

**HACIA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA
ARGENTINA:
TERRITORIOS PAMPEANOS AL AMANECER SOLAR.**

Doctoranda: María Alejandra Ise

Directora: Silvina Cecilia Carrizo

Facultad de
Arquitectura
y Urbanismo



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

DOCTORADO EN ARQUITECTURA Y URBANISMO

**HACIA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA ARGENTINA:
TERRITORIOS PAMPEANOS AL AMANECER SOLAR**

Tesis doctoral presentada por:

MARÍA ALEJANDRA ISE

ante la Facultad de Arquitectura y Urbanismo

de la Universidad Nacional de La Plata

para acceder al grado académico de:

DOCTOR EN ARQUITECTURA Y URBANISMO

Dirección de tesis:

Dra. Silvina Cecilia Carrizo

La Plata, Argentina.

Febrero 2024

RESUMEN

En la Argentina del siglo XXI, transitar hacia un sistema energético más sostenible se devela una necesidad ambiental, económica y social. La falta de servicios energéticos en forma suficiente y confiable obstaculiza el bienestar de las poblaciones y el logro de objetivos de producción e inclusión. La transición implica aprovechar los recursos renovables locales, y habilitar la participación de las poblaciones en el diseño y ejecución de los proyectos energéticos. Argentina ha comenzado a recorrer un camino de transición hacia la sostenibilidad energética. En consonancia con tendencias globales, la energía fotovoltaica se hace presente en la matriz de generación y en proyectos locales, y así un sistema menos centralizado comienza a desplegarse. El campo de acción de la tecnología se expande y gana terreno en distintas geografías. Los territorios pampeanos de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba son testigos y artífices de la transición. Intentan beneficiarse de marcos legales nacionales, mientras implementan programas propios, en pos de mejorar sus servicios. Se desarrollan diversos proyectos a distintas escalas en los que actores públicos y privados articulan sus capacidades buscando aprovechar un recurso local y participar de la generación de energía.

Esta investigación doctoral parte del objetivo de comprender la transición argentina hacia la sostenibilidad, analizando el despliegue de iniciativas de aprovechamiento fotovoltaico y las transformaciones que, en torno a ellas, emergen en los territorios. Se plantea la hipótesis de que los territorios pampeanos se insertan en la transición argentina mediante el desarrollo de proyectos fotovoltaicos diversos, viabilizados por la conjunción de estímulos públicos e iniciativas privadas, con base en la cooperación multi-actoral. Así, los territorios se transforman, con actores locales participativos, (re)posicionados en la gestión de los recursos y configurando nuevos vínculos con la energía. La estrategia metodológica, de corte cualitativo, incluye análisis documental y acercamiento empírico

a través de trabajos de campo. En ellos se optó por realizar entrevistas semi-estructuradas a informantes clave y observación directa. La elaboración de cartografía y el tratamiento de datos estadísticos completan el abordaje de las problemáticas energéticas.

Tres fases fotovoltaicas han sido reconocidas en las tesis: una para población aislada, otra como apoyo al Sistema Interconectado, y otra de solarización de usuarios en red. Éstas se complementan en los procesos de transición a un sistema sostenible. En los territorios pampeanos, la transición se despliega bajo distintas modalidades, con proyectos: 1. de gran escala, en el sistema nacional y con lógica tradicional; 2. para resolver problemáticas locales; y 3. que innovan al alentar la participación ciudadana, favoreciendo una gestión inclusiva de la energía. Las Provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba los alientan con estrategias de promoción, articulación y cooperación, respectivamente. En la transición pampeana, los actores locales ganan protagonismo y reconocen en la energía fotovoltaica una alternativa para contribuir al crecimiento y la mejora de la calidad de vida de las poblaciones. En la Argentina del siglo XXI, un sistema energético más distribuido, inclusivo y participativo comienza a tomar forma en los territorios pampeanos, de la mano de la energía fotovoltaica.

ABSTRACT

In 21st-century Argentina, a transition towards a more sustainable energy system is an environmental, economic, and social need. The lack of sufficient and reliable energy services hinders the well-being of populations and the achievement of goals of production and inclusion. The transition involves harnessing local renewable resources and enabling people's participation in the planning and implementation of energy projects. Argentina has begun a path of transition towards energy sustainability. In line with global trends, photovoltaic energy becomes present in the generation mix and local projects, and, thus, a less centralized system takes shape. The field of action of the technology expands and gains ground in different geographies. The Pampean territories of Santa Fe, Buenos Aires and Córdoba are both witnesses and architects of the transition. They try to join national legal frameworks while developing programs to improve services for their populations. Projects at different scales begin to unfold, in which public and private actors coordinate their actions to harness a local resource and participate in the generation of energy.

This doctoral research aims at understanding the Argentine transition towards sustainability, analyzing the deployment of photovoltaic initiatives and the related transformations that emerge in the territories. The hypothesis is raised that the Pampean territories enter the Argentine transition through the development of diverse photovoltaic initiatives, made viable by the conjunction of public stimuli and private initiatives based on multi-stakeholder cooperation. Thus, the territories are transformed with participative local actors, (re)positioned in the management of resources and developing new bonds with energy. The methodological strategy, of a qualitative nature, includes documentary analysis and empirical data collection through fieldwork. Semi-structured interviews with key informants and direct observation were conducted in the context of terrain visits. The

elaboration of cartography and the processing of statistical data complete the analysis of energy problems.

Three photovoltaic phases have been recognized in the thesis: one for isolated populations, another to support the Interconnected System, and another for the solarization of users connected to the network. These phases complement each other in the process of transition to a sustainable system. In the Pampean territories, the transition is deployed under different modalities, with projects: 1. of large scale, in the national system and with a traditional logic; 2. to solve local problems; and 3. that innovate by encouraging citizen participation, favoring inclusive energy management. The Provinces of Santa Fe, Buenos Aires and Córdoba encourage them with promotion, articulation and cooperation strategies, respectively. In the Pampean transition, local actors gain prominence and acknowledge photovoltaic energy as an alternative to contribute to the growth and improvement of the quality of life of the population. In 21st-century Argentina, a more distributed, inclusive, and participatory system begins to take shape in the Pampean territories, ushered in by photovoltaic energy.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su apoyo incondicional

A mi directora, por su dedicación y motivación

Al CONICET, por los recursos para la investigación

A la UNLP, por el espacio y los conocimientos brindados

Al TEAM, por acompañarme en este camino

SUMARIO

Introducción	11
<u>Parte I: En pos de la sostenibilidad.</u>	57
Capítulo 1: En el cambio global	61
Capítulo 2: En la geopolítica energética	89
Capítulo 3: Renovabilización argentina	111
Conclusiones: Nuevos rumbos	139
<u>Parte II: En transición energética.</u>	141
Capítulo 4: Fases fotovoltaicas	145
Capítulo 5: A la medida pampeana	175
Capítulo 6: Tres perfiles provinciales	207
Conclusiones: Estrategias disímiles, caminos convergentes	231
<u>Parte III: Al amanecer solar</u>	233
Capítulo 7: Modalidades energéticas	237
Capítulo 8: Hacia territorializaciones fotovoltaicas	270
Capítulo 9: Comunidades energéticas	302
Conclusiones: Actores locales con protagonismo creciente	334
Reflexiones finales: Co-constructores de la transición	336
Referencias documentales	344
Anexos	374
Glosario	406
Acrónimos y siglas	408
Unidades de medida	410
Índice de contenido	412

Índice de figuras, gráficos, imágenes	416
Índice de mapas	422
Índice de tablas	426

Introducción

Las sociedades se organizan en torno a los recursos, las formas de aprovecharlos y servirse de ellos, a fin de satisfacer sus necesidades. Entre esos recursos, la energía es requisito para procurar bienes y servicios básicos tales como alimento, agua, y abrigo. La vida en ciudades ha conducido a la configuración de sistemas de aprovisionamiento energético por red que involucran actividades de producción, transporte y distribución. Con el aprovechamiento creciente de recursos renovables, las redes mutan hacia sistemas menos concentrados, más plurales e inclusivos.

Desde mediados del siglo XX, las problemáticas del cambio climático y el creciente uso de los recursos naturales motivan a transitar hacia sistemas sostenibles, entendidos como aquéllos que satisfacen las necesidades del presente sin comprometer a las generaciones futuras. Desde entonces, la comunidad internacional ha suscrito lineamientos, acuerdos y convenciones, instaurando compromisos con el cuidado del ambiente y la reducción de emisiones de gases contaminantes. Las energías renovables -aquéllas susceptibles de recuperarse en forma natural, tales como: la radiación del sol, el viento, la biomasa, la geotermia y la energía de las mareas y olas marinas- comenzaron a desplegarse y ganar terreno. Avances tecnológicos para su aprovechamiento, instrumentos y programas de política pública, impulsaron su despegue.

En el mundo crece el uso de las renovables para generación eléctrica. Desde 2012, han sido las responsables de más de la mitad de las adiciones anuales de nueva capacidad de generación (IRENA, 2023). En 2020, generaron 3215 TWh, de los cuales, un 26% provino de energía solar fotovoltaica -3% de la generación eléctrica total- (gráfico 1). El crecimiento que experimenta la generación fotovoltaica sobrepasa al del resto de las tecnologías: de 2019 a 2020 la generación de origen fotovoltaico aumentó en un 17%, frente al 10,5% experimentado por la eólica (IEA, 2022a). En términos de potencia instalada, la fotovoltaica llegó en 2022 a 1046 GW (IRENA, 2023). Por su escalabilidad

y posibilidad de ser aprovechada en el lugar de consumo, la tecnología fotovoltaica se adapta a proyectos en una gran variedad de geografías. Conlleva así, la capacidad de alterar la centralización que caracteriza a los sistemas energéticos en red, impulsando un sistema más distribuido, en el que generación y consumo ocurren en cercanía o en el mismo lugar. A la vez resulta más inclusivo y participativo, en tanto tiende a universalizar el acceso a servicios energéticos y abre el juego a mayor variedad de actores, empoderando así a las poblaciones en su relación con la energía.

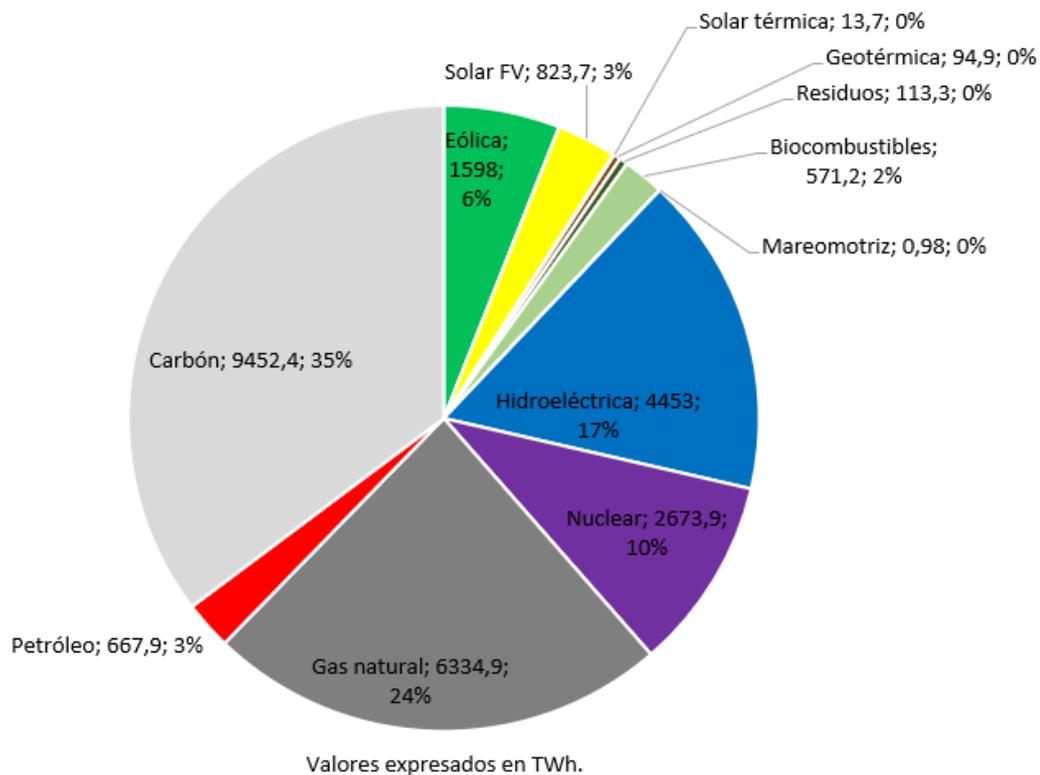


Gráfico 1: Matriz de generación eléctrica mundial, 2020. Elaboración propia en base a IEA, 2022a.

En Argentina, la transición hacia un sistema energético sostenible -aquél en que la energía es producida y consumida en forma socialmente equitativa, económicamente viable y en forma respetuosa con el ambiente- es incentivada desde políticas públicas a distintas escalas, a través de instrumentos y programas diversos. Desde 1980 se impulsa la diversificación de la matriz energética. La energía solar fotovoltaica, junto con la eólica y los biocombustibles, dominan el escenario nacional de incorporación de fuentes

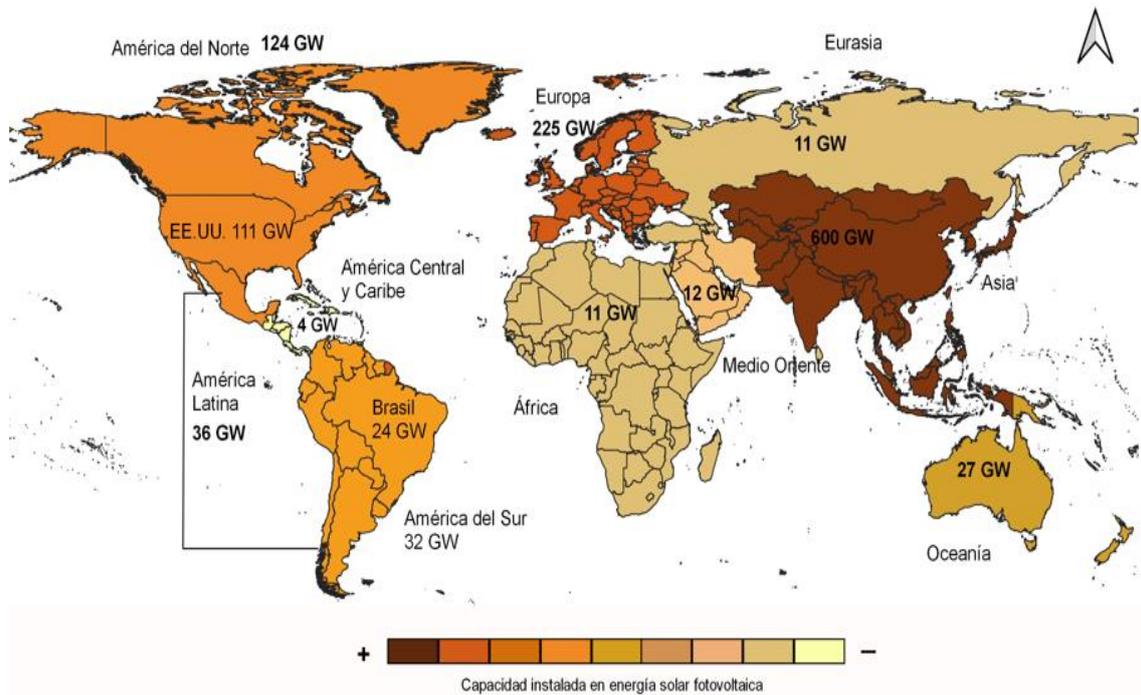
renovables. A los usos en sitios aislados, le siguieron las grandes plantas solares que generan energía para el sistema interconectado, para luego incorporar la generación distribuida, desde los mismos puntos de consumo.

En los territorios pampeanos de las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, cambios normativos en pos de la generación renovable y estímulos estatales alientan proyectos fotovoltaicos. En paralelo, y en consonancia con ello, los territorios emprenden iniciativas que retroalimentan y/o refuerzan los cambios iniciados desde la escala nacional. Progresivamente, surgen proyectos fotovoltaicos que son resultado de procesos de innovación social en la forma de conducirlos y gestionarlos. Actores públicos, privados y de la sociedad civil, cooperan, motivados por lograr iniciativas sostenibles. Así, los territorios pampeanos conforman una cuna de innovaciones sociales, regulatorias y técnicas que hacen avanzar la transición y los transforman en un rico campo de estudio. En ellos, y a través de los proyectos fotovoltaicos, distintas modalidades de transición se vislumbran, abriendo el abanico de caminos posibles hacia la sostenibilidad energética.

Problemática

El 81% de la energía primaria que se consume a nivel mundial proviene de los hidrocarburos (IEA, 2022a). El sistema energético dominante, centralizado y fósil-dependiente, acarrea consecuencias ambientales y sociales que lo hacen insostenible a largo plazo. Conflictos internacionales con eje en la seguridad energética demuestran la dependencia de las principales economías del mundo con respecto a los combustibles fósiles. Las problemáticas del cambio climático y el acceso a los recursos energéticos impulsan una transición, proceso a largo plazo que involucra transformaciones estructurales, en múltiples dimensiones: social, tecnológica, política, cultural. En el siglo

XXI, los sistemas energéticos redefinen los modos de producción y consumo, valorizando recursos locales y renovables, en cuyo aprovechamiento participan actores variados. Estas transformaciones implican, no solamente el paso de una tecnología dominante a otra, sino también cambios en las prácticas de los usuarios, las pautas culturales y los marcos regulatorios (Markard et al, 2012).



Mapa 1: Distribución mundial de la potencia instalada en energía solar fotovoltaica. Elaboración propia en base a IRENA, 2023.

Entre las fuentes renovables, gana terreno la energía solar fotovoltaica. Su aprovechamiento se expande en el mundo. Algunos países donde la penetración de la tecnología ha sido más pronunciada -China, Estados Unidos, Japón, Alemania e India-, lideran desde 2010 en potencia fotovoltaica. Con 55 GW instalados en 2021, China llegó a casi 400 GW de capacidad (IRENA, 2023). A partir de 2020, si bien se mantiene el predominio chino, el despliegue de la energía solar fotovoltaica alcanza a diversos países (mapa 1).

En Argentina, el aprovechamiento fotovoltaico crece. En 2023 se llegó a 1312 MW instalados que contribuyen con una generación mensual en torno a 350 GWh

(CAMMESA, 2023a). Desde el plano internacional, la lucha contra el cambio climático y los compromisos asumidos en pos de la disminución de emisiones de carbono motivan el despliegue del aprovechamiento. A nivel interno, el contexto energético argentino llama a la incorporación de alternativas renovables. En el primer cuatrimestre de 2023, Argentina importó combustibles y energía por un total de USD 1900 millones¹ (INDEC, 2023a). Interrupciones del servicio eléctrico por déficits en el sistema son comunes en momentos de alta demanda de energía². Además, una parte de la población, mayoritariamente pobladores rurales dispersos, no cuenta con servicios por red. Ante los altos costos que implicaría la extensión de las redes a lugares distantes y de baja densidad poblacional, la energía solar ofrece soluciones variadas que atienden a una multiplicidad de necesidades energéticas. Consideraciones estratégicas, ante escenarios de escasez, desabastecimiento y precios de la energía al alza, motivan la incorporación de generación *in situ*. Todo ello, en un marco social y regulatorio que avala e incentiva una mayor participación ciudadana en la generación y la gestión de la energía. Al generar energía desde y para los territorios que la requieren, la fotovoltaica contribuiría a lograr “un país equilibrado, integrado, sustentable y socialmente justo” (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, 2016).

Si bien la participación de la fuente fotovoltaica en la matriz eléctrica nacional es baja en relación a otras -en noviembre de 2023 representó el 17% de la generación renovable y el 3% de la generación eléctrica total (CAMMESA, 2023a)-, es la fuente renovable que mayor crecimiento ha experimentado en los últimos años: en 2022 generó un 33% más que en 2021, y un 117% más que en 2020 (CAMMESA, 2023b). El Estado Nacional

¹ Gasoil (USD 1006 millones), gas natural (USD 223 millones), fuel oil (USD 110 millones), gasolinas (USD 268 millones), y energía eléctrica (USD 294 millones). Además, solamente durante el mes de abril de 2023 las importaciones de gas natural licuado llegaron a USD 31 millones (INDEC, 2023a).

² En febrero y marzo de 2023, en plena ola de calor, y habiendo llegado a récords de demanda eléctrica, usuarios de Gran Buenos Aires sufrieron sucesivos cortes de suministro.

impulsa su aprovechamiento desde la década de 1990: para poblaciones dispersas (Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales –PERMER-); para abastecer al Sistema Interconectado Nacional (Leyes 26.190/2006 y 27.191/2015); y para autoconsumo con conexión a red (Ley 27.424/2017). El aprovechamiento del recurso fotovoltaico se expande en las regiones Noroeste y Cuyo, donde los niveles de irradiación son excepcionalmente altos, pero también en los territorios pampeanos.

Ubicados dentro de la región pampeana³, los territorios que forman parte de este estudio son aquéllos que se localizan en las tres provincias más pobladas, más ricas económicamente y de mayor consumo eléctrico del país: Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe. Sus habitantes representan el 54% de la población nacional (INDEC, 2022). Con una parte rural dispersa, se localizan en grandes aglomerados urbanos, suburbanos y ciudades intermedias. En términos económicos, juntas aportan más del 50% del Producto Bruto Interno⁴. Se destaca en estos territorios un elevado nivel de consumo eléctrico, asociado a las demandas de los centros urbanos de gran densidad poblacional y del tejido industrial. En 2022, Buenos Aires⁵, Santa Fe y Córdoba fueron responsables de casi el 30% del total de la demanda eléctrica del país, con 12%; 9.7%; y 7.6%, respectivamente (ADEERA, 2022).

El abastecimiento eléctrico de estos territorios proviene mayoritariamente de regiones productivas relativamente distantes, lo que implica costos y pérdidas por transporte. Dependen de líneas que los conectan con grandes centrales, como las represas hidroeléctricas del Comahue y Yacypetá. Se trata de un sistema centralizado, donde la

³Según la división administrativa del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, la región pampeana es integrada por las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y La Pampa (INDEC, 2017).

⁴Según los organismos de estadísticas provinciales, en 2020 Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba alcanzaron un Producto Bruto Geográfico equivalente al 35,4%, 10,7% y 8,8% del PBI nacional, respectivamente.

⁵ Sin considerar la demanda eléctrica del Gran Buenos Aires que, junto con la Ciudad de Buenos Aires, representa el 38% de la demanda nacional.

electricidad se genera en grandes plantas y luego es transportada hasta los puntos de consumo. En este sistema, los consumidores tienen un rol pasivo, con restringida participación en la toma de decisiones en materia energética. La disponibilidad de recurso fotovoltaico⁶ y la existencia de un marco normativo de fomento al desarrollo renovable, permiten el despliegue de proyectos de generación más limpia y distribuida.

De manera progresiva, el aprovechamiento y valorización del recurso solar abre nuevas oportunidades en los territorios, y surgen proyectos de características diversas. A través de ellos, actores del territorio, tales como cooperativas eléctricas, ciudadanos y organizaciones civiles, coordinan sus acciones, cooperan y co-construyen proyectos que innovan en la forma de generar y consumir energía. Formas descentralizadas de producción energética, en las que predomina la cooperación, participación e innovación no solamente técnica, sino también social, comienzan a surgir. En este marco, las preguntas que guían esta investigación doctoral son: ¿Cómo se desarrolla la transición argentina hacia la sostenibilidad energética y cuál es en ella el rol de la energía fotovoltaica? ¿Cómo se despliega el aprovechamiento fotovoltaico en los territorios pampeanos y qué transformaciones conlleva? ¿Cómo se organizan y tejen sus acciones los actores del territorio?

En la transición argentina, los territorios pampeanos buscan valorizar sus recursos, generar nuevos vínculos entre los actores y lograr un sistema energético más participativo y distribuido. La concreción de distintos proyectos fotovoltaicos muestra modalidades diversas de transición: desde grandes proyectos que reemplazan los recursos fósiles por renovables, hasta proyectos locales y colectivos, que surgen de la innovación y cooperación entre diferentes actores. Estas experiencias muestran la tendencia hacia

⁶ Los valores promedio de irradiación global diaria se ubican entre 2 kWh/m² y 6.5 kWh/m² (Grossi Gallegos y Righini, 2007).

territorios que ya no son solamente lugares de consumo de energía generada fuera de ellos, sino que se transforman en protagonistas de proyectos que los reposicionan en la generación de energía. El vínculo territorio-energía se vuelve más estrecho, participativo y democrático. La introducción de generación fotovoltaica abre la puerta a nuevos modos de producción y consumo, en una lógica de proximidad espacial y social.

Objetivos e hipótesis

Objetivo general

Comprender la transición argentina hacia la sostenibilidad a través del análisis de proyectos de aprovechamiento fotovoltaico, los actores y motivos que los impulsan, y las transformaciones emergentes en los territorios pampeanos de las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe.

Objetivos específicos

1. Estudiar el rol de la energía fotovoltaica en la transición global hacia sistemas energéticos sostenibles, las fuerzas de cambio que la impulsan y su entrada en la transición argentina.
2. Dar cuenta del avance del aprovechamiento fotovoltaico argentino e identificar oportunidades y obstáculos para los proyectos en territorios pampeanos considerando los recursos disponibles, los déficits existentes y las políticas públicas provinciales.
3. Analizar iniciativas pampeanas de generación fotovoltaica, sus procesos de origen e implementación, y las transformaciones emergentes en los territorios.

Hipótesis general

En la transición argentina hacia la sostenibilidad, estímulos públicos conjugados con iniciativas privadas impulsan la progresiva multiplicación de iniciativas de aprovechamiento fotovoltaico, a distintas escalas. En los territorios pampeanos los actores locales adquieren roles activos, se reposicionan en la gestión de los recursos, y configuran vínculos estrechos con la energía. En la valorización de la energía fotovoltaica y en la cooperación entre actores diversos, aparecen oportunidades de crecimiento e inclusión para las comunidades pampeanas.

Hipótesis específicas

1. La energía fotovoltaica atiende no solamente a objetivos de descarbonización sino también de inclusión de población vulnerable. Su uso conduce a nuevas formas de generar y consumir energía. La transición a la sostenibilidad en Argentina se afianza sobre los imperativos de cumplir con objetivos internacionales y afrontar déficits internos.
2. El aprovechamiento fotovoltaico en Argentina ha atravesado sucesivas fases impulsadas por programas públicos a distintas escalas, y traccionadas por actores diversos que buscan aprovechar los recursos disponibles. Su expansión, para fines diversos, encuentra limitantes en los altos costos de la tecnología y la falta de incentivos adecuados.
3. Nuevas formas de gestionar los proyectos fotovoltaicos en los territorios pampeanos mutan los roles tradicionales y suman actores al sistema. Con la cooperación multi-actoral se revalorizan recursos, se potencian capacidades locales, y se repiensen los espacios en pos de la producción energética y la inclusión social.

Marco conceptual

La perspectiva multidisciplinar se apoya en teorías provenientes de la Sociología, las Relaciones Internacionales, la Geopolítica, la Geografía y el Ordenamiento Territorial. Cinco conceptos clave guían el trabajo: *recurso*, *territorio*, *transición energética*, *innovación social* y *sostenibilidad*. De cada uno de ellos, se desprenden otros que permiten completar la comprensión de los fenómenos a estudiar.

Recurso

Se entiende por recurso a todo aquello, material o inmaterial, que es valorado para satisfacer una necesidad y/o resolver un problema. Implica ello un proceso, por parte de la sociedad, de reconocimiento y valorización del recurso como tal, en tanto posibilitador de sus actividades económicas y sociales (Deshaies & Mérenne-Schoumaker, 2014). De acuerdo con Raffestin (2011), la materia deviene recurso como resultado de un proceso de producción, en el que intervienen un actor y una práctica. Ésta es la que crea las propiedades de la materia, su valor para las sociedades, en un proceso de evolución permanente. De ello se desprende que un cambio de práctica constituye una nueva relación con la materia, con la posibilidad de “crear” recursos o volver a considerarlos materia. Esa relación entre materia y práctica no es, entonces, meramente instrumental, sino social, política y cultural. De allí que, como producto de esa relación, los recursos no son naturales en sentido estricto, sino creados por la práctica humana en un contexto socio-político determinado.

