



Informes de Cadenas de Valor

Energías renovables y alternativas

Año 8 - N° 70 - noviembre 2023
ISSN 2525-0221



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Planificación del
Desarrollo y la Competitividad Federal

Subsecretaría de Planificación
Federal y Proyectos Prioritarios

Energías renovables y alternativas | Índice de contenidos

Resumen ejecutivo	03
1. Fuentes de energías renovables	04
1. Distribución territorial del recurso	07
2. Caracterización del sector	13
3. Cadenas del valor de las energías renovables	18
4. Sector eléctrico en Argentina	24
5. Dinámica internacional	32
6. Generación renovable en Argentina	38
7. Políticas Públicas	43
2. Energías alternativas: nuclear	47
1. Cadena productiva de la energía nuclear	48
2. Evolución del sector nuclear en Argentina	49
3. Actualidad del sector nuclear en Argentina.....	50
4. Contexto internacional del sector nuclear	51
3. Energías alternativas: hidrógeno	52
4. Bibliografía y Fuentes	54

Energías renovables y alternativas | Resumen ejecutivo

- ▶ Las energías renovables representan el 11,8% de la potencia instalada de la Argentina para el año 2022. Sobre un total de 42.927 MW, 5.062 MW son de fuentes de generación renovables.
- ▶ La distribución de la potencia instalada en las renovables está encabezada por la energía eólica con 7,7%, le sigue la solar con 2,5%, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos o PAH con 1,2%, la biomasa y el biogás con 0,2% cada uno.
- ▶ La generación de energía eléctrica de fuente renovables alcanzó los 19.340 GWh en el año 2022, un 13,9 % del total generado (138.747 GWh sin considerar las importaciones).
- ▶ La distribución territorial de la generación renovable está directamente relacionada a la ubicación del recurso. La Patagonia ofrece excelentes condiciones para la eólica, la región de Cuyo y el Norte es favorable para la solar y donde existen ríos de cordillera o de sierras predomina la hidroeléctrica de menor escala. Por último, en la región Centro o Nordeste, la abundancia de materia orgánica permite generar energía con biomasa o biogás.
- ▶ El Sistema Argentino de Interconexión (SADI) posibilita, con redes de alta tensión, el transporte de energía eléctrica y la interconexión entre las regiones del país.
- ▶ La matriz de generación mundial es principalmente fósil (61%) pero viene perdiendo participación por la aparición de las renovables, principalmente impulsadas por la solar y la eólica.
- ▶ En Argentina, la mejora la participación de las renovables en la generación eléctrica proviene de la sanción de leyes y regulaciones propicias para el desarrollo del sector, además de un contexto mundial hacia ese tipo de energías y una reducción de costos considerable.
- ▶ Entre las fuentes alternativas de generación eléctrica, la actividad nuclear cuenta con tres centrales en funcionamiento en el país que generan el 7% de la energía total y con más de 70 años de experiencia que la respaldan.
- ▶ En la transición energética hacia una matriz de generación con menor emisión de CO₂, el hidrógeno se abre como una posibilidad de generación limpia en complemento con las renovables y la nuclear.

1. Fuentes de energías renovables

1. Fuentes

- ▶ Las energías renovables (EE.RR.) son aquellas fuentes energéticas basadas en la utilización del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente, según la definición de la Secretaría de Energía de la Nación.
- ▶ La ley N° 27.191 define específicamente las siguientes fuentes de energías renovables:

Fuentes	Características
Eólica	Aprovechamiento de la energía cinética del viento para transformarlo en electricidad.
Solar térmica	Utilización del calor de la radiación solar para obtener indirectamente energía.
Solar fotovoltaica	Conversión de la luz solar directamente en energía eléctrica.
Geotérmica	Aplicación del calor natural de la tierra y de los gradientes de temperatura de las diferentes profundidades en la generación de energía.
Mareomotriz	Producción de energía con el empleo de las diferencias entre mareas (pleamar y bajamar).
Undimotriz	Captación de la energía contenida en las olas producidas en la superficie del mar por acción del viento.

1. Fuentes

Fuentes	Características
Otras energías marinas	Obtención de energía a partir de la cinética de las corrientes marinas, de las diferencias de salinidad o de las distintas temperaturas por diferencias de profundidad.
Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos (PAH) ^[1]	Transformación en electricidad de la energía potencial (almacenamiento) y la producida a raíz del movimiento del agua (corrientes o saltos).
Biomasa	Producción de electricidad a partir de centrales térmicas que utilizan leña, residuos forestales, agrícolas y/o ganaderos como combustible.
Biogás	Utilización de gases de vertedero, gases de plantas de depuración o lodo de depuradoras para combustionar en centrales térmicas.
Biocombustibles ^[2]	Energía obtenida por la combustión de derivados de biomasa o biogás que no estén alcanzados por la ley de biocombustibles.

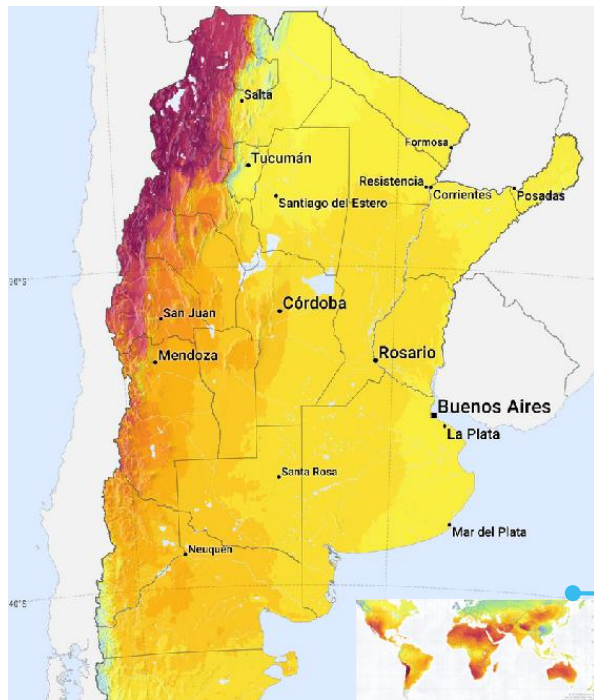
^[1] El límite de potencia establecido por la ley para los proyectos de centrales hidroeléctricas es de hasta cincuenta megavatios (50 MW). En cambio, las centrales de mayor potencia se consideran fuentes de energía de origen hidráulica.

^[2] Excepto los usos previstos en la Ley N° 26.093, es decir, bioetanol, biodiesel y biogás, que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos a fines de utilizarse en cortes con combustibles fósiles.

1.1. Distribución territorial del recurso

1.1. Distribución territorial del recurso

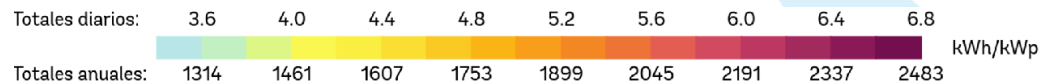
Potencial eléctrico fotovoltaico



Radiación solar

- ▶ El sol es el recurso generador y se encuentra a 150 millones de kilómetros de la tierra.
- ▶ La radiación solar es la energía que transmite el sol por medio de ondas magnéticas. El planeta intercepta una parte muy ínfima de esa radiación.
- ▶ A nivel mundial, la Argentina cuenta con una región que recibe alta radiación solar.
- ▶ La zona Noroeste del país y parte de Cuyo brindan un alto potencial para el desarrollo de plantas de energía fotovoltaica a escala comercial.

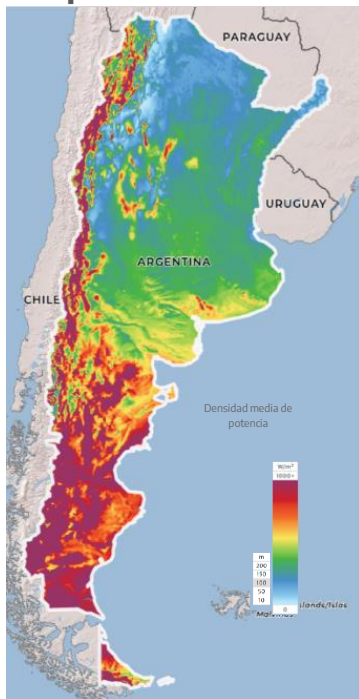
Promedios de largo plazo del potencial eléctrico fotovoltaico (1999-2018)



Fuente: Extraído de Global Solar Atlas - Solargis.

1.1. Distribución territorial del recurso

Densidad media de potencia eólica

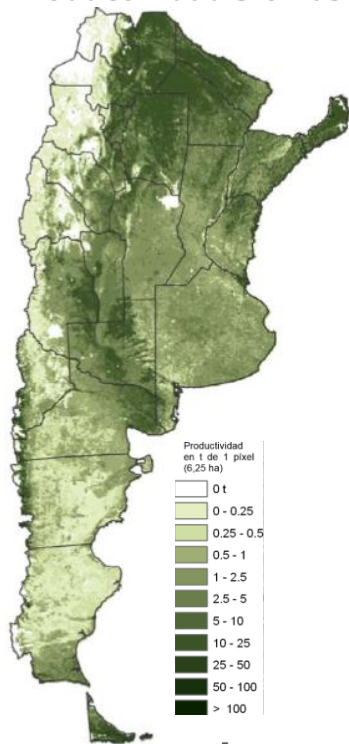


Viento

- ▶ El uso del viento estuvo ligado principalmente al transporte (navegación), a la obtención de agua y a la molienda. Actualmente, se posiciona como una fuente relevante de generación de energía eléctrica.
- ▶ El viento es aire en movimiento producto de las diferencias de presión en la atmósfera.
- ▶ La intensidad y la dirección dependen de la magnitud de estas diferencias y de su posición en una determinada región.
- ▶ La potencia del viento por la unidad de superficie determina la densidad de potencia del viento, a mayor densidad media de potencia eólica mejor calidad del recurso eólico.
- ▶ En la zona patagónica y en el sur de la provincia de Buenos Aires las velocidades medias de los vientos van de los 12 a los 9 metros por segundo respectivamente, siendo estas superiores a la media mundial.

1.1. Distribución territorial del recurso

Productividad biomásica



Ministerio de
Economía

**primero
la gente**

Biomasa

- ▶ El origen de la energía contenida en la biomasa proviene de la luz solar con la cual las plantas verdes realizan la fotosíntesis.
- ▶ En este proceso la energía solar se transforma en energía química y se acumula en diferentes compuestos orgánicos y es transformada o incorporada por el reino animal, incluyendo al ser humano.
- ▶ Las fuentes directas de biomasa están vinculadas a la cobertura del suelo y su uso, en donde se engloban las plantaciones forestales, los bosques nativos y las plantaciones de cultivos (olivos, caña de azúcar, arroz, viñedos, cítricos y otros frutales de huerto).
- ▶ Las fuentes indirectas están ligadas a plantas industriales y sus residuos, por ejemplo los aserraderos, la industria algodonera, los molinos arroceros, la industria de caña de azúcar, la industria aceite de oliva y las procesadoras de frutas.
- ▶ En la Argentina se concentran condiciones ecológicas adecuadas y diversas para el desarrollo de la biomasa como insumo de energía, fundamentalmente localizadas en la zona centro y norte del país.

Fuente: Extraído de: Drigo et al (2009)

1.1. Distribución territorial del recurso

Mar

- ▶ El mar es una fuente de energía aprovechable en distintas formas por los procesos que allí se generan:
 - Diferencias de mareas (mareomotriz);
 - Movimiento de las olas (undimotriz);
 - Diferencias térmicas por profundidad;
 - Corrientes marinas;
 - Biomasa marina;
 - Contrastes químicos (agua salada y dulce).
- ▶ El Mar Argentino está entre los de mayor altura de marea media y mejor velocidad de corrientes.
- ▶ La Patagonia ofrece un gran potencial de generación porque cuenta con una diferencia entre alturas de mareas superior a los 8 metros y, consecuencia de esto, velocidades óptimas en las corrientes.

Geotérmica

- ▶ La energía geotérmica es el calor interno de la Tierra. Esta energía aumenta a medida que se incrementa la profundidad por su mayor cercanía al núcleo terráqueo.
- ▶ Las condiciones necesarias para la generación eléctrica geotérmica son:
 - Calor proveniente de la tierra;
 - Agua y/o vapor (transmisor);
 - Estructura de roca permeable y capa impermeable.
- ▶ La Argentina tiene potencial, tanto para generación eléctrica como para calefacción, en la zona cordillerana de las provincias de Neuquén, Mendoza, San Juan, La Rioja, Salta y Jujuy.

