de fuente de energía ante la imposibilidad de ajustarse a la demanda. Las características naturales del territorio implican que la irradiación solar y los movimientos de las masas de aire fluctúen a lo largo del día provocando una intermitencia en la generación de energía por éstas vías. Esto demuestra la necesidad de desarrollar sistemas de almacenamiento de energía que permitan captar los excedentes de energía producida durante el día para poder liberarla en los momentos donde la demanda aumenta.

Asimismo, resulta necesario aclarar que en Argentina algunos sistemas de generación de energía renovable se encuentran conectados al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) mientras que otros se encuentran destinados al abastecimiento de zonas territoriales que no tienen acceso al sistema nacional. Esto marca una diferencia en la energía eléctrica almacenada.

Por ejemplo, en los parques solares fotovoltaicos, la energía producida es convertida de alterna a continua con los inversores y transformadores de energía y enviada al SADI, tal como se ilustra. Por otra parte, los parques eólicos conectados a la red nacional generan, a partir de la energía cinética, energía mecánica que luego se transforma en eléctrica y, al igual que en los solares, la misma es transformada con los inversores y enviada a la red nacional. De esta manera, los parques eólicos y solares argentinos que son analizados en este informe no cuentan con una etapa de almacenamiento de energía.

Funcionamiento de un parque eólico



En la actualidad existen diversos sistemas de almacenamiento de energía:

Almacenamiento de Energía		
	Tipo	Descripción
Mecánico	Bombeo hidráulico	Con la energía eléctrica disponible se bombea agua desde un depósito inferior a otro superior, de mayor altitud. Luego el agua almacenada desciende pasando a través de una turbina hidráulica produciendo energía eléctrica.
	Aire comprimido	Se comprime y almacena el aire en depósitos, acuíferos o cavidades subterráneas. Luego la energía se libera expandiendo el aire a través de una turbina.
	Volantes de inercia	Una batería inercial (batería de rotor, batería de volante o batería giroscópica) almacena energía en forma de energía cinética mediante un volante de inercia.
Químico y electroquímico	Hidrógeno	La energía almacenada es la utilizada en el proceso de fabricación del hidrógeno, se consideran simultáneamente la generación y almacenamiento de energía.
	Baterías	Dispositivo que transforma la energía química de sus materiales en energía eléctrica mediante reacciones de oxidación y reducción.
Térmico	Calor sensible	Se almacena energía térmica elevando la temperatura de un material (agua, líquido orgánico o sólido).
	Calor latente	Almacena energía por cambio de fase, fusión de un sólido o vaporización de un líquido.
Eléctrico y magnético	Supercondensadores	Almacenan energía en la interfase entre un electrodo conductor poroso y un electrolito líquido iónico conductor .
	Magnético con Superconductores	Gran bobina superconductora que se mantiene a temperatura criogénica mediante un refrigerador o criostato que contiene helio o nitrógeno líquido. Una vez cargada la bobina se carga la corriente ya no disminuye y la energía magnética puede almacenarse indefinidamente.

Fuente: Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2014.

De acuerdo a lo expuesto, el almacenamiento juega un papel central en la cadena brindando flexibilidad a la comercialización de la energía eléctrica y aumentando el potencial almacenamiento de energías renovables. En la escena mundial, el método de acumulación por bombeo hidráulico ha predominado en los últimos años tanto en la capacidad instalada como en las nuevas instalaciones llevadas a cabo recientemente. Asimismo, el método de almacenamiento en baterías ha ganado participación en el contexto mundial.

El método de bombeo hidráulico utiliza la energía eléctrica excedente para bombear agua desde un depósito inferior a otro ubicado a mayor altitud. Cuando la energía eléctrica es requerida nuevamente, el agua almacenada en el depósito superior desciende atravesando una turbina hidráulica que produce energía eléctrica. Por otro lado, el método de almacenamiento en baterías es comúnmente utilizado en Argentina. La batería es un dispositivo que transforma la energía química de sus materiales en energía eléctrica mediante reacciones de oxidación y reducción.

Existen diversos tipos de celdas electroquímicas donde se destacan las de Plomo-ácido, Níquel-Cadmio, Níquel-hierro, Iones de litio, entre otras. Asimismo, existen las baterías de flujo, que son un tipo de batería recargable a partir de componentes químicos disueltos dentro del sistema y separados por una membrana. A través de ésta, se produce el intercambio de iones, que proporciona flujo de corriente eléctrica, mientras los dos líquidos circulan en su propio espacio.

Baterías Tesla

En el marco de la revolución de la generación de energía a partir de fuentes renovables, Tesla Motors lanzó al mercado una batería (ion litio) destinada al uso doméstico, posibilitando a los hogares el almacenamiento de energía de manera limpia y silenciosa. Presentaron el modelo Powerwall en dos versiones de 7kwh y 10 kwh que costarán US\$ 3.000 y US\$ 3.500 respectivamente. Asimismo, se presentó el modelo Powerpack de 100 kwh destinado al sector industrial que posee un nivel de consumo superior al de los hogares. Es importante resaltar que los dispositivos son diseñados para ser amurados a paredes, tanto interiores como exteriores y están conectados a internet, permitiendo a los usuarios efectuar un control detallado de su rendimiento y performance. Su eficiencia es del 92%, es decir, que devuelve el 92% de la energía que almacena y pierde el 8% restante en calor.

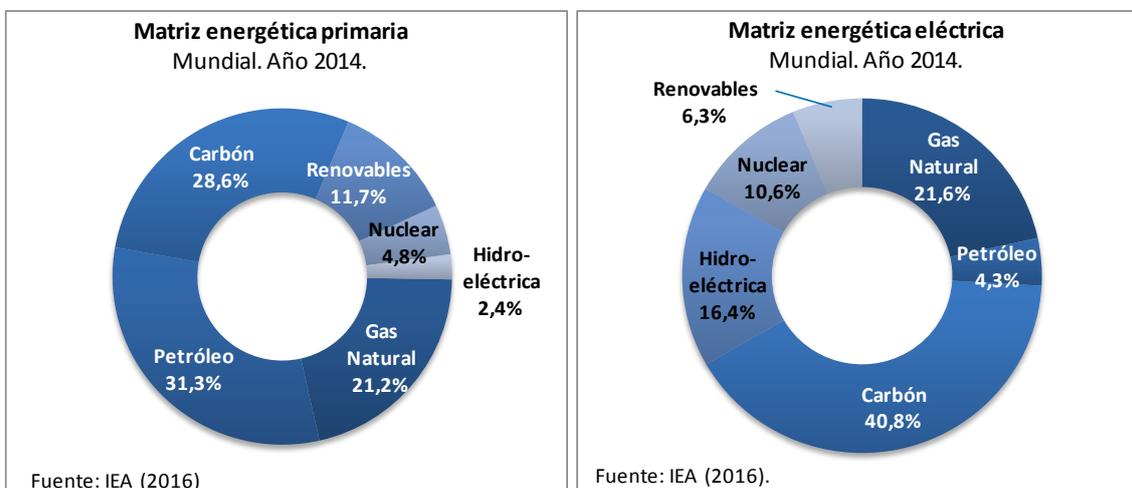
En el caso de las centrales nucleares, al estar conectadas al SADI, la generación de energía eléctrica de las mismas es volcada directamente a la red. La energía nuclear no es almacenada, sino que forma parte del proceso de generación nucleoelectrica a partir del que la fisión nuclear genera calor, que a su vez forma vapor y al pasar por turbinas repercute en la generación de electricidad que es directamente enviada a la red.

II. MERCADO GLOBAL

1. TENDENCIAS DE PRODUCCIÓN, COMERCIO Y PRECIOS

Generación y capacidad instalada

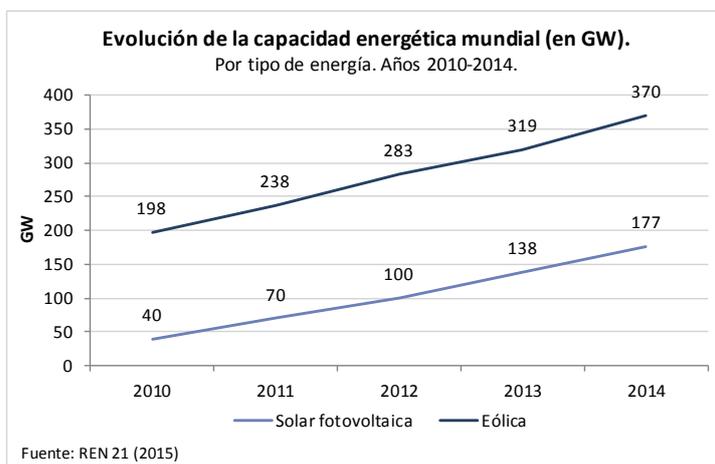
A lo largo de las últimas décadas, comenzó a cobrar mayor relevancia el uso de energías alternativas. En el año 2014, la oferta mundial de energía primaria fue 13.699 millones de TEP de la cual el 11,7% se generó a través de fuentes renovables y el 4,8% mediante energía nuclear.



En el caso de la generación de energía eléctrica a nivel mundial, la principal fuente es el carbón (40,8%), seguido por el gas natural (21,6%). Sin embargo, las fuentes de energía renovable aportan el 6,3% de la generación de energía eléctrica mundial. En el caso de la energía nuclear, esta aporta el 10,6%.

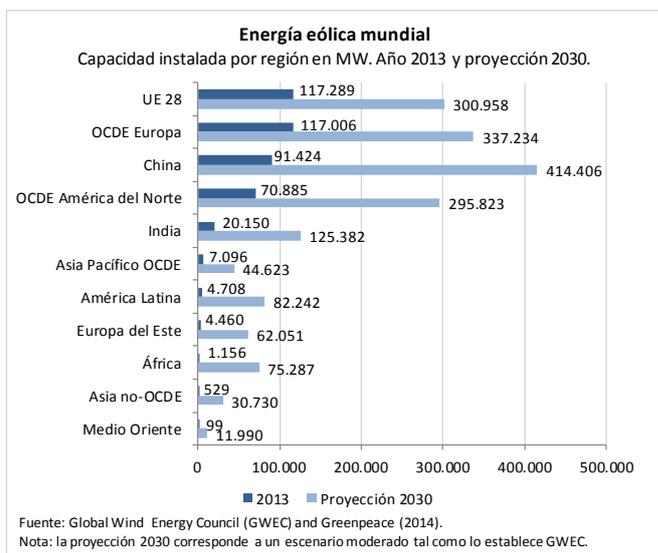
La participación de las energías renovables ha ido aumentando en los últimos años. La matriz renovable para 2015, muestra la preponderancia de la energía hidroeléctrica (60,9%) y de la eólica (21,8%). En tercer lugar se encuentra la energía solar con una participación dentro de la matriz de 11,4%.

La capacidad energética mundial solar y eólica evolucionó favorablemente entre 2010 y 2014. En el caso de la tecnología solar fotovoltaica, se contaba con una capacidad de 40 GW en 2010 y para 2014 se alcanzaron valores de 177 GW. La capacidad



de la energía eólica en 2010 fue de 198 GW y para 2014 se alcanzaron los 370 GW. Los países que presentaron mayores incrementos de la capacidad solar fotovoltaica en 2014 fueron China (10,6 GW), Japón (9,7 GW), EE.UU. (6,2 GW), el Reino Unido (2,4 GW) y Alemania (1,9 GW). En el caso de la capacidad eólica, los líderes en incremento de capacidad fueron China (23,2 GW), Alemania (5,3 GW), EE.UU. (4,9 GW), Brasil (2,5 GW) e India (2,3 GW).

En cuanto a la capacidad instalada por región, se observa que según datos del 2013, los países

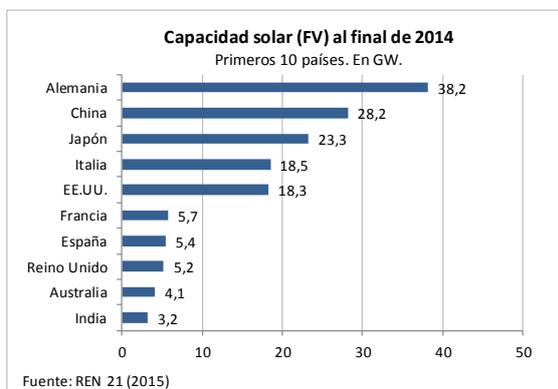
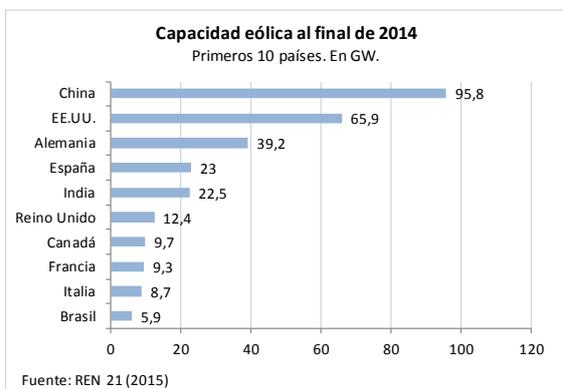


de la U.E. 28 y de la OCDE europeos alcanzaban valores superiores a los 117.006 MW. China se posicionaba en tercer lugar con 91.424 MW de capacidad instalada. El *Global Wind Energy Council* junto con *Greenpeace* realizó proyecciones de capacidad instalada de energía eólica hacia 2030. Según sus estimaciones en un escenario moderado, las regiones con mayor crecimiento en términos porcentuales serían las de menor capacidad instalada en 2013 (Medio Oriente, Asia no-OCDE, y África). La

evolución de la capacidad instalada posicionaría a China como primer área con más de 414.406 MW. En el caso de América Latina, las proyecciones a 2030 le adjudican una capacidad instalada de 82.242 MW.

Los principales 10 países del globo con mayor capacidad instalada de energía eólica son en su mayoría los mismos que tienen mayor capacidad instalada en energía solar fotovoltaica.

Particularmente, a fines de 2014, entre los 3 primeros países para ambos tipos de energía se encontraban China y Alemania. Cabe destacar que Brasil alcanzó a posicionarse entre los primeros 10 países de mayor capacidad eólica.



Los datos de la Agencia Internacional de Energías Renovables (*International Renewable Energy Agency*, IRENA por sus siglas en inglés, 2016) para una selección de países latinoamericanos muestran que en 2014 Brasil y México fueron los países con mayor capacidad instalada de energía eólica, y por ende de mayor producción con valores respectivos de 12.210 GWh y 6.124 GWh. México también se encontró entre los de mayor capacidad instalada de energía solar junto con Chile. Mientras que el país vecino alcanzó los 489,4 GWh, México contó con una producción de 131 GWh.

Capacidad y producción de energía renovable para una selección de países latinoamericanos

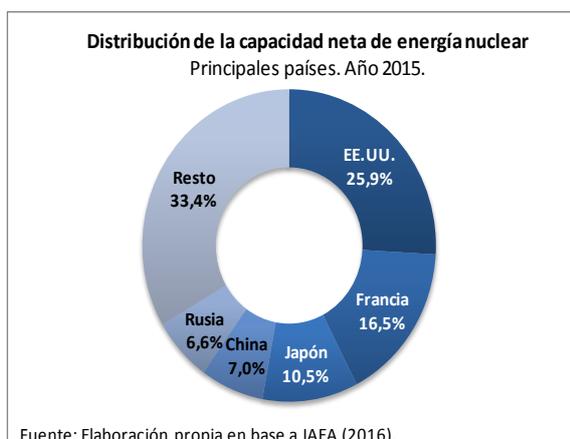
En MW y GWh. Año 2014.

Energía	Año 2014	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	México	Perú	Uruguay
Energía eólica terrestre	Capacidad (MW)	217,0	5.984,0	731,0	18,0	148,0	2.359,0	143,0	529,0
	Producción (GWh)	619,0	12.210,0	1.443,0	70,0	735,0	6.124,0	258,0	733,0
Solar fotovoltaica	Capacidad (MW)	8,2	15,0	218,0	-	1,0	131,0	96,0	3,7
	Producción (GWh)	15,8	61,3	489,4	-	1,5	301,9	199,3	3,4

Fuente: IRENA (2016)

Por otro lado, la energía nuclear como fuente de generación de energía eléctrica registra sus inicios en los años 50, y su principal crecimiento se dio hasta los años 90. Según datos para el año 2015, existen en el mundo 441² reactores nucleares en funcionamiento, que cuentan con una potencia instalada total de 377.803 MW.

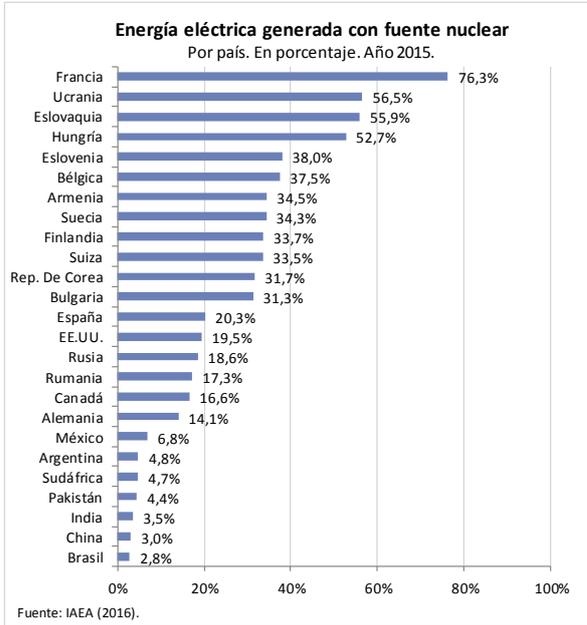
Los principales países productores de energía nuclear según datos del 2015 son EE.UU. (25,9%), Francia (16,5%), Japón (10,5%), China (7%) y Rusia (6,6%). Estados Unidos es a su vez el país con mayor cantidad de reactores en funcionamiento (99), seguido por Francia (58) y Japón (43). La capacidad neta en 2015 fue de 99.185 MW para EE.UU., 63.130 MW para Francia y



² Incluye 6 unidades de Taiwán, China, que no están contempladas en el gráfico de reactores en funcionamiento presentado en el anexo.

40.290 MW para Japón. Argentina se posicionó por debajo de la mediana con 3 reactores nucleares³ y 1.632 MW de capacidad neta, situación similar a la de otros países latinoamericanos como Brasil y México⁴.

En el caso particular de Francia, es interesante destacar que 76,3% de su generación de



energía eléctrica está asociada a la energía nuclear. Este valor para el caso de EE.UU. es mucho menor y la participación de la energía nuclear dentro de su matriz energética eléctrica es 19,5%. Por otro lado, Ucrania, Eslovaquia y Hungría cuentan con una participación de la energía nuclear en su matriz eléctrica superior al 50%, mientras que países como México, Argentina, India, China o Brasil no alcanzan el 10%.

La Unión Europea, en su plan para el 2050, reconoce el aporte de la energía nuclear para el cumplimiento del objetivo de la reducción de los gases de efecto invernadero y también su rol de garantizar

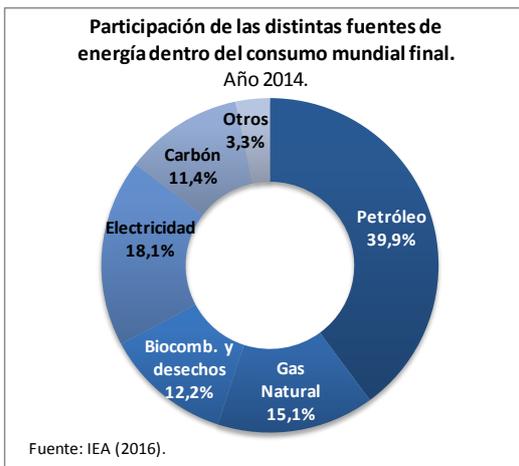
el suministro de energía. Además, el rol de la energía nuclear resulta clave para la diversificación de las fuentes de energía, aportando para una menor dependencia de los combustibles fósiles, y en algunos casos de las importaciones⁵.

Consumo de energías alternativas a nivel mundial

El consumo final de energía en 2014 fue 9.425 millones de TEP. La mayor proporción de la energía consumida estaba asociada al petróleo (39,9%), electricidad (18,1%) y al gas natural (15,1%), como se puede observar en el gráfico a continuación.

Estos valores reflejan la baja participación actual de las fuentes alternativas en el consumo mundial.

Si bien la evolución a nivel mundial reflejó un crecimiento importante entre los años 70 y los 90, dicho crecimiento comenzó a desacelerarse, y según datos del Banco Mundial para el año 2013, la participación de las energías

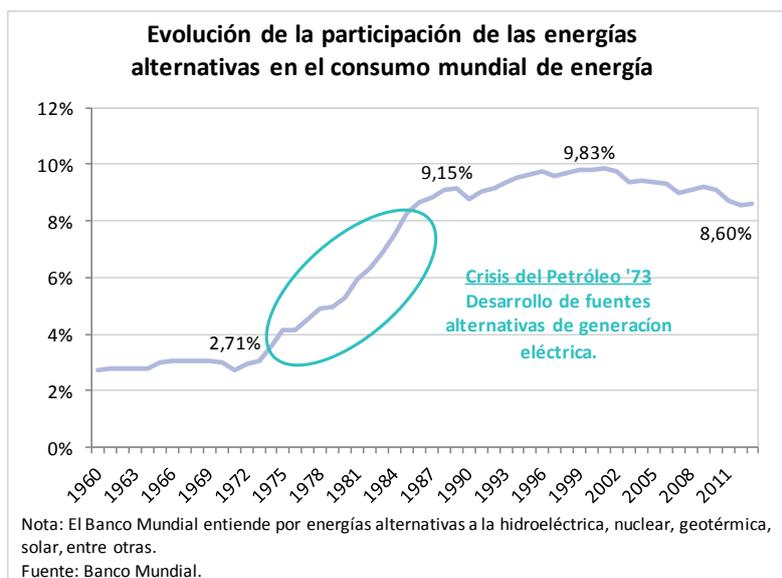


³Actualmente, una de las centrales – Embalse – se encuentra fuera de servicio por obras para la prolongación de su vida útil.