Entre los recursos, la *energía* resulta esencial para la vida de las personas y un insumo básico para realizar la mayoría de las actividades diarias. La producción, el comercio, el transporte, la iluminación, la calefacción, cocción y conservación de alimentos, tal como se conocen en las sociedades modernas, resultan impensables sin recurrir a algún tipo de

energía. Entendida así, la energía no es un fin en sí mismo sino un medio para obtener un servicio energético (Tanídes, 2013). Del mismo modo, la energía constituye un recurso estratégico, fuente de poder para los Estados que les permite proteger sus intereses nacionales y ejercer influencia en sus relaciones internacionales. Con un interés definido en términos de poder, los Estados procuran controlar aquello de lo que dependen o disminuir el grado de dependencia (Morgenthau, 1986; Waltz, 1988). En el plano internacional, esto se se ha manifestado en tensiones y conflictos motivados por controlar el acceso a fuentes energéticas.

Otro frente sobre el que es posible entender a la energía es como actividad económica en sí misma, la cual comprende las actividades de extracción/producción; transporte; y distribución (Mérenne-Schoumaker, 1997). En este sentido es un recurso para dinamizar un conjunto de actividades productivas y de servicios asociadas, tales como: la elaboración de insumos y equipamientos, la logística involucrada en su provisión, el diseño y desarrollo de proyectos, las tareas de operación y mantenimiento, la capacitación y formación de recursos humanos.

Transición energética

Entendiendo por transición un proceso dinámico y creciente de cambio estructural que conduce desde un estado establecido a otro con características diferentes, en esta tesis se considera a la transición energética como el paso de un sistema basado en hidrocarburos y donde la energía es generada en forma centralizada, hacia otro en el que predominan las fuentes renovables y la generación distribuida. Dado que el sistema energético comprende un conjunto de infraestructuras, tecnologías y prácticas, la transición no solamente involucra cambiar los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas, sino

que implica llegar hasta las prácticas sociales, los actores que intervienen en el sistema, y sus roles.

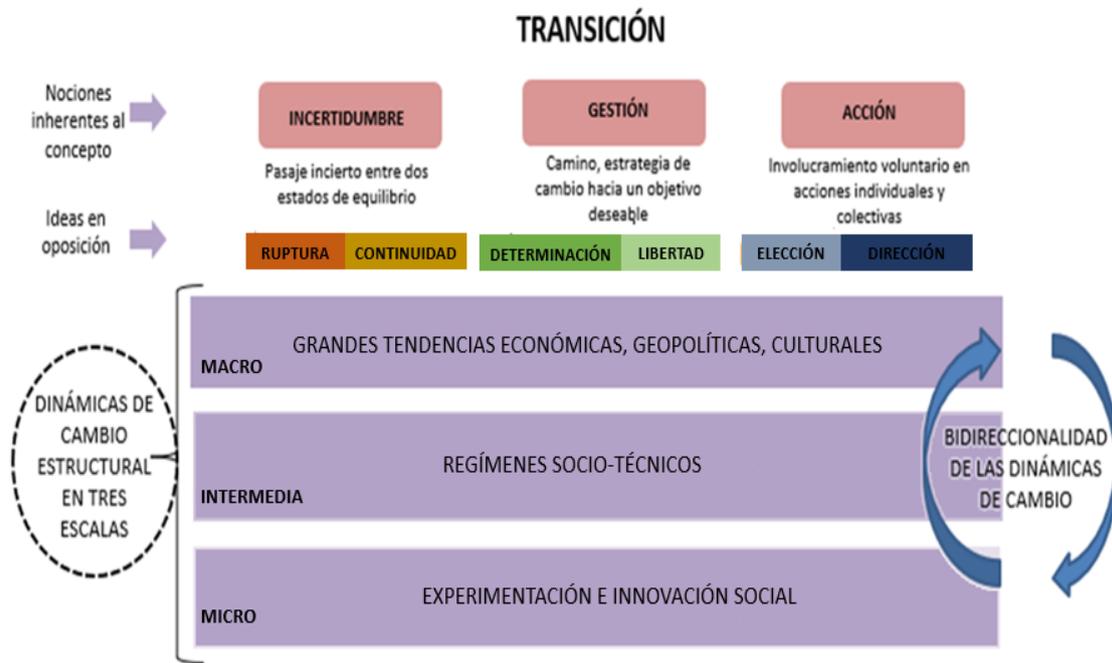


Figura 1: Elementos presentes en la definición de transición. Elaboración propia en base a Theys, 2017

La idea de cambio estructural es inherente al concepto de transición energética, ya sea como cambio abrupto e incierto, como cambio lento y gradual preconcebido desde una estrategia de gestión, o como cambio deseado, materializado por el compromiso y voluntad de acción que derivan en transformaciones individuales y colectivas (Theys, 2017). Las dinámicas de cambio se dan a 3 escalas: escala micro, en la que la sociedad (organizada) experimenta e innova en nuevas prácticas y con nuevas tecnologías; una escala intermedia, en la que esas prácticas configuran regímenes socio-técnicos, entendidos como sistemas de normas y prácticas sociales y culturales afianzadas; y en la escala macro, caracterizada por tendencias globales en materia económica, política, cultural a nivel nacional y supranacional (figura 1). Desde esta tesis se considera que esas dinámicas de cambio son movilizadas tanto desde la escala micro, hacia las escalas superiores, como en el sentido inverso. Asimismo, se considera que las transiciones

energéticas adquieren modalidades diferentes en función de los territorios donde se despliegan, los recursos disponibles, y el rol de los actores del territorio (Bridge et al., 2013; Schapira y Velut, 2013; Broggio et al., 2014; Hansen y Coenen, 2015).

Territorio

Se entiende por territorio a un espacio apropiado y valorizado por un grupo humano. Mientras el espacio aparece como algo dado, el territorio es creado mediante un proceso de territorialización que desarrollan los actores al apropiarse de ese espacio y considerarlo distinto y exclusivo a sus ocupantes (Raffestin, 2011). En la construcción de una territorialidad, entendida como la relación individual o colectiva con el territorio apropiado (Carrizo, 2003), intervienen tres dimensiones: socio-económica, político-institucional y simbólico-cultural (Di Meo, 1998). Así, el concepto de territorio incluye concepciones de apropiación, dominio, y control de un espacio dado, pero también de pertenencia y de proyectos que una sociedad diseña y realiza (Furlán, 2011). En esa apropiación, el ordenamiento del territorio deviene imprescindible. Las acciones de ordenamiento del territorio nacen con el hombre sobre la Tierra, a partir de que éste intenta adaptarse y transformar el espacio que ocupa (Belhedi, 2010). “Ninguna sociedad, por elemental que sea, escapa a la necesidad de organizar el campo operatorio de su acción” (Raffestin, 2011, p.106).

Que el territorio sea apropiado por una sociedad implica que ésta elabora estrategias para disponer de los recursos y aprovecharlos en pos del bienestar de las poblaciones. En ese proceso intervienen las *redes*, entendidas como “la forma de organización de la relación de una sociedad con su territorio” (Dupuy, 1998). Las redes de energía constituyen sistemas complejos, en permanente mutación, en el que se incluyen los flujos (personas, bienes, información, energía y capitales), la infraestructura (conjunto de elementos

materiales) y los actores intervinientes (quienes hacen funcionar la red) (Carrizo, 2003). Así, el concepto de territorio es inseparable del concepto de *actor*, que es quien se apropia del espacio y lo territorializa, al igual que entre la materia y el recurso media la práctica de un actor (figura 2). Según Mazurek (2006) existen 5 clases de actores: el individuo, las colectividades, los actores socio-económicos, el Estado y sus entes, y los actores supra-nacionales. Otros autores, como Pérez (1995) diferencian entre actores locales y extra-locales sobre la base de la lógica (local o no) que determina su comportamiento y en función de si éste puede o no afectar los procesos locales. Proyectos colectivos surgen de la acción combinada de actores diversos: “los actores dependen unos de otros, ya que necesitan de los recursos de cada uno para poder alcanzar sus objetivos” (Adam y Kriesi, 2010, p. 139). Según Blanco (2007) los actores sociales llevan a la práctica sus proyectos, por medio de acciones. Éstas son condicionadas por la materialidad existente y los proyectos de otros actores, con los que se da un diálogo que las estimula u obstaculiza.



Figura 2: Del espacio al territorio, de la materia al recurso. Elaboración propia.

Innovación social

La innovación social implica una reconfiguración de las prácticas sociales, en la que actores de la sociedad civil se relacionan e interactúan, con la finalidad de atender las necesidades sociales, más allá de las individuales (Polman et al., 2017). Incluye nuevas políticas y estrategias, conceptos, ideas, iniciativas y organizaciones que responden a diversas necesidades sociales, que buscan empoderar y fortalecer a la sociedad civil para mejorar la calidad de vida. Con apoyo, también, en la definición de Seyfang y Smith (2007), en este trabajo se entiende por innovación social a aquellas acciones desarrolladas a nivel comunitario generadoras de soluciones “de abajo hacia arriba”, adecuadas a situaciones locales y basadas en intereses y valores de las comunidades. El proceso de innovación social, no es lineal, sino cíclico, recorre progresos y retrocesos, e incluye la participación de agentes externos, así como la de los agentes internos y los beneficiarios del mismo (Finquelievich et al., 2014, p.237). En este sentido puede afirmarse que la innovación social, y principalmente la relativa a la adopción de nuevas tecnologías, es resultado de un proceso complejo, no exento de las características propias de los actores intervinientes, y los territorios involucrados.

Adicionalmente, la innovación social se da en el marco de un interjuego en el que participan diferentes actores (Estados, ONG's, empresas, universidades e instituciones de investigación y desarrollo), y co-construyen iniciativas que logran prosperar y sostenerse en el tiempo. La *co-construcción* -entendida como la acción sinérgica de distintos actores que cooperan entre sí, combinan sus intereses y capacidades, y logran implementar y sostener un proyecto (Carrizo y Jacinto, 2018)- puede resultar una forma de innovación social, en tanto remite a una nueva forma de organización para el desarrollo de iniciativas que atiendan intereses colectivos.

Los cambios en el sistema energético llevan a modificaciones en el sistema social, y en sentido contrario. La transformación de las redes conduce a estrategias innovadoras de adaptación, que tienen el potencial de reconfigurar la relación usuario-red. Dialécticamente, los usuarios son capaces de innovar con nuevos patrones de conducta, respondiendo, y al mismo tiempo impulsando, los cambios en las redes (Marvin y Perry, 2005).

Ligado a la innovación social, y con apoyo en la idea de “reconfiguración creativa” de las relaciones sociales en torno a la energía (Hewitt et al., 2019), nuevas formas de organización y gestión de los proyectos energéticos hacen emerger los conceptos de “energía ciudadana”, o “energía comunitaria” abarcando iniciativas colectivas, surgidas de habitantes, colectividades y empresas locales que aúnan sus fuerzas para concretar los proyectos (Pellemeulle, 2016; Caramizaru y Uihlein, 2020). Tomando el análisis desarrollado por Walker y Devine-Wright, (2008), *proceso* (la comunidad se involucra en el diseño, implementación y desarrollo de los proyectos) y *resultado* (los beneficios del proyecto se distribuyen social y espacialmente en la comunidad) devienen categorías centrales para la definición de experiencias de energía comunitaria o comunidades energéticas (figura 3).

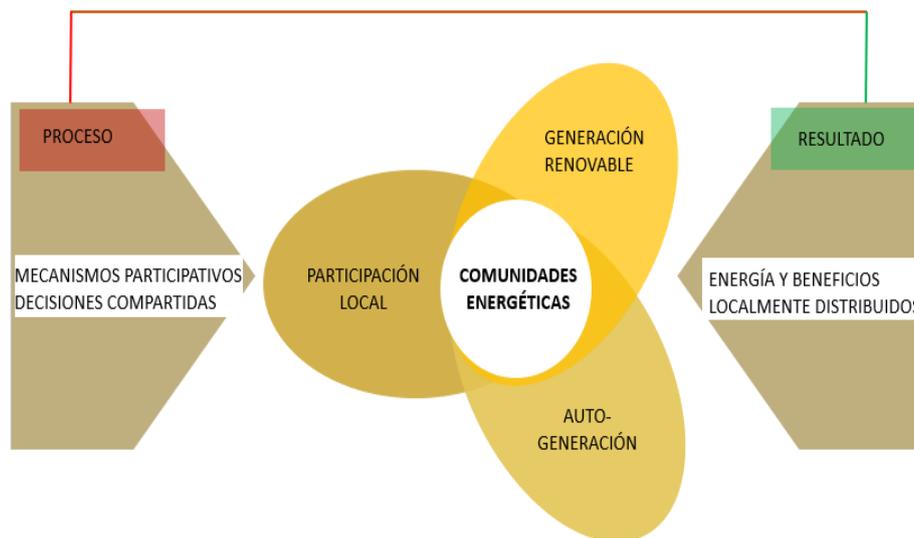


Figura 3: Elementos constitutivos de los proyectos energéticos comunitarios. Elaboración propia.

Otros conceptos, derivados de los aportes de Landel et al. (2016), son consistentes con la idea de organización comunitaria en pos de un proyecto energético surgido de los territorios. Los proyectos energéticos que surgen desde actores locales, posibilitados por la movilización de una inteligencia territorial son considerados “proyectos de territorio”, en contraposición al concepto de “territorio de proyectos”, que incluye la idea de proyectos que surgen y son conducidos por actores externos a los territorios -reducidos éstos a recipientes o base material para la localización de los proyectos-, y cuyos beneficios no quedan en las comunidades locales.

Sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad se instala en los debates académicos y los objetivos de políticas públicas desde el Informe Brundtland en 1987. Allí se llamaba a hacer un uso sostenible de los recursos naturales: que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras (WCED, 1987). Sin embargo, se encuentran ideas previas en trabajos desde las Ciencias Agrarias, entendiendo a la sostenibilidad como el principio de no cosechar más de lo que es capaz de rebrotar. Luego, el informe del Club de Roma alertó sobre el agotamiento de recursos indispensables para la vida humana. Planteado el dilema entre la satisfacción de necesidades y el cuidado del ambiente, el concepto de sostenibilidad luego mutó para incorporar tres dimensiones que deben estar en armonía: la ambiental, la social y la económica. En su definición de Desarrollo Sostenible, Naciones Unidas reconoce que sus tres componentes -el desarrollo ambiental, social y económico- son interdependientes y se refuerzan mutuamente (Naciones Unidas, 1997).

En esa línea, en este trabajo se considera que un sistema energético es sostenible cuando es ambientalmente racional, socialmente equitativo y económicamente viable. De igual

forma, y con apoyo en la definición de Naciones Unidas, el concepto de “energía sostenible” alude a energía producida y utilizada de manera tal que promueve el desarrollo humano a nivel ambiental, social y económico (UNDP, 2015). En forma creciente, se considera que la sostenibilidad requiere no sólo de decisión política y acción gubernamental sino de decisión y acción de la sociedad civil (Fergusson, 2009). Ideales en pos de la sostenibilidad (figura 4) incluyen la interacción entre actores diversos que se apropian de la tecnología para aprovechar recursos renovables, locales, y así co-construir proyectos colectivos.

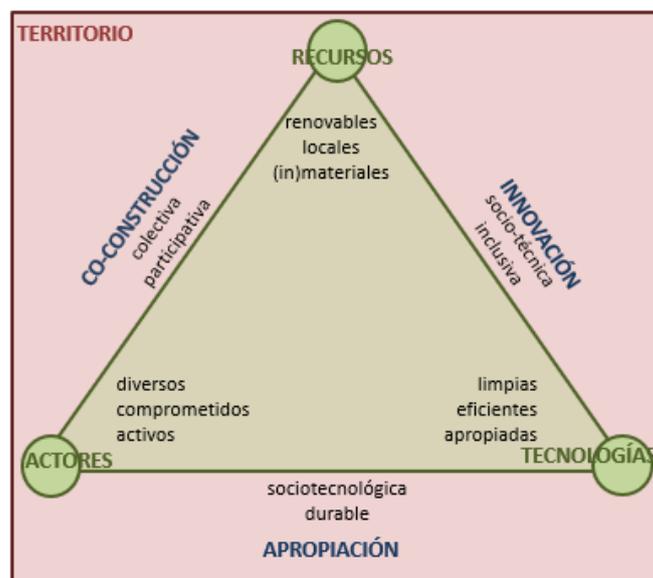


Figura 4: Ideales en pos de la sostenibilidad. Elaboración propia.

Así, las “ciudades sostenibles” o las “ciudades en transición” (en camino a ser sostenibles), administran sus recursos de manera de satisfacer localmente, y de manera racional, sus necesidades. Ello incluye la producción de alimentos, energía, y otros bienes en forma local, e intentando separarse del modelo fósil (Hopkins, 2008). La sostenibilidad entra así en relación con la idea de *resiliencia*, definida como la capacidad de un sistema, sociedad, o ciudad de hacer frente a las perturbaciones externas, mediante acciones colectivas de adaptación a nivel individual, comunitario e institucional (Chelleri, 2012; Patel y Nosal, 2016).

Estado del arte

La energía es abordada desde múltiples disciplinas. Por sobre la predominancia de los enfoques desde las Ciencias Exactas, existen trabajos desde las Ciencias Sociales que estudian a la energía, en tanto objeto socio-técnico (Hugues, 1986; Akrich, 1989), focalizando sobre su dimensión social, cultural, económica y política (Mérenne-Schoumaker, 1997; Carrizo, 2003; Bridge et al, 2013; Furlán, 2017; Clementi, 2018; Blanco Wells, 2019). Coincidiendo con esta línea de trabajo, se destacan algunos aportes. Los mismos se han organizado en tres grandes líneas de investigación, consistentes con los temas estudiados en cada una de las partes que componen esta tesis (figura 5).



Figura 5: Líneas de investigación y partes de la tesis. Elaboración propia

Geopolítica de la energía y tendencias renovables

En la segunda mitad del siglo XX los debates académicos sobre la energía comienzan a girar en torno a las advertencias sobre la responsabilidad del sector energético en las emisiones causantes del cambio climático, la necesidad de recurrir a fuentes alternativas a las fósiles, y, ligado a ello, cómo la disponibilidad de las fuentes de energía influye en la política internacional.

Si bien la Geografía siempre se ha preocupado por los recursos y su distribución, es recién a partir de la década de 1960 que aparecen los primeros trabajos vinculando geografía y energía (Odell, 1963; Alexander y Gibson, 1979; Calzonetti y Solomon, 1985; Mérenne-Schoumaker, 1997). Luego, como un nuevo campo de estudio dentro de la Geografía, con auge a partir de los shocks petroleros de la década de 1970, la Geopolítica de la energía, se dedica a estudiar cómo la distribución de las actividades, recursos y necesidades influyen sobre las acciones de actores estatales, y no estatales, a fin de asegurar el abastecimiento energético (Blondeel et al., 2021). La mirada de los estudios pasa a estar sobre el acceso a la energía y su aprovisionamiento en forma segura y asequible.

Mientras los primeros desarrollos teóricos focalizan sobre el suministro de recursos hidrocarburíferos y la seguridad de las infraestructuras energéticas (Ireland, 1958; Conant y Gold, 1977), ya en el nuevo milenio, cobran relevancia los trabajos que tratan las fuentes energéticas renovables y su impacto en las relaciones entre Estados. Algunos autores señalan que el fenómeno del cambio climático -originado en gran parte por la combustión de recursos fósiles (IPCC, 1990)- ha complejizado las consideraciones geopolíticas tradicionales (Pascual y Elkind, 2010; Joffé, 2020). Desde la disciplina de las Relaciones Internacionales, y tomando el punto de vista de la seguridad internacional, las energías renovables presentan tanto ventajas como desventajas (Vakulchuk et al., 2020). La literatura se divide entre quienes aseguran que la transición hacia las energías renovables es motivo de igual o mayor nivel de conflicto entre Estados que el que han suscitado los recursos fósiles (Raman, 2013; Hache, 2016; Umbach, 2018); y aquéllos que confían en que las energías renovables son capaces de reducir la conflictividad (Mansson, 2015; Overland, 2019). Entre los argumentos de los primeros, surge el acceso a materiales críticos como el primer punto de potenciales tensiones internacionales en un mundo en transición (Pitron, 2018). Entre los argumentos de los segundos, una distribución

geográfica de los recursos renovables más equilibrada, que en el caso de los recursos fósiles, lleva a pensar en la reducción de las disputas por su control. Además, las energías renovables cambian el foco del aprovisionamiento energético externo al aprovisionamiento interno, lo que reduciría el ámbito de conflicto entre Estados. Entre ambas posturas prevalece un punto en común: la transición energética, al valorizar recursos locales, es capaz de incidir en la configuración de poder en el sistema internacional. Altera también la *interdependencia*⁷ entre los países, en tanto actores no estatales (empresas y grupos económicos, proveedores y consumidores de materias primas y tecnología) ejercen influencia en la agenda exterior de los Estados.

El carácter disruptor de las energías renovables con respecto al concierto geopolítico mundial es particularmente marcado en el caso de la energía solar fotovoltaica. Ello se da por su *naturaleza*: la energía solar toma la forma de energía “de flujo”, lo que implica que no existe un stock limitado, potencialmente agotable (Mérenne-Schoumaker, 1997); también por su *disponibilidad*: todos los países, en menor o mayor grado, disponen de irradiación solar, susceptible de ser aprovechada con fines energéticos; y por su *multiescalaridad*: es aprovechable tanto en grandes parques de generación, como en pequeñas instalaciones domésticas, lo que la vuelve idónea para formas de producción descentralizadas. En este sentido, la energía solar es capaz de conducir a cambios en las formas de generación y consumo de la energía, y abrir las puertas a modelos de gestión más participativos y democráticos.

Estudios sobre la adaptación de la energía solar en experiencias de autogeneración con inyección a la red, señalan su escalabilidad como una de las principales ventajas, con

⁷ Complejización de las relaciones entre Estados por la influencia de actores no estatales y la diversificación de la agenda de temas (Keohane y Nye, 1989).

potencial para cambiar el rol de los usuarios, desde uno pasivo a otro activo (Juntunen, 2014). Se destaca a los usuarios-generadores como actores clave en un sistema energético sostenible (Brown et.al, 2019; Kotilainen, 2020), y motor central de cambio hacia un nuevo paradigma, basado en la eficiencia, la generación distribuida y la bidireccionalidad de las redes.

Transiciones energéticas

Los trabajos sobre las transiciones hacia sistemas energéticos sostenibles entienden que no sólo involucran innovaciones tecnológicas o cambios en el tipo de recurso energético utilizado, sino que suponen adaptar las formas en que las poblaciones habitan, producen y consumen, implicando transformaciones sistémicas: cambios a nivel social, cultural, tecnológico, político, económico y legal (Brooks et al., 2011; Pelling, 2011; Bridge et al, 2013; Jaglin y Verdeil, 2013; Mathieu, 2015; O'Brien et al, 2015; Sovacool, 2017; Bridge y Gailing, 2020). Según O'Brien et al. (2015), los cambios tecnológicos y sociales propios de las transiciones, pueden analizarse a través de tres esferas de transformaciones: práctica, política y personal. La primera implica la adopción de nuevas tecnologías y el desarrollo de prácticas sostenibles; la segunda, conformada por reglas, incentivos y prioridades, es la que posibilita, estimula u obstaculiza los cambios en la esfera práctica; la tercera influencia las dos anteriores a través de valores, ideas, y creencias personales y colectivas, que moldean social y culturalmente la construcción de reglas. Así, los avances tecnológicos logran ser exitosos si consiguen integrarse a los marcos regulatorios y a las prácticas sociales y culturales de los territorios. Las prácticas sociales son puestas en un lugar central por autores como Lorrain (2005) y Marvin y Perry (2005), entendiendo que los usuarios son capaces de adaptarse e innovar a través de nuevos patrones de conducta, respondiendo, y al mismo tiempo impulsando, los cambios en las redes.

Algunos autores focalizan sobre la dimensión temporal de la transición, destacándola como un proceso que lleva décadas, tanto más tiempo en función de lo arraigadas que estén las prácticas, y advirtiendo sobre la necesidad de acciones prontas (Lund, 2006; O'Connor, 2010; Smil, 2010; Sovacool, 2016). Para estos trabajos los sistemas energéticos presentan una inercia al cambio que deriva de los largos ciclos de inversión que se requieren para montar las infraestructuras energéticas, así como de la permanencia de prácticas, sistemas de leyes y regulaciones. Cada sistema energético se compone de elementos materiales (infraestructuras, equipamientos, tecnología) e inmateriales (normas, hábitos) que lo sostienen en el tiempo, organizando a la sociedad en el espacio (Bridge et al., 2013; Chabrol, 2016). Para Chabrol (2016), las decisiones en materia de planificación energética reproducen trayectorias que se dirigen en el sentido del sistema establecido y de las cuales es difícil separarse. Se refiere a este fenómeno mediante el concepto de “dependencia del sendero”: las estructuras -tanto físicas y concretas en el espacio, como las estructuras inmateriales imbricadas en las prácticas sociales- ejercen resistencia al cambio y tienden a reproducir las trayectorias pasadas. A modo de “bloqueo espacial”, las estructuras físicas tienden a favorecer más bien una continuidad de los sistemas energéticos que un cambio de trayectoria.

Otra corriente dentro de los trabajos sobre transiciones incorpora la dimensión espacial a sus análisis, considerando que los sistemas energéticos se encuentran en contextos espaciales y territoriales específicos, y de esas especificidades se derivan las características de la transición (Hansen y Coenen, 2015). Algunos autores destacan la tendencia de la transición a asumir diferentes modalidades dependiendo del territorio en el que se despliegan. Una modalidad se caracteriza por una mayor participación e involucramiento de actores distribuidos, otra se focaliza en el uso de energías alternativas como reemplazo de los combustibles fósiles (Bridge et al., 2013). Otros autores señalan

que estas modalidades están dadas por la naturaleza de los recursos de los que los territorios disponen, las demandas de las poblaciones y sus actividades, la sensibilidad de su ambiente y las formas de gobernanza (Schapira y Velut, 2013, Broggio et al., 2014). Algunos autores destacan una transición con carácter conservador de rasgos del sistema fósil-dependiente que refuerza el “esquema concentrado y centralizado fosilista”, pero con fuentes renovables (Kazimierski, 2020). Según Raman (2013), la tendencia a la “fosilización de las renovables” hace referencia a la permanencia de elementos y características propias del sistema energético que se pretende dejar atrás. El término alude también a la problemática de la contaminación asociada a la fabricación de tecnologías renovables, como los módulos fotovoltaicos, y a la distancia que separa a la producción del consumo (siendo que las actividades de extracción de minerales y metales se concentran en pocos sitios del planeta). Así, muchos proyectos renovables “sucumben” a los hábitos extractivistas de hidrocarburos, tanto en cuanto a sus procesos de financiamiento y producción, como en cuanto a sus consecuencias ambientales.

Otros autores se han dedicado a analizar los estímulos y obstáculos a la transición hacia las energías renovables. En cuanto a mecanismos de estímulos, Molina y Rudnick (2011), identificaron: los contratos con tarifa especial, el otorgamiento de una prima por riesgos, obligaciones de participación, subsidios a la inversión, exenciones de impuestos e incentivos fiscales. Por otro lado, Beck y Martinot (2004) describieron los obstáculos más frecuentes para su implementación, destacando: los altos costos iniciales, la falta de normativa de fomento y el desconocimiento por parte de la población. Los factores mencionados pueden englobarse en el concepto de “condiciones de borde” (Guzowski, 2010), que alude a condiciones del ambiente institucional, político y económico que inciden positiva o negativamente en la adopción de la tecnología.