1.2. Caracterización del sector

1.2. Caracterización del sector

En la Argentina, se han desarrollado proyectos de **generación** de energía eléctrica de escala a partir de **cinco tipos de fuentes de energías renovables** distribuidos en todo el territorio:



Energía eólica

Litoral atlántico

Chubut (38%)
Buenos Aires (37%)
Santa Cruz (11%)



Energía solar

Región andina y subandina

Jujuy (28%)
Salta (28%),
San Juan (28%)
Catamarca (5%)



Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos

Salto y represas para generación (< a 50 MWh)

Córdoba (18%)
Mendoza (18%)
San Juan (11%)
Santiago del Estero (11%)
Río Negro (11%)



Biomasa

Zonas de cultivos y producciones ganaderas

Corrientes (51%)
Misiones (18%)
Córdoba (11%)
Salta (9%)
Chaco (8%)



Biogás

Zonas agrícola - ganadera y/o cordones urbanos.

Buenos Aires (46%)
Córdoba (21%)
Santa Fe (18%)
San Luis (10%)

1.2. Caracterización del sector

Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía

Meta obligatoria: 20% del consumo de energía eléctrica nacional (31 de diciembre de 2.025)*

Participación mundial: 25% de la generación eléctrica (incluye hidráulica).

Potencia instalada

Total: 42.927 MW

EE. RR.: 5.062 MW (11,8%)

Eólica: 7,7 %
Solar: 2,5%
P.A.H.: 1,2%
Biomasa: 0,2%
Biogás: 0,2%

Generación con fuentes EE.RR.

2012: 1.974 GWh (1,6%)**

2022: 19.340 GWh (13,9%)**

Mayor aporte:
energía eólica y solar

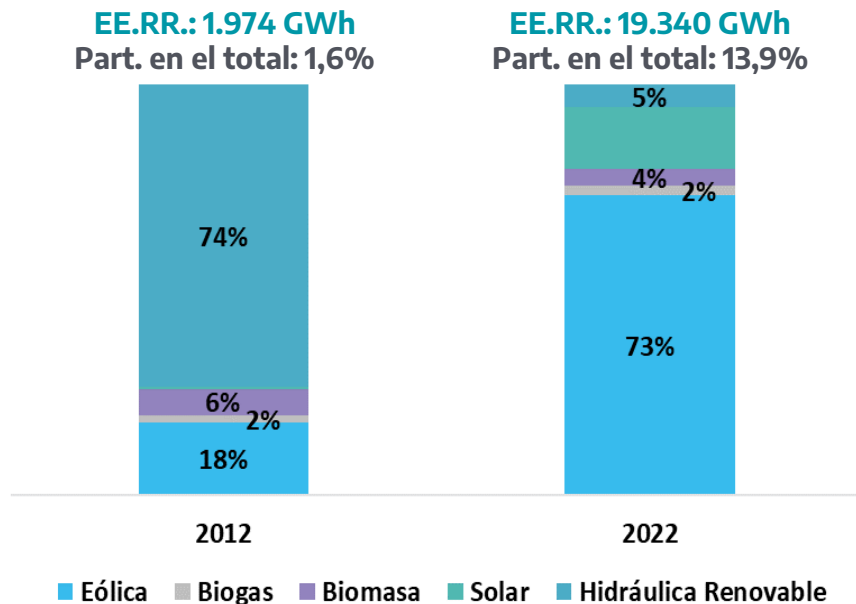
* Dentro de la meta obligatoria no está incluida a energía eléctrica de origen hidráulico. La actual legislación (Ley N° 26.190, N° 27.191 y sus modificatorias) considera únicamente como energías renovables de origen hidráulico a los Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos (PAH) de hasta cincuenta megavatios (50 MW) de potencia. En tanto a nivel mundial las energía hidroeléctrica en todas sus versiones es considerada renovable.

**Porcentajes sobre el total de Generación eléctrica sin incluir importaciones.

1.2. Caracterización del sector

Oferta de energía* renovables por tecnología.

en GWh y %

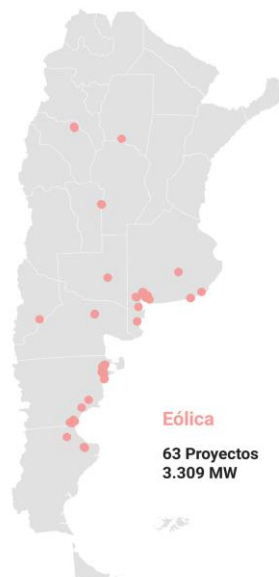


- ▶ Las principales empresas generadoras de energías renovables son Genneia, Petroquímica Comodoro Rivadavia, YPF Luz, Goldwind, JEMSE, Pampa Energía y Central Puerto entre otras.
- ▶ En cuanto a la generación por proyecto, el parque eólico Mataco 3 picos (PCR) ubicado en Tornquist provincia de Buenos Aires con 203 MW de potencia. Durante 2022, fue el mayor generador de energía eléctrica renovable con 920.791 MWh.
- ▶ En tanto, de energía solar, el parque La Puna Solar (Neoen), instalado en la provincia de Salta, aportó 308.587 MWh siendo el líder de esta tecnología en ese año.

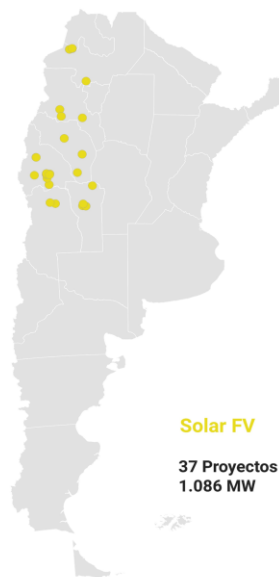
1.2. Distribución territorial

de los proyectos de energías renovables en operación a gran escala y potencia instalada