⁴ Consultar anexo para ver detalle de reactores y potencia por país.

⁵Fuente: Mínguez, E. (2015).

alternativas en el consumo mundial de energía fue de 8,6%.



Existen diversos factores que explican el marcado incremento del consumo mundial de energías renovables entre 1970 y 1990. Previamente, se comenzaron a contemplar ciertos aspectos relacionados con la seguridad de suministro y el impacto ambiental de producción de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles, incorporando el largo plazo como un escenario relevante en dicha materia. La crisis del petróleo en 1973, junto con el constante aumento del precio del crudo, contribuyó de manera significativa a la necesidad de generar nuevas fuentes de energía eléctrica.

En el caso de la energía solar, un laboratorio estadounidense⁶ desarrolló las primeras células solares fotovoltaicas (silicio) hacia 1950, definidas como dispositivos electrónicos que convierten la energía solar en energía eléctrica. Las primeras aplicaciones de esta tecnología se orientaron a la industria aeroespacial: la Administración Nacional Aeronáutica y Espacial (*National Aeronautics and Space Administration*, NASA por sus siglas en inglés) lanzó un observatorio que poseía una potencia de 1 Kw en 1966. A partir de este desarrollo, esta fuente de energía fue cobrando relevancia y a fines de la década de los setenta la capacidad de producción global alcanzó los 500 Kw. Asimismo, en las décadas siguientes se desarrollaron los primeros parques solares a gran escala, tanto para la generación de energía eléctrica como térmica.

Por otra parte, si bien la tecnología eólica resulta más antigua que la solar, dado que se utilizaba en zonas rurales, su uso comercial fue cobrando relevancia a partir de 1970, donde países como Estados Unidos, Dinamarca, Alemania, Holanda, España, India y China desarrollaron aerogeneradores con fines comerciales.

Cabe mencionar que el desarrollo de estas tecnologías ha ido de la mano de nuevas instituciones y normas legales que regularon y fomentaron estas tecnologías.

Finalmente, el desarrollo de la energía nuclear data de más antigüedad que estas dos fuentes alternativas de generación de energía eléctrica. Hacia 1950 comenzó a operar el primer reactor

⁶ Bell Telephone Laboratories.

nuclear de uso comercial en Pensilvania. Durante los siguientes años se desarrollaron nuevas centrales nucleares de generación eléctrica que fueron cobrando relevancia en la generación eléctrica total a nivel mundial, pero a partir de los accidentes nucleares sucedidos, la tendencia mundial ha reconvertido hacia la reducción de este tipo de tecnología para la generación de energía eléctrica.

Precios y Costos

Los precios y costos de la generación eléctrica a partir de fuentes alternativas varían según el tipo de tecnología. Entre los principales costos se pueden distinguir tanto aquellos vinculados a la infraestructura, tecnologías, construcción y conexión a la red, como así también aquellos vinculados a la pérdida de energía y al factor de capacidad.

Cuando se hace referencia a los costos que generan la pérdida de energía se entiende como aquella energía que se pierde en concepto de calor al transformar la energía eólica, nuclear o solar (energía primaria) en energía eléctrica (energía secundaria) y al volcar la energía eléctrica generada por estas fuentes a la red.

El factor de capacidad, por otro lado, está vinculado directamente con el tipo de energía. Al hablar de potencia instalada se refiere a la energía teórica que se puede generar con una determinada tecnología al 100% de sus capacidades. Sin embargo, existen diversos factores que afectan a dichas capacidades, tales como la variabilidad climática y ambiental, que repercuten en la generación energética provocando que la efectivamente generada sea menor que la capacidad total de este tipo de energías. De esta manera, el factor de capacidad muestra el cociente entre la generación energética real y la generación de energía asociada al funcionamiento al 100%, pudiéndose interpretar de esta manera como un costo.

Si bien se pudieron relacionar a la pérdida de energía y al factor de capacidad con costos vinculados a la cadena de energías alternativas, para comparar los costos entre las distintas tecnologías se analizan a continuación únicamente aquellos asociados con la infraestructura, construcción, etc.

Energía eólica

El costo del capital de los proyectos eólicos puede dividirse de la siguiente manera:

Costo de los aerogeneradores;

- Costo de construcción;
- Costo de conexión a la red;
- Costos de planificación y
- Otros costos de capital

Los aerogeneradores representan el principal costo de instalación de los parques eólicos. El precio de los aerogeneradores ha fluctuado con los ciclos económicos y con las variaciones en el precio de materias primas como el cobre y el acero. A comienzos de los 2000 el precio promedio de una turbina para proyectos superiores a 100 MW en EE.UU. alcanzó los 775

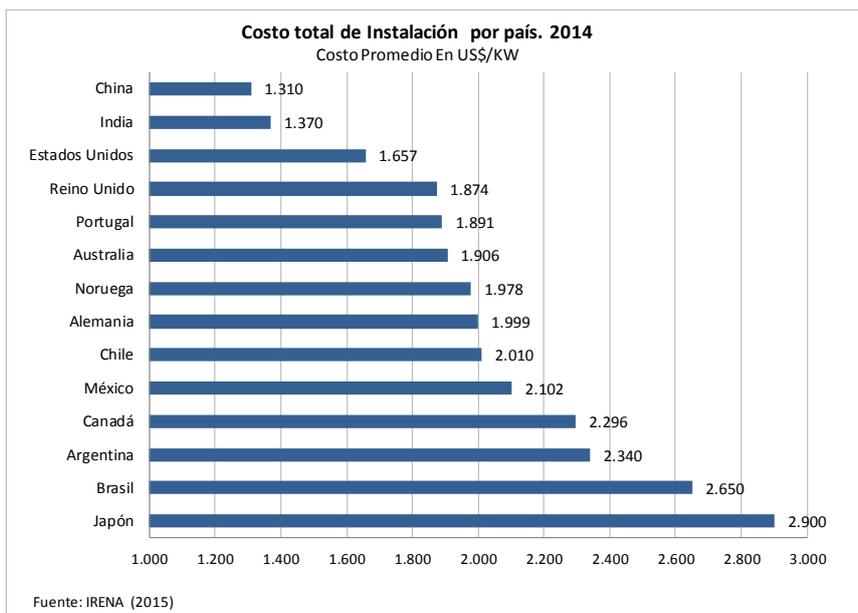
US\$/KW, mientras que en 2009 el costo de los aerogeneradores alcanzó su punto máximo marcando en promedio 1.728 US\$/KW en EE.UU. y 1.890 US\$/KW en Europa.

Dicho incremento se produjo como consecuencia del marcado aumento de la materia prima (acero y cobre, salarios y costos de construcción principalmente), el aumento de la demanda de aerogeneradores como consecuencia de los nuevos proyectos y el avance tecnológico de la industria, que introdujo torres más altas y nuevos diseños de palas que implicaron mayores costos de producción.

En 2014 los precios de los aerogeneradores se encontraban entre 931 US\$/KW y 1.174 US\$/KW en proyectos eólicos de EE.UU., mostrando una retracción del 30% respecto de los valores alcanzados en 2009 (IRENA, 2014). Al mismo tiempo, se produjo una mejora en términos de costos de producción de las nuevas tecnologías que permitieron captar vientos más potentes para generar energía eléctrica a menores costos, con rotores de mayor diámetro y torres más altas, sumado a la caída de los precios de los commodities utilizados para la producción de aerogeneradores y a la aparición de nuevos compradores que estimularon la oferta. Esto produjo que mercados emergentes, como China, fomentaran el aumento de la productividad de los fabricantes de aerogeneradores llevando los precios a 676 US\$/KW en 2014 - caída del 35% respecto a 2007 (1.036 US\$/KW).

En cuanto al costo de instalación de un parque eólico, EE.UU. reflejó una caída del 28% respecto del pico en 2009 alcanzando los 1.657 US\$/KW en 2013 mientras que China e India presentan los menores costos de instalación alcanzando en 2013-2014 los 1.310 US\$/KW Y 1.370 US\$/KW respectivamente, como consecuencia del desarrollo de la industria manufacturera local que abastece a menores precios. Cabe mencionar que el costo varía dependiendo de la escala del proyecto, el tamaño de los aerogeneradores (torre, palas y rotor) y la región del mundo.

De acuerdo con los datos de IRENA (2015) los costos totales de instalación alcanzaron en promedio los 1.710 US\$/KW en Eurasia, 2.010 US\$/KW en Chile y 2.340 US\$/KW en Argentina, mientras que en Brasil alcanzaron los 2.650 US\$/KW. A nivel regional, entre 2010 y 2014, se observa una caída del costo de instalación donde América Central y del Sur verificó una reducción del orden del 30%. Por el contrario, África e India mostraron incrementos en los costos.



Por su parte, el costo de la electricidad proveniente de energía eólica se ubicó entre 0,06 US\$/KW y 0,09 US\$/KW en 2014, dependiendo de la región. En las regiones más competitivas el precio de la energía renovable alcanza 0,05 US\$/KW.

Energía solar

Por el lado de los proyectos solares, el costo del capital de los sistemas fotovoltaicos está compuesto por el costo del panel o módulo solar fotovoltaico y el costo de la estructura de los paneles, el costo del sistema eléctrico (inversor o transformador de energía) y los costos indirectos - mano de obra, la adquisición de clientes, permisos, entre otros -.

La tendencia mundial ha marcado un descenso de los precios de los paneles solares mientras que el resto de los costos se han incrementado, particularmente los indirectos. Los paneles solares han mostrado un ritmo de aprendizaje y despliegue elevado en los últimos años, llevando a una caída llamativa de los precios del 75% entre 2009 y 2014. Cabe mencionar que las principales causas de dicha caída fueron las mejoras en la eficiencia en los materiales, ante la reducción de su uso y por ende de los costos, y en los módulos solares en la conversión de luz solar en electricidad, al reducir el área requerida por vatio. La segunda causa se centra en las economías de escala, donde a partir del desarrollo de fábricas más grandes e integradas se lograron importantes reducciones mediante la ampliación de procesos a gran escala proporcionando paneles a precios más competitivos. Por último, se produjo una optimización de la producción a través de la integración de procesos.

Esto llevó a que los costos más significativos sean aquellos relacionados con la instalación de los paneles solares y los costos indirectos, permitiendo que a futuro se produzcan nuevos descensos en los costos de capital.

Este costo varía considerablemente entre países y en los segmentos del mercado.

Energía nuclear

Según la Agencia Internacional de Energía Atómica (*International Atomic Energy Agency, IAEA* por sus siglas en inglés, 2015), la energía nuclear se caracteriza por ser de capital intensivo y de

bajo costo operativo. La construcción de una central nuclear lleva aproximadamente entre 5 y 7 años lo que implica un largo período hasta que comiencen a generarse los flujos vinculados al proyecto de inversión.

Para estimar los costos en este sector se utiliza generalmente el concepto de costo nivelado de energía eléctrica o *levelised cost of electricity* (LCOE, por sus siglas en inglés). El cálculo del LCOE se definiría como el costo nivelado para el promedio de vida, utilizando el método de flujos de caja descontados (*discounted cash flow*, DCF)⁷.

También se suelen considerar los costos sistémicos, que surgen de inversiones adicionales y servicios que son requeridos para la provisión de energía eléctrica, y los costos sociales que incluyen externalidades, tratamiento de residuos y beneficios asociados a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

La Agencia Internacional de Energía (*International Energy Agency*, IEA por sus siglas en inglés) junto con la Agencia de Energía Nuclear (*Nuclear Energy Agency*, NEA por sus siglas en inglés), realizan estudios regularmente acerca de los costos esperados de la puesta en marcha de distintas centrales de generación de energía eléctrica. En su versión de 2015 realizaron estimaciones de los costos de LCOE y de *overnight*– costo asociado a establecer la central (edificaciones, equipamiento, infraestructura) como si fuera posible de un día para otro – hacia 2020.

Para el cálculo del LCOE se utilizaron tasas de descuento (δ) de 3%, 7% y 10%. Los costos se calcularon a nivel de centrales por lo que no incluyen otros costos sistémicos o externalidades⁸. Los resultados muestran que la energía nuclear se encontraría en niveles similares a los de la generación asociada a combustibles fósiles, y en mejor posición que las energías renovables. Si bien la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables ha presentado una disminución de sus LCOE en los últimos cinco años, actualmente continúa con niveles de costos superiores a los vinculados a la generación nuclear y térmica.

En el caso de la energía nuclear, el costo LCOE de los países de la OCDE varía según la tasa de descuento considerada, pero se mantiene en niveles inferiores a los asociados para la energía solar fotovoltaica. Por otro lado, el costo LCOE de los países de la OCDE para energía eólica terrestre se encuentra entre los valores de la energía nuclear y la solar fotovoltaica.

En el caso de las dos centrales nucleares chinas incluidas en el análisis, los valores del costo LCOE se sitúan cerca del extremo inferior de los costos de los países de la OCDE. Los rangos fueron incrementándose al aumentar la tasa de descuento, tal como se observa en el cuadro a continuación.

⁷ El cálculo del LCOE consiste en la división del costo de construcción y operación de una planta sobre la generación eléctrica para un período determinado, llevado a valor presente mediante una tasa de descuento de manera que el indicador refleja el valor actual neto.

⁸ La información corresponde a 181 centrales de 22 países (incluyendo 3 países que no pertenecen a la OCDE) de las cuales: 17 son de gas natural, 14 de carbón, 11 nucleares, 38 solares fotovoltaicas (residenciales, comerciales y grandes montajes), 4 solares térmicas, 21 eólicas terrestres, 12 eólicas marítima, 28 hidroeléctricas, 6 geotérmicas, 11 biomasa y biogás y 19 plantas de cogeneración (*combined heat and power*, CHP) de distintos tipos.

Costo nivelado de energía eléctrica (LCOE) para países que pertenecen y no a la OCDE

Costos LCOE - Países OCDE					
Fuente de energía	Tasa de descuento	Costo mínimo	País (mín)	Costo máximo	País (máx)
Gas natural (CCGT)	3%	US\$ 61/MWh	EE.UU.	US\$ 133/MWh	Japón
	7%	US\$ 66/MWh	EE.UU.	US\$ 138/MWh	Japón
	10%	US\$ 71/MWh	EE.UU.	US\$ 143/MWh	Japón
Carbón	3%	US\$ 66/MWh	Alemania	US\$ 95/MWh	Japón
	7%	US\$ 76/MWh	Alemania	US\$ 107/MWh	Japón
	10%	US\$ 83/MWh	Alemania	US\$ 119/MWh	Japón
Nuclear	3%	US\$ 29/MWh	Corea	US\$ 64/MWh	Reino Unido
	7%	US\$ 40/MWh	Corea	US\$ 101/MWh	Reino Unido
	10%	US\$ 51/MWh	Corea	US\$ 136/MWh	Reino Unido
Solar FV residencial	3%	US\$ 96/MWh	Portugal	US\$ 218/MWh	Japón
	7%	US\$ 132/MWh	Portugal	US\$ 293/MWh	Francia
	10%	US\$ 162/MWh	Portugal	US\$ 374/MWh	Portugal
Solar FV comercial	3%	US\$ 69/MWh	Austria	US\$ 142/MWh	Bélgica
	7%	US\$ 98/MWh	Austria	US\$ 190/MWh	Bélgica
	10%	US\$ 121/MWh	Portugal	US\$ 230/MWh	Bélgica
Solar FV grandes montajes	3%	US\$ 54/MWh	EE.UU.	US\$ 181/MWh	Japón
	7%	US\$ 80/MWh	EE.UU.	US\$ 239/MWh	Japón
	10%	US\$ 103/MWh	EE.UU.	US\$ 290/MWh	Japón
Eólica terrestre	3%	US\$ 33/MWh	EE.UU.	US\$ 135/MWh	Japón
	7%	US\$ 43/MWh	EE.UU.	US\$ 182/MWh	Japón
	10%	US\$ 52/MWh	EE.UU.	US\$ 223/MWh	Japón
Eólica marítima	3%	US\$ 98/MWh	Dinamarca	US\$ 214/MWh	Corea
	7%	US\$ 136/MWh	Dinamarca	US\$ 275/MWh	Corea
	10%	US\$ 167/MWh	EE.UU.	US\$ 327/MWh	Corea
Costos LCOE - Países no-OCDE					
Fuente de energía	Tasa de descuento	Costo mínimo	País (mín)	Costo máximo	País (máx)
Gas natural (CCGT)	3%	US\$ 90/MWh	China		
	7%	US\$ 93/MWh	China		
	10%	US\$ 95/MWh	China		
Carbón	3%	US\$ 74/MWh	China	US\$ 65/MWh	Sudáfrica
	7%	US\$ 78/MWh	China	US\$ 82/MWh	Sudáfrica
	10%	US\$ 82/MWh	China	US\$ 100/MWh	Sudáfrica
Nuclear	3%	US\$ 26/MWh	China	US\$ 31/MWh	China
	7%	US\$ 37/MWh	China	US\$ 48/MWh	China
	10%	US\$ 49/MWh	China	US\$ 64/MWh	China
Solar FV comercial	3%	US\$ 59/MWh	China		
	7%	US\$ 78/MWh	China		
	10%	US\$ 96/MWh	China		
Solar FV grandes montajes	3%	US\$ 55/MWh	China		
	7%	US\$ 73/MWh	China		
	10%	US\$ 88/MWh	China		
Eólica terrestre	3%	US\$ 77/MWh	Sudáfrica		
	7%	US\$ 102/MWh	Sudáfrica		
	10%	US\$ 123/MWh	Sudáfrica		

Nota: la información de China surge de distintas combinaciones de datos publicados pero no pueden ser considerada como información oficial de China para el estudio. Sin embargo, es importante considerar los costos de generación del país en el análisis, y por ello se lo incluye en el mismo.

Fuente: Elaboración propia en base a IEA y NEA (2015).

En cuanto a los costos *overnight*, la energía nuclear queda retrasada respecto al resto al enfrentar costos ampliamente mayores a los vinculados a la generación térmica y renovable. Los costos para la energía nuclear en países de la OCDE varían entre US\$ 2.021/kWe y US\$ 6.215/kWe, mientras que en el caso de China se sitúan en US\$ 1.807/kWe y US\$ 2.615/kWe.

Costos overnight para países que pertenecen y no a la OCDE

Costos overnight - Países OCDE				
Fuente de energía	Costo mínimo	País (mín)	Costo máximo	País (máx)
Gas natural (CCGT)	US\$ 845/kWe	Corea	US\$ 1.289/kWe	Nueva Zelanda
Carbón	US\$ 1.218/kWe	Corea	US\$ 3.067/kWe	Portugal
Nuclear	US\$ 2.021/kWe	Corea	US\$ 6.215/kWe	Hungría
Solar FV residencial	US\$ 1.867/kWe	Portugal	US\$ 3.366/kWe	Francia
Solar FV comercial	US\$ 1.029/kWe	Austria	US\$ 1.977/kWe	Dinamarca
Solar FV grandes montajes	US\$ 1.200/kWe	Alemania	US\$ 2.563/kWe	Japón
Eólica terrestre	US\$ 1.571/kWe	EE.UU.	US\$ 2.999/kWe	Japón
Eólica marítima	US\$ 3.703/kWe	Reino Unido	US\$ 5.933/kWe	Alemania
Costos overnight - Países no-OCDE				
Fuente de energía	Costo mínimo	País (mín)	Costo máximo	País (máx)
Gas natural (CCGT)	US\$ 627/kWe	China		
Carbón	US\$ 813/kWe	China		
	US\$ 2.222/kWe	Sudáfrica		
Nuclear	US\$ 1.807/kWe	China	US\$ 2.615/kWe	China
Solar FV comercial	US\$ 728/kWe	China		
Solar FV grandes montajes	US\$ 937/kWe	China		
Eólica terrestre	US\$ 1.200/kWe	China	US\$ 1.400/kWe	China
	US\$ 2.756/kWe	Sudáfrica		

Nota: la información de China surge de distintas combinaciones de datos publicados pero no pueden ser considerada como información oficial de China para el estudio. Sin embargo, es importante considerar los costos de generación del país en el análisis, y por ello se lo incluye en el mismo.

Fuente: Elaboración propia en base a IEA y NEA (2015).

Industria y Comercio Exterior

De acuerdo a los datos de REN21 (2015) la industria solar fotovoltaica se ha recuperado en 2014 gracias al crecimiento de la demanda global. El precio de los paneles cayó durante 2014, donde los paneles policristalinos de silicón descendieron, en precio, un 14% como consecuencia del aumento en la producción, que produjo una caída de los costos regionales, y una demanda débil sobre todo en China. Al descender el precio, la electricidad generada a partir de esta fuente se ha vuelto más competitiva respecto a la generada con combustibles fósiles.

En 2014, Asia abarcó el 87% de la producción mundial (-1,0 p.p. respecto 2013), donde el 64% de la producción total fue llevada a cabo por China. Luego se encuentra Europa con el 8% de la producción (-2,0 p.p. respecto 2013) y Estados Unidos con el restante 2%. En consonancia, las industrias manufactureras de paneles solares fotovoltaicos líderes son las chinas Trina, Yingli, Canadian Solar y Jinko Solar, seguidas de Hanwha Solar One (Corea del Sur) y First Solar (EE.UU.).

En cuestiones de comercio exterior, ante la demanda potencial de algunos mercados emergentes que buscan expandir este tipo de energías, EE.UU. y China se disputan el mercado. El primero ha impuesto ciertas barreras arancelarias a los productos provenientes de China con el objetivo de proteger la industria, invirtiendo en la misma y aumentando la eficiencia. Como consecuencia, las industrias Chinas se han expandido a otros mercados, abriendo nuevas fábricas en Malasia por ejemplo. Las industrias europeas, en cambio, han alterado su foco de negocios, poniendo a los mercados latinoamericanos como una fuente potencial de ingresos (por ejemplo, Solaria Energía, empresa española que cerró su fábrica en Puertollano para enfocarse en nuevos mercados en Latinoamérica y Asia).