La transición energética genera cambios en las redes a través del aprovechamiento de recursos poco o no explotados previamente, la entrada de nuevos actores al sistema, y la descentralización de la producción de energía. Comienzan a ser comunes los términos “prosumidor” e “internet de la energía” (Toffler, 1980; Rifkin, 2012; Kafle et al., 2016), marcando la tendencia hacia un cambio de paradigma en el que los usuarios son a la vez productores. El usuario-generador, además de consumir la energía que se le distribuye a través de la red, instala un equipo de generación eléctrica –en su hogar, comercio o establecimiento productivo- y comienza a consumir la energía que genera. Se establece así un sistema más distribuido. Si bien su definición no es unívoca, el concepto de generación distribuida se asocia a la generación que se ubica más próxima a los puntos de consumo, en contraposición a la generación que se produce en grandes centrales térmicas, hidroeléctricas o nucleares (figura 6). Según la Agencia Internacional de la Energía, se trata del uso integrado de pequeñas unidades de generación directamente conectadas al sistema de distribución (IEA, 2002). Se rompe así con la lógica de un sistema de actores más concentrado, donde pocos tienen el poder para tomar las decisiones. En términos de retribución por la energía generada por el usuario-generador, tres sistemas se conocen: *feed in tariff*, balance neto de energía (*net metering*) y balance neto de facturación (*net billing*) (tabla 1).

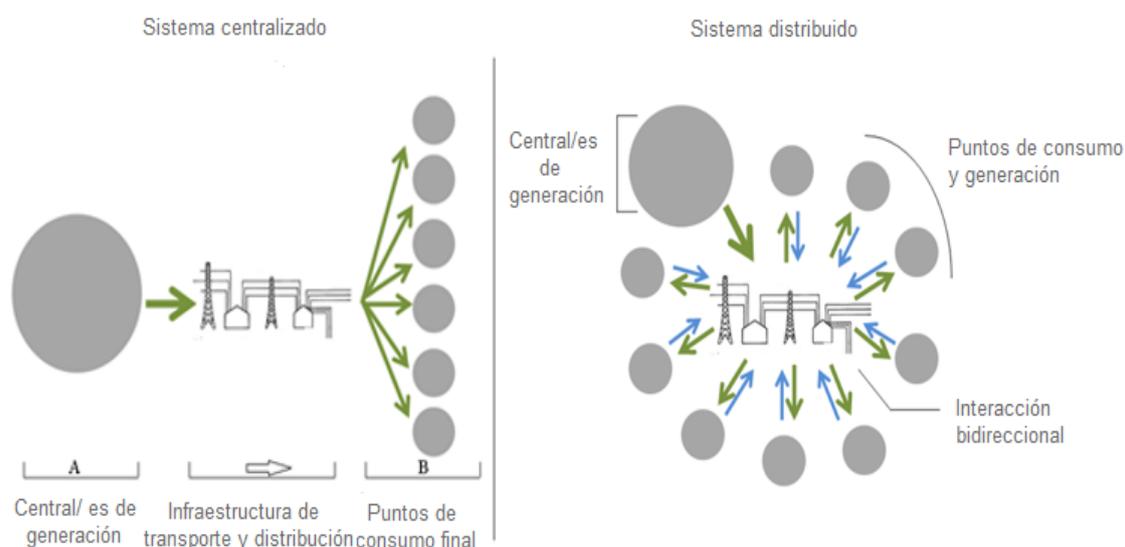


Figura 6: Sistema eléctrico centralizado y distribuido. Elaboración propia.

	<i>Feed in tariff</i>	<i>Net metering</i>	<i>Net billing</i>
<i>Energía consumida de la red</i>	Es comprada por el usuario-generador, en su totalidad.	Es compensada con la energía generada	Es comprada por el usuario-generador, en su totalidad.
<i>Energía generada, inyectada a la red.</i>	Es vendida por el usuario-generador a la distribuidora, en su totalidad.	Es compensada con la energía consumida	Es vendida por el usuario-generador, en su totalidad.
<i>Valorización de la energía generada hasta alcanzar la cantidad consumida</i>	Valorizada a un precio superior al de la energía consumida.	Al mismo precio que la consumida.	Al mismo precio que la consumida
<i>Excedente</i>	Valorizado a un precio superior al de la energía consumida.	Al mismo precio que la consumida	Valorizada a un precio inferior

Tabla 1: Mecanismos de compensación a la energía generada por el usuario-generador. Elaboración propia en base a Hugues y Bell, 2006; Yamamoto, 2012.

En otra vertiente en la literatura, se destacan estudios sobre justicia y democracia energética, temas de creciente interés por parte de la ciudadanía (Szulecki, 2018). El acceso equitativo a los servicios energéticos y la posibilidad de incidir en las decisiones,

con un enfoque participativo, centrado en los segmentos más vulnerables de la sociedad se incluyen en el concepto de justicia energética (Cowell et al., 2011; Sovacool, 2017; Bouzarovski, 2018, Saget et al., 2020). Iniciativas de generación distribuida y democratizante, comienzan a ser estudiadas (Bertinat, 2018; Fornillo, 2018a). La incorporación de energías renovables, al permitir la generación a baja escala e *in situ*, conduce a sistemas más distribuidos e inclusivos. La interrelación entre actores diversos comienza a configurar lo que algunos autores identifican como una nueva forma de gobernanza, caracterizada por el predominio de relaciones horizontales, informales y descentralizadas. Los Estados y las organizaciones gubernamentales, si bien conservan un rol importante, ya no son los actores centrales que conducen los procesos de cambio (Adam y Kriesi, 2010). Proyectos ciudadanos y metodologías participativas son puestos en valor (Ballan, 2016; Peullemeulle, 2016). Se destaca la creciente participación, cooperación e integración de las instituciones y organizaciones locales para responder de manera integral a las demandas y necesidades de la comunidad (Suárez et al., 2015; Emelianoff y Wernert, 2018; Caramizaru y Uihlein, 2020). El protagonismo creciente de los ciudadanos en el sistema energético favorece la construcción de una democracia energética (Kunze y Becker, 2014; Angel, 2016; Ballan, 2016; Chávez y Kishimoto, 2016; Varo, 2019; IRENA, 2019). Este concepto alude no solamente a la participación ciudadana activa en todas las operaciones del sector energético, sino también al acceso universal a los servicios.

Energía y territorios

Progresivamente, han surgido estudios que analizan las particularidades de la transición energética sudamericana y argentina. Se han abordado transformaciones vinculadas a cambios en las redes energéticas (Carrizo y Forget, 2016; Carrizo et al., 2019). Se ha estudiado el marco normativo y las iniciativas en curso en pos del desarrollo de redes

inteligentes (Guido y Carrizo, 2016; Donato et al., 2020) y se ha analizado el despliegue de proyectos renovables en Argentina, considerando la tendencia a la especialización territorial en el aprovechamiento de los recursos (Clementi et al., 2019a). También se han estudiado desafíos de la transición, tanto en Argentina como en Sudamérica, con eje en la generación distribuida y la eficiencia energética (Ise et al., 2020; Bersalli et al., 2018) y experiencias renovables en regiones bonaerenses (Clementi et al., 2019b) y pampeanas (Ise, 2021; Ise et al., 2021).

Los trabajos de Carrizo (2003), Jacinto (2003), y Forget (2015) analizan las trayectorias territoriales, la formación de “territorios energéticos” (Carrizo y Jacinto, 2021; Forget, Bos y Carrizo, 2021) y la existencia de “islas eléctricas” (Carrizo y Vélut, 2010). Desde el estudio de los vínculos energía-territorio, se asume que los actores del territorio, actuando sinérgicamente, “co-construyen” proyectos (Carrizo y Jacinto, 2018) hibridando sus lógicas. Estudios sobre el rol de los territorios y las comunidades (Emelianoff, 2019; Bailleul, 2019; Koumparou, 2018; Landel et al., 2016) reconocen que el surgimiento de un nuevo sistema energético, de perfil comunitario, se produce a partir de un número mayor de actores, con nuevas posibilidades socio-técnicas.

Los proyectos comunitarios o las comunidades energéticas⁸ crecen en el mundo y adquieren status legal. A nivel europeo la reglamentación define como comunidad de energía renovable a *“toda entidad legal que se basa en la participación abierta y*

⁸ El modelo cooperativo alemán, con el caso emblemático de la cooperativa eléctrica de Shönau sentó las bases de la propiedad y participación de la comunidad en la energía que producen y consumen. Luego del desastre de Chernobyl, diferencias con el proveedor de energía nuclear movilizaron a la comunidad de Shönau, en el sudoeste de Alemania, en pos de un cambio en su aprovisionamiento energético. En 1994 fundaron ElektrizitätsWerke Schönau EWS, una comunidad energética bajo la forma de cooperativa. Para llegar a ella se realizaron campañas de concientización puerta a puerta, divulgación de información sobre energías limpias, y dos referéndums para obtener el derecho de operar en la red. EWS no paró de crecer y desde 1998 distribuye energía a escala nacional.

voluntaria, y que es autónoma y controlada por miembros localizados en proximidad al proyecto renovable”, así como a todo proyecto “*cuyo fin principal es proveer beneficios para sus miembros y el espacio donde opera*” (Renewable Energy Directive (EU) 2018/2001). Así, si bien la participación y/o la propiedad de la comunidad en el proyecto de producción de energía es un elemento definitorio (Roberts et al., 2014), la forma en que se organiza y gestiona el desarrollo y la distribución de beneficios del proyecto es relevante para diferenciarlo de otras iniciativas de generación renovable, tanto individuales como colectivas. Se destacan los objetivos que persiguen sus integrantes como más que meramente económicos, incluyendo la búsqueda de sostenibilidad, el cuidado ambiental y la equidad social (Pérez Pérez, 2023; Becker et al., 2017).

En el despliegue de proyectos energéticos, algunos estudios focalizan sobre potenciales tensiones o sinergias entre la producción de energía y otras actividades pre-existentes en los territorios. La agricultura es señalada como compatible con la generación fotovoltaica en los llamados “sistemas agrivoltaicos”, aquéllos que combinan la generación fotovoltaica con cultivos, y así optimizan los costos del proyecto. Estos sistemas permitirían sobrepasar la dicotomía agropecuario/energético, combinando ambas actividades (Barron-Gafford et al., 2019).

En línea con el planteo de Cotarelo (2015), los desafíos económicos y sociales de los territorios son inseparables de los desafíos energéticos. Disponer de servicios energéticos seguros y asequibles es fundamental para una vida digna, evitar la pobreza o lograr superarla. La energía solar fotovoltaica aparece como la más apropiada para ofrecer una solución técnica para la electrificación de comunidades rurales aisladas, donde el tendido de redes convencionales no resulta sostenible, y como forma de acceder a servicios de calidad (Schwarz y Glemarec, 2009; Garrido et al, 2012; Tessama et al, 2013; Belmonte, 2013; Biloni et al, 2016; Garrido et al., 2016; Eisman, 2017; Couture et al., 2019). No

disponer de energía supone la dificultad o imposibilidad de estudiar y producir bienes y servicios luego de la caída del Sol. Con ello, se limita la generación de ingresos y se contrarrestan los esfuerzos por superar la pobreza (Sovacool, 2012). Así se establece un círculo vicioso que caracteriza al llamado “nexo energía-pobreza” (Bouzarovski, 2014; UNDP, 2015). El concepto de pobreza energética es definido por primera vez en términos de “pobreza de combustibles” por Lewis (1982), quien propuso que un hogar se encuentra en pobreza de combustible cuando "no puede pagar el combustible necesario para mantener el calor o temperatura que brinde confort térmico a sus miembros”. Luego, se adopta la definición más extendida de pobreza de combustible que refiere a un hogar que gasta más del 10% de sus ingresos para tener la calefacción adecuada (Boardman, 1991). En forma más amplia, se entiende por pobreza energética a la falta de acceso a servicios energéticos adecuados, asequibles, confiables, seguros e inocuos para el ambiente, que apoyen el desarrollo humano y económico⁹ (UNDP, 2015).

La problemática de la pobreza energética (Sovacool, 2012) ha sido abordada en diferentes sitios del planeta y se ha analizado el rol de la energía fotovoltaica para aliviarla en comunidades vulnerables particularmente de África y Asia (Brunet et al., 2022; Liu et al., 2021; Zhang et al., 2020; Sovacool y Drupady, 2012), pero también de Europa y América Latina (Rodríguez et al., 2018; Rosas-Flores et al., 2019). En Argentina, Pirez (2000) maneja el concepto de exclusión con respecto a los servicios energéticos. La población puede quedar excluida en forma absoluta o relativa de los servicios. La exclusión absoluta puede ser: de base territorial, dada por la falta de infraestructura; de base institucional, cuando la sociedad no cumple con los requisitos para poseer el servicio, como la titularidad de la propiedad; o de base social, cuando se da por la imposibilidad de pagar

⁹ Garantizar el acceso a energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos es uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7).

los costos. La exclusión relativa implica que, si bien la población está vinculada con la red o infraestructura, no recibe el servicio en las condiciones cuantitativas y cualitativas con que lo hace el promedio de la población de la ciudad. Otros trabajos presentan análisis relevantes de la pobreza energética en Argentina (Durán y Condori, 2019) y de la actividad de cooperativas y microemprendimientos que buscan facilitar el acceso a la energía a poblaciones dispersas (Garrido et al, 2012; Belmonte, 2013; Biloni et al., 2016).

Consideraciones metodológicas

La estrategia metodológica adopta un enfoque cualitativo, en el que entrevistas semi-estructuradas y datos estadísticos y espaciales constituyeron información de base para los análisis realizados. El desarrollo de la investigación se organizó en tres etapas complementarias: teórica, empírica, y analítica (Figura 7).

Etapa teórica

Como parte de la etapa teórica se ha revisado bibliografía nacional e internacional relativa a las transiciones energéticas y sostenibles, los cambios en los sistemas energéticos y la geopolítica de la energía, con énfasis en los avances de la energía fotovoltaica. Con ello se ha construido un marco teórico-conceptual y se elaboró un estado del arte que da cuenta de los principales debates teóricos en torno a las transiciones energéticas y los nuevos paradigmas de análisis de la energía en los territorios. Ello ha permitido no solamente sistematizar los estudios y trabajos existentes sino una profundización en los temas que favoreció el planteamiento de preguntas para guiar la investigación y la construcción del objeto de estudio.



Figura 7: Etapas de la estrategia metodológica. Elaboración propia

Etapa empírica

Una vez planteada la problemática y definidos los objetivos, se procedió a la recolección de datos, trabajando tanto con datos secundarios, como primarios. Entre los datos secundarios, se recopilaron y analizaron documentos públicos, de organismos especializados en energía – Agencia Internacional de la Energía IEA, Agencia Internacional de Energías Renovables IRENA, Organización Latinoamericana de la Energía OLADE- e informes de organismos nacionales y provinciales: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INDEC, Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico SA, CAMMESA, Secretaría de Energía de la Nación, entes reguladores provinciales, entre otros. El seguimiento de prensa, local y nacional, así como la consulta de fuentes documentales oficiales resultó fundamental para seguir la evolución de acontecimientos altamente cambiantes y obtener indicios de posibles informantes a contactar y datos a recabar. Asimismo, se relevaron: i) normas nacionales y provinciales en materia de energías renovables, energía solar fotovoltaica y generación distribuida; ii) proyectos públicos y privados de generación de energía solar; iii) actores claves en política, planificación y regulación energética, así como grandes actores del mercado (empresas y consumidores del sector), y agentes de la sociedad civil.

En cuanto a la recolección de datos primarios, se optó por la realización de entrevistas semi-estructuradas a informantes calificados. La técnica de entrevistas resultó clave para acceder a la perspectiva de los actores y conocer su interpretación de las experiencias, lo que permitió adquirir información rica y profunda (Marradi et al., 2007). Para la selección de los entrevistados se realizó un muestreo de tipo intencional, atendiendo a la heterogeneidad de los mismos y a su rol en los proyectos fotovoltaicos. Entre los más de 50 entrevistados se cuentan: autoridades provinciales y locales, responsables de la gestión, informantes calificados de empresas distribuidoras de energía eléctrica;

referentes de cooperativas eléctricas; impulsores de proyectos; actores tecnológicos vinculados al sector; usuarios y usuarios-generadores (ver anexo 1). Si bien se realizó una aproximación empírica a una variedad de experiencias de generación fotovoltaica en las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba se optó por focalizar, para las iniciativas consideradas “comunidades energéticas”, en tres casos de estudio, uno en cada provincia. Las entrevistas se realizaron en profundidad y en un marco formal pero distendido, buscando lograr la confianza del entrevistado. No fueron filmadas ni grabadas, para evitar condicionar las respuestas lo máximo posible, anticipando que el entrevistado pudiera sentirse cohibido o intimidado. Los testimonios y respuestas a las preguntas fueron registrados mediante notas, en cuadernos de campo. Los datos recolectados permitieron comprender la perspectiva de los actores, sus motivaciones para encarar proyectos fotovoltaicos, sus dificultades y necesidades.

Se recurrió también a la observación directa en contexto de visitas de terreno en plantas fotovoltaicas, instalaciones domiciliarias e industriales, y en oficinas de entes del sector eléctrico. La observación permitió verificar la existencia de las instalaciones, su funcionamiento y localización en el espacio: emplazamiento en área urbana o rural, cercanía a las redes, existencia de instituciones de la comunidad en la cercanía, y existencia o no de material señalético y de seguridad.

Las entrevistas y las visitas en terreno se realizaron en contexto de trabajos de campo iniciados en el año 2018. La recolección de información continuó, en forma presencial, durante 2019 y principios de 2020. Entre los meses de abril y agosto de 2020, la pandemia por COVID-19 obligó a la realización de entrevistas en forma virtual. Jornadas de campo durante 2021 y 2022 permitieron completar visitas a instalaciones fotovoltaicas y a actores del sector.

Etapa analítica

Con los datos recolectados, se procedió a organizar, procesar y analizar la información obtenida. Se elaboraron tablas, mapas y gráficos para mostrar los resultados en forma clara y ayudar a su lectura e interpretación. Para la elaboración de cartografía se recurrió a Sistemas de Información Geográfica (QGIS 3.16).

La sistematización de la información sobre las iniciativas fotovoltaicas, por tipos de actores protagonistas, objetivos perseguidos, escala de aprovechamiento y participación social, permitió clasificar las experiencias relevadas según modalidades de transición y distinguir por dimensiones geográficas las territorializaciones emergentes. La profundización en los casos de estudio permitió encontrar elementos comunes que hacen a la sostenibilidad de las experiencias y así extraer pautas de replicabilidad. Finalmente se elaboraron conclusiones, que tienden a poner en valor los datos recolectados y los análisis efectuados, aportando a los objetivos planteados. Algunos resultados y conclusiones parciales se han presentado en congresos y jornadas científicas. Otros se han elaborado en artículos y se publicaron en revistas con referato. La etapa analítica culmina con la redacción del documento final de la tesis, proceso que incluyó sucesivas revisiones retroalimentadas con la directora, así como las actualizaciones necesarias consistentes con procesos contemporáneos, sujetos a cambios veloces, en una problemática central multiescalar.

Justificación

En Argentina existe población que no accede a las redes energéticas o posee servicios precarios. Ante situaciones de déficit, en 2015 se declaró la emergencia del sistema eléctrico (Decreto 134). En 2023, el sistema energético persiste en desequilibrios: 1) la demanda eléctrica es creciente¹⁰; 2) depende de la importación de combustibles líquidos; 3) los subsidios a la energía implican cuantiosos recursos del Estado; 4) el sector de la energía se identifica como el responsable de la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero -GEI- (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). Paralelamente, con los cambios normativos, generar energía deviene progresivamente una cuestión local. Los proyectos energéticos son cada vez más dispersos en los territorios, y conducidos por actores diversos, por lo que gestionar adecuadamente los espacios y la articulación entre las partes intervinientes deviene de importancia mayor. En este contexto, estudiar el despliegue de proyectos que buscan aprovechar un recurso local, renovable, en el marco de un sistema en transición, toma valor.

Los territorios pampeanos de las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe son protagonistas de cambios en el sector energético que pueden potenciar su capacidad productiva, mejorar la calidad de vida de sus poblaciones y abrir el camino a su replicación en otras regiones del país. Allí, la energía fotovoltaica aparece como alternativa a los combustibles fósiles y a la producción centralizada. Consumir energía producida localmente resulta atractivo para evitar pérdidas por transporte, contribuir a objetivos nacionales en materia de descarbonización, cuidar el ambiente y obtener ahorros económicos. Representa, además, una oportunidad para actores del territorio para reposicionarse en la generación y gestión de la energía. Empresas provinciales de energía,

¹⁰ Aumentó un 3.6% entre 2021 y 2022 (CMMESA, 2023b).

grandes distribuidores y cooperativas locales, así como actores del sector productivo, realizan acciones en pos de una transición energética. Municipios, ciudadanos y organizaciones de la sociedad civil también se involucran buscando favorecer nuevas oportunidades socioeconómicas.

Esta investigación doctoral se justifica desde la necesidad de contar con análisis que aborden los proyectos energéticos que emergen en torno al recurso fotovoltaico y la innovación en las formas de generar y gestionar la energía. Desde el plano internacional, la investigación se revela una ventana que explora temas estratégicos de la geopolítica de la energía. A escala local, estudiar la transición argentina a la sostenibilidad con foco en los proyectos fotovoltaicos en territorios pampeanos se revela de importancia para las políticas públicas y el ordenamiento del territorio. Planificar y gestionar adecuadamente los cambios favorecería la sostenibilidad de los proyectos y la maximización de beneficios para las comunidades involucradas. Se apunta a dar visibilidad a las experiencias existentes y los avances logrados, buscando su replicabilidad. La actividad de extensión en articulación con actores del territorio, en la que ya se ha avanzado, podría ser continuada buscando compartir los hallazgos y reflexiones. Se espera así generar conocimiento que contribuya a los procesos de toma de decisiones y que sirva de insumo a los actores locales a la hora de diseñar e implementar proyectos que tiendan a ser sostenibles.

Contexto de la investigación

Esta Tesis Doctoral se ha realizado en el marco de una Beca Interna Doctoral CIT otorgada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET (Carrizo, dir; Kruse, co-dir.), con lugar de trabajo en el Centro de Investigación y Transferencia del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, CITNOBA. La misma ha hecho posible el financiamiento de los requisitos académicos del doctorado y de las actividades de investigación comprendidas en el desarrollo de la tesis, así como la dedicación exclusiva a la labor.

La investigación doctoral avanzó articulada a las actividades de investigación y extensión del Centro de Estudios en Territorio, Energía y Ambiente (TEAM), en la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA). Compuesto por profesionales provenientes de la Arquitectura, la Geografía, la Ciencia Política, e Ingenierías, el mismo constituye un espacio en el que, colectiva e interdisciplinariamente, se trabajan temáticas vinculadas a la energía, la sostenibilidad, el patrimonio y la inclusión social. Como integrante del TEAM se ha participado de numerosos proyectos científicos, nacionales e internacionales (figura 8), los cuales han resultado fundamentales no sólo para la maduración de ideas y el intercambio de reflexiones, sino para la recopilación de información, en base a trabajos de campo en equipo, realización de entrevistas y el acceso a fuentes documentales. La redacción colectiva de artículos científicos, la presentación de trabajos en congresos y la participación en eventos y jornadas de intercambio y debate académico han resultado un apoyo invaluable para el desarrollo de la investigación.



Figura 8: Participación en proyectos de investigación y extensión. Elaboración propia.

En co-autoría con diferentes investigadores de universidades y centros de investigación nacionales -Universidad Nacional de La Plata, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Universidad Nacional de San Martín- y extranjeros - Université Savoie-Mont Blanc (Francia) y Wuppertal Institut (Alemania)-, a lo largo de esta investigación doctoral se han elaborado 7 artículos científicos, entre ellos 3 publicados en lengua inglesa, y 3 capítulos de libro (ver anexo 2).

Entre 2018 y 2021, el cursado y la obtención del título de Magíster en Energías Renovables y su Gestión Sustentable (UNNOBA) significó un avance cualitativo en el análisis de la problemática, el armado del marco teórico y el acercamiento empírico al objeto de estudio. El intercambio con alumnos y docentes permitió cruzar puntos de vista y enriquecer los razonamientos. El cursado regular con profesionales del campo de la energía y la gestión pública constituyó un insumo para el debate de ideas y una fuente de acercamiento a potenciales entrevistados. Concomitantemente, el cursado de seminarios doctorales, tanto en la FAU UNLP, como en otras universidades, permitió el acercamiento a bibliografía específica, el afinamiento en la construcción del problema de estudio y el (re)planteo de objetivos e hipótesis. En ese proceso, el taller de tesis (FAU UNLP) y la instancia de clínica de tesis en el marco de la red de Doctorados DOCASUR resultaron clave para lograr coherencia y claridad en la formulación de la problemática.

En cuanto al avance cotidiano de la investigación doctoral, el trabajo individual se vio enriquecido y fortalecido por la pertenencia a un equipo de trabajo dinámico, en el que tesis doctorales precedentes sentaron las bases de una línea de investigación consolidada, al mismo tiempo que hicieron más amena la tarea y facilitaron el mantenerse actualizado sobre un tema en el que las transformaciones se producen con celeridad.

Estructura

Esta tesis se ha estructurado en tres partes que analizan la transición sostenible y el auge de la energía solar fotovoltaica a distintas escalas, en correspondencia con los objetivos específicos planteados. Cada parte es seguida por un apartado de conclusiones parciales.

La primera parte se titula “En pos de la sostenibilidad” y aborda tanto las fuerzas de cambio que motivan e impulsan la transición, como las tendencias geopolíticas que se originan a raíz de la incorporación de fuentes renovables en las matrices mundiales, para llegar a tratar los avances en Argentina. Esta primera parte es integrada por tres capítulos.

El **capítulo 1** “En el cambio global” analiza el desarrollo de la tecnología fotovoltaica, y sus aplicaciones. Entre las fuerzas de cambio que conducen al interés global por diversificar las matrices, se analizan los imperativos ambientales y sociales para hacer más sostenibles las actividades humanas de producción y consumo de bienes y servicios, así como el papel preponderante que la fotovoltaica puede jugar en la lucha contra la pobreza. El **capítulo 2** “En la geopolítica energética” se dedica a analizar los impactos a nivel geopolítico de la transición sostenible, con énfasis en los cambios que trae aparejados el aprovechamiento creciente de la energía fotovoltaica. A ello se asocia el uso de materias primas, escasas y geográficamente concentradas en el mundo, y susceptibles de generar tensiones internacionales. Se analiza luego el rol de China, como potencia en la transición renovable, y el lugar de América Latina, como región rica en recursos naturales, y con déficits energéticos. Luego, el **capítulo 3** “Renovabilización argentina” presenta la traducción de las tendencias globales en el país, considerando que, además de asumir compromisos externos, su sistema eléctrico posee déficits que se intentan cubrir con una matriz más diversificada y formas distribuidas de producción. Progresivamente, cambios normativos y regulatorios habilitan el ejercicio de nuevas

funciones en el sistema energético por parte de los actores tradicionales, así como el ingreso de nuevos actores al sistema.

La segunda parte se denomina “En transición energética” y da cuenta del camino de transición que toma Argentina, y específicamente los territorios pampeanos, focalizando sobre el despliegue de la energía solar. En el **capítulo 4**, titulado: “Fases fotovoltaicas” se analizan fases de avance del aprovechamiento de la tecnología: para llevar energía a población aislada; para apoyar el sistema interconectado, afrontar sus déficits y diversificar las fuentes; y para permitir la generación eléctrica por parte de los usuarios particulares de la red. El **capítulo 5**, “A la medida pampeana”, se dedica a analizar deficiencias en el acceso al servicio, al existir zonas con alta cobertura de redes, y otras que experimentan dificultades o carencias. Se caracteriza luego a las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, energívoras, con recursos disponibles para la producción energética *in situ*. Se analizan, en un tercer apartado, condiciones limitantes a los proyectos, obstáculos que dificultan el surgimiento de nuevos proyectos y/o la expansión de las iniciativas. En el **capítulo 6**, “Tres perfiles provinciales”, se presentan tres modos de posicionarse frente a los cambios, y de impulsarlos, analizados tanto a partir del rol de cada Estado Provincial, como del accionar de los actores clave en materia energética en cada provincia.