Eólica



Solar Fotovoltaica

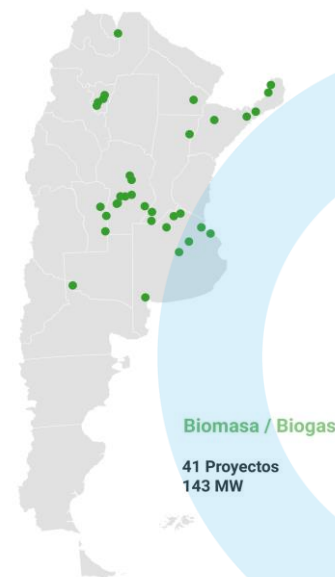


PAH

Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos

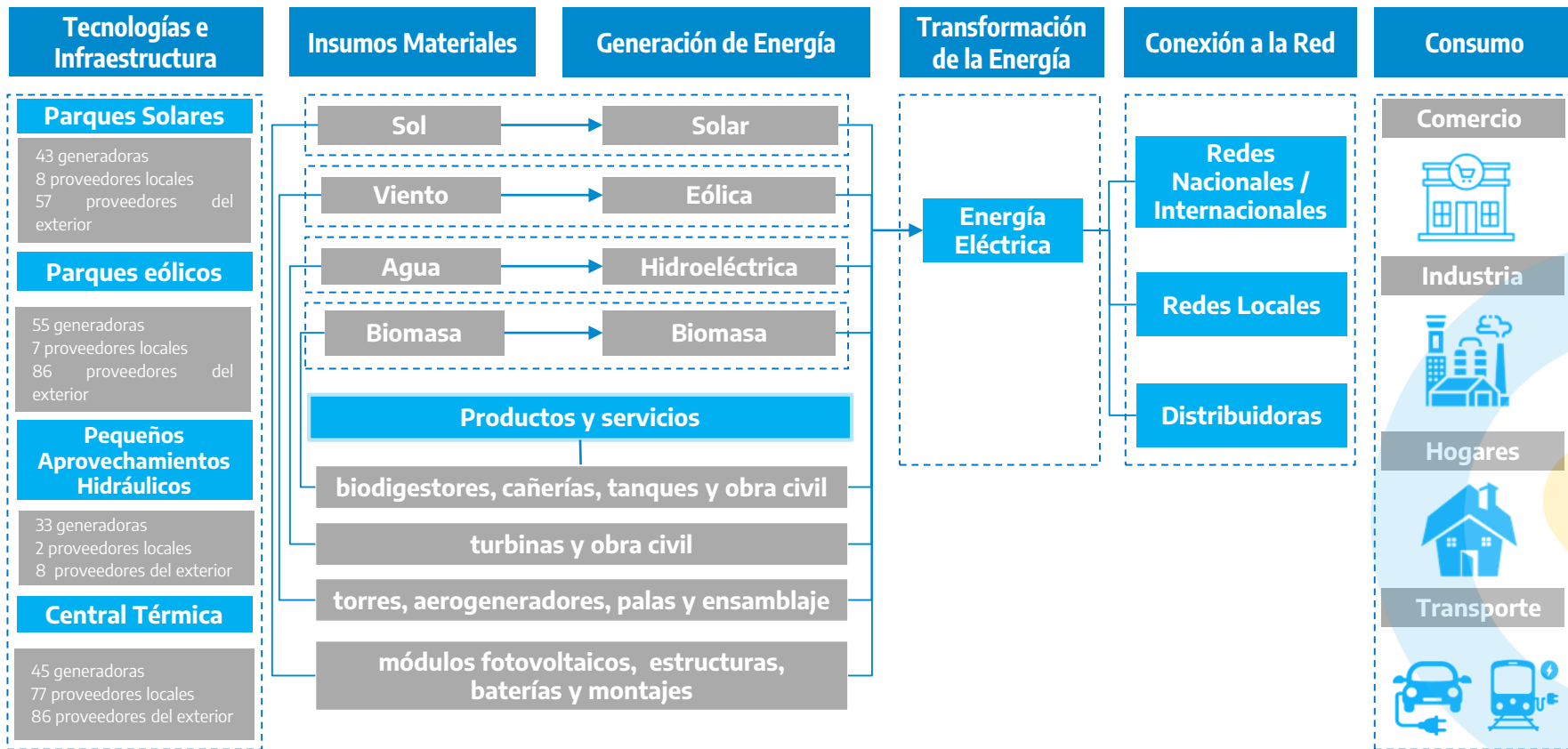


Biomasa / Biogás

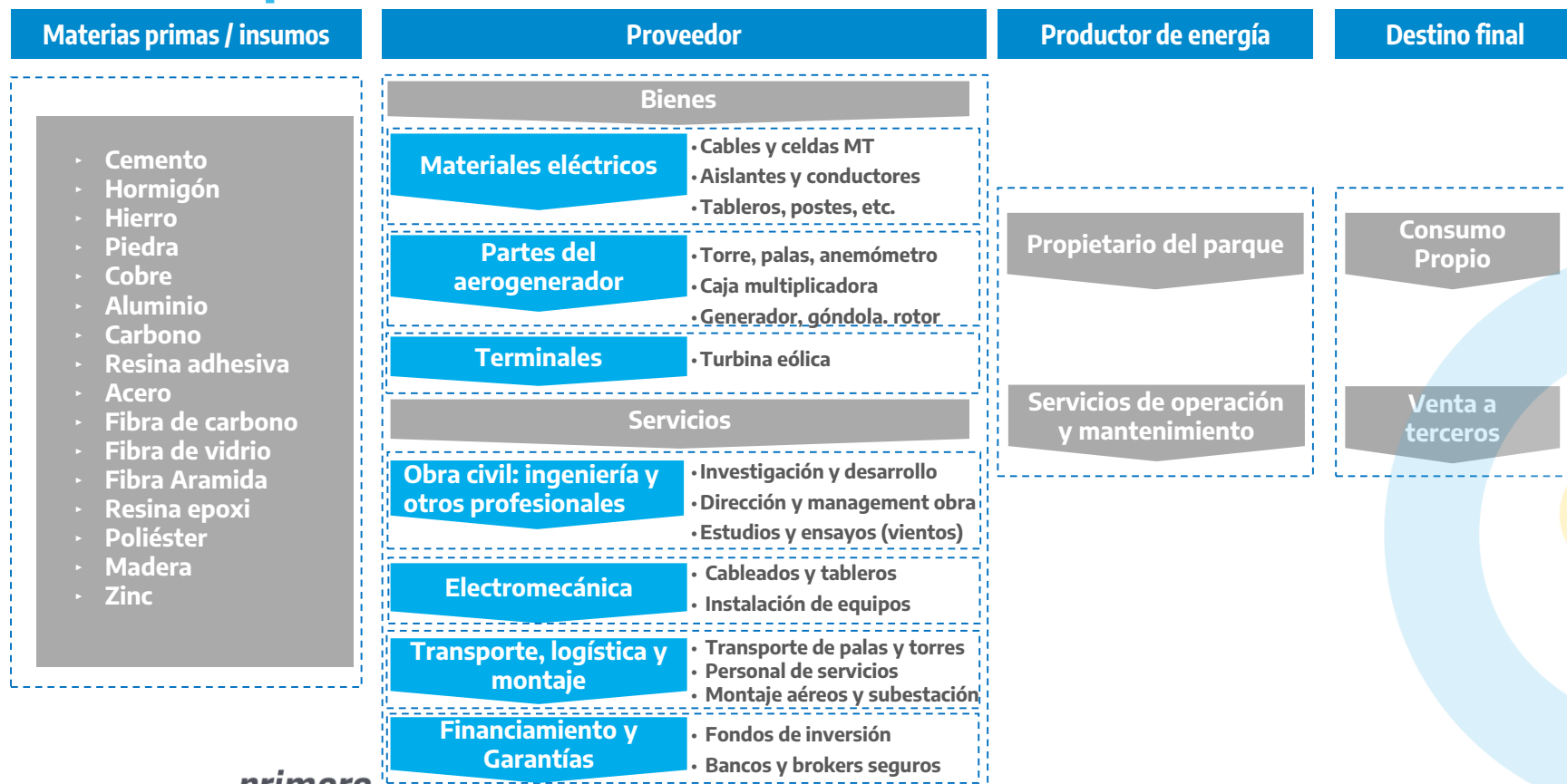


1.3. Cadenas de valor de las energías renovables

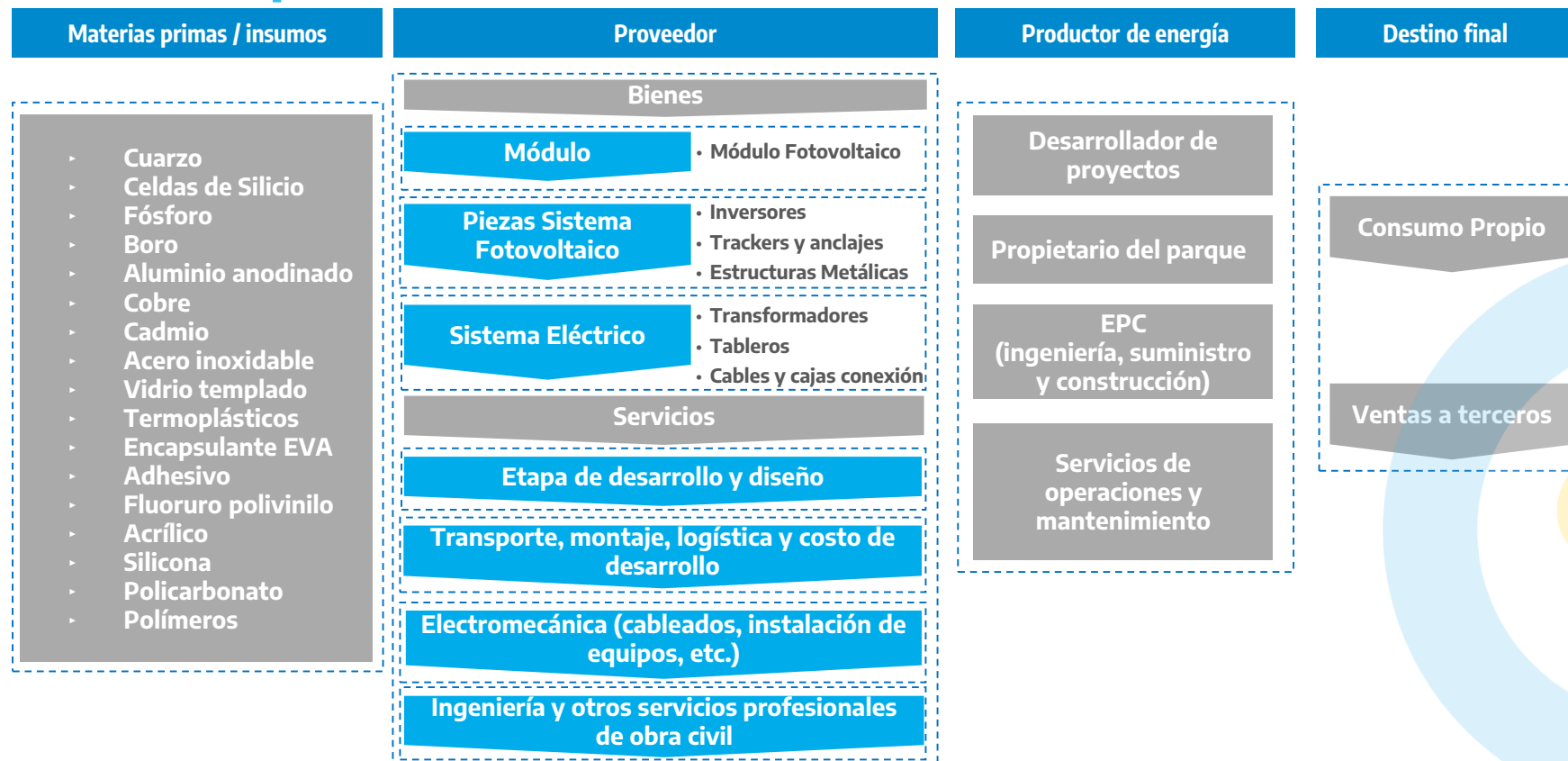
1.3. Cadena productiva del sector Energías Renovables



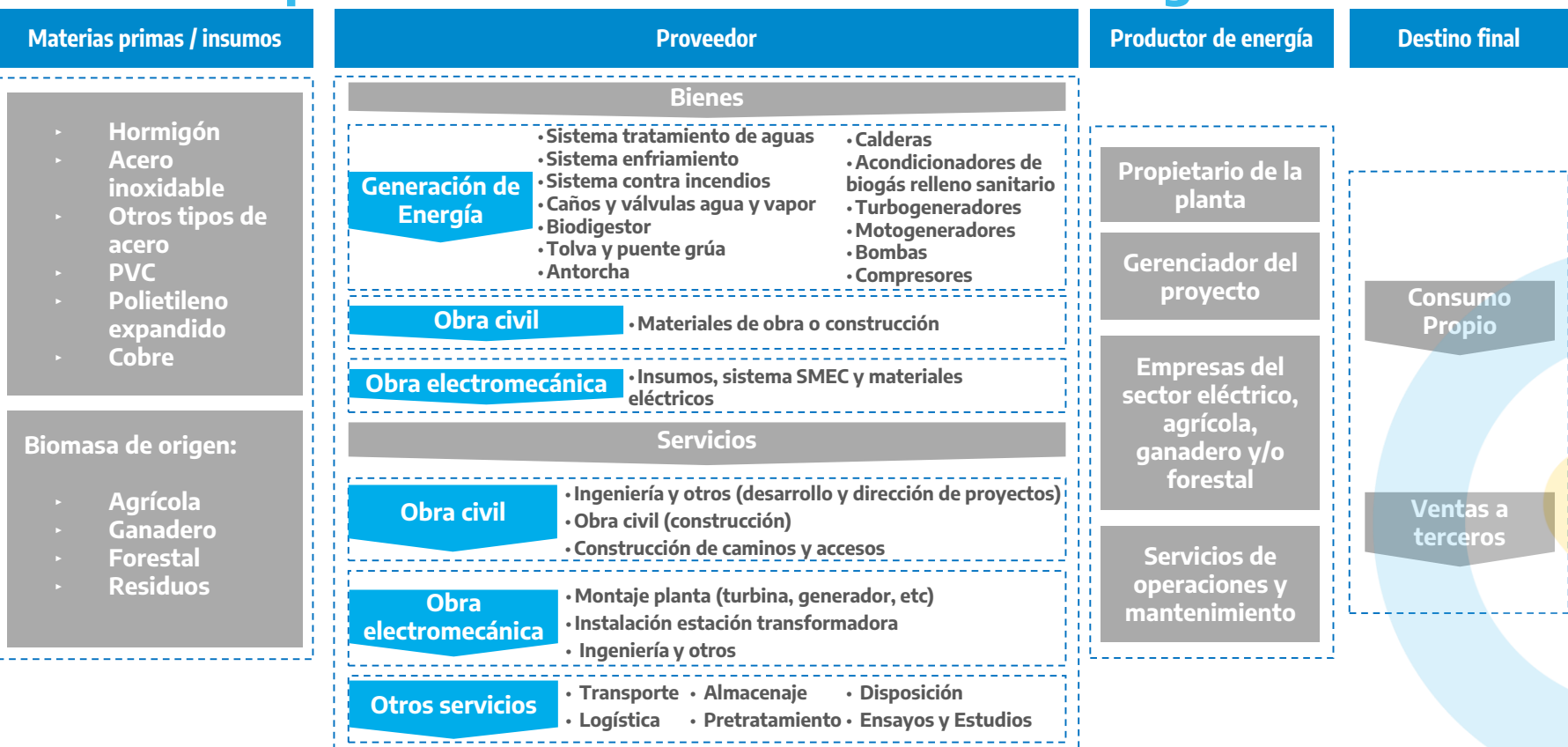
1.3. Esquema de la cadena de valor eólica



1.3. Esquema de la cadena de valor solar fotovoltaica



1.3. Esquema de la cadena de valor bioenergías



1.3. Cadena de valor pequeños aprovechamientos hidroeléctricos

Materias primas / insumos

- ▶ Hormigón
- ▶ Cemento
- ▶ Hierro
- ▶ Piedra
- ▶ Acero
- ▶ Inoxidable
- ▶ Otros tipos de acero
- ▶ Cobre
- ▶ PVC
- ▶ Otros plásticos
- ▶ Curso de agua

Proveedor

Bienes	
Generación de Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Caños • Turbinas hidráulicas • Tornillo de Arquímedes • Compuertas • Hélices • Válvulas • Bombas • Ataguías • Tuberías • Rejas • Celdas media tensión • Cables
Obra civil	• Materiales de obra o construcción
Obra electromecánica	• Equipamiento eléctrico
Servicios	
Obra civil	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería y otros (desarrollo y dirección de proyectos) • Obra civil (construcción y excavación) • Construcción de caminos, puentes, accesos y canales
Obra electromecánica	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje de planta • Transformadores • Ingeniería y otros • Generadores • Instalación de turbina • Compuertas
Otros servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte • Logística • Movimiento de tierras • Desagüe y riego

Productor de energía

- Propietario de la planta
- Empresas del sector eléctrico y agrícola
- Servicios de operaciones y mantenimiento