Con respecto a la industria eólica, la mayoría de las empresas fabricantes de turbinas se encuentran en China, Dinamarca, Alemania, Francia, Alemania, India, Japón, España y Estados Unidos. Algunos países emergentes como Brasil y Corea del Sur han ido creciendo como productores de tecnología eólica en los últimos años.

En 2014, los primeros 10 fabricantes de turbinas capturaron el 68% del mercado (-2,0 p.p. respecto 2013). Las empresas que componen dicho grupo son Vestas (Dinamarca), Siemens (Alemania), Goldwind (China), GE (EE.UU.) y Enercon (Alemania), seguidas de Suzlon Group (India), Gamesa (España) y United Power, Mingyang y Envision (China).

A pesar del exceso de oferta a nivel mundial, la capacidad de producción ha aumentado en algunos países. Tal es el caso de Brasil, donde las grandes industrias eólicas han puesto su foco en ese mercado, invirtiendo en la industria local o en plantas propias (Suzlon y Vestas).

Por otro lado, en lo que refiere a pequeña escala, cinco países poseen el 50% de la industria de aerogeneradores, siendo China el más relevante.

En cuanto a la energía nuclear, existen distintos tipos de reactores nucleares dependiendo de la tecnología que los caracteriza. La gran mayoría de los reactores actuales son del tipo PWR, es decir reactores de agua a presión. Este tipo de reactores utilizan dióxido de uranio enriquecido como combustible, y como moderador y enfriador utilizan agua. Tienen una potencia de alrededor de 257 GWe y actualmente hay 282 reactores de este tipo.

Los reactores de agua en ebullición (BWR) al igual que los PWR utilizan dióxido de uranio enriquecido y agua. Su potencia es menor (75 GWe) y actualmente hay 78 reactores de este tipo en el mundo.

Por otro lado, los reactores PHWR o CANDU (*Canada Deuterium Uranium*) fueron creados en Canadá y se caracterizan por utilizar agua pesada y uranio (en general natural). Además de los reactores CANDU presentes en el país de origen, Canadá exportó este tipo de reactores a países como Argentina, China, India, Pakistán, Rumania y Corea del Sur. En total hay 49 reactores del tipo PHWR.

Además de estos tres tipos de reactores existen otros tres: los reactores refrigerados por gas que se encuentran principalmente en el Reino Unido, y los reactores de agua liviana y grafito y los de neutrón rápido que se encuentran en Rusia.

Reactores nucleares mundiales según tecnología

Tipo de reactor nuclear	Descripción	Combustible	Enfriador	Moderador	GWe	Cantidad de reactores a nivel mundial	Países principales
PWR	Reactor de agua a presión	Dióxido de uranio enriquecido	Agua	Agua	257	282	EE.UU., Francia, Japón, Rusia, China
BWR	Reactor de agua en ebullición	Dióxido de uranio enriquecido	Agua	Agua	75	78	EE.UU., Japón, Suecia
GCR	Reactor refrigerado por gas	Uranio natural (metal), dióxido de uranio enriquecido	Dióxido de carbono	Grafito	8	14	Reino Unido
PHWR (CANDU)	Reactor de agua pesada presurizada	Dióxido de uranio natural	Agua pesada	Agua pesada	25	49	Canadá, India
LWGR	Reactor de agua liviana y grafito	Dióxido de uranio enriquecido	Agua	Grafito	10,2	15	Rusia
FBR	Reactor de neutrón rápido	Óxido de plutonio y dióxido de uranio	Sodio líquido	No usa	0,6	3	Rusia

Fuente: Asociación Nuclear Mundial

En cuanto a la producción de uranio, según IAEA y OCDE-NEA (2014), los principales países productores de uranio en 2012 fueron: Kazakstán (36%), Canadá (15%), Australia (12%), Níger (8%), Namibia (8%) y Rusia (5%). Les siguen en orden, Estados Unidos (3%) y China (2%), entre otros. El 97% de la producción total de uranio se concentra en 10 países, incluidos los listados previamente. Mientras que Canadá y Australia han mantenido relativamente estables sus niveles de producción de uranio, Kazakstán ha ido incrementando anualmente su producción ya desde el año 2006, logrando alcanzar el primer puesto como productor mundial de uranio.

De acuerdo con los datos del Sistema de Información del Ciclo del Combustible Nuclear de IAEA (2016), la producción de agua pesada se concentra actualmente en Argentina e India, contando éste último con 6 plantas en funcionamiento a lo largo de su territorio y con una capacidad total de producción de 494 toneladas al año. En segundo lugar se ubica Argentina con la planta Arroyito HW propiedad de la Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería (ENSI), sociedad del Estado conformada por la CNEA y la provincia de Neuquén, que produce Agua Pesada Pura Grado Reactor, producto estratégico para las centrales nucleares que utilizan uranio natural⁹.

⁹ La Planta Arroyito HW es una de las pocas proveedoras de agua pesada en el mercado internacional y posee la mayor capacidad de producción en el mundo.

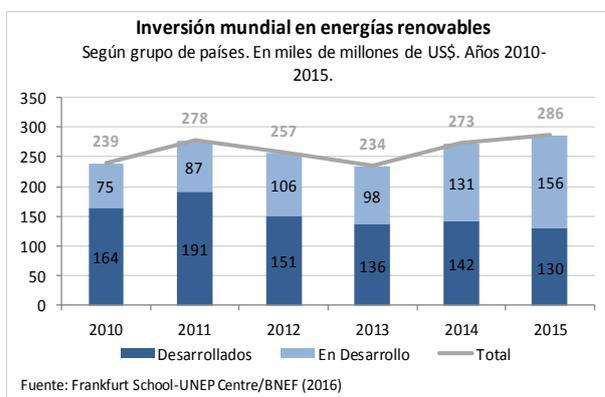
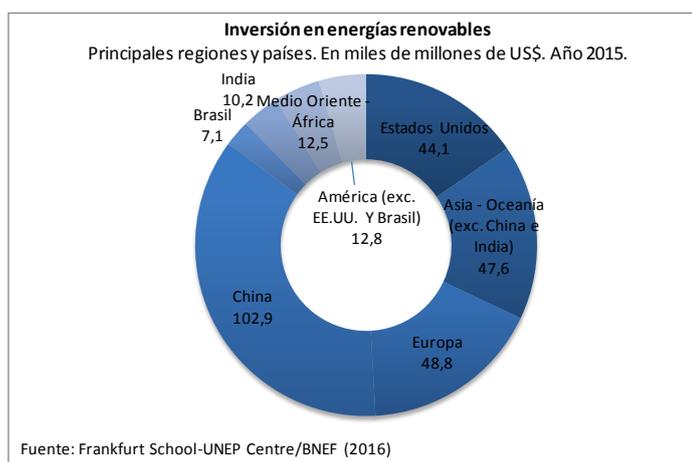
Plantas de producción de agua pesada en funcionamiento

Países	Plantas en funcionamiento			
	Nombre	Capacidad (t/año)	Uso	Año comienzo operaciones
Argentina	Arroyito HW Production Facility	200	Comercial	1993
India	Baroda	17	Comercial	1977
India	Hazira	80	Comercial	1991
India	Kota	85	Comercial	1985
India	Manuguru	185	Comercial	1991
India	Thal - Vaishet	78	Comercial	1987
India	Tuticorin	49	Comercial	1978
Total		694		

Fuente: IAEA 2016

Inversión mundial

La inversión mundial en energías renovables sostiene sus valores desde el 2010, con leves fluctuaciones anuales. Si bien desde dicho año la inversión de los países desarrollados supera a la de los países en vías de desarrollo, estos últimos han ido incrementando sus niveles de inversión hasta lograr superar el valor de los desarrollados para el año 2014 (156 vs. 130 mil millones de dólares). Particularmente, en 2015, la inversión en energía eólica de los países desarrollados fue de US\$ 42,2 mil millones, mientras que la de los países en vías de desarrollo fue de US\$ 67,4 mil millones. En el caso de la energía solar los países desarrollados presentaron niveles de inversión similares a los países en vías de desarrollo, con US\$ 80,8 y US\$ 80,2 mil millones respectivamente. De esta manera, la inversión mundial total en energía solar en 2015 fue de US\$ 161 mil millones (12% mayor a la del 2014), mientras que la inversión en energía eólica fue de US\$ 110 mil millones (4% superior a la del año anterior).



Al analizar la inversión en energías renovables por región se observa que en 2015 el principal país que invirtió en este

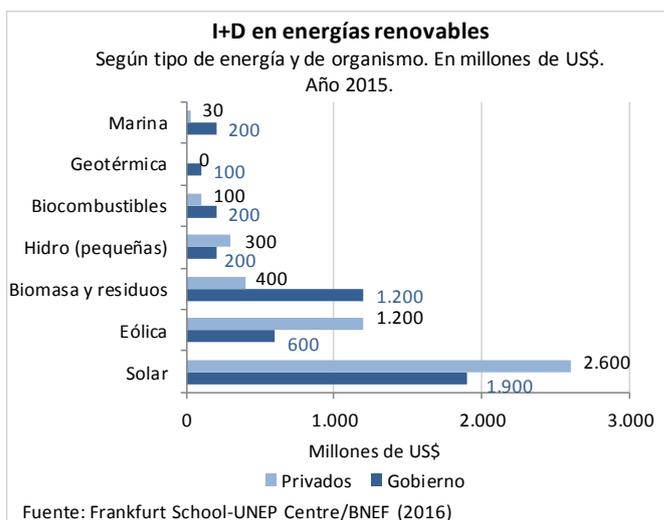
tipo de energías fue China (US\$ 102,9 mil millones), seguido por Europa (US\$ 48,8 mil millones) y Asia – excluyendo China e India – (US\$ 47,6 mil millones). Se destaca también el rol de Brasil con US\$ 7,1 mil millones invertidos en este tipo de energías en 2015.

En cuanto a la inversión en investigación y desarrollo (I+D) se observa que la correspondiente al sector de gobierno aumentó levemente en los últimos años alcanzando los US\$ 5,1 mil millones a nivel global, mientras que la I+D privada aumentó en mayor medida posicionándose en US\$ 6,6 mil millones en 2014.

En el año 2015, la I+D en energías renovables del gobierno se

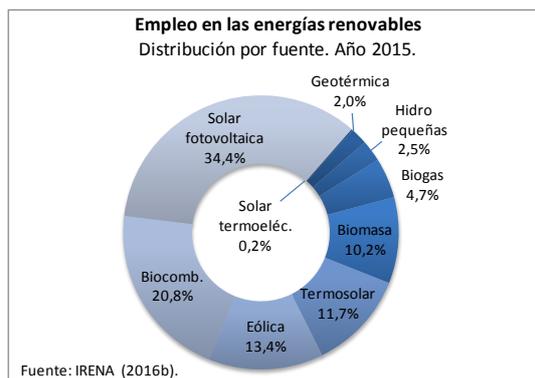
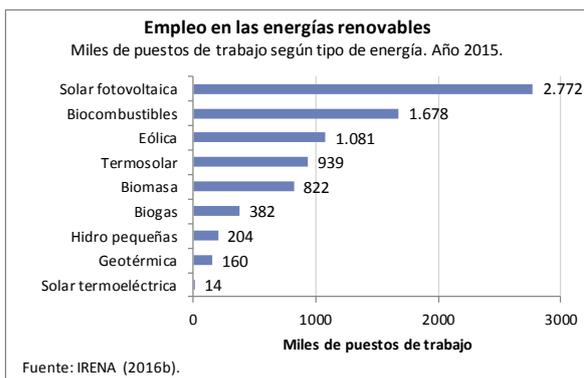


concentró principalmente en energía solar (US\$ 1.900 millones), biomasa y residuos (US\$ 1.200 millones), y en eólica (US\$ 600 millones). La inversión en I+D del sector privado también fue mayor para esos tres tipos de energía renovable, superando incluso los niveles de la I+D del gobierno con valores de US\$ 2.600 millones para energía solar, US\$ 1.200 millones para eólica y US\$ 400 millones para biomasa y residuos.



Empleo mundial

Según Datos de IRENA (2016), en 2015 se registraron alrededor de 8,1 millones de puestos de trabajo directo e indirecto en energías renovables. La mayoría se encontraban asociados a la energía solar fotovoltaica (alrededor de 2,8 millones). Además, la energía eólica registró más de un millón de puestos de trabajo, representando el 13,4% del empleo en energías renovables.



Los principales países que concentran el empleo en energías renovables son China, Brasil, Estados Unidos, India, Japón y Alemania. Sin embargo, otros países emergentes en materia de energías renovables, tales como Bangladesh e Indonesia, están ganando posición en el mercado. Particularmente, en el caso de empleos manufactureros vinculados a la industria de turbinas eólicas y paneles solares, el empleo se concentra mayoritariamente en unos pocos mercados de Asia.

China cuenta con 3,5 millones de empleados en el mercado de energías renovables y los países de la Unión Europea alcanzan aproximadamente un total de 1,2 millones. Particularmente Alemania cuenta con alrededor de 355.000 empleos en energías renovables y Francia con 170.000. El nivel de empleo en Estados Unidos alcanzó los 769.000 puestos de trabajo, y en Brasil los 918.000. En el caso de Japón, el empleo en energías renovables fue de alrededor de 388.000, y en el de Bangladesh fue alrededor de 141.000.

Por otro lado, según estimaciones del Instituto de Energía Nuclear de Estados Unidos, la operación de una central nuclear genera entre 400 y 700 empleos permanentes y la construcción de una central nuclear implica la creación de hasta 3.500 puestos de trabajo en los picos de construcción.

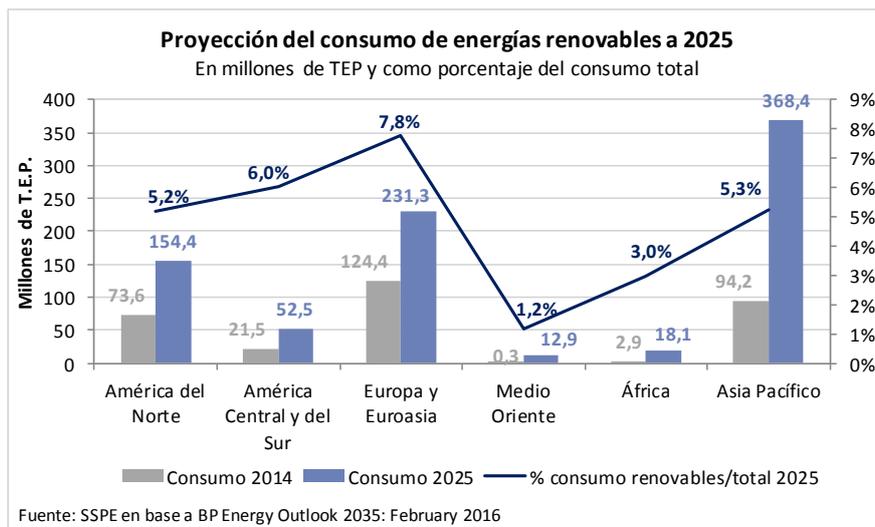
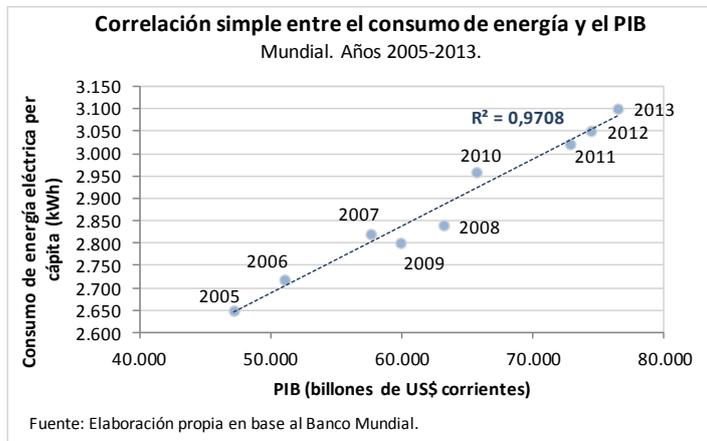
Además, la IAEA (2015) estimó que para la construcción de la Central Nuclear *Hinkley Point C* de Inglaterra se emplearían, considerando los distintos momentos del proceso, entre 20.000 y 25.000 personas. En el pico de construcción, que estimaron sería este año, se esperaba que el 66% de los 5.600 de la fuerza laboral de la construcción se mudara al lugar. Desde la IAEA además consideran que, la fuerza laboral que trabaje en la construcción de la central nuclear, además generaría un crecimiento de los distintos sectores de la economía del lugar, ya que parte de los sueldos de los empleados, serían utilizados para gastos diarios en negocios privados, ventas, transporte, propiedades, servicios públicos, etc.

2. PRONÓSTICO DE PRECIOS Y DEMANDA PARA 2016 Y PRÓXIMOS AÑOS

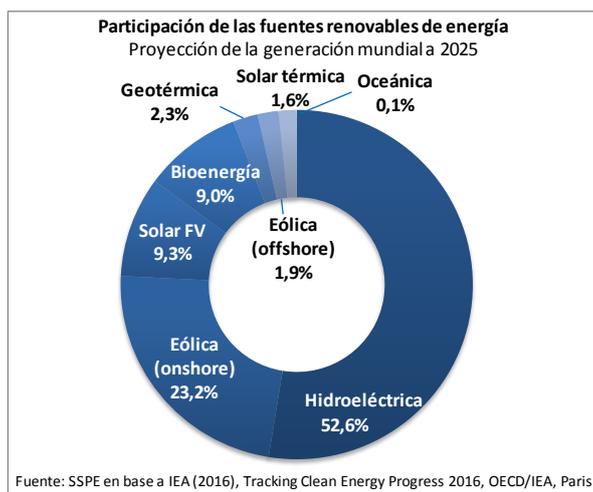
La correlación simple entre el consumo de energía y el Producto Interno Bruto (PIB) a nivel mundial muestra una relación positiva. Es diversa la bibliografía que sostiene que el incremento en el producto mundial conlleva incrementos en el consumo energético, a saber O'Connor, E. y Battagliano, M. (2011). De esta manera, se podría esperar que, considerando las

estimaciones de las tasas de crecimiento del PIB mundial de USDA (2016) estipuladas en 3% y 3,1% para 2016 y 2017, el consumo energético mundial acompañaría este crecimiento.

En el caso de las energías renovables, la tendencia a nivel mundial muestra una creciente participación de las mismas en el sector energético, en gran parte debido a la sustitución de las fuentes tradicionales, y en algunos casos también de la energía nuclear. Las proyecciones del consumo de energías renovables a 2025 estiman un incremento en comparación con los niveles de 2014, para todas las regiones. La de mayor crecimiento se espera sea Asia Pacífico, alcanzando un nivel de consumo de 368,4 millones de TEP. Como proporción respecto del consumo total de energía en 2025, se espera que las renovables adopten valores mayores en Europa y Euroasia (7,8%) y en América Central y del Sur (6%). Siguiéndoles en orden, Asia Pacífico (5,3%) y América del Norte (5,2%).



De las distintas fuentes de energía renovable se espera que la mayor participación hacia 2025 sea de la hidroeléctrica (52,6%), seguida por la eólica terrestre (23,2%). En un segundo orden, la energía solar fotovoltaica (9,3%), y la bioenergía (9%). La eólica marítima, solar térmica y oceánica serán las de menor participación, sin llegar a alcanzar el punto porcentual en los tres casos.



En cuanto a la evolución de la energía nuclear, se observan dos fuerzas contrapuestas. Por un lado, desde el accidente de Fukushima (Japón) en 2011 se ha comenzado a reevaluar la utilización de este tipo de energía por el impacto del accidente nuclear, los riesgos de radiación, etc. Además, el manejo de los residuos que son altamente contaminantes contribuyó a que muchos países estén revisando sus planes de expansión nuclear. Entre ellos figura Alemania, uno de los países principales en materia de energía nuclear y que actualmente decidió abandonar gradualmente el uso de energía nuclear con el objetivo de cerrar sus centrales nucleares definitivamente hacia 2022, y se encuentra apostando fuertemente al desarrollo e implementación de energías renovables¹⁰.

A pesar de esto, las proyecciones mundiales sobre energía nuclear muestran un crecimiento de la participación de este tipo de energía para la mayoría de los escenarios, asociando principalmente este crecimiento a la región de Asia Pacífico, y particularmente a China¹¹. Según las proyecciones de la IAEA de 2015 sobre las capacidades nucleares, y aunque las proyecciones a 2030 sean 9,6% menores a las que se habían proyectado en 2014, aun se espera una tendencia creciente de la capacidad de energía nuclear. Se estima una expansión hasta los 385 GWe o 632 GWe hacia 2030, según escenario bajo y alto, y hasta los 371 GWe o 964 GWe hacia 2050.

3. TRATADOS DE LIBRE COMERCIO Y OTROS FIRMADOS POR CADA PAÍS RELEVANTE

En lo que respecta a las relaciones internacionales en materia de energía, a lo largo de los últimos años se han celebrado Acuerdos, Convenios, Tratados y Memorandos de Entendimiento, con el objeto de lograr intercambios, diversificar la oferta, así como también contribuir a la formación de recursos humanos en diferentes áreas¹². Es prioridad nacional potenciar la integración energética regional por lo que se han fortalecido los acuerdos con Brasil, Bolivia, Chile, Uruguay, Paraguay y Venezuela, entre otros, en vistas de contribuir a la integración energética regional. También se ha celebrado el mutuo entendimiento con varios

¹⁰ Fuente: O'Connor, E. y Battaglino, M. (2011).

¹¹ Fuente: Newell, R. G., et al (2016).

¹² Ver anexo para mayor detalle.

países del mundo como China y Estados Unidos, lo que resulta estratégico para perseguir los lineamientos generales de la política energética nacional.