La tercera parte, “Al amanecer solar”, muestra cómo, en forma aún incipiente pero creciente, los territorios pampeanos transitan un “amanecer” del aprovechamiento fotovoltaico. Esta parte también se compone de tres capítulos. El **capítulo 7**, “Modalidades energéticas” analiza, a través de casos de proyectos fotovoltaicos, las diversas formas en que los territorios pampeanos se insertan en la transición energética. A partir de los cambios que se producen en la generación y gestión de la energía, se identifican tres modalidades de transición que se analizan en cada uno de los apartados

que componen el capítulo. El **capítulo 8**, “Hacia territorializaciones fotovoltaicas” se dedica al análisis de proyectos fotovoltaicos innovadores que surgen de actores locales. Se analiza la tendencia a la construcción de una territorialidad desde tres dimensiones: institucional, a través de proyectos conducidos por municipios o cooperativas, económica, en iniciativas del sector productivo, y simbólico-cultural, desde experiencias de co-construcción. Finalmente, en el **capítulo 9**, “comunidades energéticas”, se presentan tres casos de iniciativas comunitarias que reflejan el cambio de paradigma en la generación de energía en los territorios pampeanos. Para cada una, tratada en un apartado, se analiza su proceso de origen e implementación, los actores que la impulsan y sus motivaciones, así como los cambios técnicos y sociales que introducen. El análisis permite poner en valor el rol de la articulación multiactoral, y la variedad de posibilidades de innovación social que pueden ponerse en juego a la hora de proyectar y desarrollar proyectos sostenibles.

Parte I: En pos de la sostenibilidad

“In the long run, mankind has no choice but to turn to the sun if he wants to survive¹¹”.

(Dr. H. Ziegler-científico pionero de la energía fotovoltaica-. Carta a General O’Connell, 1955) (Perlin, 2002).



¹¹ A largo plazo la humanidad no tiene otra opción que recurrir al Sol, si desea sobrevivir (traducción propia).

En el mundo, el aprovechamiento creciente de la energía solar fotovoltaica es resultado de procesos globales de cambio. Desde la gestión, metas de descarbonización y el rol de la fotovoltaica para enfrentar la pobreza impulsan la transición. Desde la acción libre y voluntaria de individuos y colectivos, se tejen redes y movimientos que abogan por un sistema sostenible (figura 9).

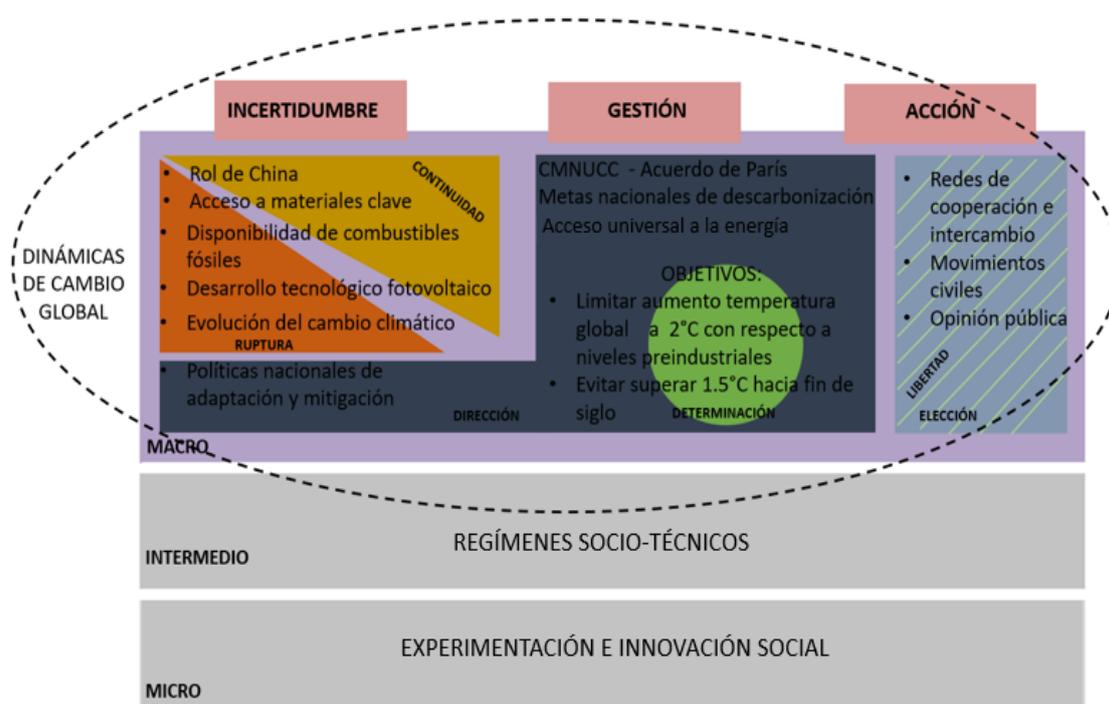


Figura 9: La transición: dinámicas de cambio global. Elaboración propia.

Si bien la transición energética es un término en boga, la adopción de nuevas fuentes energéticas no es un fenómeno novedoso en la historia. Otras transiciones, o más bien, “adiciones” energéticas, se basaron en el agregado de una nueva fuente a la matriz (Fressoz, 2014). El Sol, como recurso histórico, nunca antes había sido utilizado de forma tan intensiva y sofisticada. Desde los primeros prototipos fotovoltaicos hasta la tecnología aún en condiciones de laboratorio, los desarrollos no se detienen. Asociado a ello, surgen tensiones y disputas en torno al aprovisionamiento de los materiales involucrados en la fabricación de equipamiento de generación y almacenamiento. Las materias primas,

escasas y de limitada producción y procesamiento, son susceptibles de generar tensiones internacionales. Al alterar las relaciones de fuerza entre los Estados, y colocar a algunos en una posición privilegiada, el auge del aprovechamiento fotovoltaico conduce a reconfiguraciones de orden geopolítico. En esa reconfiguración sistémica, China adquiere centralidad como proveedora de materiales y tecnología. América Latina aparece como región estratégica, de gran riqueza en recursos naturales, que a la vez presenta poblaciones vulnerables con déficits energéticos. Argentina se suma a las tendencias globales, valorizando sus recursos. Tanto como respuesta a compromisos asumidos a nivel internacional, como frente a déficits en su sistema eléctrico, desarrolla normativa de impulso a las energías renovables y consigue, de la mano de programas e instrumentos diversos, incentivar el avance de la transición.

Capítulo 1: En el cambio global

En el siglo XXI, el hombre revaloriza las fuentes renovables, e intenta capitalizarlas de manera intensiva. La Agencia Internacional de la Energía (IRENA) identifica seis “fuerzas de cambio” que explican el rápido crecimiento de las renovables: 1. cambio climático; 2. desarrollo tecnológico; 3. costos en disminución; 4. metas de incorporación de renovables; 5. acción corporativa e inversiones; 6. opinión pública. (IRENA, 2019). A ellas podrían sumarse las tensiones geopolíticas y comerciales asociadas al acceso a los combustibles fósiles, finitos y concentrados geográficamente (figura 10). Entre estas fuerzas de cambio es posible identificar las causas subyacentes de la transición a la sostenibilidad, y sus impulsores directos.

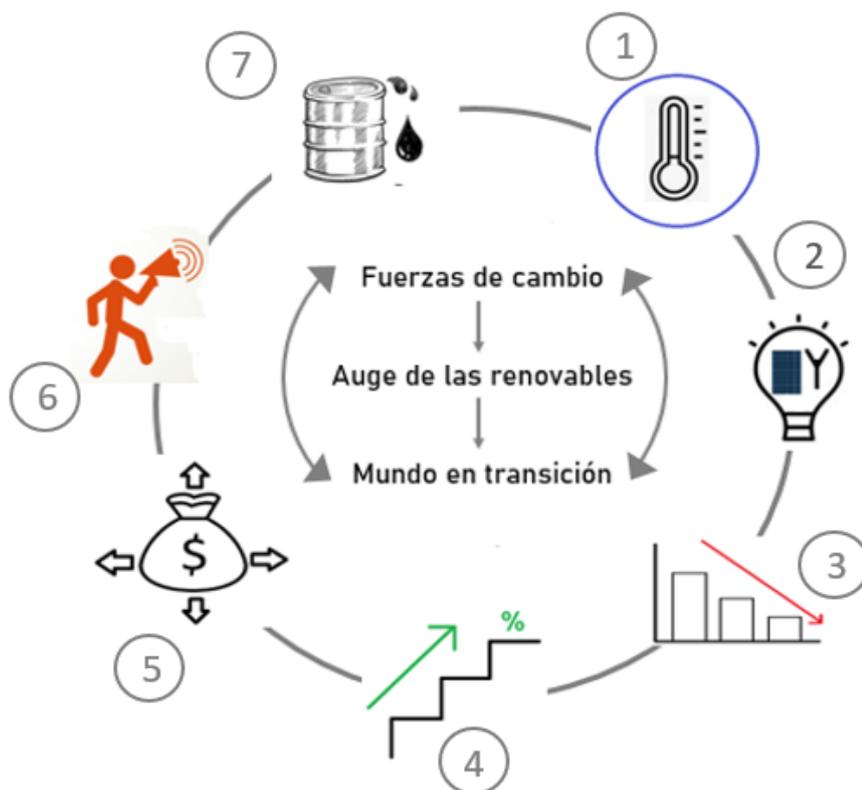


Figura 10: Fuerzas de cambio. Elaboración propia en base a IRENA, 2019.

El avance tecnológico ha llevado a equipamientos más eficientes que maximizan la producción de energía y permiten un menor uso del espacio. También ha disminuido los costos, permitiendo que la energía fotovoltaica compita con tecnologías convencionales, y sea apropiada para soluciones adaptadas a poblaciones diversas. El cambio climático y

las agendas de descarbonización la colocan entre los recursos privilegiados. Su capacidad de ofrecer acceso a la energía en sitios aislados, en instalaciones de baja escala y modulares, la vuelven idónea para luchar contra la pobreza

1.1 Recurso histórico, tecnología de punta

Desde la antigüedad los humanos han estado fascinados por el “Astro Rey”. Diversas culturas vincularon al Sol con alguna deidad:

Ra para los egipcios, *Helios*, para la civilización griega, *Inti*, para los Incas. En

todos los casos, era relacionado con la fuente de la vida y la prosperidad. De su energía,

dependía el éxito de las cosechas y el abrigo de las viviendas. Incluso, en la Grecia

Antigua, se había teorizado sobre la energía proveniente de la concentración solar, y su

potencial uso como arma de guerra, alegando al matemático Arquímedes su invención¹²

(Perlin, 2002). Originalmente el recurso solar fue aprovechado, como otras fuentes

renovables (biomasa, energía eólica), de manera directa, sin intermediación de

tecnología, para actividades tales como el cultivo de vegetales, el secado de alimentos,

y la calefacción (Durán y Godfrin, 2004).

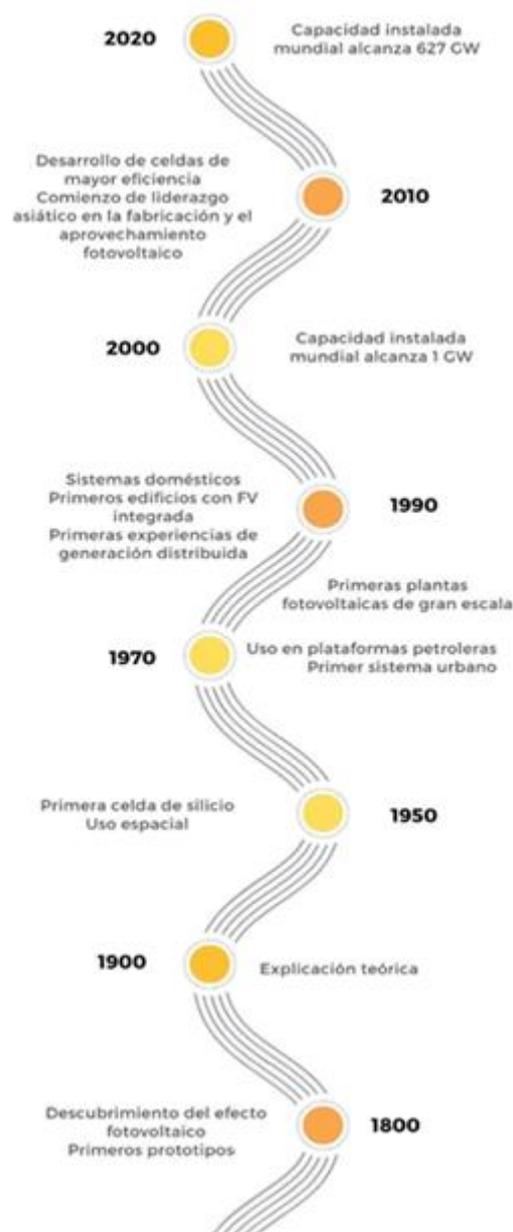


Figura 11: Desarrollo de la tecnología fotovoltaica en el mundo. Elaboración propia.

¹² Según la leyenda, en el siglo III a.C., ante el inminente saqueo romano de Siracusa, el inventor griego Arquímedes propuso utilizar metales pulidos a modo de espejos para concentrar los rayos del Sol e incendiar a las naves enemigas.

Desde mediados del siglo XX, su aprovechamiento intensivo es propiciado por la tecnología, que permite producir energía eléctrica mediante la exposición al sol de un material semiconductor. El desarrollo de la tecnología fotovoltaica siguió un camino marcado de hitos (figura 11).

Aún con el descubrimiento del “efecto fotovoltaico”¹³ -emisión parcial de electrones por



Imagen 1: Prototipos de paneles fotovoltaicos desarrollados por Frits, sobre un techo neoyorquino. Fuente: Chu y Tarazano, 2019.

parte de un material expuesto a radiaciones electromagnéticas-, por el francés Edmond Becquerel en 1839, se desconocía cómo aprovecharlo. En 1883 se construyeron dispositivos iniciales a partir de selenio y se pusieron a prueba sobre un techo

neoyorquino (imagen 1) (Chu y

Tarazano, 2019).

A comienzos de los años 1950, investigadores de los laboratorios Bell (Estados Unidos) descubrieron que el silicio era sensible a la luz del Sol y construyeron la primera celda fotovoltaica¹⁴. Sin embargo, en ese momento, la energía nuclear estaba en boga y la energía solar no resultó atractiva¹⁵. Los primeros dispositivos, con 6% de eficiencia, fueron utilizados como apoyo para los satélites de Rusia y Estados Unidos, como parte

¹³ En 1905 Albert Einstein publicó un artículo explicando el comportamiento de la luz, a partir de lo que llamó “paquetes de energía” o “fotones”. De allí el nombre de energía fotoeléctrica o, en honor al físico italiano Alessandro Volta, fotovoltaica.

¹⁴ Estas celdas son dispositivos semi conductores que convierten la radiación solar en electricidad. Un conjunto de celdas forma un módulo o panel fotovoltaico.

¹⁵ En 1953 el presidente Eisenhower pronunció su discurso conocido como “*Atoms for peace*” (Átomos para la paz), incentivando el uso de la energía nuclear. En 1956 se realizó el primer simposio mundial sobre energía solar aplicada, organizado por la Asociación para la Energía Solar Aplicada, la Universidad de Arizona y el Instituto de Investigación de Stanford. En él se presentaron 130 trabajos con la asistencia de más de 1000 participantes. Sin embargo, prácticamente no atrajo interés de la opinión pública (Benveniste y Kastens, 1956; Sivaram, 2018).

de la carrera espacial (Sivaram, 2018). Otros primeros usos fueron las telecomunicaciones en zonas distantes de los centros urbanos y en el ámbito militar. Adicionalmente, ya en la década de 1970, compañías vinculadas a los hidrocarburos, la usaron para fines diversos¹⁶. La empresa Exxon, por entonces Esso, creó su propia compañía –la Solar Power Corporation–, responsable de desarrollos que llevaron el precio de la celda fotovoltaica de USD100/W a principios de 1970, a USD 20/W en 1973 (Perlin, 2002).

En los años 1970, la creación de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), el embargo y el consiguiente aumento en los precios del petróleo, motivó la inversión en investigación y desarrollo en materia de energía solar. Las primeras aplicaciones que se le encontraron desde el mercado se vinculan a la iluminación pública y a la electrificación rural. En este caso, se trataba de instalaciones de baja potencia, de entre 10 y 40 W. En 1978 científicos de la NASA instalaron el primer sistema fotovoltaico urbano de 3.5 kW para electrificar una pequeña localidad, Papago Indian Reservation, en Arizona (Arrighi, 2020). En la década de 1980 la industria solar fotovoltaica comenzó a mejorar sus procesos de fabricación y su capacidad de producción y se construyeron los primeros parques solares, de alrededor de 1MW.

Hasta la década de 1990 la mayoría de los impulsos estatales se dirigían a promocionar la construcción de grandes plantas de generación fotovoltaica, emulando la generación mediante fuentes convencionales (Perlin, 2002). Luego, comenzaron a integrarse los módulos fotovoltaicos a la edificación¹⁷ (Grupo NAP, 2007). El primer edificio con paneles fotovoltaicos integrados fue el de una compañía de servicios públicos, en 1991,

¹⁶ Para abastecer sus plataformas petroleras *offshore*, para prevenir la corrosión en pozos subterráneos, o para alimentar los procesos de exploración de nuevos campos petrolíferos (Perlin, 2002).

¹⁷ Un antecedente fue en 1973, cuando la Universidad de Delaware creó uno de los primeros edificios solares, llamado “Solar One”, que combinaba energía solar térmica y fotovoltaica integrada al techo (Chu y Tarazano, 2019).

en la ciudad alemana de Aquisgrán, mientras que el primer rascacielos con paneles fotovoltaicos de película delgada integrados fue el 4 Times Square, inaugurado en 1999 en Nueva York (imagen 2) (US Department of Energy, s/f). La evolución del aprovechamiento fotovoltaico llega al abastecimiento de los usuarios desde el mismo punto de consumo. Esto implica la combinación con tecnologías de medición inteligente, telesupervisión y control y conlleva cambios a nivel administrativo, económico y normativo.



Imagen 2: (izq.): Edificio de servicios públicos, Aquisgrán, Alemania. Fuente: Heinstejn et al., 2013. (der.): Edificio 4 Times Square, Nueva York. Fuente: US Department of Energy, s/f.

El desarrollo de celdas fotovoltaicas ha pasado por un proceso de mejora e innovación. En función de los materiales utilizados, se habla de tres “generaciones” de tecnología (tabla 2). La primera se basó en las celdas de silicio, monocristalino y policristalino, cuyo uso aún predomina. Una segunda generación utiliza los llamados módulos fotovoltaicos de “película delgada” que cuentan con la ventaja de utilizar cantidades muy bajas de material absorbente, lo que se asocia a una menor cantidad de energía para su fabricación. Tanto las celdas de primera generación como las de segunda, al basarse en celdas de unión

única¹⁸, no lograban superar el límite de eficiencia de un 34% (Benda y Cerná, 2020). Se busca pasar ese límite con la tecnología de tercera generación, aún en condiciones de desarrollo en laboratorio. En ella se producen celdas de unión multijuntura, y se incluyen las celdas orgánicas, celdas de perovskita (un mineral compuesto, relativamente raro en la corteza terrestre), y celdas sensibilizadas por colorante.

Tres generaciones de celdas fotovoltaicas

<i>Generación</i>	<i>Material</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Costo (USD/W)</i>
<u><i>Primera</i></u>	Silicio cristalino (mono y policristalino)	14-24%	0.17-0.20
<u><i>Segunda</i></u>	Silicio amorfo, telururo de cadmio, seleniuro de galio, cobre, indium.	12-16%	0.20-0.50
<u><i>Tercera</i></u>	Materiales orgánicos, perovskita, polímeros, celdas sensibilizadas por colorante.	29-37%	1.00-2.00

Tabla 2: Tres generaciones de celdas fotovoltaicas. Elaboración propia en base a Zhang et al., 2018; Benda y Cerná, 2020.

A comienzos del siglo XXI, la industria busca mayor eficiencia y menores costos en la tecnología. Avances tecnológicos han confirmado la utilidad de los seguidores o *trackers*¹⁹(sistemas que posicionan al panel en un ángulo relativo al sol) y llegaron a concebir módulos fotovoltaicos bifaciales²⁰.

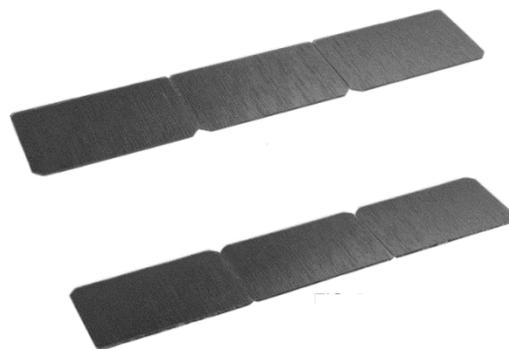


Imagen 3: Tejas solares patentadas por SolarCity Corporation en 2018. Fuente: Chu y Tarazano, 2019.

Éstos permiten captar energía en la cara frontal y posterior del panel, alcanzando una

“ganancia bifacial” en el rendimiento, de entre el 6 y el 10% (REN 21, 2022). Los

¹⁸ Celdas conformadas por una única unión PN (estructura fundamental de los componentes electrónicos), de un único material absorbente. En cambio, las celdas *multijuntura* poseen múltiples uniones, de diferentes materiales semiconductores. Esto permite producir corriente eléctrica en respuesta a diferentes longitudes de onda de luz.

¹⁹ Los sistemas fotovoltaicos con seguimiento pueden ser de uno o dos ejes. Éstos últimos se mueven en dirección a todos los puntos cardinales, por lo que logran aumentar el rendimiento en un 30-40 % (Secretaría de Energía, 2019).

²⁰ En 2020 la capacidad instalada en módulos bifaciales era de 20 GW en el mundo (REN 21, 2022).

módulos bifaciales son más costosos, con precios entre 19% y 56% mayores (IRENA, 2020a). Otros desarrollos se orientan por hacer los paneles fotovoltaicos estéticamente agradables. Es así que en 2018 se patentaron las primeras tejas solares (imagen 3).

El desarrollo de tecnología cada vez más sofisticada y específica para determinados fines, posibilita que la transición energética tenga lugar. La cantidad de patentes en energías renovables han aumentado en un 240% en el período 2002-2019, con un alza significativa de los patentamientos en energía fotovoltaica, que pasaron a representar más de la mitad del total (gráfico 2).

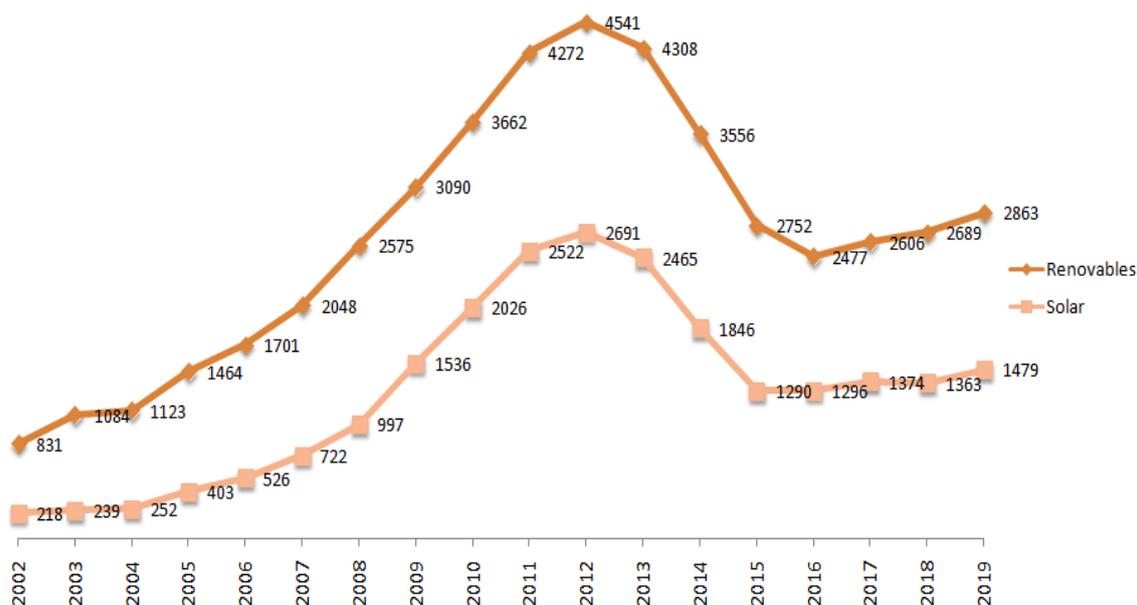


Gráfico 2: Cantidad de registros internacionales en tecnologías renovables y solar fotovoltaica bajo PCT, para el período 2002-2019. Elaboración propia en base a Nurton, 2020.

Las mejoras tecnológicas permiten el aumento de la eficiencia, la disminución en los costos y la expansión del aprovechamiento fotovoltaico. La mayor eficiencia de los módulos permite también ocupar menos espacio y estructuras asociadas. El mercado mundial demanda, en general, módulos con una eficiencia superior al 14% y un precio inferior a 0.4 USD/W, lo cual explica la dominancia de los módulos de silicio cristalino

(Benda y Cerná, 2020). Éstos llegaron en 2022 a un precio global promedio de USD 0.33 por Watt (IRENA, 2022).

Durante las últimas dos décadas del siglo XX, y las primeras del siglo XXI, los costos han disminuido en torno al 20% por cada duplicación de la producción (Correa López, 2017; IEA 2020a). En 1975 el precio de un Watt generado por un panel solar era de 101 USD, mientras que en 2015 había caído a 0.6 USD (Correa López, 2017). Esta evolución respondió, no solamente a adelantos tecnológicos sino a condiciones del mercado²¹. Los precios globales promedio por la energía generada, ofertados en licitaciones, llegaron a USD 30 por MWh, con algunos precios ofertados en torno a los USD 20 por MWh (REN 21, 2020).

En el periodo 2009-2021 el *Levelized Cost of Energy* LCOE²² de la generación eléctrica por fuente fotovoltaica ha llegado a caer por debajo del LCOE de la generación por ciclo combinado, alcanzando a la generación eólica (gráfico 3).

²¹ Entre 2004 y 2009, la escasez de silicio policristalino limitó la producción de celdas de ese material y por lo tanto impidió precios competitivos. Esto dio oportunidad de ingreso al mercado a las tecnologías de película delgada, sector en el que crecieron las inversiones, llegando a acaparar, momentáneamente en 2009, el 20% del mercado (Jäger, 2009). Otra caída importante (80%) en los precios de los módulos ocurrió entre 2008 y 2012, como consecuencia de sobreoferta en el sector.

²² Medida del costo actual neto promedio de la generación de electricidad para una planta generadora durante su vida útil.