Destino final

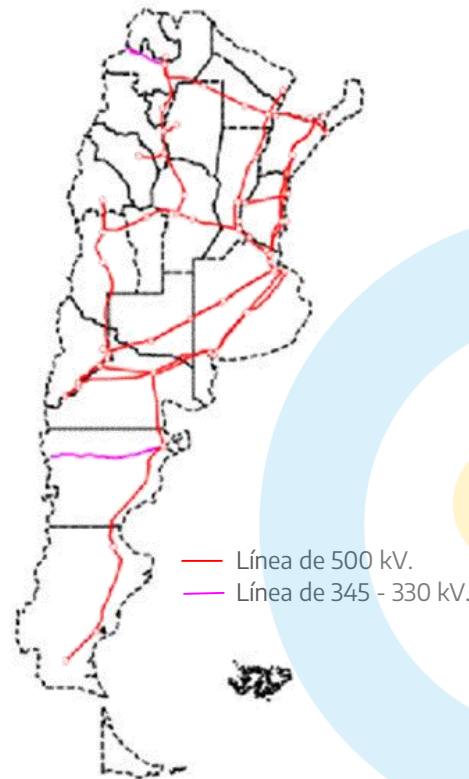
- Consumo Propio
- Ventas a terceros

1.4. Sector eléctrico en Argentina

1.4. Sistema Eléctrico Argentino

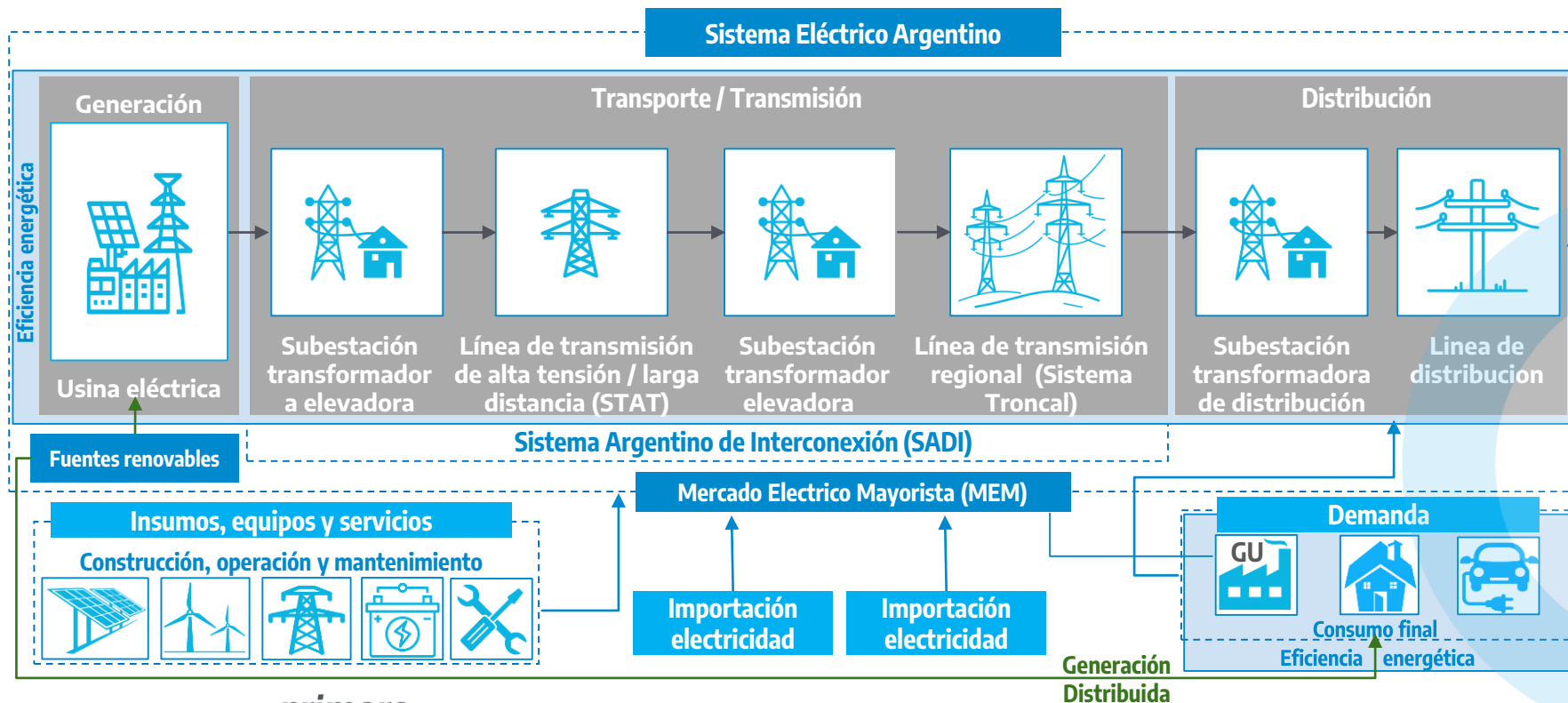
- ▶ El Sistema Argentino de Interconexión (SADI) es un tendido de alta tensión, por medio del cual se recolecta y transporta toda la electricidad del país.
- ▶ La red permite que todas las regiones de Argentina estén interconectadas a un suministro eléctrico único y común.
- ▶ Hay dos subsistemas dentro del SADI, un sistema de transporte de energía eléctrica de alta tensión que une regiones y un sistema troncal que une generadores con distribuidores.
- ▶ El sistema tiene distintos componentes:
 - Generación de la energía.
 - Transporte de la electricidad.
 - Distribución de la electricidad a los consumidores.
 - Consumidores finales.

Transporte eléctrico: SADI



Fuente: Extraído de CAMMESA

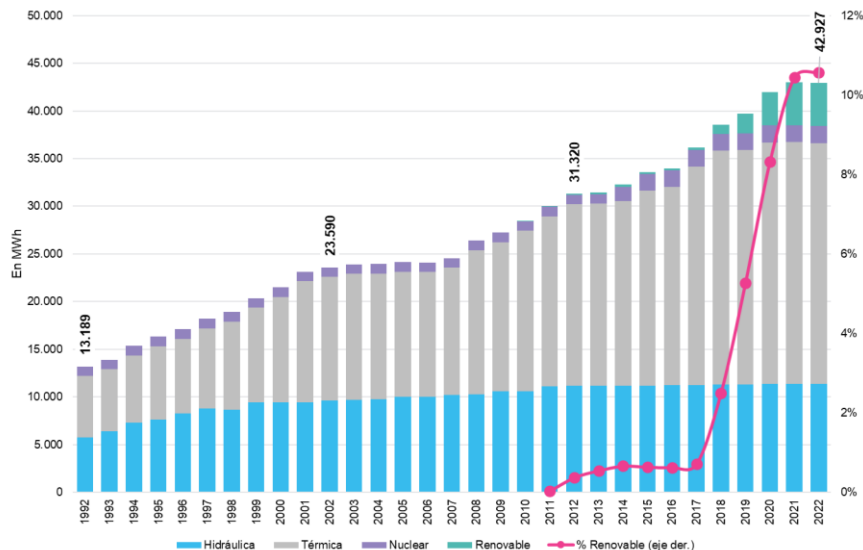
1.4. Sistema Eléctrico Argentino



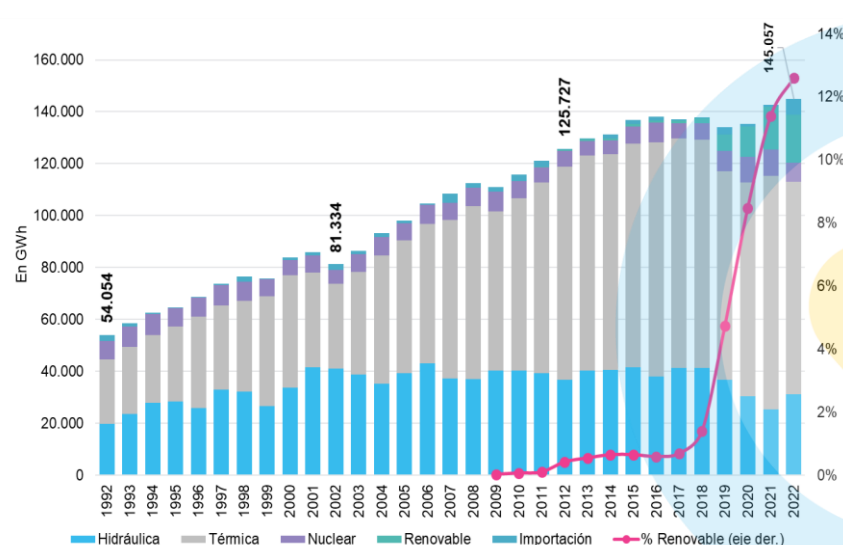
1.4. Matriz eléctrica nacional

La participación de las renovables comienza a ser significativa, tanto en potencia instalada como en la generación, a partir de la implementación de la Ley N° 27.191 de octubre de 2015 (modificatoria de la Ley N° 26.190 de enero de 2007) que fomenta este tipo de energía.

Evolución de la Potencia instalada (en MW)

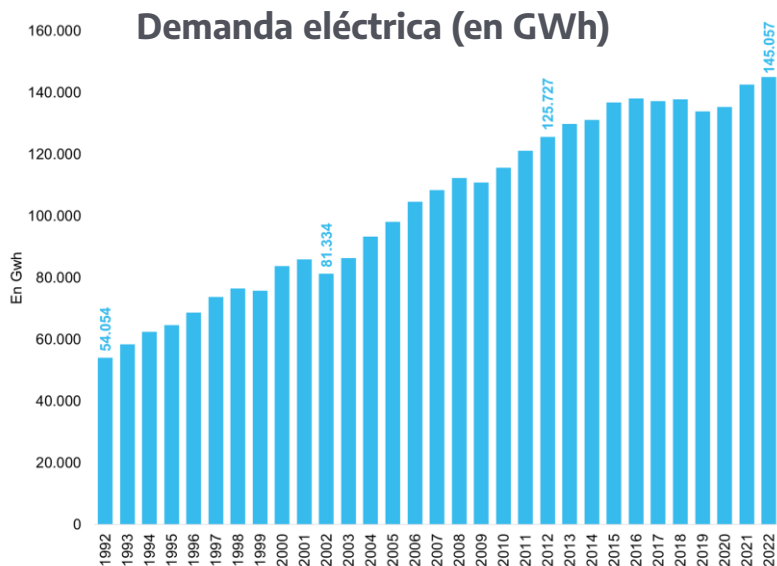


Evolución de la Generación (en GWh)

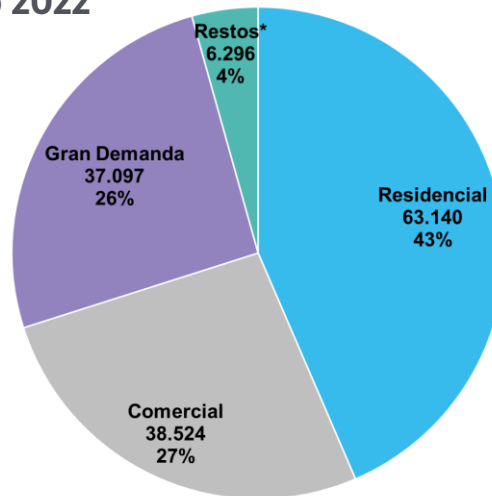


1.4. Matriz eléctrica nacional

- ▶ La demanda de energía eléctrica fue creciente a lo largo de los últimos 30 años a un ritmo promedio anual del 3,3%.
- ▶ Para 2022, el principal componente de la demanda es el residencial con el 43% de total, seguido por comercial (27%), grandes usuarios (26%) y el resto con el 4%.



**Demanda eléctrica por usuario (en GWh y %)
Año 2022**



Demanda Local

=
Residencial

+

Comercial

+

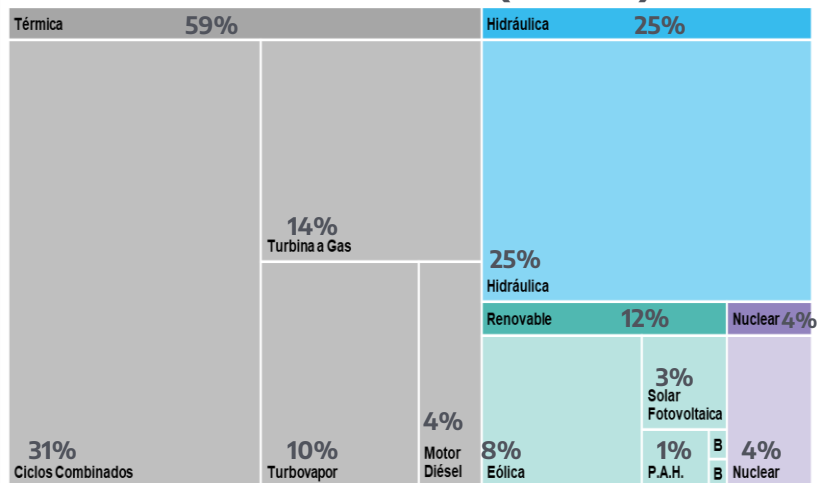
Gran demanda

**138.760
GWh
95,7%**

1.4. Matriz de generación eléctrica nacional

En la matriz eléctrica nacional la generación a partir de combustibles fósiles alcanzó el 59% de la potencia instalada y de la generación del año 2022. Ese mismo año, las fuentes de energía hidráulica constituyeron el 25% de la potencia instalada y el 22% de la generación. Las fuentes de energías renovables representaron el 12% y 14% de la potencia instalada y generación, respectivamente. Por último, la energía nuclear alcanzó el 4% de la potencia instalada y el 5% de la generación de dicho año.