De acuerdo con la IAEA (2016), existen en la actualidad instrumentos internacionales relacionados con la energía nuclear en los que Argentina forma parte, involucrando a la CNEA.

Dentro de los tratados multilaterales se destaca el de No Proliferación de Armas Nucleares, al cual Argentina adhirió en 1995, sumado a los tratados de cooperación: el firmado para la promoción de la Ciencia y Tecnología Nuclear en Latinoamérica (1998), y el suscripto con la Comunidad Europea de Energía Atómica (EURATOM) en 1996 para el uso pacífico de la energía nuclear.

Con el desarrollo de la actividad nuclear en el país, se celebraron diversos convenios con IAEA los cuales quedaron sin efecto en 1991 a raíz del tratado firmado en conjunto con Brasil y la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC). El *Acuerdo Cuadripartido* promueve la aplicación de salvaguardias a todos los materiales nucleares en todas las actividades nucleares realizadas dentro de los territorios de los países firmantes, a efectos de verificar que dichos materiales no se desvían hacia armas nucleares u otros dispositivos nucleares explosivos. Este se relaciona con el Tratado de Tlatelolco en el sentido de que estará vigente en la medida en que Argentina forme parte del mencionado tratado firmado en México que prohíbe el uso de armas nucleares en Latinoamérica y el Caribe.

La relación bilateral en materia nuclear concierne varias décadas, donde se destacan los convenios bilaterales firmados con Brasil, a saber, el Acuerdo de Cooperación para el desarrollo y la aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear; el Acuerdo de cooperación de notificación inmediata y mutua asistencia en caso de accidentes nucleares o emergencias radiológicas firmado en 1986 y de duración ilimitada; el Acuerdo firmado en 2001 que dio origen a la Agencia Brasileño-Argentina de Aplicaciones de la Energía Nuclear¹³ y la Declaración Conjunta de los respectivos Presidentes, donde instruyeron a los órganos competentes de ambos países (CNEA-CNEN) para que constituyan una Comisión Binacional de Energía Nuclear (COBEN) y discutir la estrategia de la cooperación futura en el campo nuclear, así como también para identificar proyectos concretos de cooperación bilateral, incluyendo el examen de las capacidades mutuas necesarias en materia de recursos humanos, tecnológicos y financieros, así como en materia de complementación industrial. Por último se destaca el Acuerdo de Cooperación entre CNEA y CNEN sobre el Proyecto del Nuevo Reactor de Investigación Multipropósito firmado en 2011.

También se han celebrados convenios bilaterales de usos pacíficos de la energía nuclear con otros países vecinos como Chile (1976), Perú (1968) y Uruguay (1968).

Por otro lado, en 2010 se firmó un Memorandum de entendimiento con China y en 2014 un acuerdo de colaboración en el proyecto de construcción de un reactor de agua pesada y para la construcción del proyecto de la cuarta central nuclear. Con Estados Unidos se celebraron dos convenios en 2010: uno, destinado a la cooperación para prevenir el comercio ilegal de materiales nucleares o radioactivos, y otro, un Memorandum de entendimiento con el

¹³ Información para la Prensa Nro.210/2001, Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto (14/08/2001).

Departamento de Energía de Estados Unidos para la cooperación en el desarrollo de tecnologías de energías limpias. Además, en la reunión bilateral que se realizó el presente año entre los dirigentes de nuestro país y Estados Unidos, se acordó el trabajo conjunto y la cooperación en materia de investigación y desarrollo nuclear con fines pacíficos, tal como lo es la generación nucleoelectrónica.

El Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es uno de los principales acuerdos internacionales relacionados con el aumento de la temperatura y el cambio climático. Fue adoptado en la Cumbre de la Tierra de Río en 1992 y confirmado por 195 países. En 2015, trató la ratificación de la enmienda de Doha al Protocolo de Kyoto – detallado a continuación – y la negociación y adopción de un nuevo acuerdo mundial sobre el cambio climático que comenzaría en 2020 con el objetivo de reducir aún más las emisiones de gases de efecto invernadero.

El Protocolo de Kyoto es un compromiso que realizaron una serie de países para estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. A través de distintas metas se propuso la reducción de emisión de estos gases para 37 países industrializados y la Unión Europea. Mediante el Protocolo de Kyoto se alentó a que los gobiernos y empresas incorporen la consideración acerca del medio ambiente en sus decisiones acerca de inversiones.

El primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto finalizó en 2012. Con el objetivo de promover el desarrollo sostenible, se acordó, entre otros: a) aplicar y/o continuar elaborando políticas y medidas de acuerdo a las circunstancias nacionales vinculadas con la eficiencia energética, protección y control de depósitos de gases de efecto invernadero, promoción de modalidades agrícolas sustentables y desarrollo de energías renovables, y tecnologías ecológicamente razonables, fomento de políticas y medidas que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero, etc; b) cooperar entre las partes para fomentar de manera individual y global la eficacia de políticas y medidas que adopten, implicando la cooperación para el intercambio de información y experiencias sobre las mismas; c) limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero no controlados en el Protocolo de Montreal generados por combustibles de transporte aéreo y marítimo internacional; d) establecer límites a la emisión de gases de efecto invernadero producto del accionar humano, logrando una reducción del 5% de los niveles de 1990 hacia el período 2008-2012.

Finalizado dicho período, se realizó un segundo compromiso que comenzó en 2013 y se extiende hasta 2020. A esta segunda instancia se suma la enmienda de Doha, a través de la cual los países participantes se comprometen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero como mínimo en un 18% respecto a los niveles de 1990.

Si bien el Protocolo representa un avance y acuerdo mundial en pos de la reducción de gases de efecto invernadero, una de las principales críticas se vincula a que solo se aplica a aproximadamente el 14% de las emisiones mundiales. Esto se debe a que Estados Unidos no firmó el Protocolo, Canadá se retiró antes de que finalice el primer periodo de compromiso y Rusia, Japón y Nueva Zelanda no participan del segundo periodo de compromiso.

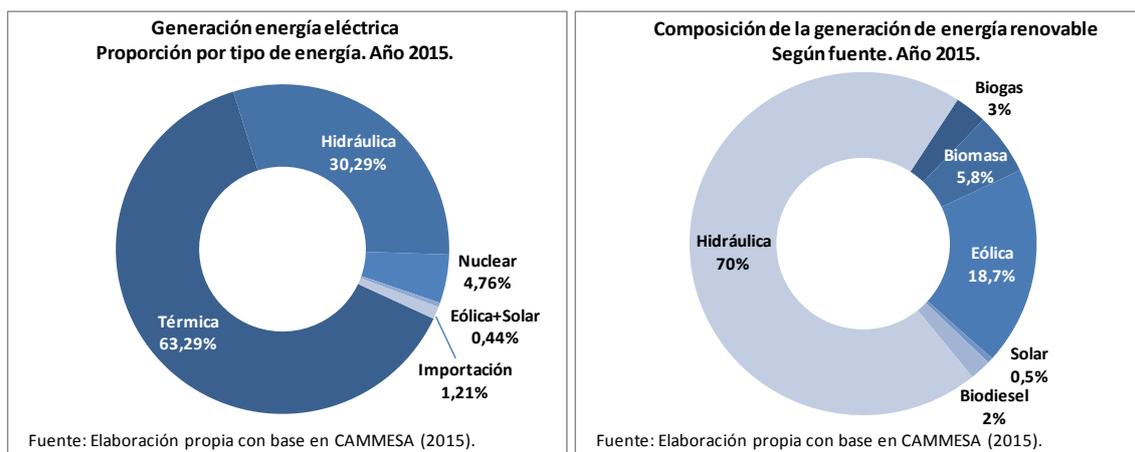
Por otro lado, en 2015 se realizó la Conferencia sobre el Cambio Climático de París donde se acordó un plan de trabajo para limitar el calentamiento global estableciendo metas por debajo de los 2°C y representando un nuevo acuerdo mundial en materia de cambio climático. Cabe

destacar que Argentina y Estados Unidos se comprometieron a participar y firmar el Acuerdo de París y trabajar para el cumplimiento del mismo. Asimismo, en la reunión bilateral que se realizó este año entre los presidentes de Argentina y Estados Unidos se acordó la cooperación en la reducción de emisiones asociadas a la aviación internacional. También se comprometieron a incrementar el uso de energías renovables y la eficiencia energética y planean compartir esfuerzos y trabajo a través del Grupo Binacional de Trabajo Energético.

III. SITUACIÓN PRODUCTIVA DE ARGENTINA

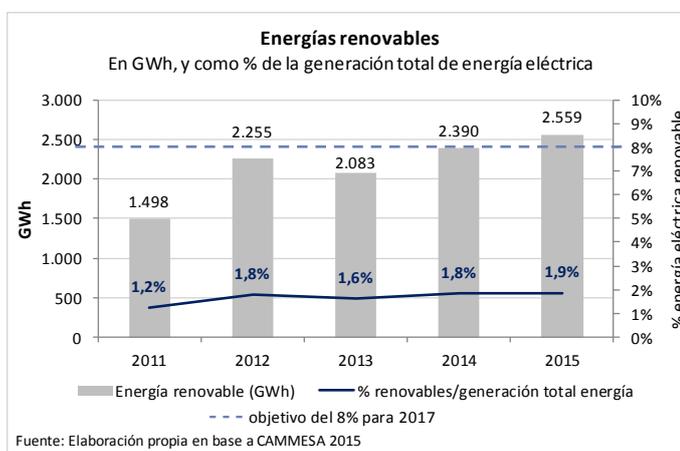
1. GENERACIÓN

La energía nuclear y renovable en Argentina se encuentra principalmente vinculada a la generación de energía eléctrica. Dentro de la matriz energética eléctrica, la energía térmica participa con el 63,29% del total. En segundo orden, la energía hidráulica representa un tercio de la matriz. Si bien las energías alternativas comienzan a cobrar mayor relevancia, especialmente por ser favorables para el medio ambiente, su participación en la matriz energética eléctrica aún no logra niveles elevados, representando la generación de energía nuclear el 4,76% y las energías eólica y solar el 0,44% del total.



Se espera que las nuevas políticas en materia de energías renovables impulsen el desarrollo de este tipo de energía. Actualmente, la composición de la generación de energía renovable se encuentra predominada por la energía hidráulica (70%) y en un segundo plano por la eólica (18,7%). La energía solar no alcanza grandes niveles de participación aún (0,5%).

En 2015, la generación de energía eléctrica por fuentes renovables fue de 2.559 GWh, representando el 1,9% del total. Aún no se logra alcanzar el valor del 8% estipulado por la ley 27.191, y la situación de



los cinco años anteriores no demostró mejoras significativas en este sentido, aunque se estima que con las rondas 1 y 1.5 del Programa RenovAR la participación se aproxime a la meta pautada por la normativa.

El desarrollo y la localización de las energías renovables en Argentina dependen de las condiciones geográficas y climáticas de nuestro país. Los fuertes vientos que caracterizan a la Patagonia favorecen la construcción de parques eólicos en esta región, mientras que la abundante radiación solar del norte argentino convierte a esta región en el área principal para la instalación de parques solares.

Particularmente, los parques eólicos argentinos se encuentran ubicados en las provincias de Buenos Aires, Chubut y La Rioja, y cuentan con una potencia instalada total de 188,35 MW y una generación eléctrica de 640,8GWh/año.

Parques eólicos según localización, potencia y generación eléctrica

Parque eólico	Provincia	Potencia	Generación Eléctrica	Hogares	Inicio Operación
EOS Necochea	Buenos Aires	0,25 MW	0,4 GWh/año	100	2010
Rawson I y II	Chubut	77,4 MW	255 GWh/año	73.276	2012
Loma Blanca IV	Chubut	51 MW	175,8 GWh/año	50.517	2013
Diadema	Chubut	6,3MW	26,3 GWh/año	7.560	2011
El tordillo	Chubut	3 MW	12 GWh/año	3.448	2013
Arauco I (etapas I y II)	La Rioja	50,4MW	171,3 GWh/año	49.224	2011/2014
Total	-	188,35 MW	640,8 GWh/año	184.125	-

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Energía y Minería.

Por otro lado, los parques solares están instalados en la provincia de San Juan, con una potencia instalada de 8,2 MW y una generación eléctrica de 17,4 GWh/año.

Parques solares según localización, potencia y generación eléctrica

Parque solar	Provincia	Potencia	Generación Eléctrica	Hogares	Inicio Operación
San Juan I	San Juan	1,2 MW	2,3 GWh/año	661	2011
Cañada Honda I y II Chimbera I	San Juan	7 MW	15,1 GWh/año	4.339	2012/2013
Total	-	8,2 MW	17,4 GWh/año	5.000	-

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Energía y Minería.

En el caso de las plantas nucleares, su instalación no depende de factores estacionales ni climáticos. Las centrales nucleares se encuentran localizadas en las provincias de Buenos Aires y Córdoba, y conjuntamente alcanzan una potencia instalada de 1.755 MW y una generación eléctrica de 6.519 GWh en 2015. Sin embargo, actualmente la central Embalse se encuentra fuera de funcionamiento ya que está en proceso de reacondicionamiento y expansión de vida útil.

Centrales nucleares según localización, potencia y tecnología

Centrales nucleares	Provincia	Tipo de reactor	Tecnología	Potencia
Atucha I	Buenos Aires	Recipiente de presión SIEMENS (PHWR)	Uranio levemente enriquecido y agua pesada	362 MW
Atucha II	Buenos Aires	Recipiente de presión	Uranio natural y agua pesada	745 MW
Embalse	Córdoba	Tubos de presión (CANDU)	Uranio natural y agua pesada	648 MW
Total	--		--	1.755 MW

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la CNEA.

Particularmente, dentro de la nueva generación de energía eléctrica del año 2015, la central Atucha II contribuyó con altas proporciones a lo largo del año, superando el aporte de las Centrales Térmicas de Vuelta de Obligado y de Guillermo Brown.

Aportes de la Nueva Generación (en GWh). Atucha II. Año 2015

	Ene-15	Feb-15	Mar-15	Abr-15	May-15	Jun-15	Jul-15	Ago-15	Sep-15	Oct-15	Nov-15	Dic-15
GWh	304	375	419	349	333	389	455	369	137	21	357	417
En % del total	85%	79%	76%	76%	57%	75%	85%	94%	72%	23%	91%	83%

Fuente: CAMMESA (2015).

Pequeños aerogeneradores y Proyecto Carem

Además de los aerogeneradores de alta potencia presentes en los parques eólicos mencionados previamente, existen en Argentina aerogeneradores de baja potencia (150 W-10 kW). Según datos del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) para el 2012, existían 18 fabricantes de estos pequeños aerogeneradores, y el sector empleaba alrededor de 100 personas. En cuanto a la generación de energía asociada a los mismos se estimó en 6,13 MW (6% de la potencia instalada de los grandes parques eólicos). Por otro lado, existe también en el área de energía nuclear un proyecto para la construcción de la primera central nuclear de baja potencia, diseñada y construida en Argentina. El proyecto, referido como Carem 25, tendrá una capacidad de generación de 25MWe y podría satisfacer la demanda de 100.000 habitantes según estimaciones de la CNEA. Su construcción comenzó en febrero de 2014 y se espera que para el segundo semestre de 2017 se realice la primera carga de combustible.

Generación distribuida en Argentina

Actualmente existe un proyecto de ley nacional para la generación distribuida de energía proveniente de fuentes renovables. Este proyecto expandiría el marco legal existente en materia energética, habilitando la inyección de energía eléctrica a la red pública por parte de los pequeños generadores de energía (que generalmente generan energía eléctrica para autoconsumo).

El proyecto cuenta con el apoyo del Ministerio de Energía y Minería, y desde la Secretaría de Energías Renovables comunicaron la aprobación y apoyo del mismo. El proyecto instituiría un sistema de tarifa diferencial o tarifa de incentivo actualizado anualmente. Sería combinado a su vez con un instrumento de balance neto en caso de que la Autoridad de Aplicación determine que la tarifa de incentivo sea de \$0,00.-, y en caso de que al finalizar los 5 años de contrato la tarifa sea superior a \$0,00.-.

Actualmente, existen 6 provincias que cuentan con normativas de generación distribuida. Entre ellas, Santa Fe, Mendoza y Salta que a su vez ya cuentan con la reglamentación de sus normativas; y San Luis, Neuquén y Misiones, habiendo estas dos últimas sancionado sus respectivas normativas en el mes de julio y agosto del año corriente (2016).

2. EMPRESAS RESPONSABLES

La generación de las energías alternativas requiere de la intervención de diferentes empresas que participan en distintas etapas de la cadena de valor.

En el caso de la energía eólica, dado que el insumo es el mismo viento, las empresas que intervienen son las dedicadas a la producción de los aerogeneradores, y las empresas a cargo de los parques eólicos. Cabe destacar que la construcción de los aerogeneradores incluye: torre, góndola, generador, palas, electrónica y potencia, y carenados.

Se pueden distinguir en Argentina tres empresas locales principales que fabrican aerogeneradores.

- **IMPISA WIND:** cuenta con producción local de turbinas eólicas cuya capacidad supera el MW. A su vez, participa en I+D, fabricación, construcción de granjas eólicas y generación de este tipo de energía. Esta empresa fabrica palas, torres, generadores que son síncronos de imanes permanentes y turbina acoplada directamente al generador, góndola, y los sistemas de control. También realiza el montaje, la operación y mantenimiento. A su vez, a través de IMPISA Energy, obtiene contratos para el desarrollo y explotación de parques eólicos. Entre los clientes de IMPISA Wind se encuentra el Parque Arauco SAPEM y El Tordillo.
- **INVAP:** esta empresa que se posiciona como referente en el desarrollo de tecnologías de punta, cuenta con sus propios diseños de aerogeneradores de baja potencia (4,5 y 30 Kw) y también de potencia superior al MW.
- **NGR PATAGONIA:** empresadedicada exclusivamente al sector de energía eólica. Participa tanto de la evaluación del sitio, como de la provisión de aerogeneradores, el montaje y puesta en servicio, y la operación y mantenimiento. Los aerogeneradores fabricados por esta empresa cuentan con una potencia de 1,5 MW. Esta empresa fabricó aerogeneradores para los parques eólicos El Tordillo y Valle Hermoso.

Además, con el objetivo de colaborar en el desarrollo de políticas energéticas y el marco regulatorio adecuado, lograr la sustitución de importaciones de equipos eólicos, fomentar el intercambio empresarial, etc., existe actualmente el Clúster Eólico Argentino (CIPIBIC) del cual forman parte diversas empresas¹⁴.

Asimismo, empresas relevantes a nivel mundial han demostrado interés de participar en el sector proveyendo tecnologías en aerogeneradores. Tal es el caso de **GENERAL ELECTRIC**, uno de los principales proveedores de aerogeneradores del mundo, con más de 30.000 unidades instaladas a lo largo y ancho del globo. La firma ofrece una amplia gama de aerogeneradores

¹⁴ Consultar anexo para ver el listado de empresas que conforman el Clúster Eólico Argentino.

tanto *onshore* como *offshore*, servicios de apoyo que van desde asistencia para el desarrollo de operaciones y mantenimiento, hasta la tecnología de punta para actualizar su equipo.

En lo que se refiere a la energía solar, considerando que el insumo es el sol, las empresas que intervienen son las dedicadas a la producción e instalación de paneles solares fotovoltaicos y las empresas a cargo de los parques solares. La producción abarca los paneles o módulos fotovoltaicos, los reguladores de carga, inversores de energía (de alterna a continua) y los módulos de almacenamiento.

Cabe mencionar, que en la instalación de los parques intervienen firmas extranjeras que producen los paneles y luego se importan al país para la instalación en los respectivos parques. Podemos destacar algunas firmas europeas (principalmente españolas y alemanas) que participaron en la construcción y puesta en marcha de los parques solares San Juan I y Cañada Honda.

- **UTE COMSA DE ARGENTINA S.A. - COMSA ENTES.A.:** empresa catalana que ofrece servicios de construcción y explotación de infraestructuras renovables. Participó en la construcción y puesta en marcha del parque solar fotovoltaico San Juan I.
- **SOPORTES SOLARES S.A.:** firma española dedicada al diseño y fabricación de estructuras para paneles solares fotovoltaicos. Dispone de un departamento de ingeniería, donde se desarrollan sus productos y realiza constantes inversiones en I+D.
- **SCHNEIDER:** desarrolla tecnologías y soluciones conectadas para gestionar y automatizar la energía y procesarla de manera segura, fiable, eficiente y sostenible. Participó en el parque San Juan I brindando inversores de energía.
- **ELECNOR de ARGENTINA S.A. – ATERSA:** Elecnor provee servicios de operación y mantenimiento de parques solares fotovoltaicos, mientras que Atersa, propiedad del Grupo Elecnor, fabrica y comercializa la gama más completa de paneles fotovoltaicos que luego se incorporan en los servicios que brinda su controladora. Ambas participaron en la construcción y puesta en marcha del parque solar Cañada Honda.
- **ENERGÍAS SUSTENTABLES S.A. – 360º ENERGY:** desarrollador de proyectos integrales, desde ingeniería financiera hasta el desarrollo, construcción, puesta en marcha y operación de los mismos. En la actualidad genera más del 80% de la producción total de energía solar de Argentina participando en el parque solar fotovoltaico Cañada Honda.

Schmid Branch Argentina

En el marco del proyecto solar de la provincia de San Juan llevado a cabo por Energía Provincial Sociedad del Estado (EPSE), será Schmid Group a través de su filial en el país, Schmid Branch Argentina (SBA), el encargado de la fabricación de lingotes de silicio solar, obleas de silicio, celdas mono cristalinas y paneles solares fotovoltaicos. Con una inversión estimada de \$1.500 millones para la construcción de la fábrica de SBA, la misma se equipara con cuatro líneas de producción capaces de elaborar 235.000 paneles solares por año de 300 W (producción de 70 MW anuales y abastecimiento a más de 40.000 hogares). A fines de julio de 2015 se completó la importación de las 9 máquinas alemanas para el armado de las líneas de producción. Luego se comenzó la etapa de ensayo y se estima que para fines de 2016 entre en operación. La instalación y desarrollo de SBA en la provincia

completa la cadena de energía solar, desde la fabricación de los paneles solares localmente hasta la producción de energía a través de esta fuente renovable.