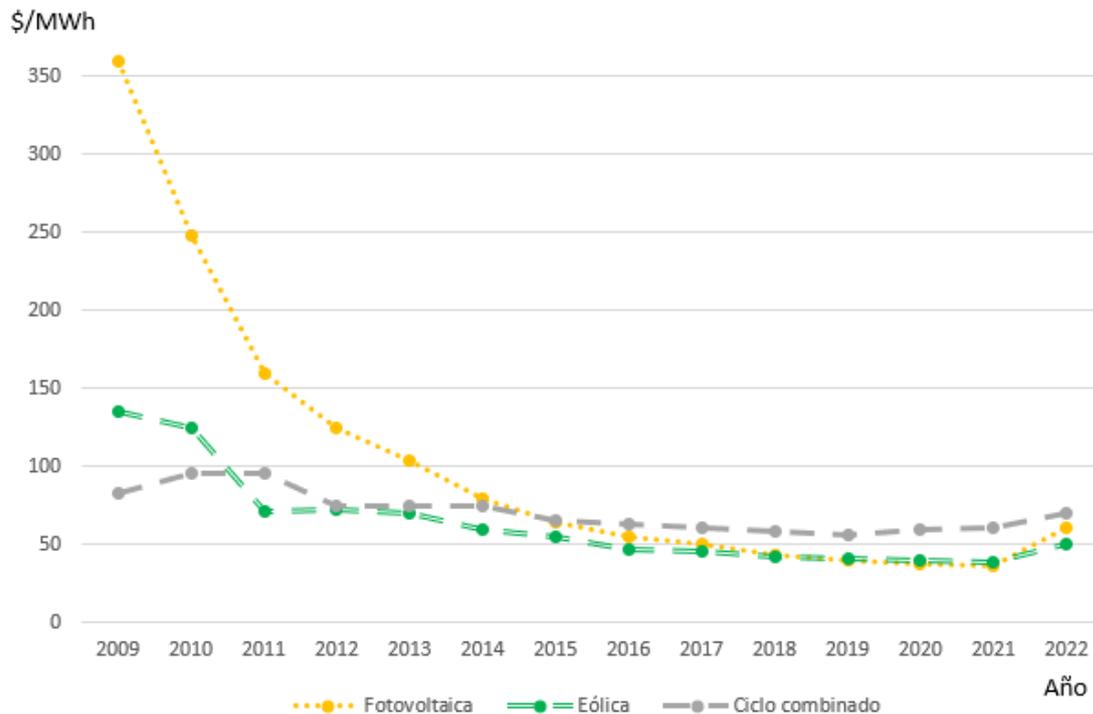


Gráfico 3: Evolución del LCOE (promedio) de generación fotovoltaica, eólica y de ciclo combinado, durante 2009-2022. Elaboración propia en base a Lazard, 2023.

La voluntad de generar energía a partir del Sol tracciona los adelantos tecnológicos que se vuelven insumos para generar más eficientemente. Su uso no está libre de disputas y competencia por las materias primas y los equipamientos necesarios para su aprovechamiento. El desarrollo de la energía solar fotovoltaica se enmarca en un contexto más amplio de esfuerzos globales en pos de la descarbonización.

1.2 Por tendencias descarbonizadoras

La energía solar fotovoltaica, junto con la eólica, ha sobrepasado a las demás tecnologías renovables, siguiendo una curva ascendente de participación en la generación eléctrica mundial (gráfico 4). Además, lidera en los aumentos en la capacidad instalada en el mundo, representando en 2021 más del 50% del total de adiciones en capacidad renovable (Solar Power Europe, 2022).

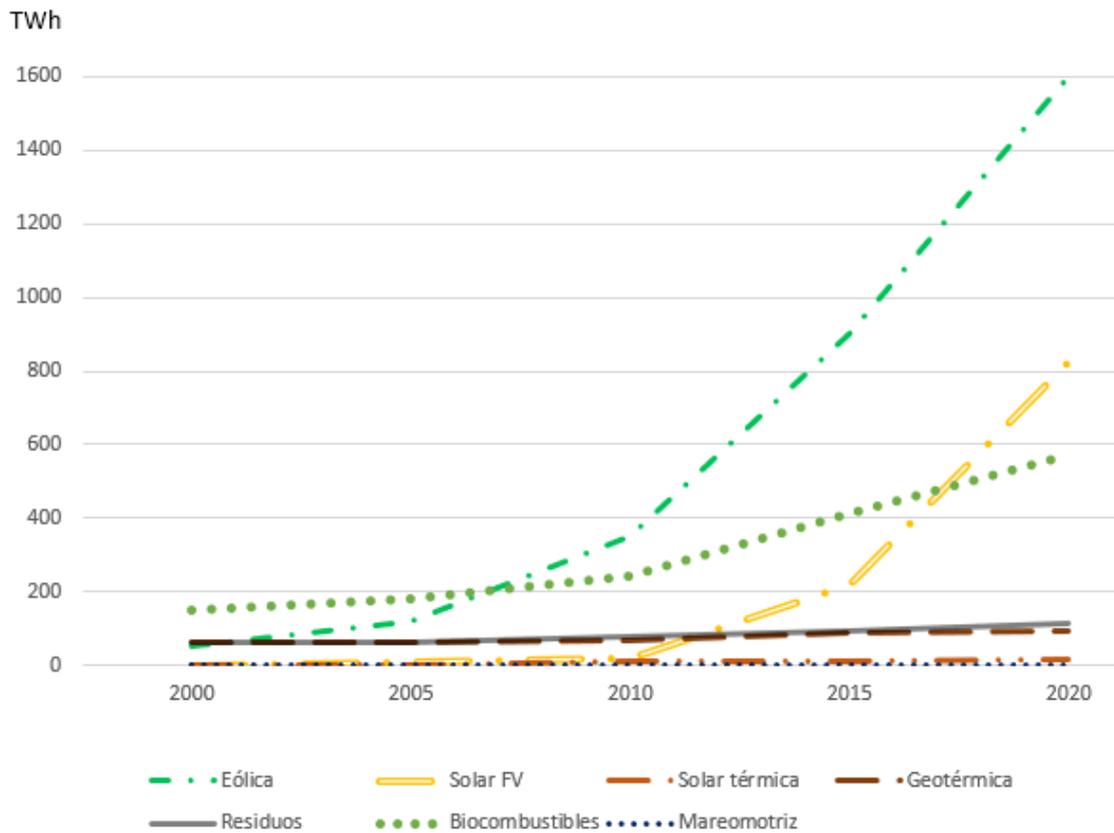


Gráfico 4: Evolución de la generación a partir de fuentes renovables en la matriz eléctrica mundial para el período 2000-2019. Elaboración propia en base a IEA, 2022b.

Si bien la expansión de la generación de energía solar ha sido importante en los últimos años, es todavía una parte pequeña de la oferta mundial de energía (gráfico 5). Sobre una oferta energética total de 13.961.108 miles de toneladas equivalentes de petróleo (ktoe) en el año 2020, una alta proporción corresponde a las fuentes carbonizadas- petróleo, carbón, gas natural- que aportan el 80% de la energía del mundo. La energía de fuente hidráulica, tiene una baja participación a nivel mundial, inferior a la energía nuclear que aportó el 5% de la oferta total (IEA, 2022a).

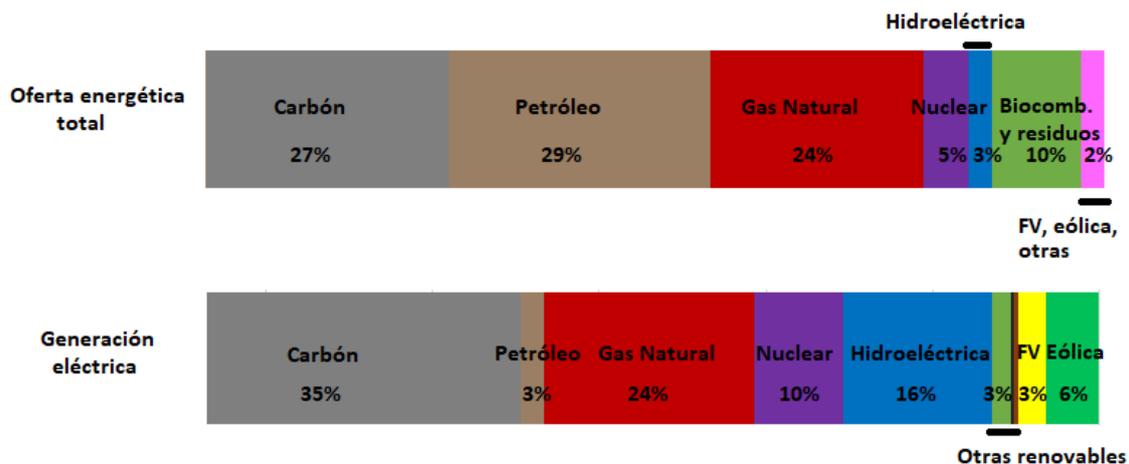


Gráfico 5: Oferta energética total y matriz de generación eléctrica, a nivel mundial, en 2020. Elaboración propia en base a datos de IEA, 2022a.

Al considerar la matriz de generación eléctrica mundial, en el mismo año, se mantiene el predominio de las fuentes fósiles, aportando más de la mitad de la energía eléctrica en el mundo, pero aumenta la participación de las fuentes renovables, destacándose entre ellas la solar fotovoltaica (IEA, 2022a).

Movilizada por diferentes “fuerzas de cambio”, la transición energética avanza y la energía fotovoltaica gana terreno. El cambio climático y la necesidad de reducir la dependencia a los hidrocarburos actúan como causas del despliegue. Entre sus impulsores, los Estados, los productores de tecnología, insumos y equipamiento renovable, así como la opinión pública, abogan por reemplazar fuentes contaminantes y descarbonizar las matrices.

El aumento demográfico, y la concentración en ciudades²³, ha llevado a un mayor consumo de bienes y servicios, con el consiguiente aumento de las actividades

²³ Mientras a comienzos del siglo XX, la población mundial era de 1.600 millones, en el año 2.000, había sobrepasado los 6.000 millones con una alta concentración en ciudades. La población urbana llegó al 55% en 2018. Estimaciones de Naciones Unidas encuentran que ese porcentaje aumentaría al 68% en 2050 (IRENA, 2021a).

productivas y extractivas y sus consecuencias ambientales. Las ciudades, motores de la economía mundial (responsables de más del 80% del producto bruto), demandan el 75% de la energía primaria del mundo (IRENA, 2021a). El sector energía es el principal responsable de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (gráfico 6).

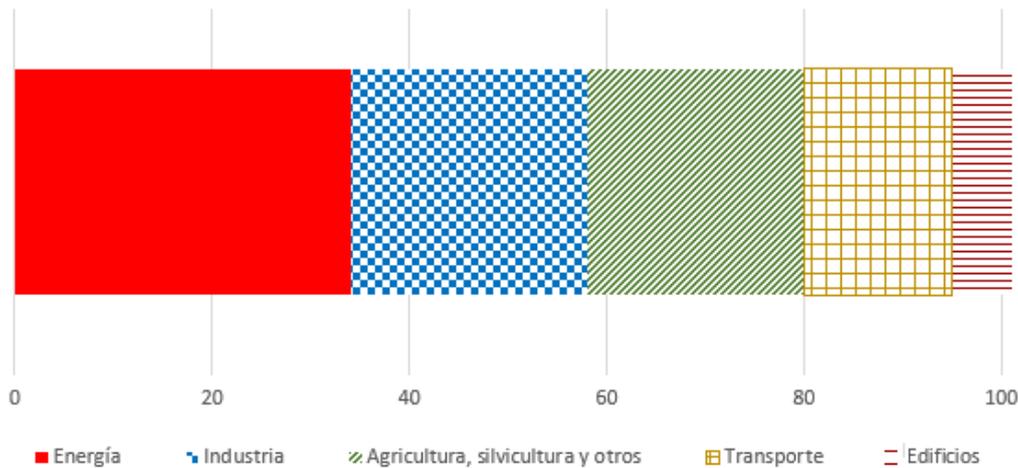


Gráfico 6: Emisiones de GEI por sector en 2019. Elaboración propia en base a Dhakal et al., 2022.

El cambio climático²⁴, y las evidencias sobre su origen antropogénico, motivan cambios en los sistemas energéticos. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), los aumentos observados en las concentraciones de GEI desde 1750 son causados por las actividades humanas. En su informe de 1990 relacionó el uso de hidrocarburos con los efectos nocivos sobre el clima y predijo un aumento de 3° C en la temperatura terrestre, producto del “efecto invernadero”, para fines del siglo XXI (IPCC, 1990).

El clima y el cuidado del ambiente aparecen en la agenda de los países desde la segunda mitad del siglo XX. Desde los primeros foros e informes, de carácter más bien informativo y de advertencia, se pasa a conferencias de tinte más proactivo, que llaman a la acción y abogan por medidas concretas. Paulatinamente el foco del problema global

²⁴ El cambio en las características y los ciclos del clima se manifiesta en olas de calor cada vez más frecuentes, olas de frío menos severas, extremas precipitaciones y sequías, y la ocurrencia de ciclones (IPCC, 2021).

pasa a concentrarse en lo local. La escala internacional, de esta forma, se transforma en proveedora de compromisos e insumo de políticas, programas y medidas que se toman nacional y localmente.

Desde el Club de Roma²⁵ (1968), y las sucesivas conferencias de Naciones Unidas, iniciando con la primera Cumbre de la Tierra (Estocolmo, 1972), se alerta sobre esta problemática. En la Cumbre de Río de Janeiro (1992) se firmó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), dirigida a estabilizar las emisiones de GEI (en 1997 el Protocolo de Kyoto²⁶ a la CMNUCC estipuló un 5% de reducción en las emisiones de 6 tipos de GEI e introdujo los mercados de carbono²⁷). En la Cumbre de Río se consagró el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas, y capacidades respectivas” estableciendo que el esfuerzo de mitigación global debe ser equitativo entre los países. En ese marco se aprobó la llamada Agenda 21, plan de acción global a ser implementado a nivel nacional y local, luego reelaborada en la Nueva Agenda Urbana (Quito, 2016).

Mediante el Acuerdo de París (2015) los países se comprometieron a mantener el aumento de la temperatura de la Tierra por debajo de los 2°C. En esa misma instancia se aprobaron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible²⁸.

²⁵ Conformado por políticos, empresarios y científicos, resaltó los problemas asociados al aumento poblacional y de consumo en el informe *Los Límites del Crecimiento*, de 1972.

²⁶ Entró en vigor en 2005 y luego de dos períodos de vigencia, expiró en 2020.

²⁷ En ellos se comercializan bonos que representan emisiones evitadas, simulando un “derecho de emisión” para quienes no alcanzaron a cumplir la meta de reducción.

²⁸ Ellos son: 1. Fin de la pobreza, 2. Hambre cero, 3. Salud y bienestar, 4. Educación de calidad, 5. Igualdad de género, 6. Agua limpia y saneamiento, 7. Energía asequible y no contaminante, 8. Trabajo decente y crecimiento económico, 9. Industria, innovación e infraestructura, 10. Reducción de las desigualdades, 11. Ciudades y comunidades sostenibles, 12. Producción y consumo responsables, 13. Acción por el clima, 14. Vida submarina, 15. Vida de ecosistemas terrestres, 16. Paz, justicia e instituciones sólidas, 17. Alianzas para lograr los objetivos.

A la preocupación por el cuidado del ambiente y la lucha contra el cambio climático, se le suma la incertidumbre sobre la disponibilidad de los combustibles de origen fósil. Durante la década de 1970, el shock petrolero y la creación de la Organización de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP) dejaron en evidencia el grado de dependencia de los países con respecto a los recursos fósiles, así como la volatilidad de sus precios. La capacidad de la OPEP para tomar decisiones que afectaban el acceso mundial al crudo, puso en vilo a la mayoría de las economías del mundo que dependían de este recurso para mantener sus niveles de actividad²⁹. Se trataba de la primera puesta en jaque al *status quo* energético mundial. Luego, hacia fines de la década de 1990, se alertaba sobre el inminente pico en la producción de petróleo y su abrupto decrecimiento (Campbell y Laherrère, 1998; Deffeyes, 2005). El despliegue de la explotación de recursos hidrocarburíferos no convencionales permitió hacer nuevas apuestas, al menos en el corto y mediano plazo. Algunos países privilegiados en estos recursos, entre los cuales se encuentra Argentina³⁰, encuentran allí posibilidades de abastecimiento interno y de exportación.

El acceso a combustibles fósiles ha sido motivo de conflictos internacionales. En la Guerra del Golfo (entre 1990 y 1991), también llamada la “primera guerra del petróleo” (Archer et al., 1990), la caída de los precios del crudo desencadenó la invasión iraquí a Kuwait. En contrapartida, la posibilidad de restricciones del acceso al petróleo motivó la respuesta de la comunidad internacional. Intereses similares animaron la acción de Estados Unidos en 2003 frente al régimen iraquí (Noshab, 2003). La dependencia frente

²⁹ Países europeos optaron por implementar la prohibición de uso del auto los días domingo, en respuesta a la escasez de combustible (The Guardian, 13 de noviembre de 1973: “*British government may follow European neighbours by banning Sunday driving*”).

³⁰ Argentina es considerada la segunda reserva mundial en *shale gas* y cuarta en *shale oil* (IEA, 2013). La formación Vaca Muerta, dinamizada desde 2010 (Villalba, 2020), sólo alcanza el 4% de su superficie posible, esto sin considerar las otras cuencas no convencionales: Paranaense, Austral y la del Golfo de San Jorge, por lo que se estima que las reservas sean suficientes para los próximos 150 años (Mastronardi, 2019).

a los combustibles fósiles vuelve a quedar en evidencia a comienzos de 2022, con la invasión rusa a Ucrania³¹. Rusia es uno de los principales exportadores de petróleo mundial y el principal proveedor de gas natural a Europa. En 2021, un 40% de la demanda europea de gas fue abastecida por gas ruso (REN 21, 2023). Ello ha motivado nuevos acuerdos y alianzas para proteger la seguridad energética buscando reemplazar los combustibles rusos tanto por combustibles importados desde otros países, como por fuentes energéticas renovables. Estados Unidos se comprometió a enviar más Gas Natural Licuado a Europa, al mismo tiempo que Alemania (dependiente en casi un 50% del gas ruso), buscó importarlo desde Qatar (Tollefson, 2022).

En un contexto de conflictos geopolíticos y de preocupación por el cambio climático, la necesidad de reducir la dependencia hidrocarburífera aumenta. La transición energética y la tecnología fotovoltaica encuentran impulsores, entre los cuales se cuentan los Estados y Organismos Internacionales, los fabricantes de tecnología y los poseedores de materias primas asociadas a ella, y movimientos civiles que traccionan la opinión pública.

En instancias internacionales y en el marco de organismos como las Naciones Unidas, gran parte de los Estados del mundo han asumido compromisos en pos de una transición a la sostenibilidad. Según la publicación *NetZeroTracker*, 69 países tienen el objetivo de cero emisiones de carbono (Net Zero Target), plasmado en una legislación de cumplimiento obligatorio o en un documento de política pública. En las Contribuciones Nacionales Determinadas al Acuerdo de París, se destacan Alemania, Francia, Italia, y el Reino Unido como los países europeos con las metas más ambiciosas (Cuming, 2021).

³¹ Rusia inició la invasión en el mes de febrero, movida por aspiraciones imperialistas orientadas a controlar política, militar, y económicamente a Ucrania, -en especial ante la posibilidad de ingreso de ésta a la Organización del Tratado del Atlántico Norte OTAN-, (Mankoff, 2022).

Políticas públicas promueven la incorporación de energías renovables en el sector eléctrico. En 2021, 156 países del mundo tienen políticas de regulación de la energía renovable, y 135 países han introducido metas de reducción de carbono en el sector eléctrico (REN 21, 2022). Ello se da tanto en países sin reservas de petróleo y gas, como India, como en países ricos en hidrocarburos, como Emiratos Árabes Unidos (con la meta de 44% renovable en su oferta eléctrica) y Rusia (que implementó licitaciones de potencia) (IRENA, 2019). Entre los incentivos a la incorporación renovable están las tarifas preferenciales para la inyección de energía (*Feed in Tariff*), las subastas, la facturación neta como compensación a la inyección de excedentes a la red y las metas de incorporación renovable (conocidos en inglés como *Renewable Portfolio Standard – RPS*).

Según IEA, desde 2016 las inversiones en energías limpias (con liderazgo de la fotovoltaica) son mayores a las inversiones en combustibles fósiles, con una tendencia al alza de las primeras (IEA, 2023b). Importantes grupos inversores abogan por la abolición de los subsidios a los combustibles fósiles y la descarbonización del sector energético (IRENA, 2019). Así, el Banco Mundial ya no financia inversiones en proyectos relativos al carbón, y grandes aseguradoras como Allianz anunciaron su intención de no asegurar proyectos que aprovechen ese hidrocarburo (Nakhle, 2020; Nurton, 2020). Al mismo tiempo, grandes empresas multinacionales³² se vuelcan a invertir en el sector renovable y alientan a hacerlo a sus filiales y a los actores de su cadena productiva. Empresas hidrocarburíferas, públicas y privadas, invierten también en el sector renovable a partir del desarrollo de proyectos, el impulso de iniciativas “carbono cero”, la creación de divisiones abocadas al sector renovable y la estrategia de “*rebranding*”, esto es, cambiar

³² Multinacionales como Apple, Microsoft, IKEA y Walmart asumieron el compromiso de abastecerse en un 100% con energía eléctrica de fuente renovable.

de nombre para evitar asociaciones con los combustibles fósiles (Nakhle, 2020). A estas empresas, que no son bajas en carbono pero lo pretenden, se las conoce con el término de *greening companies*, haciendo referencia a su proceso de descarbonización. Entre ellas, British Petroleum, Repsol, Shell, Total, Eni, y Equinor (ex Statoil).

Las empresas de tecnología y los países que detentan los materiales asociados a su fabricación se concentran en Asia. China ha liderado durante más de una década en la fabricación de módulos fotovoltaicos. También posee en su territorio gran parte de las reservas de “tierras raras³³”, domina su producción y es el mayor exportador.

En los esfuerzos por descarbonizar las matrices y tender hacia las fuentes renovables tienen un peso importante la opinión pública y las percepciones sociales. Los consumidores, cada vez más informados, defienden productos con una menor huella de carbono, y demandan que el cuidado del clima sea tomado como una prioridad de los Estados. De la mano de líderes populares que toman la causa ambiental, la opinión pública se moviliza y toma partido por un futuro bajo en carbono. Se han realizado manifestaciones en contra de la contaminación en numerosas ciudades. En Australia en 2021, 15.000 jóvenes participaron en una huelga escolar para exigir que su gobierno actúe contra el cambio climático. Nuevos movimientos sociales, como *Fridays for Future*, *Extinction Rebellion* y *Sunrise Movement*, están haciendo campaña para una acción radical que aborde el cambio climático. En 2021, durante la COP 26 en Glasgow, la activista climática Greta Thunberg movilizó a más de 100.000 jóvenes en una

³³ Son un grupo de 17 metales presentes en la tabla periódica de los elementos. Entre ellos, *neodymium*, *terbium*, *indium*, *dysprosium*, and *praseodymium*, se utilizan en la fabricación de turbinas eólicas y módulos fotovoltaicos.

manifestación en pos de medidas más radicales para frenar el cambio climático (imagen 4).



Imagen 4:Manifestación de jóvenes en reclamo de medidas climáticas en el marco de la COP 26, Glasgow. Fuente: ONU, 2021.

A partir de 2006 las “ciudades en transición” comenzaron a tomar fuerza como forma de intervención local hacia modelos más sostenibles. Totnes, en el Reino Unido, fue la primera comunidad que, siguiendo una serie de reuniones y talleres, se organizó en grupos temáticos (alimentos, transporte, vivienda, energía), cada uno de los cuales diseñó proyectos específicos para resolver los problemas comunes. En 2022 existen más de 1000 iniciativas para ciudades en transición en distintos países del mundo (transitionnetwork.org).

Cuidar y descarbonizar “la Casa Común” (Encíclica Laudato Sí, 2015) se transforma en voluntad compartida de las poblaciones y los gobiernos. El clima y las variables que hacen posible la vida en la Tierra muestran la necesidad de tomar medidas colectivas para la transición a la sostenibilidad, con cambios a escala local y global.

1.3 Contra la pobreza

En el despliegue de la energía solar fotovoltaica se destaca la búsqueda de soluciones sostenibles para mejorar las condiciones de vida de poblaciones vulnerables. Acceder a servicios energéticos modernos, seguros y de calidad, se relaciona con el alcance de metas de desarrollo social y económico (Vargas y Martínez, 2018). Son particularmente relevantes para obtener otros servicios, como el transporte, la educación, la salud y una alimentación adecuada. Las poblaciones de más bajos recursos son las mayormente afectadas por la falta de servicios energéticos. La ineficiencia energética de los hogares, la imposibilidad económica para afrontar los costos o los déficits en infraestructura producen situaciones de pobreza energética (Carrizo et al., 2019).

En 2020 en el mundo existían 733 millones de personas sin acceso a energía eléctrica y 2400 millones aún utilizaban sistemas de cocción ineficientes, principalmente en base a la combustión de biomasa, inseguros y nocivos para la salud y el ambiente (Naciones Unidas, 2022). En Argentina, la pobreza alcanzó al 44% de la población en 2021 (34% de los hogares), y el 0.3% de los hogares urbanos no disponía de acceso a fuentes energéticas -lo que representó un aumento del 0.1% registrado en 2019- (Observatorio de la Deuda Social Argentina UCA 2022). La organización civil TECHO, identificó, en 2017, 2.400 asentamientos informales, en los que habitan 650.700 familias (3 millones de personas), la mayoría sin acceso formal a la red eléctrica (Techo, 2017).

La energía solar puede constituir el sendero hacia un modelo más inclusivo que facilite la universalización de los servicios energéticos adecuados, para el conjunto de la población. Tecnologías de reciente desarrollo aprovechan la radiación del Sol para fines específicos. La tecnología Solar Direct Drive (SDD), que utiliza un panel fotovoltaico para enfriar

agua que actúa como refrigerante, se revela indicada para heladeras y freezers³⁴. La energía solar térmica lidera en materia de provisión de agua caliente sanitaria y opciones de mejora en los sistemas de cocción. Diferentes tecnologías de cocinas solares han sido difundidas en el mundo por parte de instituciones gubernamentales, no gubernamentales y académicas (Ise et al., 2017). Para generación eléctrica, la energía solar fotovoltaica se muestra apta para la provisión de servicios variados que apuntan a una diversidad de usos (figura 12). Su posibilidad de ser usada en forma aislada de la red (*off grid*) la vuelve idónea para llevar servicios a entornos dispersos y rurales.

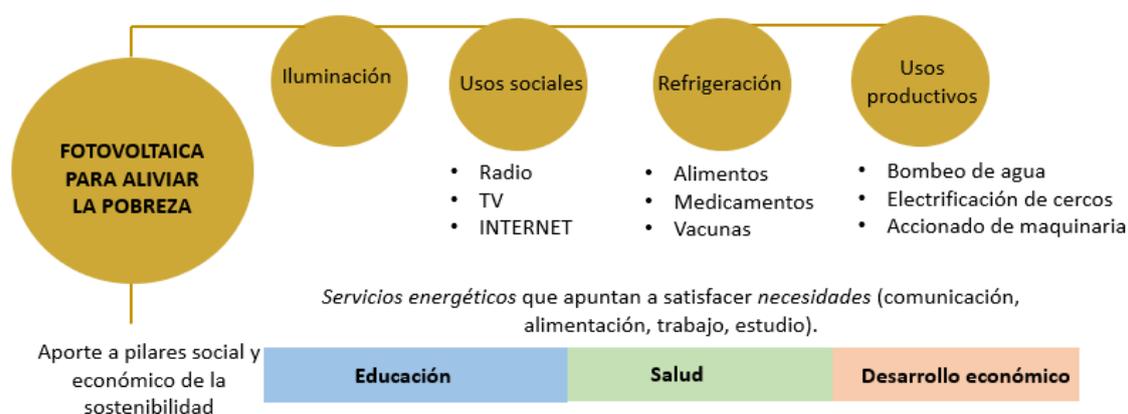


Figura 12: Aplicaciones de la fotovoltaica para aliviar la pobreza. Elaboración propia.

Según Naciones Unidas (2018) el uso de la energía solar fotovoltaica en contextos aislados desde los años 2000 ha contribuido a un 10% de decrecimiento en el déficit eléctrico global. A fines de 2021, la población que accedía a la energía mediante el uso de equipamiento solar llegó a 490 millones (ESMAP, 2022). El impulso a la energía fotovoltaica en poblaciones vulnerables ha contribuido a mejorar sus condiciones económicas y sociales (Liu et al., 2021). Con costos en disminución, se revela una oportunidad para luchar contra la pobreza (Rodríguez et al., 2018).