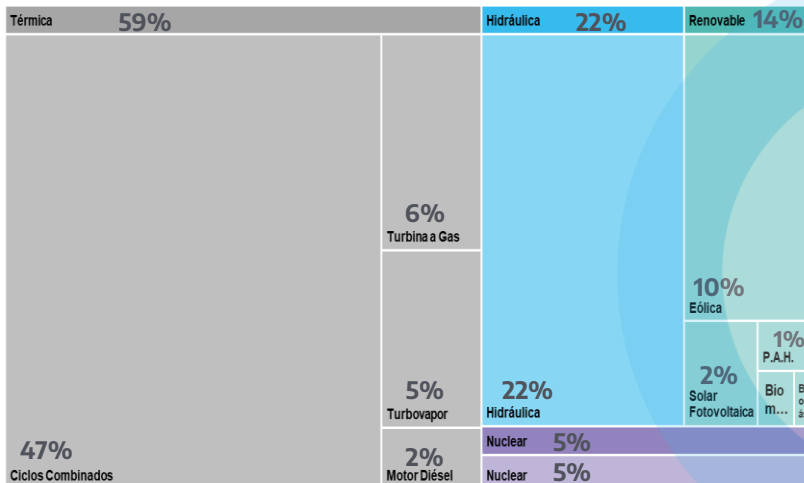
Potencia instalada (en MW)



■ Hidráulica ■ Térmica ■ Nuclear ■ Renovable

Potencia:
42.927 MWh

Generación* (en GWh)



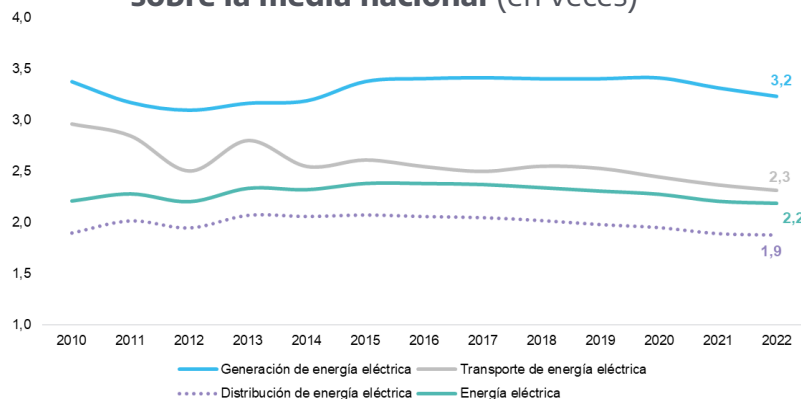
■ Hidráulica ■ Térmica ■ Nuclear ■ Renovable

Generación:
138.746 GWh

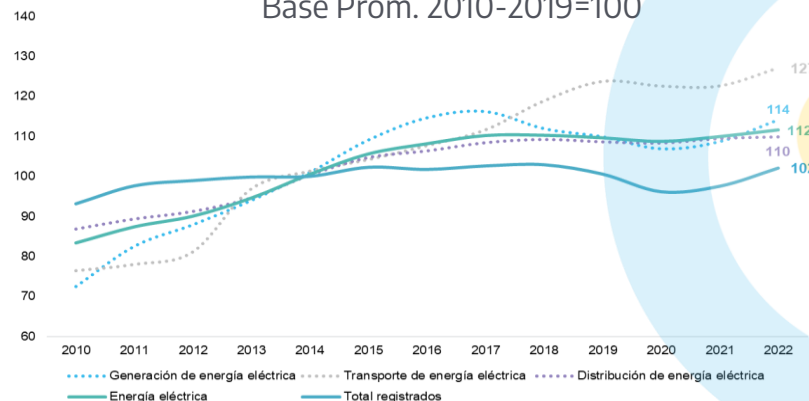
1.4. Empleo

- ▶ El sector eléctrico alcanzó 50.760 trabajadores registrados promedio en 2022, representando el 0,8% del total. Está compuesto por los segmentos de generación (10.713; 21%), transporte (2.786; 5%) y distribución de la energía eléctrica (37.260; 73%).
- ▶ El sector tiene una remuneración 2,2 veces por encima de la media nacional en el que sobresale la generación con 3,2 veces.
- ▶ El nivel de empleo del sector se muestra estable en los últimos 5 años aunque tuvo una mayor dinámica si se lo compara con el promedio nacional: mientras que se encuentra 12% por encima del promedio 2010-2019, el promedio está +2%. Dentro de los segmentos, el que tuvo mejor desempeño relativo fue la generación de energía eléctrica con un aumento del 12% sobre el mismo período.

Evolución de la brecha salarial sobre la media nacional (en veces)



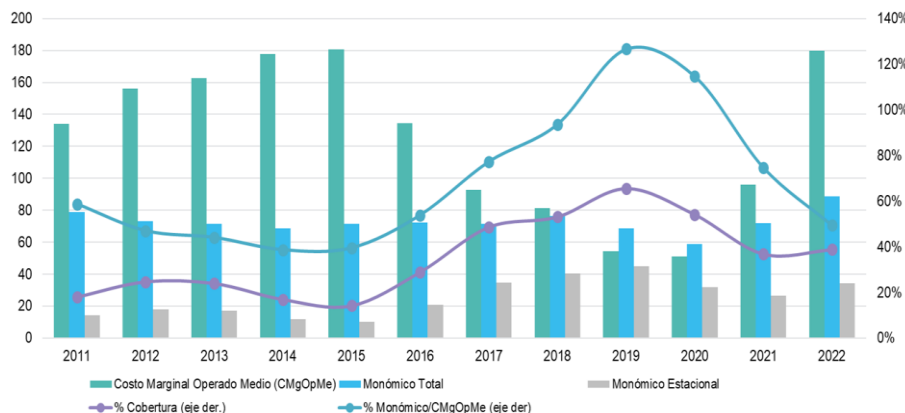
Evolución del empleo registrado
Base Prom. 2010-2019=100



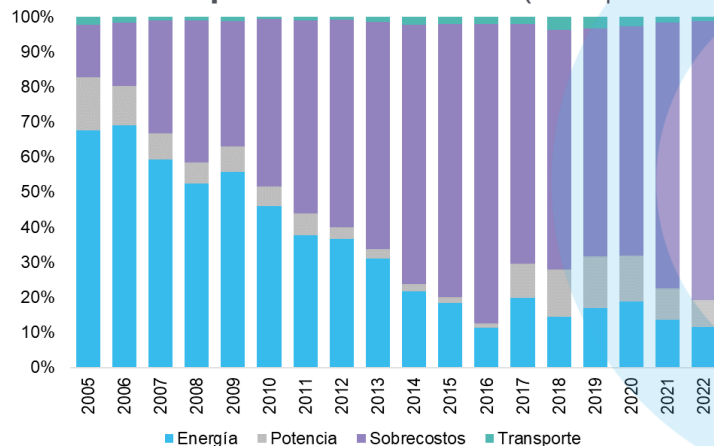
1.4. Precio de energía eléctrica

- El precio monómico (el precio mayorista de la energía eléctrica) está conformada por el costo de la generación de la energía, de la potencia, transporte y los sobrecostos que puede existir en el proceso. En tanto, las distribuidoras adquieren la energía al precio monómico estacional (energía, potencia y transporte) que, en los últimos cinco años, cubrió en promedio el 50% del costo mayorista. El resto fue absorbido por CAMMESA y el Estado Nacional mediante transferencias corrientes (subsidios). No obstante, el precio monómico no alcanzó a cubrir el costo operativo de generación: representó cerca del 50%.
- Entre 2005 y 2022, la participación de la energía sobre los costos fue perdiendo espacio en detrimento de los sobrecostos. Más precisamente, la energía se redujo 56 p.p. (68% vs 11%), los sobrecostos aumentaron 65 p.p. (15% vs 80%).

Evolución de precios (en USD/MWh | 2005-2022)



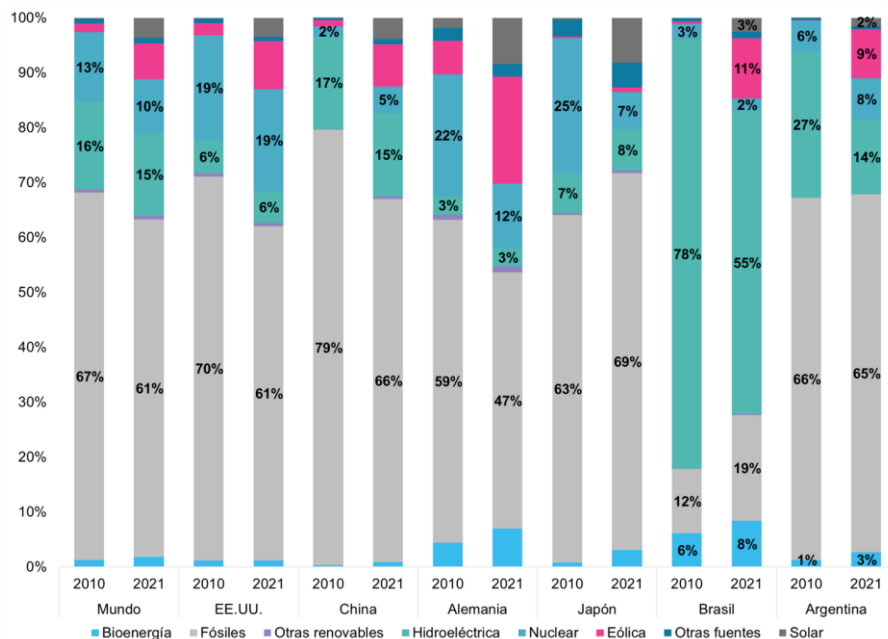
Estructura de precios del monómico (en % | 2005-2022)



1.5. Dinámica internacional

1.5. Matriz y Generación Energética Mundial

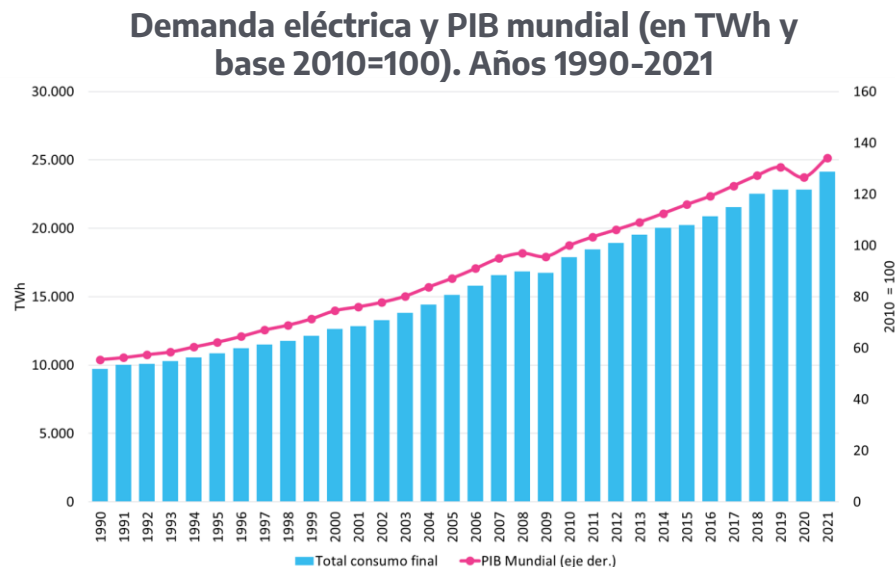
**Generación de energía eléctrica según fuente primaria.
Países seleccionados. Año 2010-2021.**



- La generación mundial de energía eléctrica se basa principalmente en fuentes de energía fósiles (petróleo y gas) aunque, entre 2010 y 2021, se redujo la participación del 67% al 61%.
- De los países seleccionados, EE.UU., China, Alemania y Argentina redujeron en su matriz las fuentes fósiles, en tanto Brasil y Japón las aumentaron.
- Brasil, entre 2010 y 2021, redujo la participación del 78% a 55% de su principal fuente (hidroeléctrica). Aumentó la utilización de energía eólica (+22 pp), fósiles (+8 pp), solar y bioenergía, entre otras.
- Para el primer grupo de países (principalmente las potencias), esta menor dependencia de los fósiles está impulsada tanto por cuestiones geopolíticas como por políticas vinculadas al calentamiento global.
- En la última conferencia de Naciones Unidas (ONU) sobre cambio climático (COP 28, 2023), 116 países suscribieron acuerdos para triplicar las capacidades de energía renovable y 20 países (incluidos EEUU, Japón y Francia) se comprometieron también a triplicar la producción nuclear actual, todo ello con el objetivo de disminuir las emisiones netas de gases de efecto invernadero.

1.5. Demanda de energía eléctrica mundial por usuario

- La demanda de energía eléctrica mundial fue creciente a lo largo de los últimos 30 años al mismo ritmo que la economía, en torno al 3,0% promedio anual, alcanzando una demanda de 24.155 TWh (2021).
- Para 2021, el principal demandante de energía eléctrica mundial es el sector industrial con el 42% de total, seguido por residencial (27%), comercio y servicios públicos (20%) y el resto con el 11% (incluye transportes + otros).