Otras empresas de capitales nacionales que han cobrado relevancia en el mercado local son **Solartec S.A.** y **LV-Energy S.A.** La primera fábrica en el país módulos fotovoltaicos y otros componentes de los generadores eléctricos solares, siendo su objetivo principal proveer equipos y sistemas que sirvan para el desarrollo de la sociedad y la protección del medio ambiente. En una misma línea, LV-Energy S.A. se desarrolla en la provincia de San Luis fabricando y proveyendo al mercado doméstico sistemas de generación eléctrica a partir de paneles solares fotovoltaicos fabricados en el territorio, junto con reguladores de carga solar y baterías que completan dichos sistemas.

Es interesante destacar las empresas cuyos proyectos fueron seleccionadas en las Rondas 1 y 1.5 del Programa RenovAR para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Las empresas ganadoras enunciadas a continuación contribuirán aportando una potencia de 1.108,7 MW en el caso de la Ronda 1, y 1.281,6 MW en el caso de la Ronda 1.5.

Empresas seleccionadas por la Ronda 1 del Programa RenovAR

Oferente	Tecnología	Cantidad de proyectos	Potencia Asignada total (MW)
JEMSE SE	Solar FV	3	300
ENVISION ENERGY 2	Eólica	3	175
C. T. LOMA DE LA LATA	Eólica	1	100
FIELDFARE	Solar FV	1	100
ARAUCO S.A.P.E.M.	Eólica	1	99,75
CP RENOVABLES	Eólica	1	99
EREN	Eólica	1	97,2
GENNEIA I	Eólica	2	78,35
3 GAL S.A.	Eólica	1	24,15
ENAT S.A.	Eólica	1	24
ENVISION ENERGY 1	Eólica	1	10
GLOBAL GREEN	Biogás	1	1,2

Fuente: Elaboración propia en base a Resolución 213/2016 MinEM.

Empresas seleccionadas por la Ronda 1.5 del Programa RenovAR

Oferente	Tecnología	Cantidad de proyectos	Potencia Asignada total (MW)
ISOLUX INGENIERIA S.A.	Solar y Eólica	3	278
EMPRESA MENDOCINA DE ENERGÍA S.A.P.E.M.	Solar y Eólica	7	144
GENNEIA S.A.	Eólica	1	100
PETROQUIMICA COMODORO RIVADAVIA S.A.	Eólica	1	100
SINOHYDRO CORTPORATION LIMITED	Eólica	1	100
PARQUE EÓLICO ARAUCO S.A.P.E.M.	Eólica	1	95
JINKOSOLAR HOLDING CO.LTD.	Solar	1	80
ALEJANDRO IVANISSEVICH	Solar	3	72
FIDES GROUP S.A.	Solar	2	60
CP RENOVABLES S.A.	Eólica	1	48
CENTRALES DE LA COSTA ATLÁNTICA S.A	Eólica	1	38
FACUNDO FRAVEGA	Eólica	1	37
SOENERGY INTERNATIONAL INC.	Solar	1	35
ENERGÍAS SUSTENTABLES S.A.	Solar	2	34
QUAATRO PARTICIPACOES S.A.	Solar	1	25
DIASER S.A.	Solar	1	22
COLWAY 08 INDUSTRIAL	Solar	1	14
LATINOAMERICANA ENERGIA	Solar	1	2

Fuente: Elaboración propia en base a Resolución 281/2016 MinEM.

En el caso de la energía nuclear, la generación, y comercialización de la energía generada por las tres centrales (Atucha I y II, y Embalse) está a cargo de la empresa **NUCLEOELÉCTRICA ARGENTINA S.A. (NA-SA)**. NA-SA tiene a su cargo la extensión de vida de la central Embalse.

La empresa **INVAP** también participa en la cadena de energía nuclear. Por un lado, realiza el diseño, fabricación y puesta en operación de plantas y equipos para producir combustibles nucleares. Además, opera para la reparación, modificación y/o sustitución de sistemas de instalaciones existentes, incluyendo: fabricación de piezas de recambio, modernización de equipos, diseño personalizado, integración de mantenimiento y reparación de herramientas y sistemas, ingeniería de campo y capacitación técnica¹⁵.

Además, la empresa **CONUAR S.A.** se constituye en 1982 como iniciativa conjunta de la CNEA y el Grupo Perez Companc. La misma se encuentra dividida en distintas unidades de negocios. Entre ellas se encuentran CONUAR, donde se fabrican pastillas de uranio – natural y levemente enriquecido -, componentes estructurales para los combustibles nucleares, y tubos de Zircaloy® – fabricados por la subsidiaria **FAE**- que son utilizados en el proceso del combustible nuclear. Los elementos combustibles que fabrica CONUAR satisfacen la totalidad de las necesidades de las centrales nucleares argentinas¹⁶.

Por otro lado, la empresa estatal **DIOXITEK S.A.**– propiedad de la CNEA y el gobierno de Mendoza - tiene a su cargo el suministro de dióxido de uranio, utilizado en la fabricación del combustible nuclear que utilizan las centrales nucleares argentinas para la generación de energía nucleoelectrónica.

La **Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S.E. (ENSI)** produce y comercializa agua pesada virgen grado reactor (D₂O) que se utiliza como moderador y refrigerante en los reactores nucleares que utilizan uranio natural como combustible. En la empresa radicada en Neuquén se producen alrededor de 200tn anuales de agua pesada que abastecen a los mercados nacional e internacional.

En la esfera privada se han desarrollado nuevos emprendimientos relacionados al sector. La empresa **Nuclearis S.A. (NSR SA)** realiza proyectos de ingeniería, actividades de producción y construcción, e integración de sistemas, especializada a su vez en el diseño y fabricación de tecnologías mecánicas y de automatización para brindar soluciones de alto valor agregado a la industria nuclear. Particularmente, esta compañía desarrolló una máquina que permite automatizar y estandarizar la fabricación de anillos de cierre que son utilizados actualmente en las centrales nucleares Atucha I y II.

3. CAPACIDAD PRODUCTIVA

Las posibilidades de expansión de las energías renovables estarían relacionadas con las condiciones ambientales de nuestro país y el marco regulatorio favorable, junto con la disponibilidad de financiamiento. En el caso de las energías renovables, las nuevas regulaciones y normativas – ley 27.191, decreto 531/2016, etc - han favorecido el impulso y

¹⁵ Fuente: INVAP, sitio web.

¹⁶ Fuente: www.conuar.com

desarrollo de la energía eólica y solar. Considerando que la velocidad media del viento a lo largo del país lo vuelve apto en gran parte de su territorio para la generación eólica, y que la radiación solar que recibe la Argentina también hace viable la generación de energía solar, existiría un gran potencial de desarrollo para estas dos energías en el territorio argentino. Según estimaciones de Villalonga, J.C. (2013), el 70% de nuestro país es apto para la generación de energía eléctrica de fuente eólica. El potencial eólico teóricamente superaría los 2.000 GW. Además, en la mayor parte de nuestro país se da una insolación importante y favorable para la utilización de energía solar. Se estima que en la zona centro del país la insolación es de 1.600 kWh/m² al año, que es comparable con las regiones europeas de mayor insolación.

Potencial eólico Argentino

Intervalo de Velocidad Media Anual (m/s)	Área Disponible (km ²)	Potencia Instalable (GW)	Factor de Capacidad Estimado (%)	Energía Anual Estimada (TWh/año)
6 - 6,5	146.788	294	20%	499
6,5 - 7	174.222	348	22%	640
7 - 7,5	149.924	300	26%	650
7,5 - 8	121.573	243	29%	608
8 - 8,5	130.459	261	33%	736
8,5 - 9	95.972	192	37%	601
9 - 9,5	60.169	120	40%	412
9,5 - 10	47.071	94	43%	348
10 - 10,5	53.874	108	46%	424
10,5 - 11	63.000	126	49%	523
11 - 11,5	38.431	77	51%	334
11,5 - 12	18.975	38	53%	171
12 - 12,5	9.048	18	55%	84
> 12,5	6.025	12	56%	57
Total	1.115.530	2.231		6.086

Fuente: Villalonga, J.C. (2013)

La instalación de centrales nucleares no depende de las condiciones climáticas de un país aunque como el reactor y los sistemas de instalación deben ser refrigerados continuamente, es necesario contar con caudales de agua determinados y regulares. A partir de la normativa existente - Ley N° 26.566 – se respalda el reacondicionamiento para prolongar el funcionamiento de la Central Nuclear Embalse por un nuevo ciclo de 30 años, incrementando su potencia un 6% sobre los 650 MW actuales, y la construcción de centrales nucleoelectricas en el país. En este contexto, se firmó un memorando de entendimiento con China para poner en marcha la producción de dos nuevas centrales nucleares, con gran parte del financiamiento chino. Una de las centrales contará con tecnología CANDU de agua pesada (como la utilizada en la central Embalse), y otra con reactor PWR, que provoca un salto a nivel tecnológico mediante la incorporación de uranio enriquecido y agua liviana al proceso productivo. Por otro lado, con el objetivo de garantizar el abastecimiento de dióxido de uranio utilizado en la producción de combustibles para las centrales nucleoelectricas, se lanzó en 2015 el Proyecto Planta Procesadora de Dióxido de Uranio (NPUO2). Este plan supone no sólo asegurar el abastecimiento actual de la industria, sino también, cubrir la demanda de las futuras centrales nucleares.

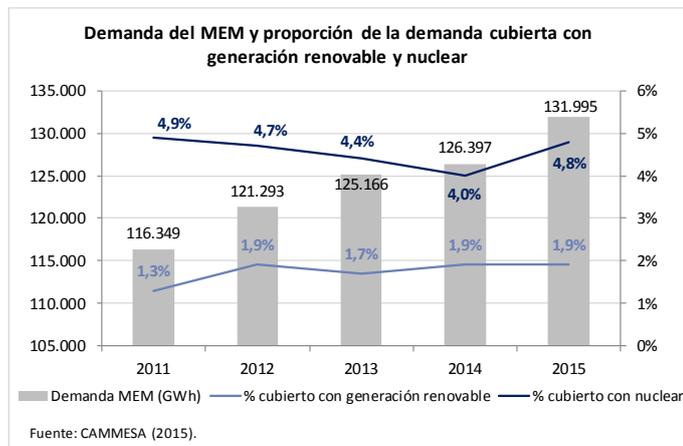
Con respecto a la cuantificación de las reservas de uranio existentes en el país, la CNEA es el organismo nacional que, mediante el Departamento de Evaluación y Reservas, lleva adelante

las tareas de prospección y búsqueda de reservas de uranio, estimando sus características y viabilidad de extracción para preservar de manera segura este recurso esencial para el abastecimiento de las centrales nucleares argentinas. En los últimos años el Departamento de Evaluación y Reservas de la Regional Cuyo ha efectuado tareas de investigación y prospección con el objetivo de aumentar el conocimiento de las reservas uraníferas de Argentina. En el transcurso de esas tareas se destacan el descubrimiento del yacimiento Cerro Solo en la Patagonia donde se estima que existen alrededor de 8.000 toneladas de uranio. Otro avance significativo se relaciona con los yacimientos Los Donatos (La Rioja) y Laguna Sirven (Santa Cruz) donde se detectaron niveles significativos de uranio, tanto en su cantidad como en su proximidad a la superficie, lo que trae aparejado ventajas en la extracción del mineral.

Actualmente, de acuerdo con los datos de la CNEA, el Departamento de Evaluación y Reservas contabiliza alrededor de 300.000 metros perforados y 1.500.000 metros perfilados en búsqueda de descubrir la disponibilidad de uranio en el país. Estas actividades permiten determinar que existen actualmente unas 20.000 toneladas de uranio remanente in situ con potencial de ser extraído para convertirse en combustible nuclear para las centrales y reactores nucleares del país.

4. VENTAS AL MERCADO INTERNO: CONSUMO

La demanda de energía eléctrica ha ido aumentando con los años. Pasando de los 116.349 GWh en 2011 a 131.995 GWh en 2015, la generación de energía eléctrica debió acompañar este proceso. Si bien la regulación en materia de energías renovables exige que para finales de 2017 el 8% de la demanda sea cubierta con fuentes renovables, en 2015 la participación de este tipo de energía respecto al consumo total fue tan sólo de 1,9%, sin haber incrementado significativamente en los últimos cinco años. Si se consideran únicamente las energías eólica y solar, el porcentaje que alcanzaron a cubrir de la demanda del mercado eléctrico mayorista (MEM) en 2015 fue tan solo de 0,4%.



Por otro lado, la energía nuclear alcanzó a cubrir el 4,8% de la demanda del MEM en 2015. Dicha proporción no vario significativamente, y desde 2011 adopta valores entre 4% y 5%.

5. COMERCIO EXTERIOR

Según datos del balance energético nacional del Ministerio de Energía y Minería, en 2015 se importaron 3.502 miles de TEP en relación a la energía nuclear. Esto se correspondería a la importación de uranio, utilizado en la generación de este tipo de energía.

En el caso de la industria nuclear se analizaron, para las empresas identificadas como participantes de la cadena de valor y detalladas previamente¹⁷, las principales exportaciones e importaciones para el año 2015. Del análisis surge que el total de las importaciones supera ampliamente al de las exportaciones, que a su vez se caracterizan por una menor diversificación de productos, en base al Nomenclador Común del Mercosur (NCM).

Los principales productos importados por la industria nuclear fueron uranio natural y enriquecido, manufacturas de circonio, aceleradores de partículas, manufacturas de volframio y titanio, válvulas de retención y esféricas, entre otros. Por otro lado, los principales productos exportados fueron manufacturas de volframio y titanio, tubos de aleaciones de níquel, partes de reactores nucleares y válvulas de retención¹⁸.

Se replicó el mismo análisis para una selección de empresas de la cadena de energías renovables para el año 2015. Los principales productos exportados estuvieron vinculados a la industria metalmeccánica y plástica, incluyendo transformadores y convertidores eléctricos, hilos, cables y poliacetales, entre otros. Dentro de las importaciones se destacan los grupos electrógenos y convertidores rotativos eléctricos, diodos y células fotovoltaicas.

Además, la resolución conjunta 123 y 313 del 2016 de los Ministerios de Energía y Minería y de Producción establece el listado de productos, con sus respectivos NCM, que estarán libres del pago de aranceles a las importaciones por resultar fundamentales para la industria eólica y solar y no contar con producción nacional, o certificados de calidad. Entre estos se encuentran palas de turbinas eólicas, aerogeneradores, células fotovoltaicas, células solares en módulos o paneles y generador fotovoltaico, entre otros.

6. INVERSIONES RECIENTES

En el año 2016 se han anunciado nuevas inversiones para la cadena de valor de energías alternativas.

Energías renovables

Por un lado, en materia de energía eólica se acordó financiamiento con el Banco Estatal Chino para incrementar la potencia del Parque Arauco (La Rioja) esperando que alcance los 200 MW.

Paralelamente, YPF anunció la inversión de U\$S 200 millones para montar un parque eólico en Chubut, cuya potencia se estima en 100 megas. La primera mitad de la inversión ya fue acordada, esperándose para 2017/18 la segunda parte. La empresa Vesta, que estuvo a cargo de la construcción del Parque Rawson, será la constructora de dicho parque.

En la provincia de Mendoza se prevén inversiones de energía eólica en El Sosneado y de energía solar en Luján de Cuyo. Según datos de EMESA, el parque eólico El Sosneado contará con una capacidad de 150 MW dividida en tres etapas, y una inversión inicial de alrededor de 130 millones de dólares. El proyecto de energía solar, conocido como Valle Solar I sería el más

¹⁷ La empresa Nuclearis S.A. fue excluida del análisis.

¹⁸ Se consideraron, en el caso de las importaciones aquellos productos considerados como insumos directos cuyo valor FOB superaban o igualaban los US\$ 100.000, y en el caso de las exportaciones aquellos cuyo valor CIF superaba o igualaba los US\$ 1.000.

grande de Argentina, con una potencia de 20 MW y una inversión inicial de 55 millones de dólares. Actualmente se encuentra en proceso de habilitación y autorización para el inicio de su construcción.

Además, también se avanzó en la instalación de un sistema de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en Armstrong, Santa Fe. La iniciativa está a cargo de un consorcio público – privado integrado por el INTI, la Facultad Regional Rosario de UTN y la Cooperativa de Provisión de Obras y Servicios Públicos y Crédito Limitada de Armstrong (CELAR). El proyecto que comenzó este año y se va a extender por los próximos tres años, ya inició la construcción de una planta fotovoltaica de más de 200 Kw y también incluye la instalación de sistemas de baja potencia solares fotovoltaicos y aerogeneradores. El mismo había sido aprobado en 2013 en el marco del Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial Energía – Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) 2013. El proyecto es financiado con aportes del FONARSEC (\$14.419.880) y del INTI, la UTN y CELAR (\$13.649.460). La posibilidad de replicar este modelo a lo largo del país es factible y la situación es alentadora dado que se identifican 418 cooperativas en el país que distribuyen energía eléctrica a un total de 2,4 millones de usuarios.

En el marco del fomento de inversiones en energías renovables, el grupo Eurnekian (Corporación América) anunció inversiones por US\$ 200 millones para la generación de este tipo de energías. El objetivo detrás es el desarrollo de 300 MW de potencia eólica, en el marco del RenovAR. En un acuerdo conjunto con el gobierno de Río Negro e INVAP, planean la construcción de un parque eólico (potencia de 300 MW) en la meseta de Cerro Policía. Se espera que parte del financiamiento para este desarrollo provenga de un fondo común de inversiones que contemple los fondos de la ley de Sinceramiento Fiscal.

Por otro lado, según el Índice de Atracción de Energías Renovables 2016 (*Renewable Energy Country Attractiveness Index*) que elabora E&Y, Argentina logró insertarse en el ranking posicionándose en el puesto 18, siendo el tercer país latinoamericano en mejor posición, por debajo de Chile (4) y Brasil (6). Encabezan los primeros puestos del índice Estados Unidos, China e India, y Alemania, México y Francia lograron posicionarse entre los primeros diez. De esta manera, Argentina logra una posición favorable en materia de oportunidades y atractivo de inversiones en energías renovables reflejando nuevamente una oportunidad para el desarrollo de este sector en el país¹⁹.

Uno de los desafíos que enfrentan las fuentes de energía renovables para poder sustituir a las energías convencionales es el desarrollo de un sistema de almacenamiento eficiente que permita captar la producción de energía fotovoltaica o eólica que no es consumida durante el día masivamente y al menor costo posible.

Energía Nuclear

En materia de energía nuclear, se firmó un memorando de entendimiento con China para construir dos centrales nucleares que implicarán una inversión de alrededor de US\$ 12.000 millones. El 85% será financiado por bancos chinos y se espera que la construcción inicie en 2017.

¹⁹ Consultar anexo para ver detalle de las variables consideradas en el índice.

La cuarta central nuclear requerirá de una inversión por US\$ 5.800 millones y sería la primera en ser construida a partir del año que viene, esperando su finalización hacia 2025. Contará con tecnología canadiense de agua pesada (Candu) al igual que la central Embalse. Esta central se ubicaría en el Complejo Nuclear Atucha, en Lima, Buenos Aires.

La quinta central nuclear, que implicará una inversión por más de US\$ 6.000 millones, comenzará a construirse en 2019 y utilizará tecnología china (PWR) con uranio enriquecido y agua liviana. Su ubicación no estaría definida aún.

7. VINCULACIONES CON OTRAS CADENAS

La cadena de energías alternativas se relaciona con otras cadenas productivas a lo largo de los distintos eslabones que la componen.

Respecto de las tecnologías que funcionan como insumos en la cadena se destaca la participación de la industria metalmecánica en la fabricación de aerogeneradores, paneles solares y reactores nucleares. Asimismo la cadena minera produce uno de los principales insumos utilizados para la generación de energía nuclear, a saber, el uranio.

Adicionalmente, mantiene una estrecha relación con la cadena de energía eléctrica, dado que su fin último es la generación de insumos (energía primaria) para la generación de energía eléctrica (energía secundaria). De esta manera la cadena de energías alternativas se posicionaría como un eslabón de la cadena de energía eléctrica.

Por otro lado, se vincula en gran medida con la de servicios de investigación y desarrollo. Tanto en el caso de la energía nuclear, como en el de las energías renovables, existen organismos y empresas que se abocan a realizar actividades de I+D con el objetivo de profundizar en el desarrollo de este tipo de energías en el país.

La CNEA es uno de los organismos que conforman el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) en Argentina. Una de sus líneas de acción está vinculada con la I+D en el campo de la energía nuclear. En este sentido realiza investigación básica y

Línea de acción	Breve descripción
Materiales y procesos	Investigación sobre materiales y su comportamiento a partir de la implementación de distintos métodos y tecnologías
Radiaciones ionizantes	Investigación sobre radiaciones ionizantes y sus aplicaciones
Física y Química	Investigaciones de ciencia básica y aplicada
Nanotecnología	Investigación de materiales en escala minúscula
Robótica	Utilizada para la preparación de sistemas que realizan operaciones en el reactor CAREM
Energía Solar	Investigación sobre la conversión de luz solar en calor y electricidad
Tecnología de aceleradores	Investigación básica y aplicada a partir del uso de aceleradores
Tecnología de la Información	Utilización de las TIC para la investigación, realización de simulaciones y generación de conocimientos
Integración científica	Alianzas estratégicas con diversas instituciones que realizan investigación básica y aplicada

Fuente: CNEA

aplicada en energía nuclear, desarrollando tecnologías de alto valor que son posteriormente vinculadas al sector productivo. El presupuesto correspondiente al año 2016 de la CNEA contempla un gasto total de \$3.902 millones. Es esperable que dicho presupuesto sea utilizado para el cumplimiento de las distintas metas físicas de la Comisión, entre las cuales se destacan: a) asistencia técnica a centrales nucleares; b) producción de radioisótopos primarios; c)

formación de recursos humanos; d) investigación y desarrollo en ciencias básicas e ingeniería nuclear, entre otras.