³⁴ El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia UNICEF ha impulsado la provisión de 53000 unidades SDD para la conservación de vacunas en diversos países del mundo (UNICEF, 2022).

Numerosos programas de variado alcance implementados en el mundo han diseminado la tecnología e impulsado emprendimientos en torno a ella. Iniciativas en este sentido, reciben cada vez mayor apoyo de la comunidad internacional. Organizaciones supranacionales y organizaciones no gubernamentales implementan programas y estrategias, globales o regionales, apoyando también proyectos nacionales o locales (tabla 3). Entre los principales mecanismos utilizados en estos programas se encuentran: el fortalecimiento de actores privados para la fabricación y provisión de productos, el aporte de recursos financieros y/o el apoyo para el acceso a financiamiento, o el apoyo a sistemas de negocios “*pay-as-you-go*” (permiten el pago por el servicio eléctrico en pequeñas cuotas, equivalentes a unidades de tiempo de uso de los equipos fotovoltaicos).

INICIATIVA	LOCALIZACIÓN	PROMOTOR	PROPÓSITO	LOGROS
Lighting Global ³⁵	Diversos países, fundamentalmente de África y Asia	Banco Mundial gobiernos nacionales, agencias de desarrollo y empresas fabricantes.	Provisión de artefactos solares aislados	52 millones de personas
ENDEV- Energising Development	Más de 20 países de África, Asia y América Latina	Ministerio de Asuntos Exteriores de Holanda y Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania.	Fortalecimiento de mercados de productos y servicios energéticos para poblaciones vulnerables.	1.700.000 sistemas domésticos y 2.300.000 sistemas pico-PV
Power For All	India, Nigeria, Zimbawe, Sierra Leone, Kenya, Etiopía.	Coalición global de 300 organizaciones públicas y privadas	Apoyo a la energía renovable distribuida. (activación de mercados, generación de alianzas y planes de acción entre la industria y los beneficiarios).	Tres áreas de iniciativas: “Dividendos de acceso a la energía”; “Más allá del acceso”; “Energía integrada”.
Scaling Up Renewable Energy in Low-Income Countries	Diversos países, fundamentalmente de África y Asia.	Climate Investment Fund CIF	Apoyo a la adquisición de fondos y la elaboración de objetivos y planes para la difusión de la energía solar.	1.8 millones de personas con acceso a la energía
Refrigeración solar para vacunación UNICEF	Diversos países, principalmente de África y América Latina	UNICEF en asociación con: Banco Mundial, GAVI, y Gobierno de Japón	Provisión de refrigeradores solares para conservación de vacunas	430 equipos en centros de salud en Sierra Leone, 115 en Uganda, 1100 en Perú, 13 en Paraguay
Proyecto Regional de Electrificación Aislada - África	Oeste de África y región del Sahel	Banco Mundial	Acceso a la energía a través de sistemas solares. Apoyo a emprendedores locales y acceso a financiamiento.	*Sin reportar. Objetivo de: 1.7 millones de personas con mejora en el acceso a la electricidad
Africa Clean Energy Technical Assistance Facility	África	Reino Unido - Oficina de Asuntos Externos, Commonwealth y Desarrollo	Dinamización de mercado para la provisión de productos fotovoltaicos aislados	Adopción de normas IEC en 8 países; guías de importación en 6 países

Tabla 3: Experiencias internacionales de implementación fotovoltaica en comunidades vulnerables. Elaboración propia.

³⁵ Un precursor de este programa fue Lighting Africa, de alcance regional, también promovido por el Banco Mundial e iniciado en 2010. Desde entonces, ha provisto de sistemas fotovoltaicos a 32 millones de personas.

A escala nacional, más de 260 países con déficits de acceso a la energía incluían a la generación de energía en forma aislada en sus estrategias nacionales, colocando a la fotovoltaica en un lugar destacado (Banco Mundial, 2020). Países en África y Asia se destacan en ello. En Zambia, el Ministerio de Salud y el Ministerio de Energía, con apoyo de *Power for All*, desarrollaron el Plan de Acción Energía y Salud para electrificar mediante energía fotovoltaica los centros de salud en zonas aisladas. India tiene experiencia en electrificación rural con solar fotovoltaica desde los años 1970. Ha utilizado distintas herramientas que incluyen proyectos demostrativos, subsidios públicos y mecanismos basados en el mercado (Yadav et al., 2019). En China, el Programa de Energía Solar para aliviar la Pobreza, se propuso alcanzar 10 GW de potencia instalada para proveer energía a 2 millones de personas. En este caso, este programa no es específico para población aislada de la red, sino que se dirige a poblaciones por debajo de la línea de pobreza, con conexión a la red, permitiéndoles ahorrar en el servicio eléctrico y así mejorar sus condiciones económicas (Murray, 2016). En América Latina, se destacan programas de gran alcance como “Más Luz para la Amazonía”, del Ministerio de Minas y Energía de Brasil, y, en Argentina, el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales PERMER, implementado por el Gobierno Nacional con apoyo del Banco Mundial, que ha aportado soluciones fotovoltaicas a poblaciones dispersas desde el año 2000.

Las comunidades energéticas, como proyectos de producción de energía que surgen desde los usuarios para beneficio colectivo, son otra forma en que la energía fotovoltaica puede contribuir a luchar contra la pobreza. Países europeos son el escenario de las primeras experiencias exitosas. En el Reino Unido, *Repowering London* se encarga de empoderar a comunidades vulnerables para generar su propia energía de fuente fotovoltaica y beneficiarse colectivamente de los resultados del proyecto. Desde 2011 ha apoyado la

creación de 8 comunidades energéticas, con la experiencia pionera en un edificio de viviendas sociales del barrio de Brixton, en el sur de Londres (ver recuadro 1), y ha logrado la instalación de más de 600 kW en energía fotovoltaica. Las soluciones no solamente mejoran la provisión energética, sino que proveen una fuente de empleo y formación técnica³⁶.

Experiencias similares, con énfasis en la generación de puestos de trabajo y la transferencia de beneficios a las comunidades, se encuentran en las cooperativas renovables de Francia (Enercoop) y España (Som Energía). En Japón, una iniciativa novedosa es la de Shonan Power, cooperativa energética de la que se deriva un porcentaje de la factura para iniciativas comunitarias.

Recuadro 1: Brixton Energy: energía a, para y por la gente.

En 2011, Brixton Energy nació del accionar de Repowering London, instalando los primeros proyectos energéticos de base comunitaria de 37 kW y 45 kW en dos conglomerados de viviendas en Brixton. El proyecto continuó con otra instalación de 52 kW en otro edificio de viviendas sociales. Cada uno de los proyectos se financió con los aportes de más de 100 inversores locales. Los ingresos que provienen de la energía generada se destinan a un Fondo Comunitario de Eficiencia Energética con el que se financian auditorías energéticas y mejoras de equipamiento en las viviendas de la comunidad.

En Argentina, la experiencia cooperativa es de larga data (Jacinto et al., 2014). Las primeras surgen en la década de 1920 para proveer el servicio eléctrico en localidades del interior que no resultaban rentables para las empresas. Muchas consiguen continuar aún con los cambios de gobierno y regímenes políticos. En la década de 1990 tienen sus primeros antecedentes en la generación renovable, con la instalación de generadores eólicos (Clementi, 2018). A comienzos del siglo XXI toman protagonismo en el

³⁶ El sector de “empleos verdes” se encuentra en expansión. En 2021, en el mundo, la energía solar fotovoltaica llegó a 4 millones de puestos de trabajo y fue el sector de crecimiento más acelerado, responsable de más de la tercera parte de los empleos relacionados a las energías renovables (IRENA e ILO, 2022).

desarrollo de proyectos de generación fotovoltaica colectivos, permitiendo que participen de los beneficios quienes no podrían afrontar una inversión individual. Son también un actor clave que tracciona proyectos solares para mejorar la calidad del servicio en sitios donde la tensión eléctrica es inestable.

Estas experiencias muestran las posibilidades existentes para revertir el círculo vicioso entre energía y pobreza (Bouzarovski, 2014), considerando que el acceso a la energía, y los proyectos energéticos pueden funcionar como catalizadores de beneficios económicos y sociales. Utilizada en forma aislada o en conexión a la red, puede ayudar a acceder a una fuente de energía, ahorrar recursos y/o ganar capacidad de decisión. Asociado a ello, la fabricación, instalación y el mantenimiento de equipos pueden devenir opciones de empleo y capacitación.

Capítulo 2: En la geopolítica energética

El avance de la energía fotovoltaica como parte de las matrices eléctricas del mundo conduce a cambios en el sistema internacional, sus actores y las relaciones de fuerza entre ellos. La mayoría de los países han desarrollado la generación fotovoltaica, siendo, en 2022, 32 los países en que la potencia instalada es inferior al MW³⁷ (IRENA, 2023). Así, países líderes en exportación de recursos fósiles son puestos en jaque por países ricos en recurso fotovoltaico, y/o en materiales y tecnología de transición. El rol de China es clave por su creciente participación, tanto desde la oferta, como la demanda de productos relacionados a la tecnología fotovoltaica, y su rol de inversor en investigación y desarrollo. En América Latina la fotovoltaica aparece como un recurso que permite enfrentar desafíos energéticos, con el potencial de posicionar estratégicamente a los países de la región en un mundo en transición.

2.1 Recurso de poder

En el mundo en transición, los países tratan de posicionarse. Mientras aquellos con recursos renovables o materiales tienden a beneficiarse, aquellos altamente dependientes de las exportaciones de combustibles fósiles³⁸ ven en riesgo sus mercados y su estabilidad en el sistema (Al-Saffar y Van der Beeuren, 2020). Progresivamente, la transición energética revela nuevos recursos de poder. La disponibilidad de recurso fotovoltaico, conjugado con el acceso a la tecnología, permiten a los países trazar estrategias de abastecimiento que logren disminuir su dependencia frente a proveedores de recursos fósiles. En mayo de 2022 la Comisión Europea presentó su plan “REPowerEU”, con el

³⁷ Entre ellos, 9 países de África, 9 de América Central y el Caribe, 8 de Oceanía, 3 de Asia y 3 de Medio Oriente (IRENA, 2023).

³⁸ Por ejemplo, las empresas rusas de gas y petróleo -Gazprom y Rosneft- representan el 12% del producto bruto (Hernandez, 2022). Otros países, altamente dependientes de las rentas derivadas del sector fósil, tales como: Venezuela, Nigeria, Uzbekistan, Kazakhsan, Chad, Turkmenistan, Azerbaijan, Angola, Congo, y países de Medio Oriente y Africa del Norte han sido señalados como los que se verían más afectados por la transición a las renovables (IRENA, 2019).

objetivo de lograr, en 2030, una Europa independiente de los combustibles que importa desde Rusia. El mismo se basa en los ejes de ahorro energético, diversificación de los proveedores de combustibles y aceleración de la transición a las energías renovables (Comisión Europea, 2022a). El plan contempla incrementar el aprovechamiento fotovoltaico para llegar a 320 GW en 2025 y la propuesta de obligatoriedad de instalaciones fotovoltaicas en algunos edificios (REN 21, 2023).

Nuevos recursos de poder, con capacidad para alterar la dependencia de un país frente a otro y su forma de relacionarse, entran en juego. Mientras las fuentes renovables contribuyen a reducir la dependencia frente al petróleo y al gas, aumentan la dependencia con respecto a metales y minerales requeridos para la fabricación de los equipamientos implicados en la generación de energía (Exner et al., 2015; Hurd et al., 2012; Rothkopf, 2009). La dependencia con respecto a algunos materiales de la transición, tales como los considerados “tierras raras”, puede llegar a ser mayor que la dependencia hacia el petróleo, en tanto la oferta se encuentra aún más concentrada geográficamente que en el caso de los recursos hidrocarburíferos (Pitron, 2018; Hache et al., 2019; Overland, 2019; Gielen y Lyons, 2022). Ellos se consideran materiales críticos para la transición³⁹. En este sentido, la transición hacia las energías renovables representa el paso de un sistema energético “intensivo en combustibles” a uno “intensivo en materiales” (IEA, 2022c).

Desde 2010, la cantidad promedio de minerales que se requiere por unidad de capacidad de generación ha aumentado en un 50% (IEA, 2022c). Para la generación fotovoltaica, minerales tales como el silicio y el cobre son cruciales. Para otras fuentes de generación

³⁹ El US Geological Survey (USGS) definió en 2022 una lista de 50 materiales críticos: Aluminum, antimony, arsenic, barite, beryllium, bismuth, cerium, cesium, chromium, cobalt, dysprosium, erbium, europium, fluorspar, gadolinium, gallium, germanium, graphite, hafnium, holmium, indium, iridium, lanthanum, lithium, lutetium, magnesium, manganese, neodymium, nickel, niobium, palladium, platinum, praseodymium, rhodium, rubidium, ruthenium, samarium, scandium, tantalum, tellurium, terbium, thulium, tin, titanium, tungsten, vanadium, ytterbium, yttrium, zinc, and zirconium.

renovable, y para las baterías -asociadas a la movilidad eléctrica⁴⁰- se requieren: Litio, Nickel, Cobalto, Zinc, Manganeso y tierras raras.

Según datos del Banco Mundial (2020), el 93% de la población del mundo habita en países donde el promedio diario de irradiación fotovoltaica se ubica entre 3.0 y 5.0 kWh/kWp, y un 20% se distribuye en 70 países que gozan de excelentes condiciones para el aprovechamiento, con un promedio diario superior a 4.5 kWh/kWp. Si la mayoría de los países poseen potencial fotovoltaico (ver anexo 3), son menos los que cuentan con los materiales y la industria para su aprovechamiento. Por ejemplo, en 2019, China, Estados Unidos y Myanmar fueron responsables de más del 80% de la producción de tierras raras (IEA, 2022c) (gráfico 7).

⁴⁰ La construcción de un auto eléctrico requiere seis veces la cantidad de materiales que demanda un auto a combustión interna (IEA, 2022c). En 2019 se contaban 7.2 millones de autos eléctricos en el mundo. Las ventas ese año superaron en un 40% a las ventas de 2018. En 2020, las ventas de vehículos eléctricos en Europa superaron las ventas en China (Poliscanova, 2021). Normativas que exigen autos menos contaminantes explican la tendencia al alza. En Europa, la Comisión Europea votó en 2022 la prohibición de vender autos a combustión interna a partir de 2035. Con el aumento de la demanda de vehículos eléctricos la capacidad de fabricación se expande, incrementando el requerimiento de materias primas. Proyecciones a 2030 estiman las demandas de litio, cobalto, manganeso, y níquel en 17, 19, 22 y 65 miles de toneladas, respectivamente (IEA, 2020c).

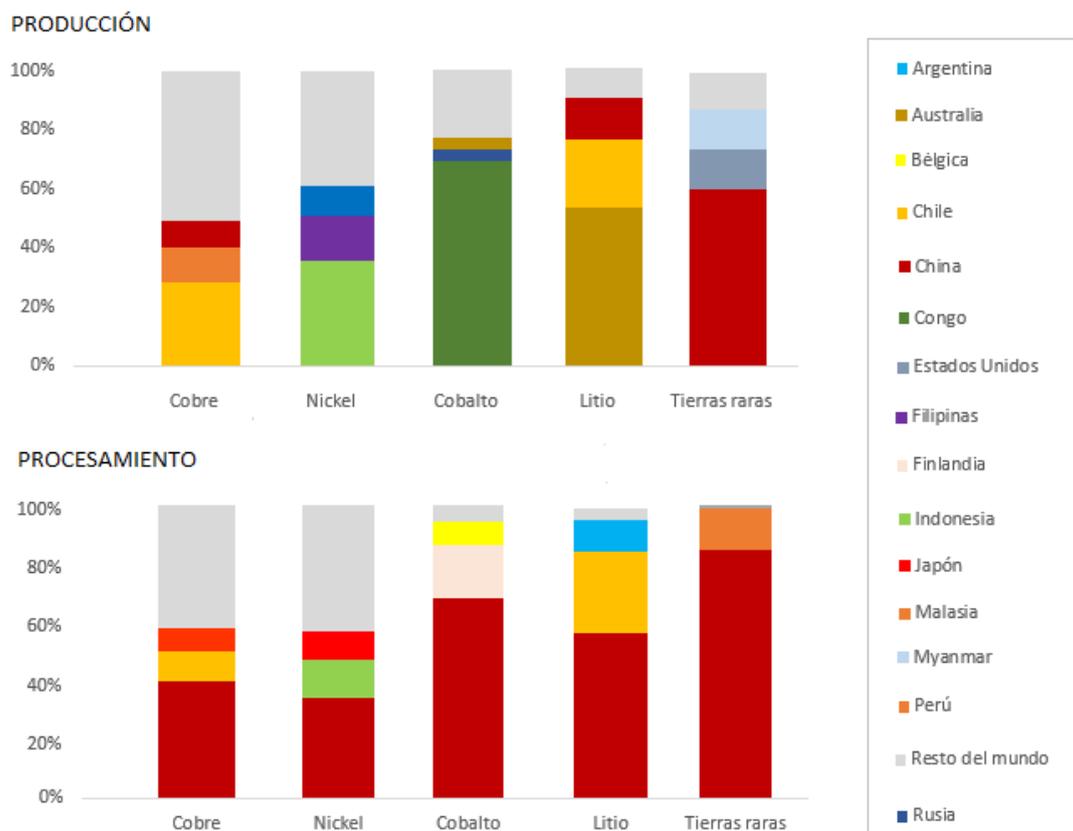


Gráfico 7: Participación por país en la producción y el procesamiento de principales materiales de la transición. Elaboración propia en base a IEA, 2022c.

El litio⁴¹ adquiere relevancia para la fabricación de baterías y sistemas de acumulación de energías renovables. Con la expansión de los autos eléctricos, el mercado internacional de este mineral crece. La demanda proviene mayoritariamente de los países asiáticos, fundamentalmente China, Corea y Japón, quienes lo emplean en la fabricación de pilas y baterías de ion-Litio, y, más recientemente, de acumuladores eléctricos⁴². En los salares de Argentina, Bolivia y Chile –el llamado “Triángulo del Litio”- se encuentra más del 70% de las reservas de litio del mundo (Carrizo et al., 2016; Fornillo, 2018). Chile fue en 2019 el mayor exportador de carbonatos de litio del mundo, seguido por Argentina (OEC, s/f). En Bolivia, el presidente Evo Morales en 2006 promovió la explotación nacional del

⁴¹ El 80% del litio que se produce en el mundo se utiliza como insumo en la fabricación de baterías (USGS, 2023). Otros usos del material incluyen: aleaciones, lubricantes, aditivos a cementos y cerámicos, componente en sistemas de refrigeración y purificación de aire, y fármacos.

⁴² Los acumuladores permiten un mayor almacenaje energético, lo que habilita a pensar que ciudades enteras podrían ser servidas mediante esta tecnología. El sudeste asiático (China, Japón, Corea, Hong Kong y Singapur) domina el mercado de acumuladores (Zicari et al., 2019).

litio, buscando procesarlo y exportar un producto elaborado. En Chile y Argentina, en cambio, la actividad privada es mayoritaria. Chile cuenta desde 2014 con la Comisión Nacional del Litio como ente negociador entre el Estado y las empresas productoras (Poveda Bonilla, 2020). Argentina, a través de proyectos como “Del salar a la batería” del Ministerio de Ciencia y Tecnología, e iniciativas a través de la empresa pública YTEC (conformada por YPF y CONICET), busca propiciar la industrialización del litio.

Las materias primas y tecnologías aparecen como principal eje de conflicto internacional en un mundo en transición. Trazar una estrategia cooperativa con aliados internacionales y nacionales es una manera de aprovechar los recursos existentes en pos del bienestar de las poblaciones y el avance hacia modelos más sostenibles. En esa línea, se multiplican los acuerdos bilaterales de cooperación sobre materiales críticos para la transición y la investigación y desarrollo en torno a ellos: Unión Europea y Chile, en 2022; Corea del Sur y Australia, en 2023; Unión Europea y Argentina, en 2023⁴³. A nivel europeo, se trabaja para la sanción de una ley que regule los materiales críticos, su producción y abastecimiento desde terceras partes. Busca además la creación de un “Club de Materiales Críticos”.

Así, los países se reposicionan en el tablero internacional a medida que valorizan los recursos de transición, procurando la seguridad energética. En esa reconfiguración, algunos actores del sistema, entre ellos China, adquieren preponderancia.

⁴³ El Memorandum de Entendimiento entre Argentina y la Unión Europea (*Memorandum of Understanding on a Strategic Partnership on Sustainable Raw Materials Value Chains between the European Union and the Argentine Republic*), de junio de 2023, sienta las bases de un camino de cooperación, con eje en las materias primas y la transición energética.

2.2 Protagonismo chino

Hasta comienzos de los años 2000, el desarrollo y la fabricación de tecnología se concentraba en Europa y América del Norte. Por entonces comenzó a aumentar la cantidad de patentes presentadas por países asiáticos, superando, en 2010, a los mercados anteriores (WIPO, 2017). Liderando en fabricación de módulos fotovoltaicos y cantidad de potencia instalada, China consolida su protagonismo en la transición energética.

En 1979 China inició reformas económicas conocidas como “*open door policy*” o “política de las puertas abiertas”. La estrategia incluyó la reducción de la centralización de la gestión económica y la apertura al mundo, apuntando a lograr industrias tecnológicamente intensivas favoreciendo la sinergia entre industria, ciencia y tecnología (Moneta y Cesarín, 2012). Durante la década de 1990 China consolida una política de internacionalización de empresas estatales (“*going global*”) que se dirigía a competir en los sectores de las tecnologías de la información, logístico, financiero, construcción, automotriz y energético. A comienzos del siglo XXI, su poder económico se evidencia en el crecimiento de su Producto Bruto Interno y en mayores inversiones externas, diversificadas, principalmente hacia América Latina⁴⁴.

El papel de China en el mundo en transición es clave, desde la producción de materiales y tecnología, hasta la participación en inversiones en infraestructura y proyectos de generación. Tiene un rol en la provisión de materiales esenciales para la transición. En 2008 restringió sus exportaciones de tierras raras y provocó aumento de precios, motivando inversiones de minería en otros sitios. La producción masiva china de celdas

⁴⁴ En esta región, las empresas transnacionales chinas se orientan a satisfacer expectativas de consumo localizado y a proveer materias primas, combustibles, minerales y otros insumos para mantener el desarrollo de industrial nacional.

y módulos solares llevó a una disminución de los costos de la tecnología⁴⁵. Durante 2021, algunos materiales asociados a la producción de módulos fotovoltaicos experimentaron nuevos aumentos de precios: el silicio policristalino aumentó 350%, el vidrio 80%, y el aluminio, 50% (REN 21, 2022). Estos aumentos responden a la contracción de la producción en algunas provincias chinas como respuesta a una política nacional orientada a la reducción de la intensidad energética de su economía. En respuesta, varios países intentan limitar su dependencia a China como proveedor de equipamiento fotovoltaico⁴⁶.

La industria fotovoltaica china se consolida. En 2010, diez de los quince principales fabricantes de tecnología se encontraban en Asia (REN 21, 2011). En 2018, más de la mitad de los patentamientos provinieron de Asia (WIPO, 2019), especialmente de China (IRENA, 2019). China,

ha estado en el primer puesto de productores de módulos de silicio policristalino por diez años consecutivos (IEA PVPS, 2020). En 2019, la producción de celdas

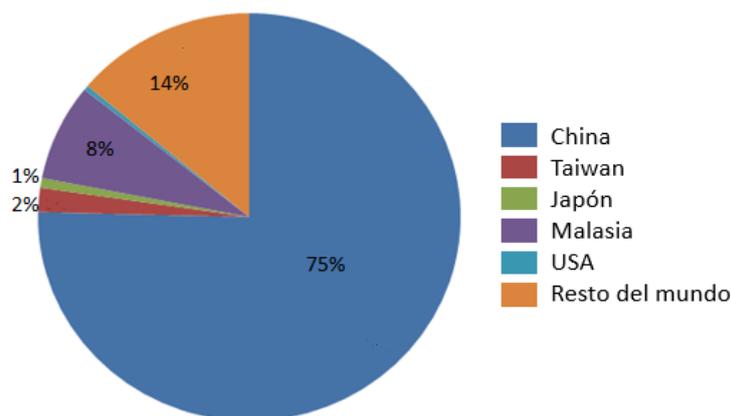


Gráfico 8: Producción de celdas fotovoltaicas en 2019, participación por país. Fuente: Elaboración propia en base a Jäger-Waldau, 2020.

solares en el mundo fue por un total de 130 GW (un 17 % superior a 2018). De ese total, el 75 % fue producido en China (gráfico 8). Entre los fabricantes líderes en el mundo se destacan nueve de origen chino -Jinko Solar; Trina Solar; JA Solar; Longi; GCL S.I.,

⁴⁵ El precio de los módulos de silicio cristalino disminuyó en un 91% entre los años 2009 y 2022 (IRENA, 2022).

⁴⁶ Estados Unidos incluyó, para la importación de equipamiento chino, el requerimiento de evidencia de producción libre de mano de obra forzada y trabajo infantil. India busca reducir su dependencia con China, apuntalando su industria doméstica. Para ello, brinda subsidios a la industria nacional, prohibió durante tres meses la importación de equipamiento fotovoltaico de origen chino y estableció elevados aranceles de importación (REN 21, 2022).

Risen Energy, Yingli Green Energy; Talesun Solar, y una empresa canadiense –aunque fundada por un empresario oriundo de China, y con gran parte de la industria emplazada en ese país, Canadian Solar-.

Entre los países con mayor capacidad instalada en el mundo en solar fotovoltaica, se destacan los asiáticos, China (cerca de 400 GW instalados), Japón (78 GW), India (62 GW) y la República de Corea (21 GW). Otros grandes jugadores son Estados Unidos (111 GW) y Alemania (66 GW) y por América del Sur aparece Brasil, en octavo lugar (24 GW) (IRENA, 2023) (gráfico 9). China lidera las nuevas adiciones en potencia. Durante 2021, con un adicional de 55 GW instalados, representó el 30% del aumento de la capacidad mundial (REN 21, 2023).

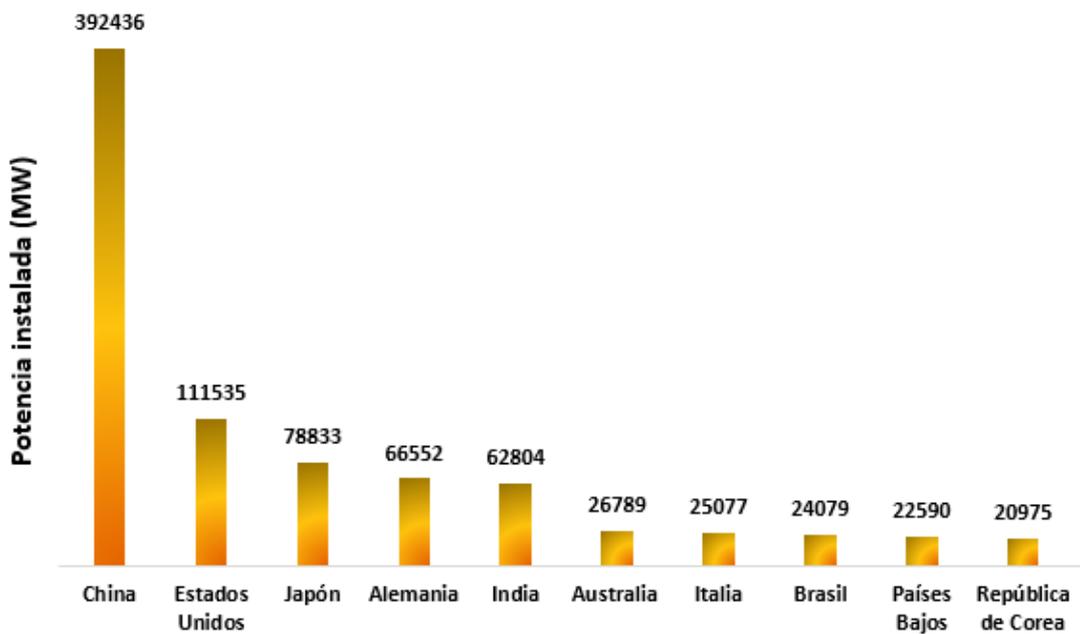


Gráfico 9: Ranking de países con mayor potencia instalada en energía solar fotovoltaica, en 2022. Elaboración propia en base a IRENA, 2023.