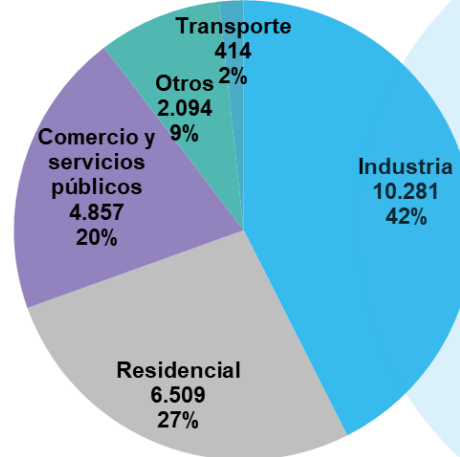


Ministerio de
Economía

**primero
la gente**

**Demanda eléctrica por usuario (en TWh y %)
Año 2021**

Total de
Consumo Final
2021:
24.155 TWh

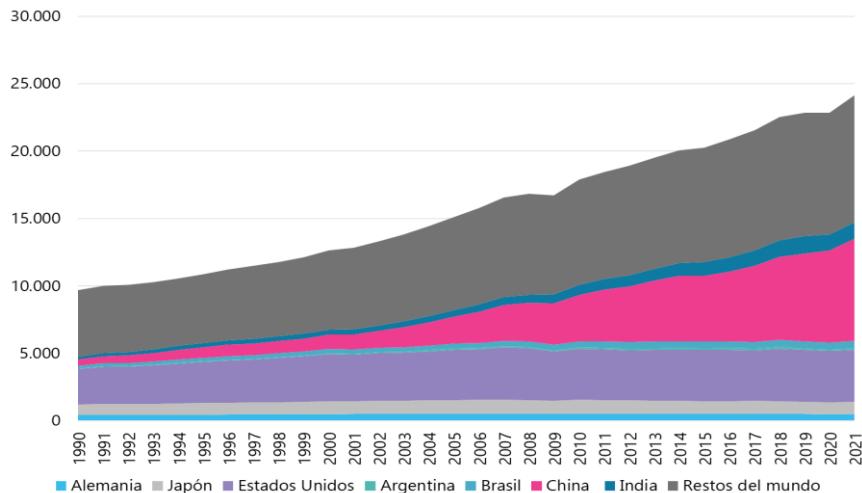


Fuente: DNERyCVS con base en *International Energy Agency* (IEA) y Banco Mundial.

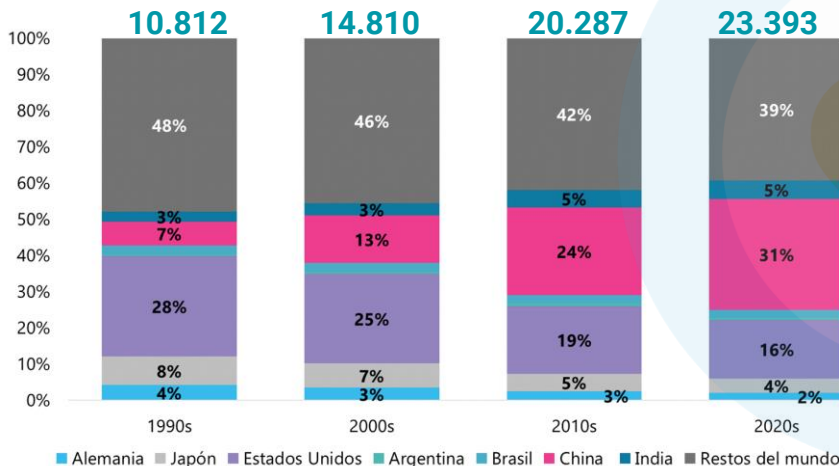
1.5. Demanda de energía eléctrica mundial por países

- ▶ En los últimos treinta años, se observa un cambio en el distribución de la demanda de energía eléctrica por países.
- ▶ Durante la década de 1990, Estados Unidos era el principal consumidor de energía eléctrica con el 28%. Sin embargo, en la actual década (2020-2021), perdió participación (16% del total) mientras que China se convirtió en el mayor demandante representando el 31% del total (+24 p.p. vs 1990s) por el fuerte crecimiento experimentado a lo largo de este tiempo (+9,5% prom. anual) mientras que EE.UU creció a una tasa del 1,2% y el mundo al 3,0%.
- ▶ Argentina representa alrededor del 1% mundial a pesar de haber crecido por encima de la media mundial entre 1990 y 2021 (+3,8% prom. anual).

Demanda eléctrica (en TWh). Año 1990-2021



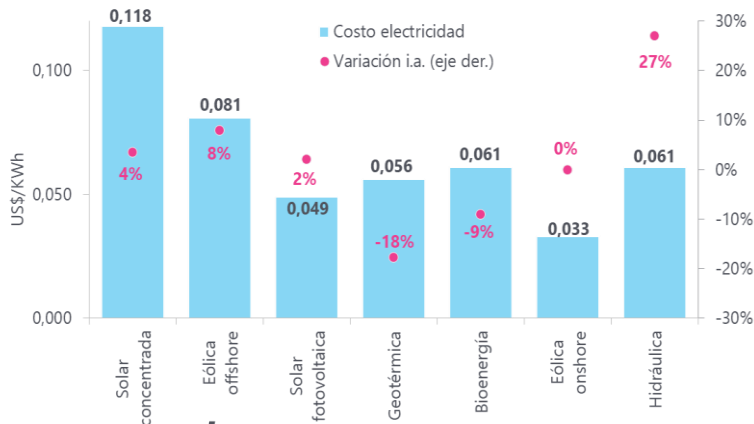
Participación de demanda eléctrica por países (en TWh y %). Año 2021



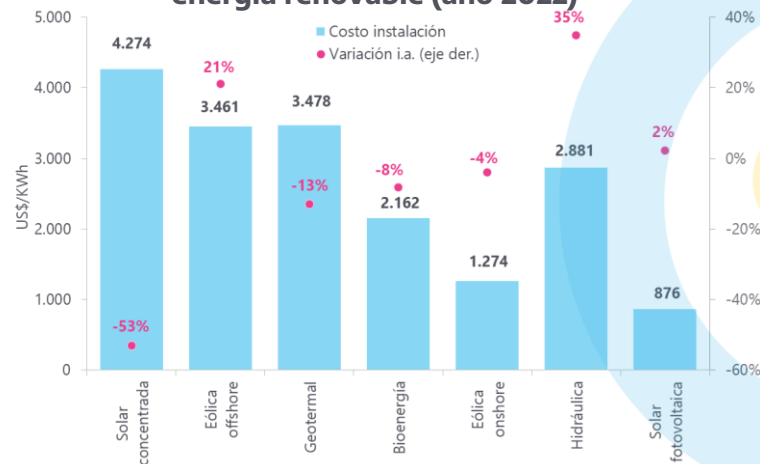
1.5. Costo mundial de las Energías Renovables

- ▶ Durante el período 2010-2022, el avance tecnológico generó una caída generalizada de los costos de las energías renovables. La tecnología que más disminuyó costos fue la solar fotovoltaica (-89%) favorecida también por el descenso en los costos de instalación (-83%) de la misma. La energía eólica onshore también tuvo una baja de costos totales (-69%) y de instalación (-42%).
- ▶ En 2022 se incrementó el costo promedio ponderado de la generación eléctrica renovable para las fuentes solar, eólica e hidráulica, respecto al año anterior. En tanto los costos de instalación decrecieron en la gran mayoría de las fuentes.

Costo promedio ponderado de generación de energía eléctrica renovable (año 2022)



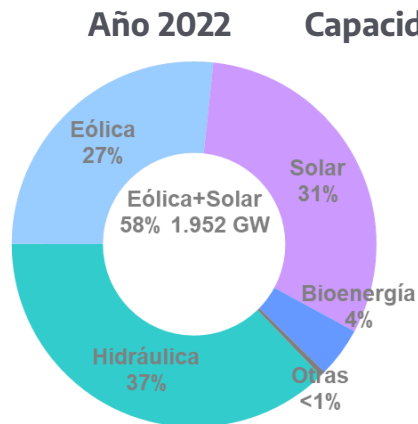
Costo total de instalación por fuente de energía renovable (año 2022)



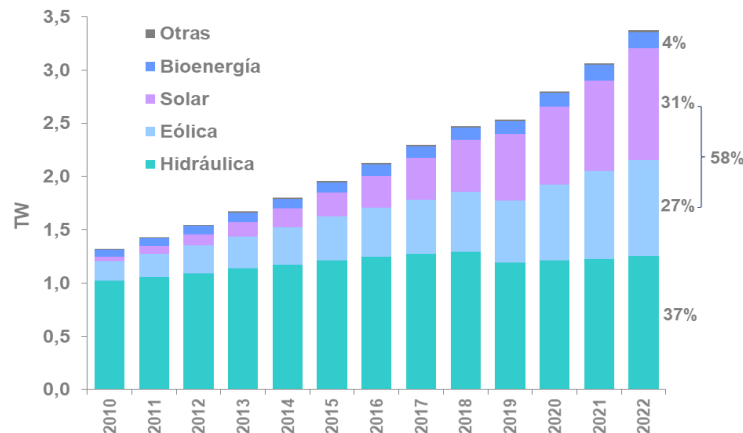
Fuente: DNERyCVS con base en información de IRENA

1.5. Capacidad mundial instalada en Energías Renovables

- ▶ La capacidad de generación global renovable alcanzó los 3.372 GW en el año 2022, de los cuales 1.256 GW corresponden a hidroeléctricas, 1.053 GW son solares, 899 GW, eólicos, 149 GW, bioenergías, 15 GW, geotermia y 0.5 GW, de energía marina.
- ▶ La participación creciente de las energías renovables en la matriz de generación eléctrica mundial se fundamenta en la incorporación de capacidad instalada solar y eólica. Durante 2022 de los 295 GW incorporados 192 GW fueron solares y 75 GW eólicos, también se sumaron 21 GW hidroeléctricos, 8 GW de bioenergía y 0.1 GW de geotermia.



Capacidad mundial instalada en Energías Renovables



Fuente: DNERyCVS con base en información de IRENA

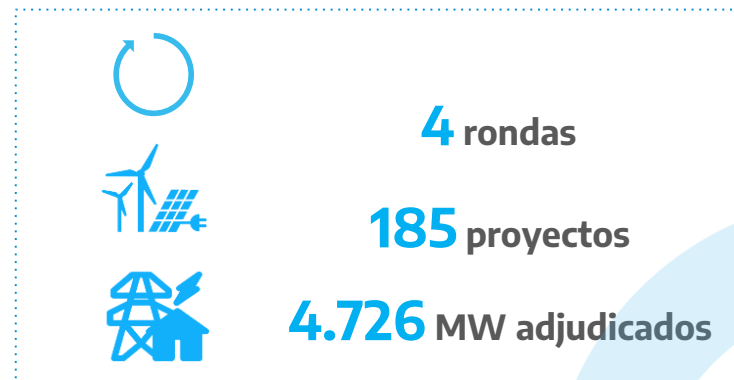
1.6. Generación renovable en Argentina

Ministerio de
Economía

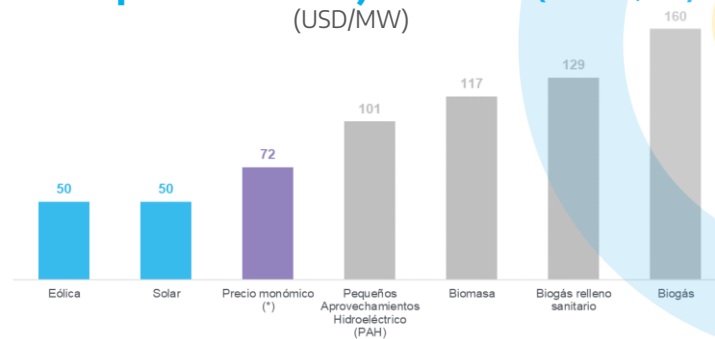
*primero
la gente*

1.6. Actualidad local del sector

- ▶ En la Argentina, el sector renovable tomó impulso con el Programa RenovAr, este proceso de licitaciones públicas posibilitó el desarrollo de proyectos de generación a partir de este tipo de fuentes teniendo por finalidad el logro de las metas previstas en la ley de fomento específica.
- ▶ Los adjudicatarios del programa realizaron un contrato de abastecimiento con CAMMESA en base a las ofertas presentadas y otro de adhesión al Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables (FODER).
- ▶ De acuerdo al promedio de precios de generación que surgen de las adjudicaciones (Ronda 1, 1.5 y 2) las tecnologías más competitivas son la eólica y la solar, en tanto el resto de las renovables tienen un costo en dólares por MW, por encima del precio monómico (precio mayorista del sistema eléctrico).
- ▶ De los 4.726 MW adjudicados, unos 2.595 MW son eólicos, 1.829 MW son solares, 261 MW biogás y biomasa y 40 MW PAH.



Precios promedios adjudicados (Ronda 1, 1.5 y 2)
(USD/MW)



1.6. Precio de las energía eléctrica renovable

- ▶ En las distintas rondas del programa RenovAr, la cantidad de MW adjudicados crecieron y los precios mayormente disminuyeron.
- ▶ En la primer ronda del año 2016, se adjudicaron 29 proyectos y 1.142 MW mayormente eólica (62%) y solar (35%). Ese mismo año, la Ronda 1.5 adjudicó 30 proyectos y 1.281 MW entre eólica (60%) y solar (40%), la disminución de precios promedio fue de 8%.
- ▶ En la Ronda 2 del año 2017, se adjudicaron 2.043 MW en 88 proyectos; salvo en biomasa y biogás, el resto de las tecnologías presentaron precios más competitivos. En eólica, el precio promedio de adjudicación fue 30% menor respecto a la primer ronda y en solar un 28%. Entre ambas tecnologías, se adjudicaron el 89% de los MW.
- ▶ Por último, la Ronda 3 o MiniRen tuvo características diferenciales en cuanto a escala, razón por la cual los precios se incrementaron respecto a la ronda anterior. Unos 38 proyectos se distribuyeron 259 MW.