Por otro lado, con el objetivo de contar con el ciclo del combustible nuclear completo, la CNEA comenzó en 2014 la reactivación del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu donde producirá el uranio enriquecido que potencia el combustible nuclear para los futuros reactores nucleares de potencia que utilizan tecnología de uranio enriquecido y agua liviana. Tal como lo explicita la Comisión, el proyecto de reactivación consiste en²⁰:

- Aumentar la capacidad técnica preservando los conocimientos adquiridos
- Extender la infraestructura necesaria para garantizar el suministro de uranio a las centrales nucleares de potencia, asegurando tecnológicamente la cobertura de la demanda nacional de insumos nucleares
- Desarrollar métodos más eficientes para la producción de uranio enriquecido
- Capacitar e implementar el licenciamiento del personal en el manejo de la tecnología de enriquecimiento y actividades conexas
- Mantener a nuestro país como miembro de los países poseedores de tecnologías de enriquecimiento de uranio

En el año 2016, se presupuestaron \$3.902 millones para gasto en ciencia y técnica de la CNEA, de los cuales \$3.879 millones serían de fuentes internas y \$22 millones de fuentes externas.

Además la CNEA junto con otros organismos que conforman el SNCTI integran el Polo Tecnológico Constituyentes S.A. (PTC) donde se crean condiciones e interacciones para la articulación entre los conocimientos científicos y el entramado productivo.

Otra de las empresas que vinculan la I+D con el sector de las energías alternativas es INVAP. En el ámbito local, mantiene una estrecha relación con la CNEA y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), entidades para las que ha llevado a cabo grandes desarrollos tecnológicos. A nivel internacional, INVAP se vincula con numerosas organizaciones, entre las cuales se destacan la NASA, el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA, por sus siglas en inglés), la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nuclear (ANSTO, por sus siglas en inglés) y la Autoridad de Energía Atómica de Egipto (AEA, por sus siglas en inglés). En materia de energía nuclear produce reactores de investigación nuclear, plantas de producción de combustibles nucleares y radioisótopos, entre otros. En el caso de energías alternativas, produce turbinas eólicas y está a cargo del proyecto de aerogeneradores IVS 4500.

²⁰Fuente: sitio web de la CNEA

INVAP: Áreas de investigación y desarrollo tecnológico, Productos y servicios y Proyectos realizados

Áreas	Productos y servicios	Proyectos
Nuclear	Reactores de investigación nuclear	
	Plantas de producción de combustibles nucleares	
	Plantas de producción de combustibles radioisótopos	Reactores: OPAL (Australia), ETRR2 (Egipto), NUR (Argelia), RP-0 y RP-10 (Perú), RA-6 y RA-8 (Argentina-CNEA).
	Productos y servicios para Instrumentación y Control	
	Servicios a plantas nucleoelectricas	
Energías alternativas e Industrial	Turbinas eólicas	
	Robots y máquinas especiales	Aerogeneradores IVS 4500 (Patagonia Argentina).
	Servicios y desarrollos para la industria	

Fuente: Elaboración propia con base en información del sitio web INVAP.

En el marco de la I+D para la innovación en energía nuclear, la CNEA e INVAP S.E. recibieron este año un premio en innovación industrial en la Cumbre de Industria Nuclear por sus trabajos en el desarrollo de la tecnología para el uso de uranio de bajo enriquecimiento.

8. EMPLEO GENERADO POR LA CADENA

Los datos del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE) indican que el empleo asalariado registrado del sector privado en la rama de actividad de generación de energía eléctrica en el primer trimestre de 2016 fue de 10.312, representando un incremento de 7,0% respecto al mismo período del año anterior, y 56,5% respecto a 2010. Sin embargo, esta rama incluye al empleo de la generación de energía térmica convencional, térmica nuclear, energía hidráulica, y energías no contempladas previamente, entre las cuales se encuentran las renovables, eólica y solar. El empleo asalariado registrado privado para la producción de energía eléctrica mediante fuentes de energía solar, biomasa, eólica, geotérmica, mareomotriz, etc., se estima en 826 para el primer trimestre de 2016. Cabe destacar que gran parte del empleo generado por la cadena se encuentra vinculado al sector público, particularmente el caso de la energía nuclear, lo que explicaría los bajos valores del nivel de empleo privado en este sector. Sin embargo, actualmente no se encuentra disponible la información del empleo público.

En el caso de la energía nuclear, la mayor parte de empleo se ubica en el sector público. De acuerdo con los datos de la CNEA, la dotación de personal total alcanzó los 2.895 agentes en 2015. El 70,2% corresponden a la planta permanente de la institución siendo el 29,8% restante el personal contratado. Se observa que el Centro Atómico Constituyentes es el que mayor nivel de empleo presenta con 844 agentes en 2015. Le siguen el Centro Atómico Ezeiza con 612 agentes y la Sede Central de la CNEA con 494 agentes.

Distribución del personal de la CNEA 2015			
Dependencia	Planta Permanente	Personal Contratado	Total Dependencia
Sede Central	345	149	494
Centro Atómico Bariloche	345	115	460
Centro Atómico Constituyentes	663	181	844
Centro Atómico Ezeiza	392	220	612
Centro Tecnológico Pilcaniyeu	50	51	101
Centro Fabril Malargüe	9	6	15
Centro Minero Fabril San Rafael	48	18	66
Delegación Centro	61	31	92
Regional Cuyo	39	27	66
Regional Noroeste	22	11	33
Regional Patagonia	29	26	55
Central Nuclear Atucha I	12	6	18
Delegación Arroyito	14	19	33
Predio Carem-Lima	4	2	6
Subtotal	2.033	862	
Total		2.895	

Fuente: elaboración propia con base en Memoria y Balance Ejercicio Fiscal 2015 de la CNEA.

Por otro lado, Nucleoeléctrica Argentina S.A., encargada de operar las centrales nucleares, alcanzó los 3.013 agentes en 2014. La central nuclear Atucha I empleó 1.627 personas, seguida de la central cordobesa Embalse con 1.057 y Atucha II con 329 personas. En lo referente al tipo de contratación, el 92,4% se encuentra contratado de manera permanente mientras que el 7,6% restante lo hace de manera anual.

Distribución del personal de NA-SA 2015	
Dependencia	Personal
Atucha I	1.627
Atucha II	329
Embalse	1.057
Total	3.013

Fuente: elaboración propia con base en Balance de Responsabilidad Social Empresaria Ejercicio Fiscal 2014.

Adicionalmente, según estimaciones de la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER), en los próximos 5 años se podrían generar alrededor de 60.000 nuevos puestos de trabajo asociados al sector de energías renovables en el cumplimiento de los objetivos de la ley 27.191. Por otro lado, se estima que tan solo la generación de energía vinculada al Programa RenovAR repercutirá en la generación de entre 5.000 y 8.000 empleos directos.

IV. LOCALIZACIÓN TERRITORIAL

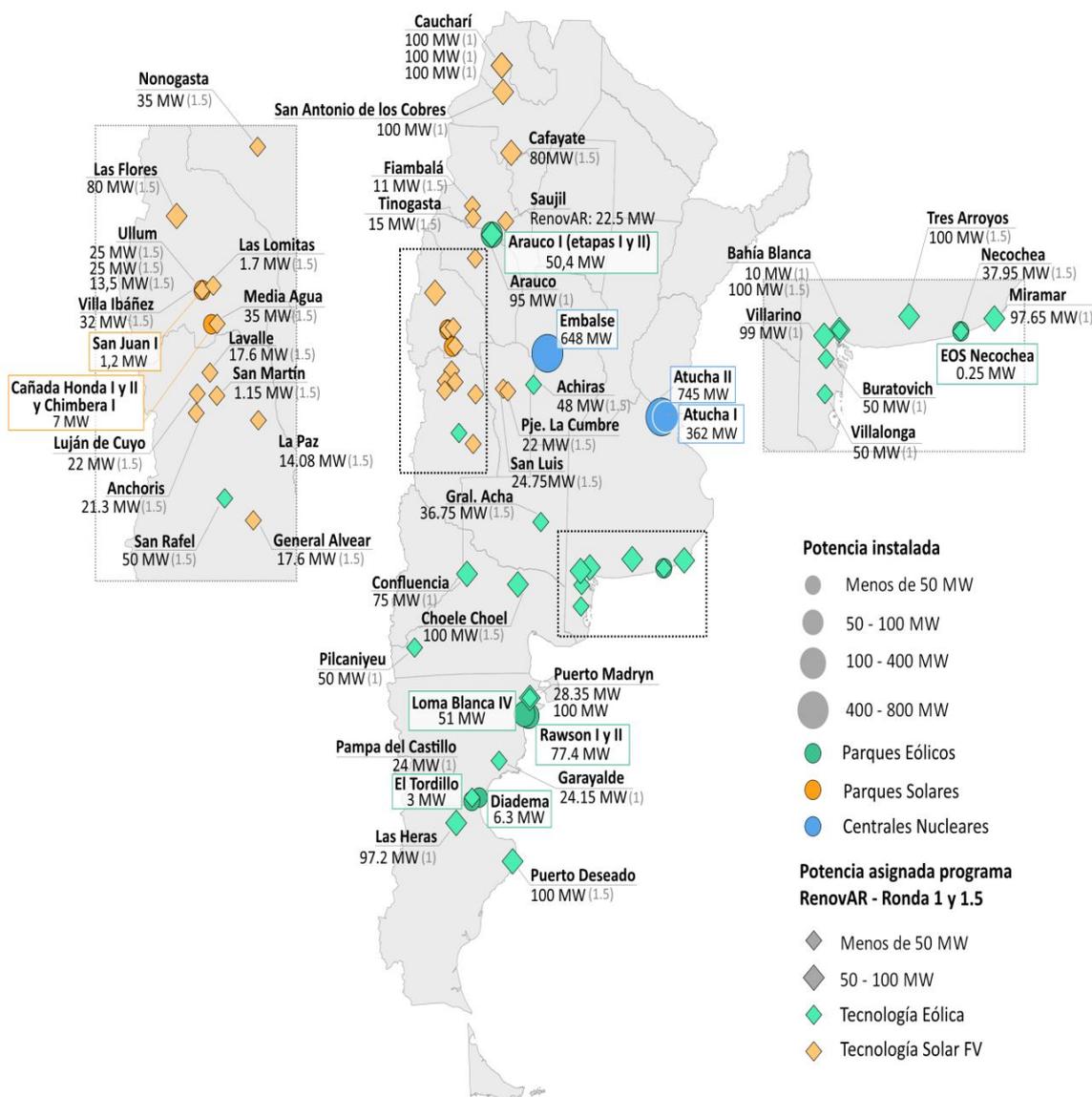
La mayor proporción de la potencia instalada asociada a las energías alternativas analizadas en este informe corresponde a la energía nuclear, mientras que la menor proporción corresponde a la energía solar. Si se observa la distribución territorial de los parques eólicos y solares, y de las centrales nucleares se verifica que los parques eólicos tienden a situarse en la región

Centro y en la Patagonia, mientras que los parques solares se ubican en la región de Cuyo. Por otro lado, las centrales nucleares están ubicadas en la región Centro, tal como se verifica en el mapa a continuación.

Por otro lado, las ofertas adjudicadas por el Programa RenovAR – Ronda 1 resultaron ser en su mayoría de energía eólica y solar. Los proyectos solares están ubicados en el norte, 3 en Jujuy y uno en Salta, y los eólicos en el centro y sur del país. En total se adjudicaron proyectos que superan los 1.000 MW de potencia – incluido un proyecto de biogás. En materia de energía solar, la potencia adjudicada totaliza los 400 MW, y en el caso de la energía eólica la potencia adjudicada es de 707 MW.

Además, con la Ronda 1.5 se sumaron 30 proyectos para la generación de energía renovable siendo 20 para energía solar y 10 para energía eólica, que superan en total los 1.200 MW.

Potencia instalada y potencia asignada por el Programa RenovAr, Ronda 1 y 1.5, según tecnología.



Fuente: Elaboración propia con base en MinEM, CNEA, Resolución 213/2016 MinEM y Resolución 281/2016 MinEM.

V. POLÍTICAS PÚBLICAS

En los últimos años se han implementado distintas políticas públicas con el objetivo de fomentar el desarrollo de energías alternativas en nuestro país.

A continuación se detallan las principales regulaciones nacionales, provinciales y programas y proyectos en materia de energía renovable y nuclear.

Normativas nacionales y provinciales que se instauran como marco de las energías alternativas

Tipo	Política pública	Descripción	Año	Organismo Asociado
Regulaciones Nacionales	Resolución 301/2016	A través de esta normativa se prorrogan los plazos para la Suscripción de los Contratos de Abastecimiento para el Mercado Eléctrico Mayorista y los acuerdos de adhesión al Fondo Fiduciarios de Energías Renovables, de los contratos contemplados en la Resolución 202/2016 - MinEM.	2016	Ministerio de Energía y Minería
	Resolución 202/2016	Se modifica el RÉGIMEN DE FOMENTO NACIONAL PARA EL USO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA sancionado por la Ley N° 26.190 y modificado y ampliado por la Ley N° 27.191, prevé que se incremente la participación de las fuentes renovables de energía en la matriz eléctrica hasta alcanzar un OCHO POR CIENTO (8%) de los consumos anuales totales al 31 de diciembre del año 2017, aumentando dicha participación porcentual de forma progresiva hasta alcanzar un VEINTE POR CIENTO (20%) al 31 de diciembre del año 2025.	2016	Ministerio de Energía y Minería
	Resoluciones 213, 252 y 281 del 2016	Estas resoluciones son las que determinan las ofertas y las adjudicaciones de las Rondas 1 y 1.5 del Programa RenovAR.	2016	Ministerio de Energía y Minería
	Decreto 882/2016	Establece un cupo fiscal de US\$ 1.700 millones para el año 2016, destinado a los beneficios promocionales previstos en la Ley N° 26.190 y la Ley N° 27.191. Establece un plazo máximo de 30 años para los contratos de abastecimiento de energía eléctrica provenientes de fuentes renovables. Otorga la facultad al MHyFP de emitir y entregar letras del tesoro en garantía del FODER hasta un valor máximo de US\$ 3.000 millones contra la emisión de certificados de participación por montos equivalentes a letras cedidas a favor del MINEM para ser utilizadas como garantía del precio de venta de la central de generación.	2016	Ministerio de Energía y Minería
	Decreto 531/2016	Reglamenta las leyes 27.191 y 26.190. Determina a los beneficiarios del Régimen de Fomento de Energías Renovables	2016	Ministerio de Energía y Minería
	Resoluciones 71 y 72 del 2016	La Resolución 71 da inicio al proceso de convocatoria abierta del Programa Renovar, Ronda 1 y somete a consulta pública la versión preliminar del pliego de bases y condiciones de la convocatoria. Establece las características y contenidos principales del contrato de abastecimiento. Por otro lado, la Resolución 72 aprueba el procedimiento para la obtención del Certificado de Inclusión en el Régimen de Fomento de las Energías Renovables y el procedimiento para controlar las inversiones y la aplicación de los beneficios fiscales	2016	Ministerio de Energía y Minería
	Resolución Conjunta 123 y 313 del 2016	Facilita la importación de equipos e insumos para la generación de energía eléctrica de fuente renovable, en línea con la ley 27.191. La medida incluye también a bienes locales que no cumplan con los requisitos de calidad, técnicos y confiabilidad mínimos, acorde a las pautas nacionales o internacionales. Se podrán incorporar nuevos bienes siempre si se constata la inexistencia de su producción nacional. Determina la metodología para el cálculo del certificado fiscal previamente mencionado.	2016	Ministerio de Energía y Minería y Ministerio de Producción
	Resolución 136 del 2016	Convoca a interesados para la contratación en el mercado eléctrico mayorista (MEM) de fuentes renovables de generación de energía (Programa Renovar, ronda 1); aprueba el pliego de bases y condiciones de la convocatoria; establece que los oferentes deberán incluir la solicitud de los beneficios fiscales del Régimen de Fomento de las Energías Renovables; CAMMESA deberá remitir las ofertas a la Autoridad de Aplicación con el fin de elaborar informes para cada proyecto y se evaluarán los beneficios fiscales solicitados en función de las características y necesidades de cada uno, determinando fundadamente la cuantía de los beneficios a asignar a cada proyecto.	2016	Ministerio de Energía y Minería
	Resolución 147 del 2016	Aprueba el Contrato de Fideicomiso del FODER, creado por la Ley N° 27.191. Asimismo delega en la Subsecretaría de Energías Renovables la incorporación de los anexos del mencionado Contrato de Fideicomiso previstos en el texto.	2016	Ministerio de Energía y Minería
	Ley 27.191	Sanciona el Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica, y rectifica la Ley 26.190 sancionada en 2006. Establece beneficios fiscales, y busca expandir las fuentes renovables para la generación de energía eléctrica, estableciendo un indicador de participación del 8% del consumo de energía eléctrica para este tipo de energías al 31 de diciembre de 2017. Entre los incentivos que estipula figuran la devolución anticipada del IVA, la amortización acelerada del impuesto a las ganancias, la compensación de quebrantos con ganancias, la exención del impuesto sobre la distribución de dividendos o utilidades, etc. Son sujetos beneficiarios de esta ley las personas físicas y/o jurídicas titulares de inversiones y concesionarios de obras nuevas de producción de energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables cuya producción esté destinada al MEM o la prestación de servicios públicos. Además, crea el FODER.	2015	Ministerio de Energía y Minería
Regulaciones provinciales	Ley provincial 7.823		2014	Salta
	Ley provincial 7.822	Declara de interés provincial la generación y uso de energías alternativas a partir de fuentes renovables en la provincia. En el caso de Mendoza, se fija como objetivo que	2008	Mendoza
	Ley provincial 8.190		2007	La Rioja
	Ley provincial 12.503	15% del consumo eléctrico provenga de fuentes renovables hacia 2023.	2005	Santa Fe
Ley provincial 8.810		1999	Córdoba	

Fuente: Elaboración propia en base a la normativa citada.

Programas, proyectos y herramientas de financiamiento de energías alternativas

Tipo	Política pública	Descripción	Año	Organismo Asociado
Programas y Proyectos	RenovAR Ronda 1 y 1.5	En el marco de la Ley 27.191, se crea el programa con el objetivo de alcanzar la meta del 8% de generación de energía con fuentes renovables. La Ronda 1 buscaba generar 1.000 MW de energía a partir de estas fuentes. En una primera etapa se bastarán la generación de 600 MW eólicos, 300 MW solares fotovoltaicos, 65 MW de plantas de biomasa, 20 MW de mini centrales hidroeléctricas y 15 MW de biogás. Mediante la Resolución 213/2016 se realizó la adjudicación de las ofertas presentadas en el programa y se redistribuyeron 66 MW de potencia requerida remanente de biomasa, biogás y PAH, destinándose 33 MW a eólica y 33 MW a solar fotovoltaica. De este modo, la potencia adjudicada alcanza los 1.109 MW, de los cuales 707,45 MW corresponden a generación eólica, 400 MW a solar fotovoltaica y 1,2 MW a un proyecto de biogás. El programa demandará inversiones por aproximadamente US\$ 1.800 millones y creará aproximadamente entre 5.000 y 8.000 puestos de trabajo. La apertura de la Ronda 1.5, a partir de la Resolución 252/2016 convoca a los proyectos de la Ronda 1 que no fueron adjudicados para la firma de contratos de abastecimiento de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables. La Resolución 281/2016 presenta la adjudicación de proyectos de la Ronda 1.5, resultándose adjudicados 765,4 MW de potencia eólica y 516,2 MW de potencia solar.	2015	Ministerio de Energía y Minería
	IRESUD	El Proyecto tiene por objetivo desarrollar la tecnología y el conocimiento local para promover en el país la instalación de sistemas fotovoltaicos distribuidos (de baja tensión) a la red eléctrica pública. Los sistemas fotovoltaicos podrían instalarse en cualquier casa o edificio, teniendo en cuenta factores técnicos como la orientación y el ángulo de inclinación del panel solar. El proyecto es parcialmente subsidiado con el FONARSEC, y para su ejecución se creó el Convenio asociativo público-privado IRESUD conformado por la CNEA y la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), y 5 empresas privadas: Aldar S.A., Edenor S.A., Eurotec S.R.L., Q-Max S.R.L. y Tyco S.A.	2011	Comisión Nacional de Energía Atómica, Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).
	PRIER	El Proyecto Redes Inteligentes con Energías Renovables plantea desarrollar experiencias de Redes Eléctricas Inteligentes con incorporación de Generación Distribuida mediante fuentes de energía renovables, su implementación, puesta en marcha, monitoreo y sistematización. Se realiza a través de convenios entre ADEERA, INTI, CELAR y la Secretaría de Energía de la Nación, que a su vez, aporta el financiamiento del proyecto.	2013	Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, INTI, UTN y CELAR
Financiamiento	FONARSEC	El Fondo Argentino Sectorial cuenta con una herramienta específica para el área de energía, que financia proyectos cuyo objetivo sea el desarrollo de capacidades tecnológicas y la resolución de problemas vinculados al aprovechamiento de las fuentes renovables de energía. Se realizó un proyecto piloto en la localidad santafesina Armstrong.	2011	Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, MINCYT

Fuente: Elaboración propia en base a ANPCyT, CNEA y MINEM.

Cabe destacar que particularmente, en el caso de las energías renovables, la serie de nuevas regulaciones y políticas que tienden a expandir el crecimiento de este tipo de tecnologías y acompañan la meta de expansión de las energías renovables en la matriz energética no siempre generaron repercusiones positivas.