La relevancia de China en la geopolítica de la energía se asocia a su proyecto “*Belt and Road Initiative*” (BRI) o “nueva ruta de la seda”⁴⁷, un plan estratégico de desarrollo de infraestructura a escala global. Se propone crear una red de puertos, vías ferroviarias, rutas, conexiones, ductos, y parques industriales que conecten a China con las principales ciudades del mundo. En vinculación con este proyecto, la ambición de la empresa estatal *State Grid* es la de crear una red eléctrica global. El proyecto *Global Energy Interconnection* se propone unir cada continente a través de cables submarinos que transmitan energía limpia. Los intercambios transfronterizos de electricidad abren la puerta a oportunidades de cooperación regional.

Con relación a América Latina, desde comienzos del siglo XXI se han incrementado los intercambios de China con los países de la región. Con Argentina, en 2004 se establece una asociación estratégica bilateral (Shi Jianjun, 2012). En 2009 los bancos centrales de ambos países firmaron un primer acuerdo de intercambio de monedas (*swap*) que le permitiría a Argentina importar desde China y afrontar pagos a acreedores internacionales. El acuerdo, tras varias renovaciones, continúa vigente en 2023 (Arnold, 2023). La relación con China se plasma en proyectos fotovoltaicos. La mayor planta del país, Cauchari (300 MW) en Jujuy, fue construida con financiamiento chino. Otras plantas de generación adjudicadas en subastas del Estado Nacional (por un total de 200 MW) pertenecen a empresas de capitales chinos. Gran parte de los actores nacionales o de otras procedencias instalan tecnología fabricada en China. Se constata que en el primer cuatrimestre de 2023 las importaciones provenientes de China sumaron USD 4130 millones. Solamente en el mes de abril, las importaciones desde China fueron de USD

⁴⁷ El término alude a la histórica ruta de la seda, una vasta red de 7.000 km que desde tiempos antiguos atravesaba el centro de Asia y se comunicaba con Occidente, posibilitando el comercio de la seda china (Pierroti, 2016).

972 millones, de los cuales casi un 30% (USD 282 millones) correspondió a productos bajo la nomenclatura *Máquinas, aparatos y material eléctrico* (INDEC, 2023a).

Su industria pujante, su penetración económica y cultural en geografías diversas, y su modelo económico de precios competitivos, confieren a China un papel principal en la transición energética.

2.3 Desafíos en América Latina

América Latina es privilegiada en materia de recursos energéticos, renovables y no renovables. Sin embargo, persisten desafíos en materia de provisión de servicios, cooperación energética, e integración regional.

Con 8.4% de la población mundial (Banco Mundial, 2021) y responsable de un consumo final de energía de 582 Mtep, América Latina se destaca por una tasa de electrificación en torno al 97%⁴⁸ (Ribó-Pérez et al., 2021). La región goza de una matriz de energía primaria que se compone en más de una cuarta parte de fuentes renovables, con predominio de la hidráulica, lo que representa el doble del promedio mundial (IRENA, 2021b). El peso relativo de la hidroelectricidad es aún mayor en América del Sur (gráfico 10).

El potencial fotovoltaico y los recursos biomásicos son abundantes en Brasil (líder mundial en producción de bioetanol de caña de azúcar) y Colombia; mientras que el viento es preponderante en el sur de Argentina, Uruguay y Chile. Los hidrocarburos no convencionales, abundantes en Argentina, han posicionado al país como el segundo y el cuarto en el mundo en materia de reservas de *shale gas* y *shale oil*, respectivamente (EIA,

⁴⁸ Aproximadamente, 22 millones de personas carecen de acceso a la energía eléctrica y 65 millones no disponen de métodos de cocción modernos (OLADE, 2021).

2013). El gas natural, por ser el combustible fósil menos contaminante y complementar a las energías renovables intermitentes, es considerado un recurso de transición (Carrizo y Forget, 2020).

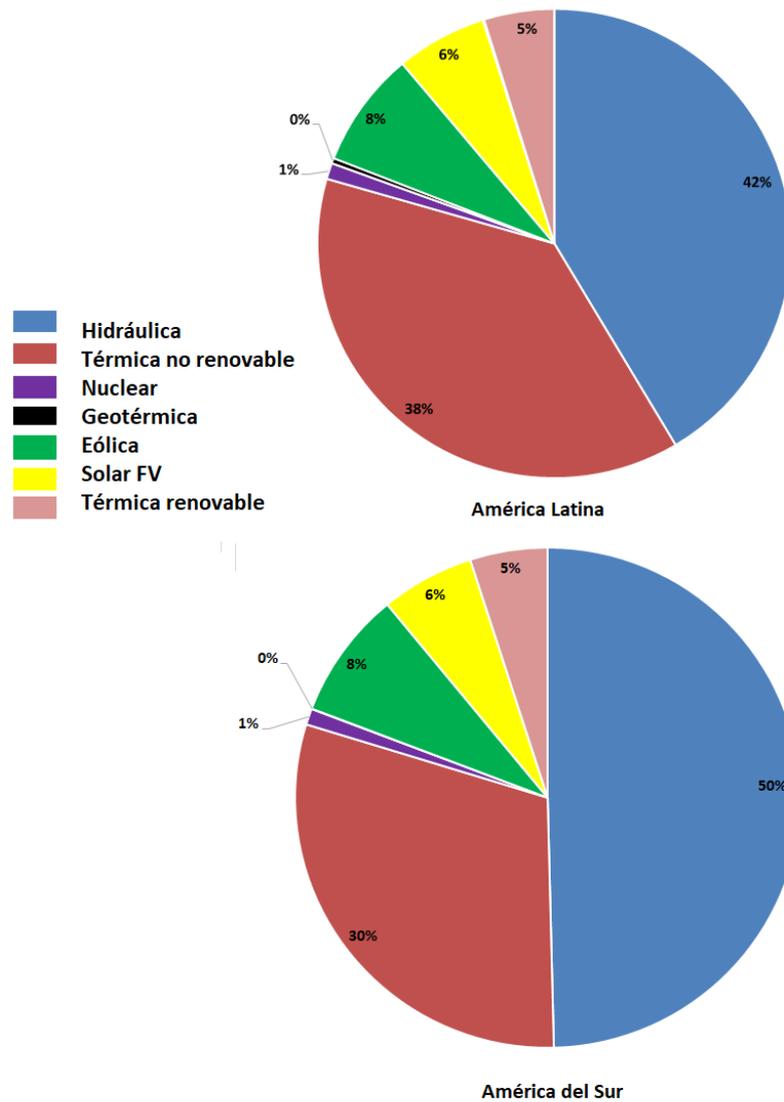


Gráfico 10: Potencia instalada para generación eléctrica en América Latina y América del Sur, por fuente. Elaboración propia en base a OLADE, 2021.

La región posee, además, recursos minerales necesarios para la fabricación de equipamiento vinculado al aprovechamiento renovable. El silicio, esencial para la producción de celdas fotovoltaicas, se obtiene del cuarzo y es un elemento abundante en

la naturaleza. Por ello, lo estratégico en su cadena es el procesamiento⁴⁹. Brasil se destaca como responsable de la producción de 400.000 toneladas de silicio en 2022 (USGS, 2023b). En la región se hallan el 41% de las reservas globales descubiertas de cobre, material utilizado para las líneas de transmisión. Una cuarta parte del cobre que se extrae anualmente en el mundo es obtenida en Chile, seguido por lo que se extrae en Perú, y en China. Su procesamiento y refinamiento se realiza mayormente en China, quien es también su principal consumidor (ICSG, 2021). En cuanto al litio, la cordillera de los Andes concentra gran parte de las reservas del mundo. El Salar de Uyuni, en Bolivia, constituye el mayor yacimiento de litio de salmueras (Zicari et al., 2019).

La disponibilidad de recursos y la existencia de incentivos públicos ha llevado a los sistemas eléctricos de la región a atravesar procesos de diversificación de sus matrices energéticas. El aprovechamiento renovable en la región ha sido impulsado a través de distintos instrumentos (Molina y Rudnick, 2011). En general, los mecanismos utilizados incluyen una combinación de:

- metas de incorporación renovable en el mix de generación eléctrica;
- cuotas de abastecimiento eléctrico de origen renovable (o porcentajes de corte con combustibles líquidos en el caso de los biocombustibles);
- subastas de potencia;
- contratos de compra-venta de energía a un precio preferencial (también llamado tarifa preferencial, *Feed in Tariff*–FIT-);
- incentivos fiscales

⁴⁹ En 2022 la producción mundial de silicio alcanzó los 8 millones de toneladas, la mayoría (6 millones) se produjo en China.

La energía solar fotovoltaica ha sido impulsada para generación eléctrica a gran escala, para abastecimiento de población aislada de las redes de distribución y para generación distribuida con conexión a la red. En 2022 la potencia instalada en solar fotovoltaica alcanzó los 36 GW, 32 de ellos concentrados en América del Sur (IRENA, 2023). En esta región, lideran en capacidad instalada: Brasil (24 GW), Chile (6 GW) y Argentina (1.3 GW). Juntos, suman más del 95% de la capacidad instalada en la región (gráfico 11).

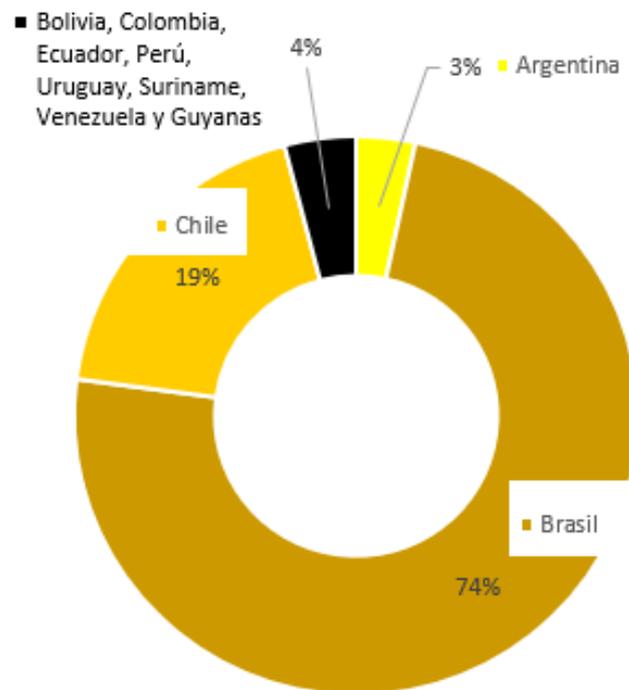


Gráfico 11: participación en el total de la potencia instalada en solar fotovoltaica en América del Sur. Elaboración propia en base a IRENA, 2023

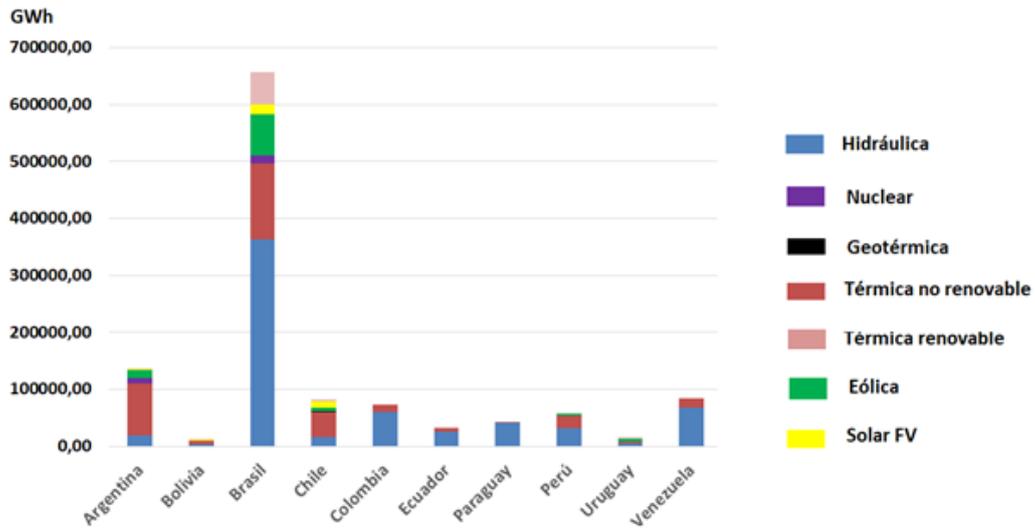


Gráfico 12: matriz de generación eléctrica de los países de América del Sur, por fuente. Fuente: elaboración propia en base a OLADE, 2021.

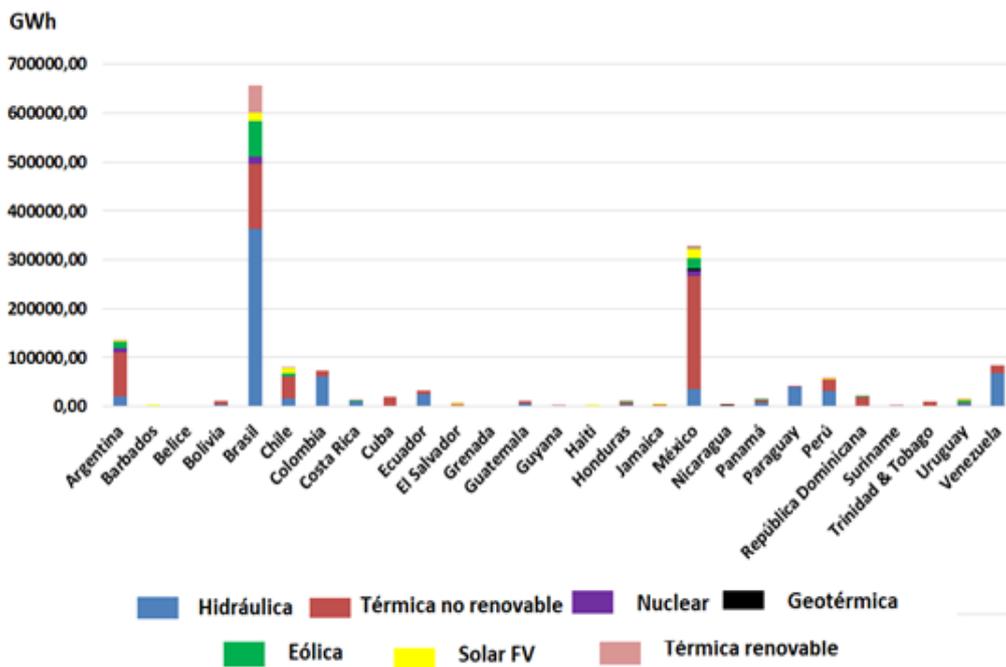


Gráfico 13: matriz de generación eléctrica de los países de América Latina, por fuente. Fuente: elaboración propia en base a OLADE, 2021.

En las matrices nacionales de generación eléctrica, se destaca Chile como el país con mayor proporción de fotovoltaica en el total de su generación (13%). En términos absolutos, lideran México, con una generación fotovoltaica de 20.194 GWh, Brasil, con 16.752 GWh, y Chile, con 10.786 GWh (OLADE, 2021) (gráficos 12 y 13).

La potencia instalada⁵⁰ en fotovoltaica *off-grid*, o no conectada a la red, en América Latina (excluyendo a México) alcanzó en 2018 un total de 54.6 MW, entre lámparas solares y sistemas domésticos (6.36 MW), mini redes (7.3 MW), bombas solares (2 MW), y otros (28.7 MW) (IRENA, 2020b). Diversos programas públicos, privados, y mixtos han propiciado el uso de la energía fotovoltaica para abastecimiento de población aislada de las redes (tabla 4).

La mayoría de los programas implementados son de carácter público-privado, con implicación y cooperación de actores diversos. El involucramiento de actores de la comunidad y de los propios beneficiarios resulta clave para la sostenibilidad de los proyectos. Se destaca el caso del PERMER en Argentina, programa que entró en operación en 1999, y que ha sabido adaptarse para mantenerse en el tiempo. En Brasil, el programa “Más Luz para la Amazonía” incorpora la generación fotovoltaica y la distribución mediante mini redes, en el marco de un programa más amplio de electrificación rural, “Luz para todos”, puesto en marcha en el año 2003. “Luces para aprender”, enfocado a la electrificación de escuelas, inició por pedido del Gobierno de Nicaragua en 2011, pero luego se extendió, con alcances dispares, a otros 12 países latinoamericanos: Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay (OEI, s/f)

⁵⁰ La generación de energía *off-grid* es en gran medida subregistrada. En Argentina, por ejemplo, desde la empresa que administra el mercado eléctrico (CAMMESA) se manifiesta que no se contabiliza la energía generada por fuera de la red.

PROGRAMA	LOCAL-IZACIÓN	PROMOTOR	PROPÓSITO	LOGROS
PERMER	Argentina	Estado Nacional (Préstamo BID) Estados provinciales Concesionarios Usuarios	Acceso a energía eléctrica en sitios aislados mediante equipamiento fotovoltaico y mini redes.	Dos etapas de desarrollo 27.000 y 18.000 beneficiarios respectivamente.
Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética	Bolivia	Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ)	Mejora de las condiciones técnicas, económicas, legales e institucionales para la integración de las energías renovables y la eficiencia energética.	En desarrollo
Más Luz para la Amazonía	Brasil	Ministerio de Minas y Energía	Provisión de energía eléctrica mediante sistemas solares.	44.000 personas beneficiadas
Ayllu Solar	Chile	Solar Energy Research Center (SERC Chile) Fundación Chile Fundación BHP	Provisión de energía eléctrica mediante sistemas solares en Arica y Parinacota	148 hogares beneficiados
Energía renovable para las zonas no interconectadas	Colombia	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas	Provisión de energía eléctrica de fuente fotovoltaica para población aislada.	30.000 hogares beneficiados
Electrificación rural de zonas aisladas	Ecuador	BID-GEF Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables Empresa Eléctrica Quito	Acceso a energía de poblaciones aisladas Apoyo al aumento de capacidades para el manejo comunitario de proyectos energéticos	94 sistemas fotovoltaicos instalados, 470 personas beneficiadas.
ACCIONA Microenergía México (AMM)		ACCIONA Estado de Oaxaca Y Alianza público-privado	Atención de necesidades de iluminación y comunicación de comunidades vulnerables del Estado de Oaxaca	7500 hogares beneficiados del Estado de Oaxaca.
IluMéxico	Mexico	IluMéxico	Provisión de energía eléctrica fotovoltaica para población aislada	5600 viviendas beneficiadas, 9 “ilucentros” instalados y operados por 43 “ingenieros comunitarios”.
Luces para aprender	Diversos países de América Latina	Organización de Estados Iberoamericanos	Electrificación fotovoltaica de escuelas rurales	556 escuelas beneficiadas
Energising Development EnDev Perú	Perú	Agencia para cooperación alemana, GIZ	Fortalecimiento del mercado de lámparas pico-solares, desde la oferta y la demanda.	15000 unidades vendidas 200 capacitaciones a emprendedores

Tabla 4: Programas de provisión de energía eléctrica a población aislada mediante equipamiento fotovoltaico en América Latina. Elaboración propia.

<i>Estímulos a la generación distribuida</i>			
País	Normativa	Mecanismo	Potencia instalada (MW)
<i>Brasil</i>	Ley 10848/2004 Res. ANEEL 482/2012 y 687/2015 Ley 14300/2022	Medición neta	24000
<i>México</i>	Ley de la Industria Eléctrica 2014 Resolución CRE 142/2017	Medición neta Facturación neta	2900
<i>Chile</i>	Ley 20571/2012 Ley 21118/2018 Decreto Supremo 88/2019	Facturación neta Pequeños medios de generación distribuida	174 2500
<i>República Dominicana</i>	Reglamento técnico CNE de la Ley N°57-07	Medición neta	320
<i>Panamá</i>	Resolución AN No. 2060/ 2008: Procedimiento para la Interconexión de Pequeños Sistemas Fotovoltaicos Resolución AN No.10299	Medición neta	89
<i>Costa Rica</i>	Decreto 39220/2015 Ley 10086/2021	Medición neta Facturación neta	72
<i>Uruguay</i>	Decreto 173/2010	Medición neta	42
<i>Guatemala</i>	Resolución CNEE-227- 2014 Resolución técnica CNEE N°171-2008	Facturación neta	40
<i>Argentina</i>	Ley 27.424/2017	Facturación neta	29
<i>Colombia</i>	Resolución CREG 030/2018 Resolución CREG 174/2021	Medición y Facturación neta	20
<i>Ecuador</i>	ARCONEL 42/2018	Medición neta	-
<i>Nicaragua</i>	Normativa de Generación Renovable para autoconsumo 2017. Anexo técnico aprobado en 2020.	Medición neta	-
<i>Bolivia</i>	Decreto Supremo 4477/2021 Resolución AETN N° 343/2021	Medición neta Facturación neta	-

Tabla 5: Normativa, mecanismos, y estado de avance de la generación distribuida en países de América Latina.
Elaboración propia.

En generación distribuida por parte de usuarios de la red pública de distribución con fines de autoconsumo los avances normativos son incipientes o aún no han sido puestos en marcha. Panamá y Uruguay fueron los pioneros. Panamá lo habilitó en 2008, para pequeños sistemas fotovoltaicos de hasta 10 kW, y Uruguay en 2010, para la “microgeneración renovable” (Decreto 173/10). Además, se destacan Brasil (Res. ANEEL 482/12) y Chile (Leyes 20,571/12 y 21,118/18) como los primeros en poner en práctica experiencias (Ise et al., 2020). Otras experiencias se extienden en la región (tabla 5).

Un desafío pendiente en América Latina es el de impulsar la cooperación regional en materia energética. Ello encuentra dificultades en las grandes distancias que existen hacia el interior de los países, y entre uno y otro, con espacios de baja densidad poblacional y geografía diversa. Además, existe heterogeneidad regulatoria y tarifaria. Antecedentes de integración energética regional se identifican en el aprovechamiento hidroeléctrico en represas binacionales y la creación de organismos como la Comisión de Integración Eléctrica Regional (CIER), y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), en 1964 y 1973 respectivamente. En 2015, representantes de 12 países⁵¹ de la región adoptaron el Comunicado sobre la Aceleración en la Adopción de Energía Renovable en América Latina. En él se identificaron áreas de cooperación, tales como: evaluaciones de recursos; planificación energética; e integración de fuentes de energía renovable en la red eléctrica.

Acuerdos bilaterales y proyectos de cooperación facilitan los intercambios eléctricos internacionales, pero se está lejos de la conformación de una red unificada (Carrizo y Vélut, 2010). Si bien no se conocen proyectos regionales de la magnitud que existen en

⁵¹ Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, México, Nicaragua, Panamá, Perú y Uruguay

otros continentes (ver recuadro 2), desde 2016, la iniciativa del Corredor de Energía Limpia de América Central tiene como objetivo apoyar el despliegue acelerado y el comercio transfronterizo de energía renovable en América Central. La iniciativa busca implementarse en el contexto del Mercado Eléctrico Regional (MER) y del Sistema de Interconexión Eléctrica para Países de América Central⁵² (SIEPAC).

Acciones diversas reflejan una voluntad latente de los países de cooperar en materia energética renovable.

- El Consenso de Guayaquil (2002), pauta el desarrollo sostenible y el acceso a la energía moderna como fines fundamentales de la integración energética
- El Acuerdo Marco sobre Complementación Energética Regional entre los Estados Parte del MERCOSUR y Estados Asociados (2006), busca instrumentar proyectos y obras de infraestructura que permitan el intercambio de energéticos
- La Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA) surge para modernizar e integrar la infraestructura física

Recuadro 2: Un proyecto solar de escala intercontinental

El Plan Solar del Mediterráneo, lanzado en 2008, tiene el objetivo de dotar de potencia al Sur y Este del Mediterráneo, con el objetivo de generar intercambios con Europa.

La Cooperación de Energías Renovables Trans-Mediterráneas, (TREC), fundada en 2003 por el Club de Roma y el Centro Nacional de Investigaciones Energéticas de Jordania -integrado por científicos y expertos de Europa, del Medio Oriente y del Norte de África, (EUMENA)-, creó en el año 2009 la Fundación Desertec Industrial Initiative (DII). Desertec busca promover la generación de energía limpia en los desiertos. Entre las empresas que conforman la fundación se destacan las alemanas, E.ON, Siemens y el Deutsche Bank; españolas como Red Eléctrica y Abengoa Solar; francesas como Saint-Gobain, y las italianas Enel y Terna. El primer proyecto llevado adelante es el de la planta solar ubicada en Moor, Marruecos. La primera fase del complejo (de un total de cuatro fases), denominada Noor I, ocupa 480 hectáreas, tiene una capacidad de 160 MW lo que representa energía para 135.000 hogares. El proyecto se consagra así como ejemplo de cooperación internacional en materia de energía solar.

⁵² Surgido del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, firmado en 1996.

- Acuerdos de cooperación entre Brasil y Argentina para reforzar intercambios e infraestructura en bioenergía en 2019 (Clementi et al., 2022).
- El Foro Técnico Regional de Planificadores Energéticos (FOREPLEN): liderado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), reúne a los planificadores de la región para trabajar en forma conjunta en la planificación energética regional en contexto de transición.

Con disponibilidad de recursos que la posicionan estratégicamente para el desarrollo de proyectos renovables, y, al mismo tiempo, con necesidades energéticas por parte de sus poblaciones más vulnerables, la transición energética avanza en la región. El aprovechamiento renovable podría devenir un vehículo para atender demandas y propiciar una mejor calidad de vida, así como para impulsar proyectos de escala regional.

Capítulo 3: Renovabilización argentina

Entre los desafíos del sistema eléctrico nacional se encuentran la necesidad de diversificar las fuentes energéticas ante la dependencia a los hidrocarburos, la urgencia de mejorar situaciones de déficit, y el deber de atender demandas de poblaciones vulnerables. Ello, conjugado con compromisos globales asumidos por el Estado Nacional en materia climática, impulsa el aprovechamiento de recursos renovables, no solamente el solar fotovoltaico sino también el eólico, el hidráulico, el biomásico y la fuerza mareomotriz. Si bien la participación de las renovables es aún minoritaria en la matriz eléctrica nacional, aumenta en consonancia con planes y metas hacia un sistema descarbonizado y distribuido. De manera progresiva, aunque no lineal, un marco normativo se desarrolla y contribuye a aprovechar los recursos disponibles. Desde los impulsos públicos, el aprovechamiento fotovoltaico encuentra su lugar en la renovabilización argentina.

3.1 Planes y propuestas nacionales

Argentina ha suscrito los principales acuerdos internacionales de lucha contra el cambio climático: La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático CMNUCC (y el ya no vigente Protocolo de Kyoto), el Acuerdo de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Para dar cumplimiento a los compromisos asumidos ha elaborado planes y programas (tabla 6). Para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica, Argentina ratificó, en febrero de 2021, su adhesión al Acuerdo Marco de la Alianza Solar Internacional, dedicada a cooperar en materia de investigación, desarrollo y financiación de la tecnología solar. A nivel interno, un marco normativo de impulso a la generación renovable, a través de grandes proyectos y generación distribuida, se pone en marcha (capítulo 3.3).