Precio Promedio Ponderado en dólares por MW adjudicado

Tecnología	Ronda 1	Ronda 1.5	Ronda 2	Ronda 3
Biomasa	110	-	117	106
Biogás	154	-	160	159
Biogás (relleno sanitario)	-	-	129	130
Eólica	59	54	41	58
P.A.H.	105	-	99	103
Solar fotovoltaica	60	55	43	58

Fuente: DNERYCVS con base en información de Secretaría de Energía

1.6. Mano de Obra

- ▶ El Indicador de Empleo Directo de Energías Renovables (IEDER), elaborado por la Secretaría de Energía y la Dirección Energías Renovables, muestra la mano de obra requerida según la tecnología adoptada y la fase del proyecto.
- ▶ Los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (PAH) son los mayores demandantes de mano de obra durante la construcción.
- ▶ La biomasa y biogás requieren más personal para la gestión de la vida útil del proyecto (administración, operación, mantenimiento y otras actividades).
- ▶ Las tecnologías eólica y solar tienen menores requerimientos de personal, debido a la relación existente entre la escala de los proyectos y el tipo de tecnología, son mayormente son ensamblajes y la operación del parque se realiza de manera remota.

IEDER: Requerimiento de puestos de trabajo (empleos/MW)*

Tecnología	Construcción			Operación y Mantenimiento
	Año 1	Año 2	Año 3	
Biomasa	4,3	7,3	4,4	2,2
Biogás	9,7	13,1	3,2	4,6
Biogás (relleno sanitario)	6,7	0,8	0,1	4,2
Eólica	1,6	1,9	0,7	0,2
P.A.H.	13,2	13,5	11,5	2,5
Solar fotovoltaica	2,3	2,8	0,2	0,2

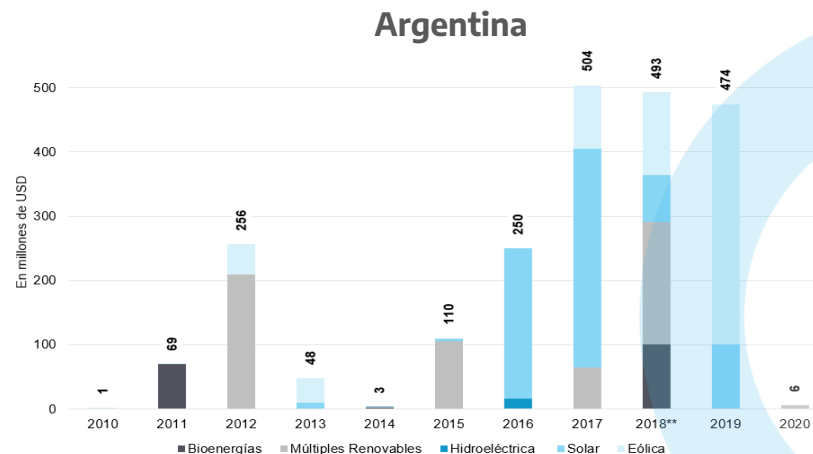
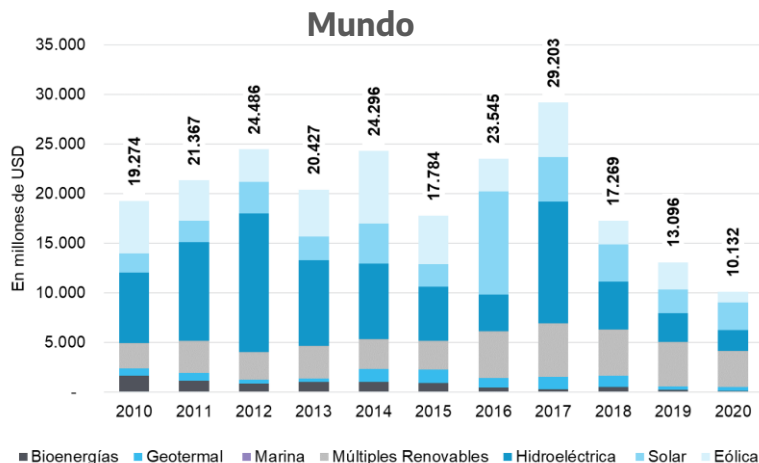
(*) Nota: **Construcción** incluye obra civil, dirección de obra y personal administrativo durante el período de ejecución de la obra, considerado de 3 años máximo. **O&M** contempla la administración, operación y mantenimiento. Se asimila a la vida útil de los proyectos, estimada en 20 años.

Fuente: DNERyCVS con base en información de Secretaría de Energía.

1.6. Inversiones

Las inversiones mundiales en renovables, entre el año 2010 y 2020, se orientaron 35% a la hidroeléctrica, 20% eólica y 18% solar. En la Argentina, en el mismo período, fueron 34% a solar y 31 % a eólica.

Tendencias de la Inversión Pública en Energías Renovables*



Fuente: DNERyCVS con base en información de IRENA.

(*) A nivel mundial incluye todas las hidroeléctricas mientras que, para el caso argentino, se excluyeron las hidroeléctricas mayores a 50 MW.

(**) En 2018, se excluyeron U\$S 2.470 millones correspondientes a la represa Kirchner-Cepernic.

1.7. Políticas Públicas

1.7. Políticas Públicas | Normativas y Programas

- ▶ Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables (Ley N° 26.190 y Ley N° 27.191)
- ▶ Por Decreto N° 471/2017, se crea el Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables (FODER) con el objetivo de financiar proyectos de energías limpias.
- ▶ Ley N° 27.424: regula la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución.



Regula la contratación individual y autogeneración por parte de los grandes usuarios (GU) y generadores, y administra la prioridad de despacho.

Ministerio de
Economía

**primero
la gente**



Proyecto de Energías Renovables
en Mercados Rurales

Fomenta el acceso a energía en poblaciones rurales dispersas, alejadas de las redes de distribución.



Regula y promueve la generación para autoconsumo y la inyección de excedentes a la red.



Programa de promoción de las fuentes renovables para el abastecimiento de energía eléctrica.

1.7. Políticas Públicas | Régimen de fomento

- ▶ El Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica contiene un programa de beneficios fiscales aplicable a las obras de infraestructura (incluye bienes de capital), obras civiles, electromecánicas y de montaje y otros servicios vinculados para proyectos de producción de energía eléctrica de fuentes renovables.

Medida	Características
Amortización acelerada en el Impuesto a las Ganancias	Con su aplicación se disminuye la vida útil de los bienes, a fin de depreciar más rápido la inversión y disminuir el impacto ocasionado por el impuesto a las ganancias.
Devolución anticipada de IVA	Reintegro del crédito fiscal IVA en las inversiones para la construcción de la planta, con el fin de contar con un flujo adicional de caja.
Compensación de quebrantos con ganancias extendida por 10 años	Se compensa los quebrantos provenientes de pérdidas originadas en la actividad promovida por el Régimen contra el impuesto determinado sobre las utilidades netas resultantes de dicha actividad.
Exenciones en Ganancia Mínima Presunta, derechos, tasas y gravámenes	Referida a la Importación de bienes de capital y equipos.
Bono fiscal	Para proyectos de inversión que acrediten un 60% de componente nacional.

- ▶ Los contratos de provisión de energía, en las licitaciones RenovAr, se realizaron con la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA) tienen una duración de 20 años y están nominados en dólares estadounidenses.
- ▶ En Generación Distribuida, los usuarios-generadores reciben un certificado de crédito fiscal y líneas de financiamiento (FODIS), según lo previsto en Ley N° 27.424.

Políticas Públicas | Organismos



El **Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)**, organismo del Estado en materia de tecnología industrial y metrología, participa en el sector renovables como organismo de certificación de procesos, productos, personas y empresas.

Comprobación de destino de los bienes importados instalados en los parques generadores.

Colabora en la fiscalización de la documentación necesaria para solicitar beneficios fiscales.

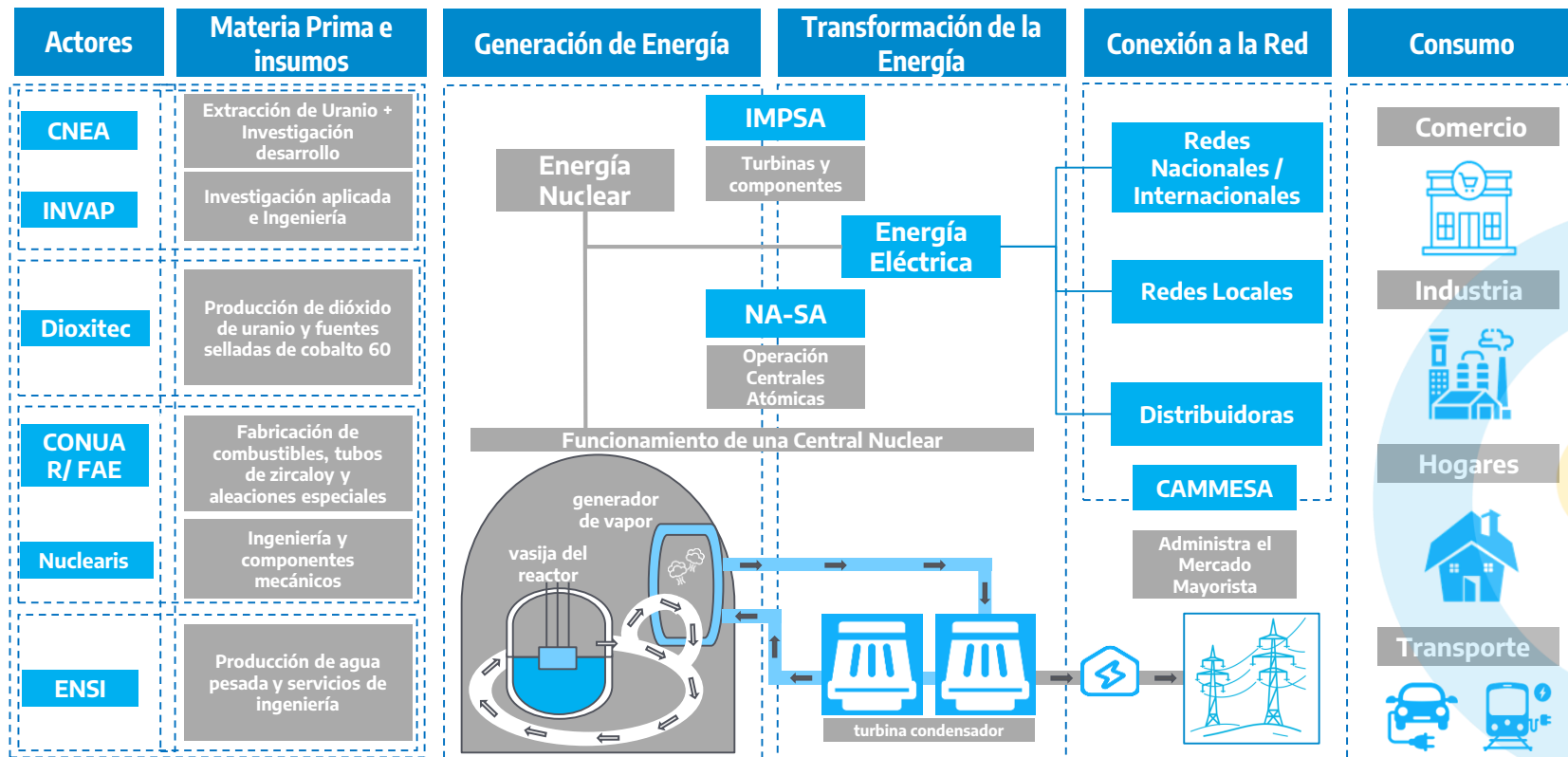
Certifica el grado de avance de la ejecución de las obras.

Constata el porcentaje de componente nacional incorporado en las plantas de generación de energías renovables sujetas al régimen específico.

- ▶ Con el fin de registrar los proveedores, los procesos, los servicios y los bienes del sector renovables se creó el **Registro de Proveedores de Energías Renovables (REPROER)**, bajo la órbita del INTI.
- ▶ El **Clúster Renovable Nacional** es un conglomerado de empresas públicas y privadas, organismos y entes del área de energías renovables con el objetivo de articular la producción nacional de bienes tales como aerogeneradores, palas para aerogeneradores, paneles solares y bienes auxiliares a los mismos.