Una de las principales críticas que surge hacia estas nuevas políticas se encuentra asociada al poco espacio que se le otorga a las PyME. En la etapa de diseño, tanto del Programa de Fomento como de los pliegos de las licitaciones, las mismas no fueron consideradas conllevando a ciertas controversias asociadas a promover la inversión en el sector pero perjudicando a la pequeña empresa local. Particularmente, las críticas surgen a partir de la resolución conjunta 123 y 313 del 2016 del MinEM y el Ministerio de Producción, a través de la cual se facilita la importación de equipos e insumos para la generación de energía eléctrica de fuente renovable. Con la emisión de dicha normativa se establece el listado de insumos que se encuentran exentos del derecho de importación debido a la inexistencia de su producción local o a la falta de cumplimiento de requisitos de calidad locales. La declaración de inexistencia de estos bienes quedo sujeta a los interesados, mientras que las empresas productoras locales obtuvieron un plazo de 15 días para declarar la existencia de la producción nacional.

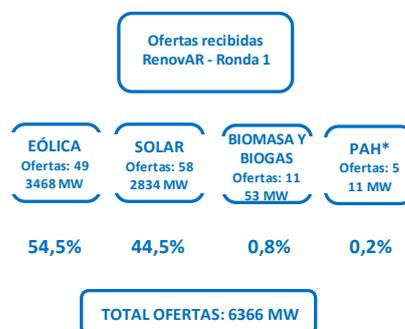
A partir de estas críticas se han promovido ciertas iniciativas para el sector PyME. Actualmente se encuentra en debate en el Honorable Congreso de la Nación un proyecto de ley²¹ que promueve la creación de un Régimen de Promoción para las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas fabricantes de equipos e insumos destinados a la generación de energías renovables, creando a su vez el Registro Nacional de fabricantes de equipos e insumos para la generación de energías renovables y brindando no solo beneficios impositivos sino también financiamiento al sector PyME de energías renovables. Además se contará con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) para promover actividades de investigación y desarrollo en la fabricación de insumos y equipos brindando financiamiento a través del FONARSEC.

El caso del GENREN

En la línea de fomento de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables surgía en 2009 el Programa GENREN. El programa apuntaba a la firma de contratos de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, con el objetivo de generar 1.000 MW. ENARSA suscribía los contratos de abastecimiento para el mercado eléctrico mayorista (MEM) con el compromiso de entregar a CAMMESA el total de la energía generada para su posterior venta y distribución. A partir de este programa se aprobaron 17 instalaciones de parques eólicos y 6 instalaciones de parques solares. El programa garantizaba a los oferentes un precio fijo en US\$, por un plazo de 15 años. Sin embargo, el programa fracasó y la mayoría de los proyectos no fueron terminados.

Una de las herramientas de política que se impulsó este año para alcanzar las metas establecidas de consumo de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables hacia fines del 2017, es la convocatoria a licitación del Programa RenovAR, Ronda 1 que efectuó el MinEM, a través de CAMMESA. Mediante el mismo se firmarían contratos de abastecimiento de energías renovables por una potencia total de 1.000 MW (600 MW eólico, 300 MW solar, 65 MW biomasa, 15 MW biogás, y 20 MW hidráulico). La adjudicación de los contratos del Renovar se realizó en el mes de octubre y la firma de los mismos se realizaría entre octubre y diciembre.

Ofertas recibidas en la licitación del RenovAr – Ronda 1 al mes de septiembre 2016



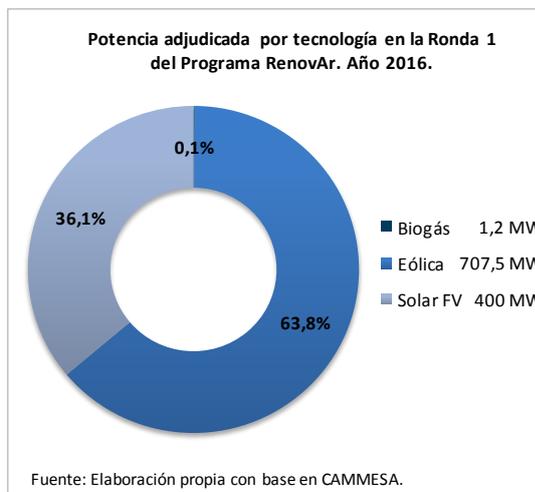
Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA.

Según CAMMESA, los resultados preliminares de la evaluación técnica de ofertas recibidas al mes de septiembre mostraron un total de 123 proyectos y 6.346,3 MW de potencia ofertada, es decir, seis veces más de la solicitada. El 54,5% de la potencia ofertada correspondía a la energía eólica y el 44,5% a energía solar.

²¹402-D-16. Pequeñas y Medianas Empresas; Energía y Combustibles; Finanzas y Presupuesto y Hacienda.

La región con mayor potencia ofertada fue NOA, con el 90% asociado a la energía solar. En orden le siguió Buenos Aires y Patagonia, que en casi su totalidad ofertaron por energía eólica. Todas las regiones ofertaron para generación de energía eólica, con excepción de NEA, y en el caso de energía solar ofertaron todas menos Patagonia y Litoral.

A través de la Resolución 213/2016 del MinEM se adjudicaron las ofertas de la primera Ronda del RenovAR. Se dispuso la redistribución de 66 MW de las tecnologías de biomasa, biogás y PAH²² para adicionar 33 MW de tecnología eólica y 33 MW de tecnología solar fotovoltaica. Los oferentes de las tecnologías de biomasa, biogás y PAH que cuenten con ofertas calificadas, fueron invitados a celebrar contratos de abastecimiento de energía eléctrica renovable con CAMMESA.



De esta manera, las ofertas adjudicadas resultaron ser en un 63,8% proyectos de energía eólica (707,5 MW), 36,1% de energía solar fotovoltaica (400 MW) y 0,1% de biogás (1,2 MW).

El contrato de biogás corresponde a la provincia de Santa Fe. En el caso de la tecnología eólica, son 12 contratos de los cuales 5 son para la provincia de Buenos Aires, 3 para Chubut, y uno para cada una de las provincias de Río Negro, Neuquén, Santa Cruz y La Rioja. Por otro lado, en el caso de energía solar, la provincia de Jujuy lideró con 3 proyectos adjudicados, y Salta le siguió con uno.

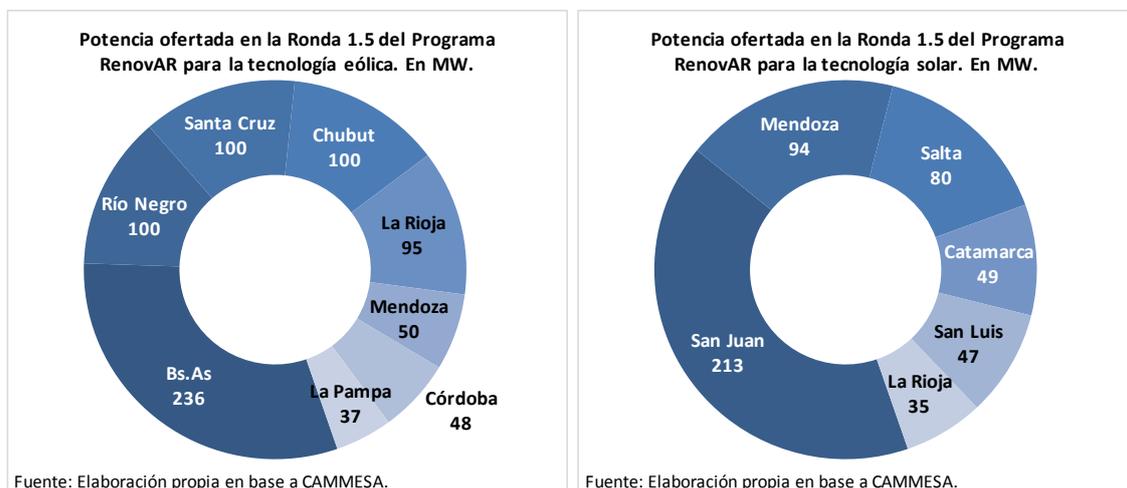
Las empresas cuyos proyectos resultaron elegidos son tanto argentinas como europeas, americanas, chinas y uruguayas. El precio ofertado promedio en el caso de energía eólica y solar es de alrededor de US\$ 58,6/MWh, y de US\$ 118/MWh en el caso de biogás. Los contratos serán a 20 años y estarán garantizados por el Banco Mundial.

A partir de la Resolución 252/2016 del MINEM se abrió la Ronda 1.5 del Programa RenovAR, convocando a aquellos proyectos que no calificaron en la Ronda 1 y que quisieran participar en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Según información presentada por CAMMESA, las ofertas para la tecnología eólica alcanzaron un total de 1.561,3 MW, siendo el 44% de la potencia para proyectos en la provincia de Buenos Aires, 19% para Santa Cruz, 13% para Chubut, 10% para Río Negro, y el resto para La Rioja, Mendoza, Córdoba y La Pampa. En el caso de la tecnología solar, los proyectos totalizaron una oferta de 925,1 MW de los cuales el 40% de la potencia corresponde a San Juan, 19% a Catamarca, 14% a Salta y el resto a Mendoza, La Rioja y San Luis.

La Resolución 281/2016 del MINEM presenta las adjudicaciones de la Ronda 1.5 del Programa RenovAR. Se adjudicaron en total 30 proyectos, siendo 10 para tecnología eólica y 20 para solar. Los proyectos asociados a la energía eólica totalizan una potencia de 765,4 MW,

²² PAH: pequeños aprovechamientos hidroeléctricos.

mientras que los de energía solar alcanzan los 516,2 MW. De la potencia eólica asignada, el 30,8% es para la provincia de Buenos Aires (236 MW correspondientes a 3 proyectos), 13,1% para Santa Cruz (100 MW), 13,1% para Chubut (100 MW) y el resto para La Rioja, Mendoza, Córdoba y La Pampa. De la potencia solar asignada, el 41,1% es para 7 proyectos en la provincia de San Juan (213 MW), 18,1% para 6 proyectos en Mendoza (94 MW), 15,4% para un proyecto en Salta (80 MW), y el resto para proyectos en Catamarca, San Luis y La Rioja.



El precio promedio en US\$/MW para energía eólica es de 53,34 y el de energía solar de 54,94, siendo inferiores a los resultantes en la Ronda 1.

VI. OTROS ASPECTOS RELACIONADOS

1. AMBIENTALES

Las energías alternativas analizadas en este informe se caracterizan por ser energías limpias debido a que no generan emisiones de gases de efecto invernadero como lo hacen las fuentes de energía tradicionales. Este es uno de los factores que las vuelve tan atractivas y necesarias para el desarrollo del sector energético en favor del medioambiente.

Como se mencionó previamente, las emisiones mundiales de CO₂ en el año 2014 alcanzaron los 32.381 Mt. La mayoría de estas emisiones correspondían al carbón (45,9%), mientras que el 33,9% provenían del petróleo y 19,7% del gas natural. El resto de los combustibles solamente aportaba el 0,5% de las emisiones. Las energías limpias no suponen emisiones de gases de efecto invernadero. De esta manera, la sustitución de formas de energía tradicionales por energías alternativas (entre ellas nuclear, eólica y solar) supondría una reducción importante en la emisión de ese tipo de gases.

La emisión de gases de efecto invernadero de nuestro país es mínima en comparación a otros países desarrollados (192,41 Mt de CO₂). Sin embargo, la incorporación de energías limpias repercutirá en una reducción de emisión de gases de efecto invernadero, en la medida que a su vez se logre sustituir las fuentes energéticas tradicionales.

Según Saidur, R. et al (2011), los principales beneficios de la energía eólica residen en que no contamina el aire y no produce emisiones de gases de efecto invernadero. Además, dado que la ubicación de los parques eólicos es generalmente en las zonas rurales, puede presentar un beneficio económico para estas áreas por la generación potencial de empleo.

Sin embargo, se destacan algunos efectos negativos menores de la energía eólica. Por un lado la posible interferencia con radares y telecomunicaciones. Por otro, el ruido que producen los rotores, el impacto visual, la muerte de aves y murciélagos que vuelan por los rotores y el impacto indirecto en la vida salvaje como el desplazamiento de la misma²³. Más allá de esto, la energía eólica sigue siendo la más favorable para el medioambiente en comparación con otras tecnologías.

Por otro lado, la energía nuclear en particular requiere de una serie de controles y tratamiento especial de residuos por los riesgos de radiación. Según la CNEA, las actividades que generan residuos radioactivos son aquellas vinculadas con la generación de energía eléctrica – y el ciclo del combustible nuclear – y las actividades de investigación y desarrollo. Las estrategias de tratamiento de residuos radioactivos están orientadas a proteger tanto el medioambiente como la salud humana.

El tratamiento de residuos radioactivos se enmarca dentro de la Ley N° 24.804 de Actividad Nuclear. Esta ley le otorga a la CNEA la responsabilidad de gestionar los residuos radioactivos, y la propuesta de un lugar para ubicar un repositorio de residuos de alta, media y baja radioactividad, que deberá contar con la aprobación de la ARN en materia de seguridad radiológica y nuclear.

Por otro lado, le otorga a la ARN la facultad de otorgar, suspender y revocar licencias o permisos de minería y concentración de uranio y seguridad de reactores de investigación, junto con las instalaciones para la gestión de desechos o residuos radioactivos. La ARN debe controlar y regular las actividades relacionadas con seguridad radiológica y nuclear.

Además, la Ley N° 25.018 establece los instrumentos básicos para la gestión adecuada de los residuos radioactivos y posiciona a la CNEA como responsable del cumplimiento de la ley. Se crea además el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radioactivos (PNGRR), incluido dentro del Plan Estratégico de Gestión de Residuos Radioactivos que elabora la CNEA y que es actualizado cada 3 años.

En cuanto a la minería del uranio, la seguridad ambiental se regula a través del Proyecto de Restitución Ambiental de la Minería de Uranio (PRAMU). El PRAMU apunta a la restitución ambiental de los lugares donde se realizan las actividades de minería del uranio. En Argentina, los mismos fueron identificados en las provincias de Mendoza (Malargüe y Huemul), Córdoba (Córdoba y Los Gigantes), Chubut (Pichinán), Salta (Tonco), San Luis (La Estela) y La Rioja (Los Colorados). El proyecto es financiado por la CNEA y préstamos del Banco Mundial.

²³ Este impacto es relativamente menor en comparación a otros efectos del hombre sobre la vida silvestre. Como menciona el autor en base a Jaskelevicius B, UzpelkieneBN(2008), mientras que mueren 20 aves al año a causa de las turbinas eólicas (asociadas a una capacidad instalada de 1.000 MW), mueren 1.500 a causa de los cazadores, y 2.000 por colisiones con vehículos y líneas de transmisión eléctrica.

Por otro lado, la ANR regula el proceso de cese definitivo de las centrales nucleares. La Autoridad otorga licencias de retiro de servicios a través de las cuales se lleva a las centrales nucleares a un estado donde no exista riesgo nuclear para el medioambiente y la sociedad.

2. INNOVACIÓN

La innovación en el sector de las energías alternativas se encuentra principalmente vinculada a las tecnologías utilizadas. En el caso de la energía eólica, los diseños de los aerogeneradores están evolucionando continuamente hacia máquinas más altas y palas más largas para alcanzar vientos de mayor potencia que permitan generar más energía en menor tiempo y a menor costo. Particularmente, la industria de las palas ha devenido en un área estratégica de innovación en diseño, materiales y proceso de fabricación, particularmente en la industria eólica marítima. En 2014 la capacidad promedio de los aerogeneradores alcanzó 2 MW aumentado 0,1 MW respecto 2013, en cambio, los aerogeneradores marítimos alcanzaron 3,7 MW en Europa, superando a los generadores terrestres.

En materia de energía solar, y de acuerdo a los datos de IRENA (2015), existen actualmente tres tipos de tecnologías de células solares. Las utilizadas a nivel comercial son las de primera generación (mono o policristalinos en base a silicio). Le siguen las células de segunda generación que incluyen otros componentes químicos como el cobre, cadmio, y que están comenzando a producirse a gran escala y a utilizarse comercialmente. Por último, existe otro nuevo grupo de células consideradas de tercera generación que se caracterizan por ser orgánicas. Estas últimas se encuentran en fase de desarrollo, reflejando las tendencias futuras de la producción de paneles solares a nivel mundial.

En el caso de la energía nuclear, parte de los avances en materia de innovación se encuentran vinculados a la estructura y composición de los reactores nucleares. Según Mínguez, E. (2015), posteriormente al 2000, se comenzó el desarrollo de los reactores de cuarta generación, cuyos objetivos se definen como: sostenibilidad, economía, seguridad y defensa. Estos reactores de cuarta generación reducirían los residuos radiactivos, emplearían combustible reciclado, utilizarían exclusivamente seguridad pasiva y permitirían que los costos de la central sean menores.

Proyecto estratégico: energías renovables

El MINCyT anunció en septiembre de 2016 el programa “Innovación Colectiva – Ciencia y Tecnología para vivir mejor”. A través de esta iniciativa, que surge en el ámbito de la Dirección Nacional de Proyectos Estratégicos, brindará servicios de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación productiva a los Ministerios Nacionales, con el objetivo de atender y dar respuesta a las demandas insatisfechas de la población e impulsar áreas clave de la economía, generando trabajos de calidad. Uno de los proyectos refiere a las energías renovables, y prevé la creación del Centro Nacional de Energías Renovables, para la investigación de tecnologías relacionadas con la generación, el almacenamiento y el uso de la electricidad de origen limpio. En este proyecto participa el Ministerio de Energía y Minería.

Se estima que el financiamiento promedio por proyecto será de US\$ 10 millones, en formato de aportes no reembolsables (ANR), y el mismo representará entre 65%-80% de la inversión total.

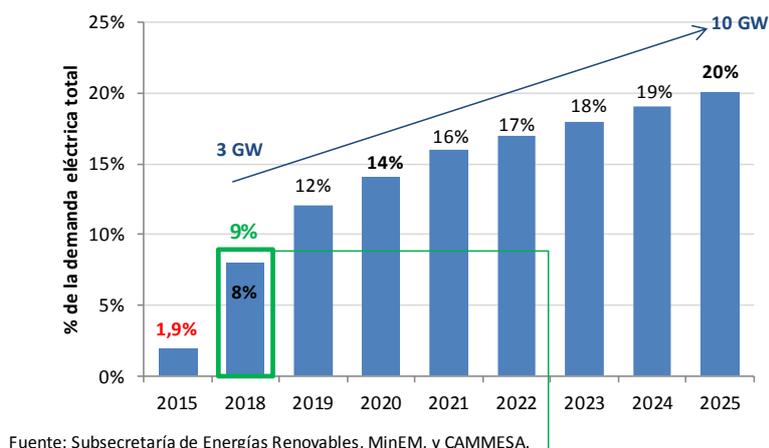
VII. DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

1. PRINCIPALES DESAFÍOS, TENDENCIAS DE LA CADENA Y OPORTUNIDADES

Las energías alternativas han ido cobrando gran relevancia a lo largo de las últimas décadas ante la necesidad de protección del medioambiente y la sustentabilidad energética. Argentina se ha incorporado a las tendencias mundiales en materia energética desde su incorporación de la energía nuclear a las diferentes fuentes de generación. Ante el reconocimiento de la necesidad de reconvertir y ampliar la matriz energética, teniendo en cuenta el peso de la importación de combustibles fósiles en la balanza comercial, se ha fomentado el desarrollo de nuevas tecnologías sustentables en el largo plazo – como lo son la eólica y la solar.

Con la Ley 27.191 se establece como meta nacional alcanzar el 8% del consumo de energía eléctrica de fuentes renovables hacia fines de 2017. Dicha participación se deberá incrementar gradualmente hasta alcanzar el 14% en 2020 y el 20% en 2025. Estas participaciones implican que la potencia renovable al 2018 deberá ser de 3 GW y al 2020 de 10 GW. Las políticas en materia energética que se fueron sucediendo a lo largo del 2016, a saber Programa RenovAR y diversas resoluciones del MinEM, siguieron los lineamientos necesarios que permitirían alcanzar dichas metas. El desafío actual estará en alcanzar estas ambiciosas proporciones considerando que en 2015 la participación renovable dentro de la demanda eléctrica total no alcanzaba los dos puntos porcentuales.

Metas de energías renovables hacia 2025



Existente + Acciones 2016 9%	Resolución 202/16	0,5 GW	1,5%
	RenovAR Ronda 1.0	1,1 GW	2,7%
	RenovAR Ronda 1.5	1,2 GW	3,0%
	Existente	0,8 GW	1,9%
	Total	3,6 GW	9%

Con las adjudicaciones de las Rondas 1 y 1.5 del Programa RenovAR, en principio la potencia renovable ascendería a los 3,6 MW lo que permitiría superar el umbral del 8% establecido en la ley previamente mencionada (9%).

En cuanto a la energía nuclear, y como se mencionó previamente, el memorando de entendimiento firmado con China prevé la construcción de dos nuevas centrales nucleares, incrementando así la potencia instalada asociada a este tipo de energía. Será indispensable para la generación nucleoelectrónica de estas dos nuevas centrales contar con los insumos requeridos en la cadena de la energía nuclear, a saber: uranio y su transformación en combustible nuclear, agua pesada o liviana, etc. En este marco, un desafío para el país será poder cubrir las distintas etapas del combustible nuclear, ampliando las capacidades ya existentes, debido a que ascenderá a 5 el número de centrales nucleares a ser abastecidas.

Por otro lado, desde la Subsecretaría de Energía Nuclear de la Nación anunciaron el desarrollo de un reactor nuclear de baja potencia que se exportaría generando ingresos anuales de US\$ 3.000 millones a partir de 2022.

El proyecto consiste en el desarrollo de prototipos de reactores de baja potencia de 120 megavatios eléctricos. La utilidad de estos reactores radica en que cuentan con una gran proyección para abastecer de energía eléctrica a zonas alejadas de los grandes centros urbanos o polos fabriles con alto consumo de energía, así como también para países de redes más pequeñas.

Aunque se trata de un proceso a mediano plazo, se espera que para 2022 se pueda comenzar a comercializar en el mercado externo. Además, el optimismo es alto ya que, si bien se enfrentará a la competencia de Corea del Sur, Estados Unidos, Rusia y China, se espera capturar el 20% de la demanda mundial de reactores.

Finalmente, si bien se puede destacar una política gubernamental activa en vinculación a este sector, será necesaria la continuidad del marco normativo y políticas que permitan potenciar el crecimiento de cada uno de los eslabones de la cadena de valor de energías alternativas.

2. POLÍTICAS PÚBLICAS DE PAÍSES RELEVANTES

La importancia de las energías renovables en el mundo las posiciona como tema principal en la agenda energética de los países. El reemplazo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía conllevó la implementación de distintas regulaciones y programas en los distintos países, que se han propuesto metas de capacidad instalada y de participación de las renovables en la energía generada. A continuación se ejemplifican los casos de Alemania y Brasil.

Alemania

En el año 2014, Alemania promulgó la **Ley de fuentes de energía renovables** (Ley RES 2014) con el objetivo de garantizar el suministro de energía de manera sustentable, poniendo en foco la mitigación del cambio climático y la protección del medio ambiente, y reducir así los costos y efectos a largo plazo de la economía. Asimismo, se propone conservar las fuentes fósiles de energía y promover el desarrollo de las fuentes de energía renovable para la generación de energía eléctrica.

Esta establece un incremento en la proporción de energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables, de manera de alcanzar un valor del 80% hacia 2050. Para ello las metas intermedias propuestas de dicha proporción son: a) 40-45% hacia 2025; y b) 55-60% hacia 2035. En términos de consumo, se espera que la proporción de energía eléctrica final consumida provenga en un 18% de fuentes renovables hacia 2020.

A su vez, apunta al:

- Incremento de la capacidad instalada de energía eólica terrestre por 2.500 MW al año.
- Incremento en la capacidad instalada de energía eólica marítima, alcanzando un total de 6.500 MW en 2020 y 15.000 MW en 2030.
- Incremento de la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica a partir de energía solar por 2.500 MW al año.
- Incremento de la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica a partir de biomasa de hasta 100 MW al año.

Además, la ley establece una serie de beneficios para aquellos operadores que utilizan fuentes de energía renovable.

BRASIL

Una de las herramientas que conforman el marco normativo de Brasil en materia de energías renovables es el **Plan Decenal de Expansión de Energía 2010-2019**. El mismo prevé la eliminación gradual de la construcción de centrales eléctricas que operan en base a combustibles fósiles, y el incremento de la energía eólica e hidráulica conectada a la red.

Los objetivos de potencia instalada para las distintas fuentes renovables hacia 2019 que establece este Plan son:

- Hidroeléctrica: 116,7 GW
- Pequeñas Hidroeléctricas: 7 GW
- Biomasa: 8,5 GW
- Eólica: 6 GW

Además, y en orden similar a las recientes políticas argentinas, Brasil promulgó el **Decreto Ejecutivo 656** en 2014 a partir del cual se exime a los fabricantes de turbinas eólicas del pago de los impuestos del Programa de Integración Social (PIS) y la Contribución al Financiamiento de la Seguridad Social (COFINS) por los componentes adquiridos para la fabricación.

PERU

El marco normativo peruano para la promoción de la energía renovable ha ido evolucionando destacándose el Decreto Legislativo N° 1002 (2008) que declara de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de la generación de electricidad mediante recursos renovables. El mismo tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

El D.L. N° 1002 define como Recursos Energéticos Renovables (RER) a las fuentes de Energía Renovable No Convencional:

- Solar
- Eólico
- Geotérmico
- Biomasa
- Hidroeléctrico hasta 20 MW (Hidroeléctrica RER)

Asimismo, promueve las ventas de electricidad RER a través de subastas, planteándose como objetivo actual el nivel de penetración RER, excluyendo pequeñas hidroeléctricas, el 5% del consumo de energía para lo cual cada dos (2) años el Ministerio de Energía y Minería establece el objetivo por tipo de tecnología. Los principales Incentivos ofrecidos son la prioridad para el despacho del Comité de Operación Económica del Sistema (COES) y compra de la energía producida, prioridad en el acceso a las redes de Transmisión y Distribución, tarifas estables a largo plazo determinadas mediante subastas.

En el marco del D.L. 1002 se han realizado 3 (tres) subastas RER en las cuáles se adjudicaron:

- 232 MW de generación eólica;

- 496 MW de Centrales Hidráulicas menores a 20 MW;
- 96 MW de plantas solares fotovoltaicas

En 2014, en línea con esta normativa, surge el **Plan Energético Nacional 2014-2025** cuyo objetivo es abastecer de manera competitiva la demanda interna de energía. El objetivo en energías renovables apunta al 6% de la generación de electricidad en 2018, excluyendo hidroeléctricas, y al 60% de la generación eléctrica en 2018 incluyendo las hidroeléctricas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- AGEERA (2009). La generación eléctrica.
- BP (2016). BP Energy Outlook 2035: February 2016.
- CAMMESA (2015). Informe Anual 2015. República Argentina. CAMMESA.
- CNEA (2016). Memoria y Balance CNEA del Ejercicio Fiscal 2015.
- CNEA (2013). Programa Nacional de Gestión de Residuos Radioactivos. CNEA, CABA – Argentina.
- E&Y (2016). Renewable Energy Country Attractiveness Index. What happens when grid parity hits? Issue 47, May 2016.
- Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2016). Global Trends in Renewable Energy Investment 2016. Frankfurt School – UNEP Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance, 2016.
- Global Wind Energy Council (GWEC) and Greenpeace (2014). Global Wind Energy Outlook 2014.
- IAEA (2016). Country Nuclear Power Profiles, Argentina. IAEA, 2016.
- IAEA (2015). Climate change and Nuclear power 2015. IAEA, Vienna, 2015.
- IAEA y OCDE-NEA (2014). Uranium 2014: Resources, Production and Demand. A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency. English, 504 pages, published: 09/09/14 NEA#7209. Volume of the series: Nuclear Development
- IEA (2016a). Key World Energy Statistics. IEA Publishing.
- IEA (2016b). Key World Energy Trends. Excerpt from: World energy balances. IEA Publishing.
- IEA (2016c). Tracking Clean Energy Progress 2016. Energy Technology Perspectives 2016 Excerpt. IEA input to the Clean Energy Ministerial. IEA Publishing.
- IEA (2015). Renewables Market Overview. IEA Publishing.
- IEA – IRENA. Joint Policies and Measures Database. Link sitio web: <http://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/>
- IEA – NEA (2015). Projected costs of Generating Electricity. Executive Summary. 2015 Edition.
- IRENA (2016a). Estadísticas de Energía Renovable 2016. América Latina y el Caribe.
- IRENA (2016b). Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2016.
- IRENA (2015a). Energías renovables en América Latina 2015: Sumario de Políticas.
- IRENA (2015b). Renewable Power Generation Costs in 2014.
- Mínguez, E. (2015). El Futuro de la Energía Nuclear hacia 2020. Documento de trabajo 15/2015, Comisión Permanente de Investigación de la Energía. Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Ministerio de Energía y Minas (2014). Plan Energético Nacional 2014-2025, Documento de Trabajo. Perú.
- Moragues, J. (2014). Almacenamiento de Energía. Documento de referencia, Núcleo Socio-Productivo Estratégico. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.

- NA-SA (2015). Informe de Responsabilidad Social Empresaria del Ejercicio Fiscal 2014.
- Newell, R.G. et al. (2016). Global Energy Outlook 2015. Working Paper 22075, National Bureau of Economic Research.
- Observatorio de Políticas Públicas (2011). Desarrollo Científico y Tecnológico de las Energías Alternativas. OPP, 2011.
- O'Connor, E. y Battaglino, M. (2011). Energía para el desarrollo productivo y social de Argentina. Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina. Río Cuarto, Córdoba, 2011.
- REN 21 (2015). Renewables 2015: Global Status Report. REN21 Secretariat, Paris, 2015.
- Saidur, R. et al (2011). Environmental impact of wind energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Secretaría de Energía de la Nación (2008). Libro de energía eólica.
- Secretaría de Energía de la Nación (2004). Descripción, desarrollo y perspectivas de las energías renovables en la Argentina y el Mundo.
- Secretaría de Energía de la Nación (2003). Conceptos sobre energía.
- USDA (2016). Agricultural Projections to 2025. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Long-term Projections Report OCE-2016-1, 99 pp.
- Villalonga, J.C. (2013). Energías renovables: ¿por qué debería ser prioritario cumplir el objetivo del 8% al 2016? 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación AVINA Argentina, 2013.

Sitios web consultados:

- **Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica:** <http://www.agencia.mincyt.gob.ar/>
- **Asociación Nuclear Mundial:** <http://www.world-nuclear.org/>
- **Bando Mundial:** <http://data.worldbank.org/>
- **CADER:** www.cader.org.ar
- **Clúster Eólico Argentino:** www.clustereolico.com.ar
- **CNEA:** www.cnea.gov.ar
- **CONUAR:** www.conuar.com
- **DIOXITEK:** www.dioxitek.com.ar
- **EIA:** www.eia.gov
- **ENSI:** www.ensi.com.ar
- **FAE:** www.conuar.com/fae/fae
- **GENNEIA:** www.genneia.com.ar
- **IAEA:** <https://www.iaea.org/>
- **IEA-IRENA,** base de datos de políticas de energías renovables: <http://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/>
- **IMPSA WIND:** www.impsa.com
- **Infoleg:** <http://www.infoleg.gob.ar/>
- **INVAP:** www.invap.com.ar

- **MinEM:** www.minem.gob.ar
- **NA-SA:** www.na-sa.com.ar
- **NGR Patagonia:** www.nrgpatagonia.com
- **OEDE:** http://www.trabajo.gob.ar/left/estadisticas/oede/?id_seccion=59

Noticias periodísticas relevantes:

- <http://www.futurorenovable.cl/ya-estan-en-buenos-aires-las-primeras-maquinarrias-para-la-fabrica-de-paneles-solares-de-san-juan/>
- <http://www.energiaestrategica.com/la-nueva-fabrica-de-paneles-solares-ya-tiene-nombre-argentino-schmid-branch-argentina/>
- <http://www.energiaestrategica.com/se-muda-la-fabrica-de-paneles-fotovoltaicos-de-san-juan/>
- <http://cleanenergymag.news/generacion-distribuida-el-ministerio-de-energia-comunico-su-apoyo-al-proyecto-de-dictamen-trabajado-en-diputados/>
- <http://www.argentinagbc.org.ar/?articulos=seis-provincias-con-normativa-de-generacion-distribuida-de-energias-rebovables>

ANEXO

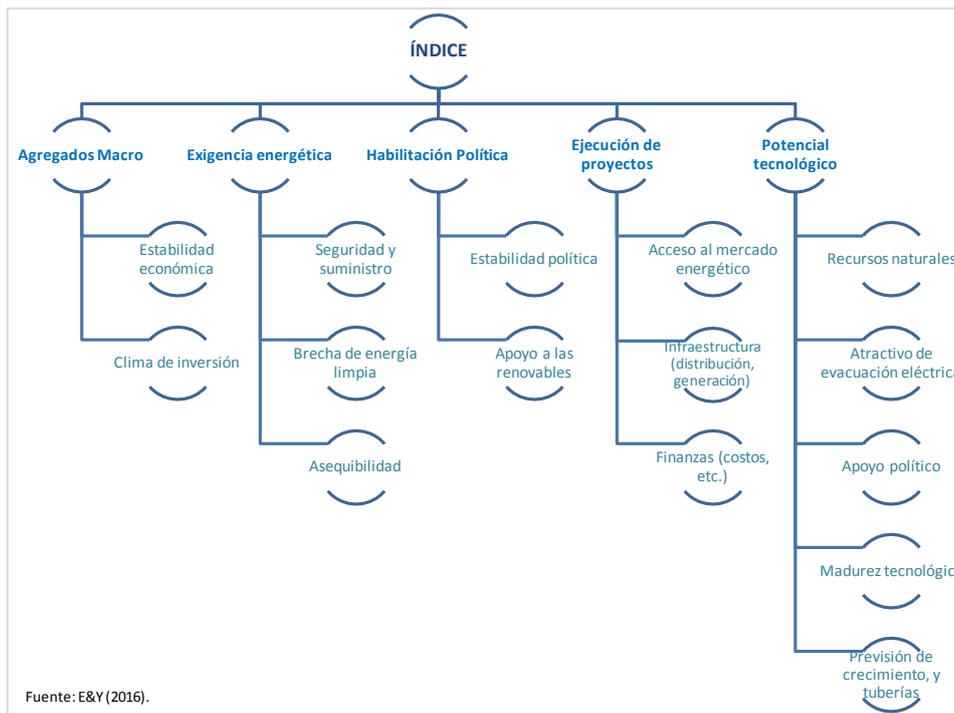
Reactores nucleares en funcionamiento y capacidad neta en MW. Año 2015.

Reactores en funcionamiento y capacidad neta (en MW)
Según país. Año 2015.

Países	Reactores en funcionamiento	
	Cantidad 2015	Capacidad neta MW 2015
EE.UU.	99	99.185
Francia	58	63.130
Japón	43	40.290
Rusia	35	25.443
China	31	26.774
Rep. De Corea	24	21.733
India	21	5.308
Canadá	19	13.524
Ucrania	15	13.107
Reino Unido	15	8.918
Suecia	10	9.648
Alemania	8	10.799
España	7	7.121
Bélgica	7	5.913
República Checa	6	3.930
Suiza	5	3.333
Finlandia	4	2.752
Hungría	4	1.889
Eslovaquia	4	1.814
Argentina	3	1.632
Pakistán	3	690
Bulgaria	2	1.926
Brasil	2	1.884
Sudáfrica	2	1.860
México	2	1.440
Rumania	2	1.300
Irán	1	915
Eslovenia	1	688
Países Bajos	1	482
Armenia	1	375

Fuente: IAEA (2016).

Renewable Energy Country Attractiveness Index



Empresas que forman parte del Clúster Eólico Argentino

Empresas que forman parte del Cluster Eólico			
Nombre	Provincia	Nombre	Provincia
AKER INGENIERÍA S.R.L.	Buenos Aires	INGENIERÍA Y COMPUTACIÓN S.A.	Mendoza
ANTENUCCI & CÍA S.A.	Buenos Aires	INVAP S.E.	Río Negro
APARATOS ELECTRICOS AUTOMATICOS	CABA	ITP ARGENTINA S.A.	Buenos Aires
ARGELTRA S.A.	Buenos Aires	LAGO ELECTROMECÁNICA S.A.	Buenos Aires
ARTRANS S.A.	Mendoza	LEYDEN S.A.	CABA
ASSISI S.R.L.	CABA	Los Conce S.A.	Buenos Aires
ASTILLEROS REGNICOLI S.A.	Buenos Aires	MARLEW S.A.	Buenos Aires
BERTOTTO BOGLIONE S.A.	Córdoba	MAYO TRANSFORMADORES S.R.L.	Santa Fe
CATINARI HNOS. E HIJO S.R.L.	Buenos Aires	MEI S.R.L.	Río Negro
COAMTRA S.A.	Buenos Aires	METALÚRGICA CALVIÑO S.A.	Buenos Aires
COMPAÑÍA ARGENTINA DE TRANSFOR	Buenos Aires	METALÚRGICA INDUSTRIAL S.A.	Buenos Aires
CYE INGENIERÍA S.A.	CABA	MIGUEL ABAD S.A.	Buenos Aires
DEEP SRL	Santa Fe	MOTORTECH S.A.	CABA
EIT INGENIERIA Y PROYECTOS SRL	Buenos Aires	NOLLMANN S.A.	Buenos Aires
ELECTROMECÁNICA BRENTA SA	Buenos Aires	NRG PATAGONIA S.A.	Chubut / Sta. Cruz
EMA ELECTROMECÁNICA S.A.	Buenos Aires	NUEVO CERRO DRAGON S.A.	Chubut
EMPREL SRL	Buenos Aires	PARQUE EÓLICO ARAUCO SAPEM	La Ríoja
EMU S.A.	Santa Fe	POLIRESINAS SAN LUIS S.A.	San Luis
ENERGIT ELECTRÓNICA DE POTENCIA S.	CABA	PREMA COMPAÑÍA DEL SUR S.A.	Chubut
EURO TECHNIQUES S.A.	CABA	S.A. Lito Gonella e Hijo I.C.F.I	Santa Fe
EXEMYS SRL	CABA	SECIN S.A.	Buenos Aires
FAMMIE FAMI S.A.	CABA	SEIRE S.A.	Buenos Aires
FAPA S.A.	Buenos Aires	SICA METALÚRGICA ARGENTINA S.A.	Santa Fe
FARADAY S.A.	Buenos Aires	SIDERSA S.A.	Buenos Aires
FERMA S.A.	Santa Fe	SULLAIR ARGENTINA S.A.	San Luis
FIMACO S.A.	Santa Fe	TADEO CZERWENY S.A.	Santa Fe
FOHAMA Electromecánica S.R.L	CABA	TANDANOR S.A.	CABA
FUNDICION SAN CAYETANO S.R.L.	Buenos Aires	TECMACO INTEGRAL S.A.	Buenos Aires
HEMPEL ARGENTINA S.R.L.	Buenos Aires	TECMES INSTRUMENTOS ESP. S.R.L.	CABA
HT S.A.	Buenos Aires	TORRES AMERICANAS S.A.	Buenos Aires
INDUSTRIA BASICA S.A.	Buenos Aires	TUBOS TRANS ELECTRIC S.A.	Córdoba
INDUSTRIAS BASS SRL	Chubut	TYCSA	Buenos Aires
INDUSTRIAS KC	CABA	VASILE & CIA SACI	Buenos Aires
IND. MET. PESCARMONA S.A.I.C & F.	Mendoza	VMC Refrigeración S.A.	Santa Fe
Industria Metalúrgica Sud Americana	Buenos Aires	ZOLODA S.A.	Buenos Aires
INFAS.A.	Chubut		

Fuente: Cluster Eólico

Acuerdos multilaterales y bilaterales celebrados por Argentina en materia nuclear

Acuerdo	País / Organismo	Propósito	Año de firma	Año de entrada en vigencia	Duración
Tratado de No Proliferación de las Armas Nucleares (NPT Treaty)	Multilateral	No proliferación de las armas nucleares	1995	1995	Ilimitada
Tratado de Tlatelolco	Multilateral	Prohibición de las armas nucleares en Latinoamérica y el Caribe	1993	1994	Ilimitada
Acuerdo Cuatripartito	Brasil - ABACC - IAEA	Aplicación de salvaguardias a todos los materiales nucleares en todas las actividades nucleares realizadas dentro de sus territorios, bajo su jurisdicción o efectuadas bajo su control en cualquier lugar, a efectos únicamente de verificar que dichos materiales no se desvían hacia armas nucleares u otros dispositivos nucleares explosivos.	1991	1994	Ilimitada
Acuerdo para promover los usos pacíficos de la energía nuclear	EURATOM	Utilización de la energía nuclear para fines pacíficos	1996	1997	10 años (renov. Autom. por 5 años)
Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nuclear en Latinoamérica	Multilateral	Promoción del desarrollo de la ciencia nuclear y la tecnología relacionada	1998	2005	10 años (renovación automática por 5 años)
Acuerdo de Cooperación para el uso pacífico de la energía nuclear	Brasil	Utilización de la energía nuclear para fines pacíficos	1980	1993	10 años (renovación automática por 2 años)
Protocolo de Cooperación para la notificación inmediata y mutua asistencia en caso de accidentes nucleares o emergencias radiológicas	Brasil	Asistencia inmediata ante accidentes nucleares o emergencias radiológicas	1986	1986	Ilimitada
Declaración conjunta sobre la creación de la Agencia Brasileño-Argentina de Aplicaciones de la Energía Nuclear	Brasil	Agencia destinada a promover e intensificar la cooperación entre ambos países en el campo de las aplicaciones de la energía nuclear, identificando áreas para elaborar y ejecutar proyectos conjuntos y establecer mecanismos para facilitar su implementación.	2001	2001	Ilimitada
Declaración Conjunta de los Presidentes	Brasil	Constitución de la Comisión Binacional de Energía Nuclear (COBEN) para discutir la estrategia de la cooperación futura en el campo nuclear, así como también para identificar proyectos concretos de cooperación bilateral	2008	2008	Ilimitada
Acuerdo para promover los usos pacíficos de la energía nuclear	Chile	Utilización de la energía nuclear para fines pacíficos	1983	1983	5 años (renov. anual)
	Uruguay		1968	1972	Ilimitada
	Perú		1968	1969	Ilimitada
	China		1985	1989	15 años (renov. Autom. por 5 años)
Memorandum de Entendimiento	China	Promoción de las inversiones recíprocas con el China. Los sectores de interés para la Argentina contemplados en este documento son energía eólica; biocombustibles; minería; procesamiento de alimentos; infraestructura y transporte; industria forestal; productos farmacéuticos y veterinarios; maquinaria agrícola y energético.	2010	2010	-
Acuerdo de colaboración para la construcción de central nuclear en Argentina	China	Contribuir entre las partes al desarrollo de un reactor de tubos de presión y agua pesada	2014	-	-
Acuerdo para promover los usos pacíficos de la energía nuclear	Estados Unidos	Utilización de la energía nuclear para fines pacíficos	1996	1997	30 años
Acuerdo de colaboración para el Proyecto MEGAPORTS	Estados Unidos	Contribuir a la prevención del tráfico ilícito de material nuclear o radiactivo	2010	En proceso de aprobación	5 años (renovación automática por 5 años)
Memorandum de Entendimiento	Estados Unidos	Firmado con el Departamento de Energía de Estados Unidos para la cooperación del desarrollo de tecnologías de energías limpias	2010	2010	-

Fuente: IAEA (2016).