2. Energías alternativas: nuclear

2.1. Cadena productiva de la energía nuclear



2.2. Evolución del sector nuclear en Argentina

- ▶ En 1950, se crea en Argentina la Comisión Nacional de Energía Atómica. En 1974 se pone en funcionamiento Atucha I (362 MW) la primer central atómica de Argentina y Latinoamérica, ubicada en la provincia de Buenos Aires. Le siguieron en 1984 Embalse (656 MW) en la provincia de Córdoba y Atucha II (745 MW) también en provincia de Buenos Aires, inaugurada en el año 2014.
- ▶ Las tres centrales generan entre el 5% y el 7% del total de la energía eléctrica del país y son operadas por Nucleoeléctrica Argentina S.A., una empresa de gestión estatal.

La actividad nuclear en Argentina

3 Centrales nucleares en operación + **1** en construcción.

4 Plantas de irradiación uso industria

3 Centros Atómicos

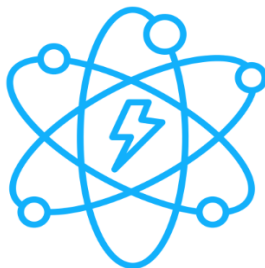
3 Institutos de formación académica

1 Complejo tecnológico Pilcaniyeu

1 Planta de fabricación de combustibles

Ministerio de Economía

primero la gente



6 Reactores de investigación + **1** en construcción

1 Complejo minero fabril

1 Planta industrial de agua pesada

1 Centro protonterapia.

9 Provincias con exploración minera

2 Plantas de conversión de dióxido de uranio + **1** en construcción

2.3. Actualidad del sector nuclear en Argentina

La Argentina posee reservas de uranio que explotó hasta el año 2000. Este mineral es el combustible que utilizan Embalse y Atucha II, para satisfacer la demanda anual de las centrales debe importarse. En el centro tecnológico Pilcaniyeu, en la provincia de Río Negro, se encuentra una planta de enriquecimiento de uranio en donde se avanza en potenciar este combustible nuclear para su uso en reactores de potencia y también para abastecer la demanda de la central Atucha I.

En Ezeiza se está construyendo el reactor multipropósito RA-10 y en Lima, ambas localidades de la provincia de Buenos Aires, se desarrolla el prototipo de reactor modular pequeño CAREM, además de una nueva central de 1.200 MW denominada Atucha III.

Ventajas

Vida útil de la central

Energía de base

No consume combustibles fósiles

No genera CO2

Desarrollo tecnológico, industrial y científico

Ministerio de
Economía *primero
la gente*



Desafíos

Inversión inicial elevada (costo instalación) y plazos de construcción

Costos de infraestructura regulatoria y de seguridad

Riesgo de radiación

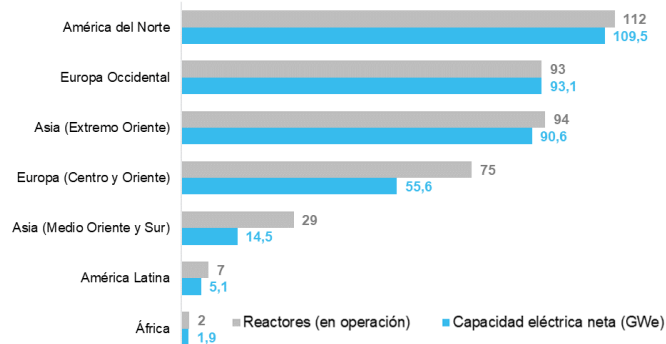
Larga vida y disposición de los elementos combustibles gastados

Licencia Social

2.4. Contexto internacional del sector nuclear

- ▶ En el mundo existen 412 centrales nucleares operativas que generan 370,2 gigawatts eléctrica (GWe) concentradas en 31 países, según los datos del Organismo Internacional de Energía Atómica perteneciente a la Organizaciones de Naciones Unidas (ONU).
- ▶ Hay 58 reactores más en construcción que totalizan 59,3 GWe, de los cuales 22 se encuentran en China y 8 en India.
- ▶ La principal región del mundo en materia nuclear es América del Norte con 112 centrales y una capacidad eléctrica neta de 109,5 GWh, representando el 30% de la capacidad total mundial y 27% del total de reactores. A su vez, Estados Unidos es el país líder en materia nuclear con 93 centrales (23% total) y 95,8 GWe (26% del total).
- ▶ La energía nuclear vinculada como fuente de energía eléctrica genera un ahorro de dióxido de carbono (CO₂) en torno a los 1,25 Gigatonne con una producción eléctrica de 2.486,8 TWh. Además, se estima que su uso para calefacción doméstica está en torno de 1,418 GWh equivalente eléctrico de calor (eec) mientras que la industria utiliza 1,341 GWh y, para el proceso de desalinización, 41 GWh eec lo que equivale a producir 1,5 millones de m³ de agua potable.

Distribución regional de total capacidad nuclear (GWe) y reactores en operación.



370,2 GWe
412 centrales



95,8 GWe (26%)
93 centrales (23%)
1,6 GWe (0,4%)
3 centrales (1%)



Referencia:
Capacidad nuclear neta total
Nº de reactores

Principales datos mundiales de energía nuclear y electricidad



CO₂ Evitado: **1,25 Gt**



Producción eléctrica: **2.486,8 TWh**



Doméstico: **1,418 GWh eec***



Industria: **1,341 GWh eec***



Desalinización: **41 GWh eec***
equivalente a **1,5 millón m³ de agua potable**

3. Energías alternativas: hidrógeno

3. Hidrógeno

El hidrógeno es un recurso abundante y se puede utilizar para generar electricidad, se encuentra presente en el agua y los hidrocarburos.

- ▶ Se obtiene en estado puro a partir de aplicarle energía por medio del proceso de electrólisis de agua o el reformado de hidrocarburos.
- ▶ Como portador de energía su utilización no genera emisiones de CO2 y su residuo principal es el agua.
- ▶ Se utiliza para producir fertilizantes, metanol, en la industria siderúrgica, refinación de combustibles y otras industrias químicas.

Tipos de Hidrógeno

Hidrógeno gris: reformado de gas y carbón

Hidrógeno azul: captura y almacena CO2

Hidrógeno verde: electrólisis de agua y energías renovables

Hidrógeno rosa: electrólisis de agua con energía nuclear



Actualidad

Argentina produce 0,4 millones de toneladas anuales para consumo interno.

América Latina produce 4,4 millones de toneladas anuales.

Demanda mundial 94 millones de toneladas anuales.

Localización: Planta Experimental (Santa Cruz), Planta Piloto (Chubut), Plan Estratégico Hidrógeno (Río Negro y Tierra del Fuego), Proyecto CAREM y Polo Productivo Bahía Blanca.

4. Bibliografía y fuentes

4. Energías renovables y alternativas | Bibliografía y fuentes

Bibliografía

- ▶ AC Fotovoltaica (19 de febrero de 2021). Diferencia entre energía solar fotovoltaica y térmica. <https://acfotovoltaica.es/diferencia-energia-solar-fotovoltaica-termica/>
- ▶ Argentina.gob.ar (s.f). *Centrales nucleares de potencia y reactores de investigación*. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/nuclear/centrales>
- ▶ Argentina.gob.ar (s.f). El mercado del hidrógeno en Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/consejo/hidrogeno-2030/el-mercado-del-hidrogeno-en-argentina>
- ▶ Calcagno, A. T., Mendiburo, N., & Gaviño Novillo, M. J. (2000). Informe sobre la gestión del agua en la República Argentina.
- ▶ CAMMESA (2021). Informe Anual 2021. República Argentina. CAMMESA
- ▶ CAMMESA (2022). Informe Anual 2022. República Argentina. CAMMESA
- ▶ Driqo, R., Anschau, A., Marcos, N. F., Carballo, S., Roveda, E. B., & Trossero, M. (2009). Análisis del balance de energía derivada de biomasa en Argentina WISDOM Argentina: Informe final. FAO, Rome.
- ▶ Inchauspe, M. E., & Barrera, M. A. (2015). Estudio sobre la cadena de bienes de capital para la energía eólica en el Mercosur: Un abordaje del desarrollo productivo y la asociatividad empresarial.
- ▶ Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (s.f). Recursos Hídricos. Argentina Innovadora 2020; Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/recursos_hidricos_plan.pdf
- ▶ Pochat, V. (2005). *Entidades de gestión del agua a nivel de cuencas: experiencia de Argentina*. CEPAL. <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/LC12375S.PDF>
- ▶ Servicio Meteorológico Nacional Argentina (18 de abril 2018). ¿Cómo clasificamos la intensidad del viento? <https://www.smn.gob.ar/noticias/%C2%BFc%C3%B3mo-clasificamos-la-intensidad-del-viento#:~:text=El%20viento%20es%20aire%20en,sostenidos%2C%20es%20la%20de%20Beaufort>

4. Energías renovables y alternativas | Bibliografía y fuentes

Páginas web consultadas

- ▶ Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA): <https://www.irena.org/>
- ▶ Banco Mundial: <https://data.worldbank.org/>
- ▶ Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER): <https://www.cader.org.ar/>
- ▶ Cluster Eólico Argentino: <https://clustereolico.com.ar/>
- ▶ Combustibles Nucleares Argentinos S.A (CONUAR): <http://www.conuar.com/>
- ▶ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA): <https://www.argentina.gob.ar/cnea>
- ▶ Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A (CAMMESA): <https://cammesaweb.cammesa.com/>
- ▶ Consejo Mundial de Energía: <https://www.worldenergy.org/>
- ▶ Decreto 471/2017: <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=276410>
- ▶ Dioxitek S.A.: <https://dioxitek.com.ar/>
- ▶ Ember Climate: <https://ember-climate.org/data/data-tools/data-explorer/>
- ▶ Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería Sociedad del Estado: <https://www.ensi.com.ar/>
- ▶ Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE): <https://www.argentina.gob.ar/enre>
- ▶ Global Solar Atlas - Solargis: <https://globalsolaratlas.info/download/argentina>
- ▶ Global Wind Atlas: <https://globalwindatlas.info/es/area/Argentina>
- ▶ Industrias Metalúrgicas Pescarmona S.A. (IMPESA): <https://www.impesa.com>
- ▶ Instituto Nacional del Agua: https://www.gifex.com/detail/2019-01-01-15576/Cuencas_Hidrograficas_en_Argentina.html
- ▶ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI): <https://www.argentina.gob.ar/inti>
- ▶ International Atomic Energy Agency (IAEA): <https://www.iaea.org/>
- ▶ International Energy Agency (IEA): <https://www.iea.org/>
- ▶ Investigación Aplicada S.E. (INVAP): <https://www.invap.com.ar/>
- ▶ Ley N° 26.093 Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y uso Sustentable de Biocombustibles: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/116299/norma.htm>
- ▶ Ley N° 26.190 y sus modificatorias, Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=123565>

4. Energías renovables y alternativas | Bibliografía y fuentes

Páginas web consultadas

- ▶ Ley N° 27.191 Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica (Modificación Ley N° 26.190): <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>
- ▶ Ley N° 27.424 Regimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=305179>
- ▶ Mapa de Cuencas: <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/hidricas/mapa-de-cuencas>
- ▶ Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE): <https://www.argentina.gob.ar/trabajo/estadisticas/observatorio-de-empleo-y-dinamica-empresarial-oede-0>
- ▶ Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA): <https://www.iaea.org/es>
- ▶ Our World in Data: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>
- ▶ Plantas de energía renovable en operación comercial: <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables/plantas-de-energia-renovable-en-operacion-comercial>
- ▶ Registro de Proveedores de Energías Renovables (REPROER): <https://reproer.inti.gob.ar/>
- ▶ Secretaría de Energía: <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia>
- ▶ Sistema Argentino de Interconexión Eléctrico (SADI): <https://aplic.cammesa.com/geosadi/>
- ▶ Sistema de Información Geográfico Mapa Eólico Nacional (SIG EÓLICO): <https://sigeolico.energia.gob.ar/>
- ▶ Tableau Public. Adjudicaciones del Programa RenovAR: <https://public.tableau.com/app/profile/datosenergia/viz/AdjudicacionesRenovARMINEMArgentina/AdjudicacionesRenovArArgentina>

Autoridades y equipo de trabajo



Ministro de Economía
Sergio Massa

Secretario de Planificación del
Desarrollo y la Competitividad Federal
Jorge Neme

Subsecretaría de Planificación Federal y
Proyectos Prioritarios
Mercedes Patrouilleau

Ministerio de
Economía

**primero
la gente**

Directora Nacional de Estudios Regionales y de
Cadenas de Valor Sectoriales

Luciana Storti

Director de Información y Análisis de las Cadenas de
Valor Sectoriales

Facundo Martín

Directora de Información y Análisis Regional

Florencia Garfinkel

Equipo de Trabajo

Federico Cuervo, Santiago Diaz, Breno Nunes Chas y
María Eugenia de Zavaleta.

Se agradece el aporte y colaboración de Ana Méndez.



Ministerio de Economía
Argentina

***primero
la gente***