Documento nacional	Año	Descripción / Objetivo
En respuesta a CMNUCC		
Ley 24295	1993	Ratificación
Primera / segunda / tercera comunicación nacional	1997/ 2008/ 2015	Compromiso de reducción de emisiones. Medidas de adaptación y mitigación. Exploración de energías renovables.
Ley 25.428	2001	Ratificación Protocolo de Kyoto
Decreto 1070	2005	Creación del Fondo Argentino de Carbono
En respuesta a Acuerdo de París		
Marco		
Ley 27.270	2016	Ratificación
Decreto 499	2017	Consejo Nacional De Coordinación De Políticas Sociales responsable de la implementación de la “Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”
Descarbonización		
Primera NDC al Acuerdo de París	2016	Límite a emisiones netas de CO2 a 483 Mtep.
Segunda NDC	2020	Límite emisiones netas de CO2 a 456 Mtep.
Segundo Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático	2022	Límite emisiones netas de CO2 a 349 Mtep para 2030.
Estrategia Nacional para el Uso de los Mercados de Carbono	2023	Inicio del marco normativo necesario para regular los mercados de carbono
Mitigación y adaptación / Medidas para el sector energético		
Regímenes de fomento a la generación renovable y a la generación distribuida (Leyes 27.191 y 27.424)	2015 y 2017	20% renovable en generación eléctrica 2025. 1000 MW en GD en 2030
Ley de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (Ley 27520)	2019	Creación del Gabinete Nacional de Cambio Climático (GNCC).
Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático	2019	Transición energética como uno de los 6 lineamientos ⁵³ de acción climática.
Plan de Acción Nacional de Energía y Cambio Climático	2017	Eficiencia energética, 33.000 GWh de generación renovable y 56.000 usuarios-generadores en 2030.
Plan de Energía y Cambio Climático	2019	Generación renovable, distribuida y aislada de la red.
Transición Energética 2050. Hacia una visión compartida	2019	Bases de los objetivos de la transición.
Lineamientos Para Un Plan De Transición Energética a 2030 (Resolución Sec. De Energía 1036)	2021	-8,5% reducción del consumo de electricidad y gas; -55% renovable en la matriz eléctrica ⁵⁴ ; -reemplazo de combustibles líquidos; -federalización del desarrollo energético -desarrollo del hidrógeno
Lineamientos para el Desarrollo Integral y Sostenible del Sector Eléctrico al Corto y Mediano Plazo	2022	-Eficiencia energética -Reemplazo de generación térmica -Generación distribuida.
Plan Nacional De Transición Energética a 2030 (PNTE 2030)	2023	Objetivos de inclusión, diversificación, desarrollo de la industria nacional, autoabastecimiento energético y sostenibilidad. 30% de participación renovable en la generación eléctrica a 2030

Tabla 6: Propuestas y medidas nacionales en materia climática y energética. Elaboración propia.

⁵³ Transición energética, movilidad sostenible, transición productiva, conservación de biodiversidad, territorios resilientes, y gestión sostenible de bosques y sistemas alimentarios

⁵⁴ Considerando la generación hidroeléctrica.

Al ratificar el Acuerdo de París, Argentina se comprometió a formular y actualizar planes de acción, por medio de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por su sigla en inglés), que fueron progresivamente más ambiciosas. En 2023 la Secretaría de Energía de la Nación abrió un llamado a la ciudadanía a participar del proceso de elaboración de la agenda de transición energética a través de la puesta en circulación de una encuesta en la que se busca conocer prioridades y desafíos percibidos por la sociedad. Paralelamente se presentó el Plan Nacional de Transición Energética a 2030 que plantea el objetivo de sustituir las importaciones de combustibles líquidos (gasoil y GNL) para abastecimiento de la demanda interna y como insumo para las centrales térmicas. Para ello, propone aumentar el consumo de gas natural y fija la meta de alcanzar una participación de las fuentes renovables del 30% en la generación eléctrica a 2030 (y del 57% considerando la generación hidroeléctrica mayor a 50 MW⁵⁵). Progresivamente, un camino hacia la sostenibilidad energética se traza desde metas cuantitativas de incorporación renovable y limitación de emisiones a alcanzar (figura 13).

⁵⁵ La ley 27191/2015 no incluye a la hidroeléctrica de más de 50 MW como fuente renovable.

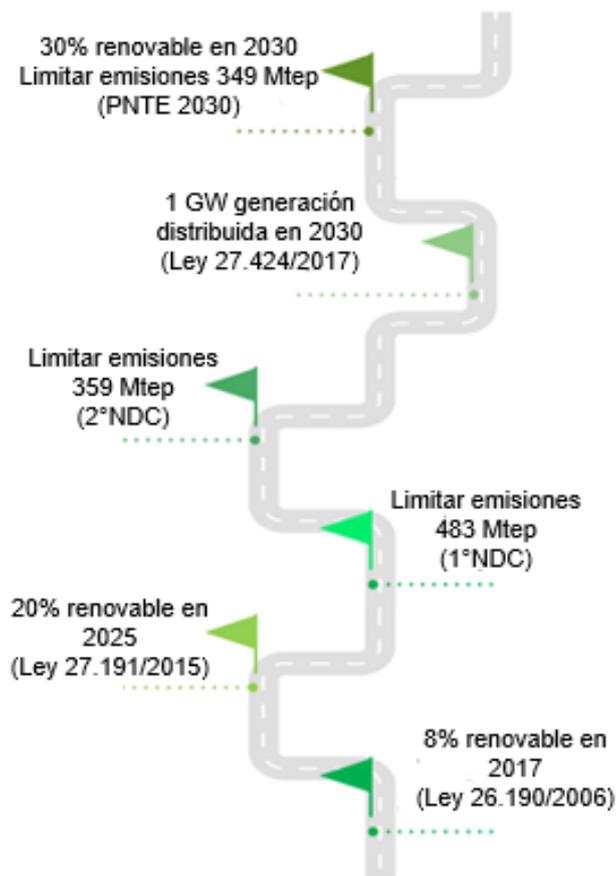


Figura 13: Metas en el camino a la sostenibilidad energética. Elaboración propia en base a documentos oficiales y normativa nacional.

Los territorios reaccionan también a los compromisos climáticos internacionales, siendo que numerosas autoridades -de municipios, empresas y organizaciones sociales- participan de redes internacionales de intercambio de conocimiento, experiencias y apoyo a la transición. Redes tales como Ciudades y Gobiernos Locales Unidos (CGLU), Gobiernos Locales por la Sostenibilidad (ICLEI), Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la Energía⁵⁶ (GCoM), el Pacto Climático Global de Ciudades (o Pacto de la Ciudad de México), y el Grupo Ciudades C40⁵⁷ (Cities Climate Leadership Group), hacen

⁵⁶ Iniciativa global que forma parte del Programa Internacional de Cooperación Urbana para América Latina y el Caribe (IUC-LAC), de la Unión Europea.

⁵⁷ Una red de ciudades que, desde 2005, actúa en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, asociada en 2006, a la Clinton Climate Initiative y, en 2011, al Carbon Disclosure Project que funciona desde 2000, midiendo y divulgando el impacto de empresas y ciudades en el ambiente. El C40, la Organización Mundial de Conservación

eco en el país, y llaman a la acción de organizaciones locales. La Alianza para la Acción Climática Argentina (AACCA) se conformó en 2018⁵⁸, con el objetivo de favorecer el cumplimiento con el Acuerdo de París. La misma busca alcanzar las metas globales a nivel local articulando grupos nacionales de líderes empresariales, gubernamentales, académicos y de la sociedad civil. Entre los actores que la integran, se encuentra la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC). Creada en 2010 y con sede en Rosario, la RAMCC nuclea a 287 municipios y comunas del país. A través de ella, 189 municipios han desarrollado su inventario de GEI y 84 han elaborado su Plan de Acción Climática⁵⁹.

Estas acciones muestran la respuesta argentina a los compromisos internacionales asumidos, así como el camino que se traza ante la problemática global del cambio climático y la necesidad de un sistema energético más sostenible, en un contexto energético interno crítico.

3.2 Un sistema eléctrico en crisis

El sistema eléctrico argentino guarda una estructura centralizada, concebida en torno a las aglomeraciones urbanas, para el transporte y distribución de la energía generada en centrales distantes de los puntos de consumo. Sus orígenes se remontan al final del siglo XIX. Tres etapas, con protagonismo de diversos actores, se reconocen:

(WWF), y Fundación Avina promueven las “Alianzas para la Acción Climática” para articular y fortalecer a los actores locales en la búsqueda de una transición baja en carbono.

⁵⁸ Conformado por actores del sector público, empresarial, académico, y la sociedad civil, comprometidos con la acción climática y con voluntad de emprender acciones conjuntas. Entre los integrantes se destacan la Cámara de Energías Renovables (CADER), las empresas Natura, Danone, y Galicia (Ensinck, 2020).

⁵⁹ Por su trabajo en pos de la sostenibilidad, en 2019, diez municipios argentinos (Monte Buey, Godoy Cruz, Caseros, Camilo Aldao, Venado Tuerto, Bell Ville, Villa General Belgrano, San Antonio de Areco, Chacabuco y Arteaga) fueron destacados por la Comisión Europea.

- 1) 1900-1940 *Sistemas aislados privados* abastecían a los mercados urbanos más importantes, en las ciudades de Buenos Aires, La Plata, y Rosario (Liernur y Silvestri, 1993). Empresas extranjeras fueron clave en esta etapa incipiente. La Compañía Alemana Transatlántica de Electricidad (CATE) y la Compañía Ítalo-Argentina de Electricidad (CIAE) se repartían el servicio eléctrico en la ciudad de Buenos Aires, mientras el grupo EBASCO (Electric Bond and Share Co.⁶⁰) de origen estadounidense, y el grupo SOFINA (Société Financière de Transports et d'Entreprises Industrielles⁶¹), de capitales españoles y belgas, operaban en el interior. Paralelamente, las pequeñas poblaciones cuyo suministro no resultaba rentable motivaron el desarrollo de cooperativas eléctricas. La primera surgió en 1926 en la localidad de Punta Alta, al sur de la provincia de Buenos Aires⁶². Originalmente tenían a su cargo tanto la generación como la distribución eléctrica⁶³.
- 2) 1940 – 1990 *Sistema estatal protagónico*: el Estado Nacional pasó a ocuparse del desarrollo de la red, conformando sistemas regionales que conectaban los centros urbanos y las principales áreas rurales (Benedetti, 2000). La Dirección Nacional de la Energía (Decretos 12.648/1943 y 22.389/1945) tenía las funciones de: estudio, producción, exploración, explotación, transporte, distribución y comercialización de los recursos energéticos (Schmukler, 2018). Hacia 1960, la Ley 15.336 diagramó el Sistema Interconectado Nacional (SIN), y se nacionalizó la generación y la transmisión de electricidad. La actividad de distribución pasó

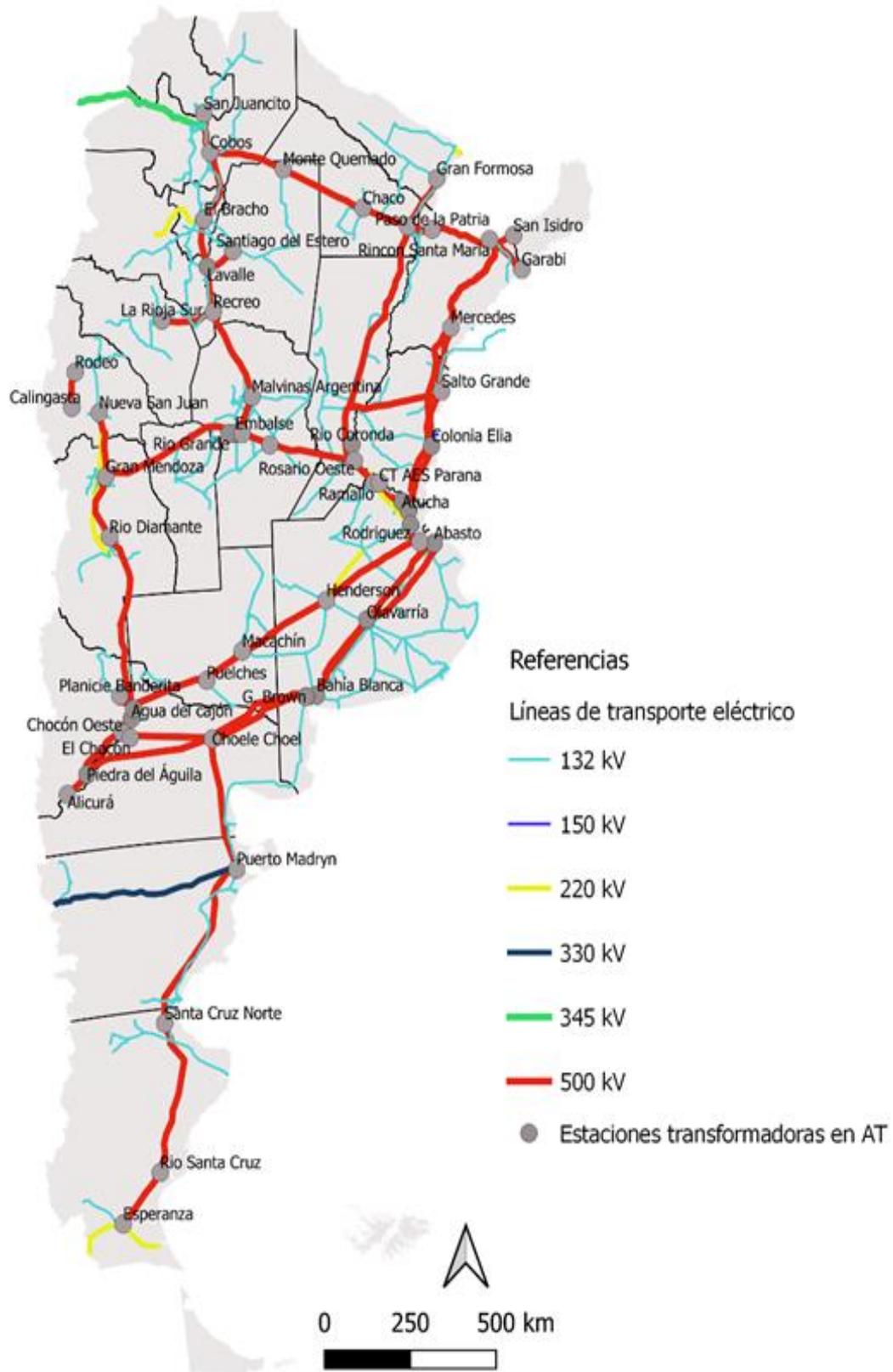
⁶⁰ Operaba a través de varias subsidiarias, entre ellas el grupo de empresas que operaban en las regiones Andes, Norte, Sur, Este y Centro (Grupo ANSEC).

⁶¹ Manejaba la prestación de servicios eléctricos de la ciudad de Buenos Aires, gran Buenos Aires y Rosario.

⁶² Durante las décadas siguientes, otras se conformaron, llegando a contarse 119 en 1950 (Luna, 2002). La mayoría se ubicaban en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe (Jacinto et al., 2014).

⁶³ La actividad de generación fue abandonada al integrarse al sistema interconectado.

de manos de la empresa Agua y Energía Eléctrica, de carácter federal, a estar a cargo de las provincias (Schmukler, 2018; Pistonesi, 2000). Con la progresiva conexión de las represas y las centrales nucleares, un sistema interconectado nacional, convergente en la región metropolitana, fue creciendo (Carrizo y Forget, 2011), hasta que, en 2013, al entrar en servicio el último tramo patagónico, se conformó el Sistema Argentino de Interconexión (SADI) (mapa 2). Esta interconexión, sin embargo, no logra terminar con la falta de acceso a las redes eléctricas de población rural dispersa, principalmente en el Norte Argentino, así como con la existencia de zonas geográficas en las que las redes locales no tienen la tensión suficiente para proveer un servicio continuo y confiable.



Mapa 2: Sistema Argentino de transporte en alta tensión. Elaboración propia en base a TRANSENER (2021).

3) 1990-2020 *Sistema reprivatizado*: el Estado minimiza su rol en el sector, asume el papel de regulador y da mayor participación a las empresas privadas. Se establecieron los principios regulatorios de incompatibilidad de funciones, de libre acceso de terceros a las redes de transporte y distribución y de libre entrada a la actividad de generación (Pistonesi, 2000). Se crea el Ente Nacional Regulador de la Electricidad⁶⁴ (ENRE) y la Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista (CAMMESA). El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) -compuesto por un Mercado Estacional, un Mercado Spot, y un Mercado a Término⁶⁵- quedó constituido por los sectores de generación, transporte y distribución y los grandes usuarios (figura 14). La Ley 24.065 de 1992 separó las actividades de generación, transporte y distribución en segmentos independientes:

- Generación: declarada de interés general, entra en 1992 a ser realizada por empresas privadas, con la privatización de Central Puerto y Costanera (anteriormente en manos de SEGBA -Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires-) y otras centrales térmicas que le siguieron (ver anexo 4). En 2021 se contaban 468 agentes del sector generación (430 generadores, 29 autogeneradores, 2 autogeneradores renovables y 7 cogeneradores). Entre centrales hidroeléctricas, térmicas, nucleares y renovables, el sistema cuenta con más de 490 centrales de generación eléctrica (mapa 3).

⁶⁴ El ENRE es un organismo autárquico encargado de regular la actividad eléctrica y de controlar que las empresas del sector cumplan con las obligaciones establecidas en el marco regulatorio y en los Contratos de Concesión. El ENRE tiene competencia en las áreas de distribución de EDENOR, EDESUR y EDELAP, mientras que las distribuidoras del interior del país son reguladas por los organismos provinciales competentes en cada jurisdicción (Klitenik et al, 2009).

⁶⁵ En el mercado Estacional, con dos períodos anuales según la hidraulicidad, se define un precio estabilizado de energía en función de lo que se espera costará durante cada período de seis meses. En el mercado Spot los precios varían en forma horaria de acuerdo a la variación de la demanda y a la disponibilidad de los equipos que haya en cada momento. El ingreso de máquinas para abastecer la demanda sigue un orden prioritario de costos, priorizando las más económicas. El mercado a término se establece entre un generador y un distribuidor o gran usuario con la firma de un contrato.

- Transporte: actividad definida como servicio público, con la obligación de brindar libre acceso a sus redes, para que pueda transitar la energía de generadores a distribuidores y a grandes y medianos usuarios. No puede intervenir en la compra ni en la venta de energía eléctrica. El sistema de transporte comprende 28.000 km de líneas de alta tensión (mapa 2). Una única empresa transportista en alta tensión, la Compañía de Transporte de Energía Eléctrica en Alta Tensión TRANSENER S.A., ingresó al mercado en 1993 en reemplazo del transporte que realizaban empresas públicas Agua y Energía, Hidronor y SEGBA. Completan el sistema, nueve empresas de Transporte de Energía Eléctrica por Distribución Troncal⁶⁶ (ATEERA, 2020).
- Distribución: definida como servicio público, debe abastecer a toda la demanda de su área de concesión en condiciones de calidad y precio establecidos. Se trata, en su mayoría, de empresas privadas a las que se suman cooperativas eléctricas, con concesión municipal, que atienden mercados más reducidos. Existen también empresas públicas, propiedad de los Estados Provinciales que se ocupan de distribuir la energía que adquieren del SADI. Es el caso de la Empresa Provincial de la Energía en Santa Fe, o la Empresa Provincial de la Energía de Córdoba. Desde 2022, a través de la resolución 370, la Secretaría de Energía, habilitó a los distribuidores a participar del Mercado a Término para adquirir energía de fuente renovable para abastecer a sus usuarios de grandes demandas (Grandes Usuarios de Distribución GUDI).

⁶⁶ TRANSBA S.A., TRANSNEA S.A., TRANSNOA S.A., DISTROCUYO S.A., TRANSPA S.A., TRANSCOMAHUE S.A., ENERCOR, YACYLEC S.A.; LITS.A.

- **Grandes usuarios:** Se considera gran usuario a quien contrata, en forma independiente y para consumo propio, su abastecimiento de energía eléctrica con el generador y/o el distribuidor. Comprenden 8.930 grandes usuarios que se dividen en grandes usuarios del MEM (369 Grandes Usuarios Mayores –GUMA–, 2.147 Grandes Usuarios Menores –GUME–, 21 Grandes Usuarios Particulares –GUPA–) y 6.393 Grandes Usuarios de Distribución –GUDI–) (Secretaría de Energía, 2022a).

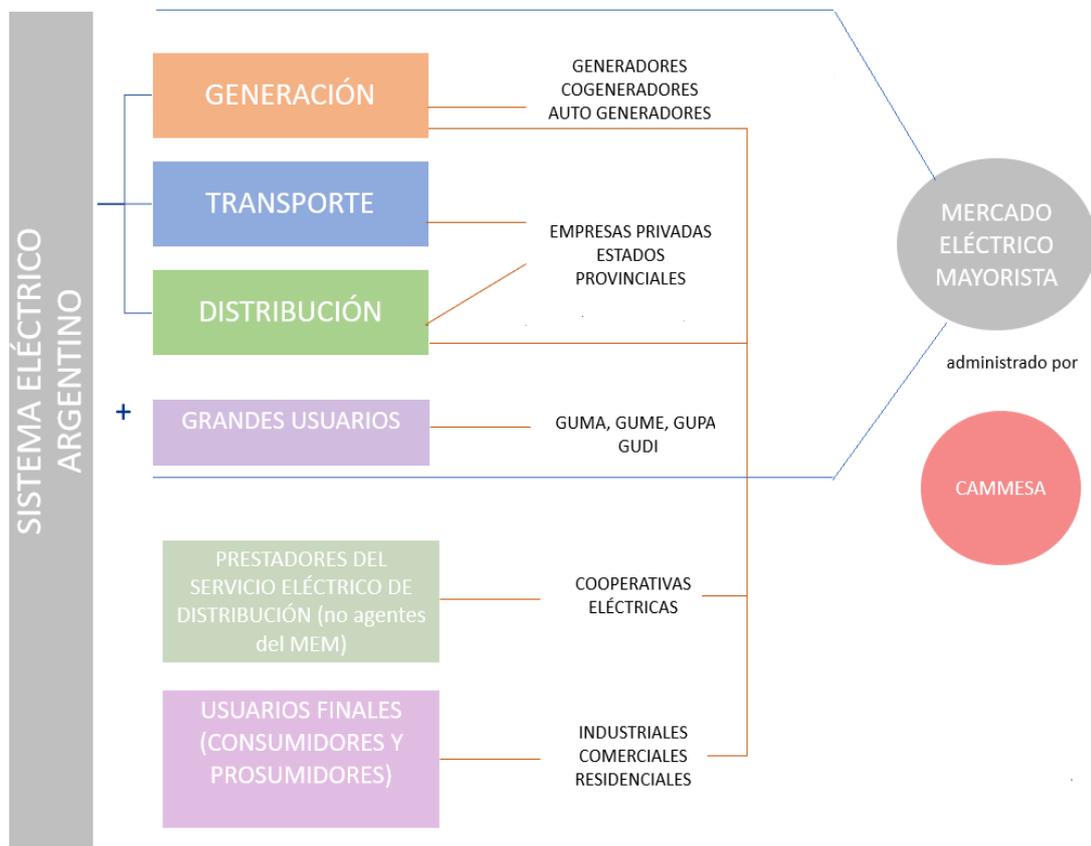


Figura 14: Actores del sistema eléctrico argentino. Elaboración propia.

El sistema comienza a operar con usinas a carbón y luego con derivados de petróleo⁶⁷. La empresa estatal Yacimientos Petrolíferos Fiscales, YPF, contribuye a que se reduzcan las importaciones de carbón y se use combustible nacional en las Centrales San Nicolás (1957) y Costanera (1966). Hacia fines de 1960, aproximadamente el 70% de la oferta provenía de generación térmica (Klitenik et al, 2009). La matriz de generación comenzó a diversificarse progresivamente a través de los aprovechamientos hidroeléctricos (gráfico 14). Además del Dique San Roque y usina Casa Bamba (Córdoba), inaugurados a fines del siglo XIX, grandes centrales hidroeléctricas se construyeron en el país⁶⁸.

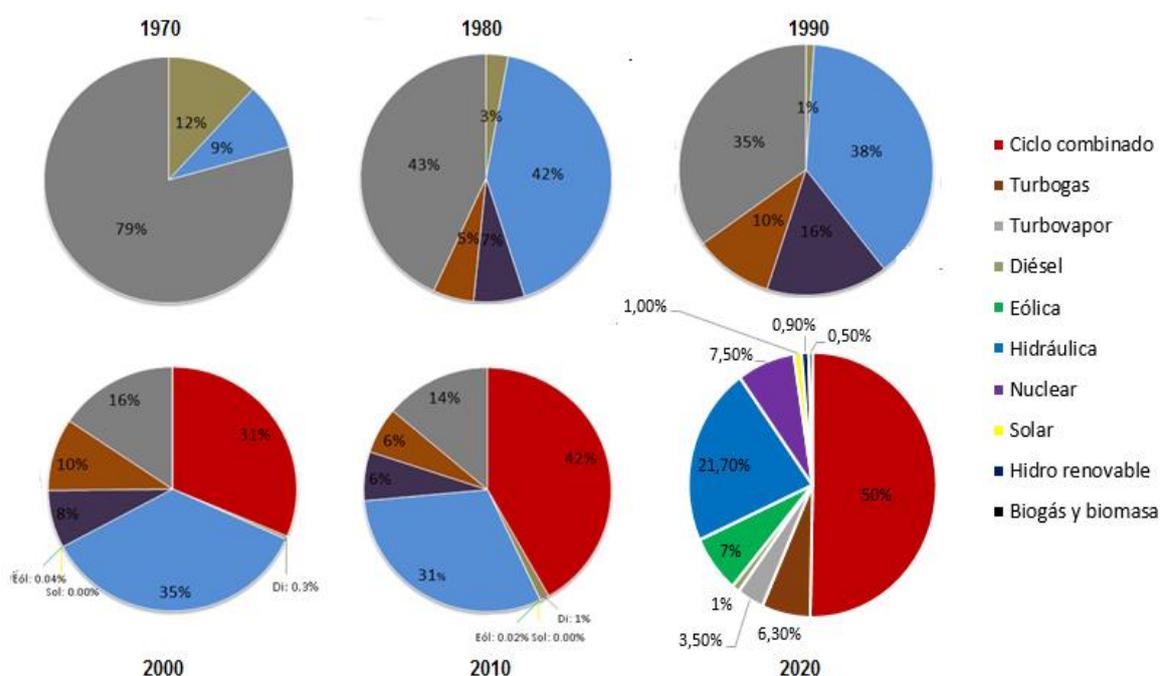


Gráfico 14: Evolución de la matriz de generación eléctrica argentina 1970-2020. Elaboración propia en base a datos de Secretaría de Energía, Serie Generación asociada a redes 1970-2012, e informes anuales de CAMMESA.

⁶⁷ Las centrales Dock Sud y Puerto Nuevo operaban con calderas que consumían 12.000 toneladas de carbón por hora, y alcanzaron 180.000 y 350.000 kilovatios de potencia instalada, respectivamente (Luna, 2002).

⁶⁸ Hacia 1965, Córdoba y Mendoza concentraban más de tres cuartas partes de la potencia hidroeléctrica total, en instalaciones de baja y media potencia (Furlán, 2017). En 1969 comenzó la construcción de la represa El Chocón (1200 MW), finalizada en 1973. También entraron en servicio, Planicie Banderita (479 MW) y Futaleufú (472 MW), y en 1979, Salto Grande (1890 MW). De este modo, a fines de 1980 la hidroelectricidad aportaba casi la mitad de la oferta total (Klitenik et al, 2009).

Entre 1970 y 1980 la generación hidráulica pasó de representar menos de una décima parte de la matriz a ser responsable de más de un tercio de la misma (gráfico 14). La energía nuclear se incorpora con las centrales Atucha I (362 MW) y Embalse (683 MW), que entraron en operación en 1974 y 1984, respectivamente. Luego, adquiere un peso importante el gas natural. A partir de 2010, la generación eólica y fotovoltaica se registra en la matriz. Entre eólica, fotovoltaica, hidráulica renovable y la generación a partir de biogás y biomasa, las fuentes renovables aportaron en 2020 el 9.5% de la matriz de generación. El gas, sin embargo, sigue aportando la mayor parte de la generación eléctrica⁶⁹.

En 2023, de los 43634 MW de potencia instalada⁷⁰, el 59% corresponde a centrales térmicas, en su mayoría con muchos años en servicio lo que se traduce en un alto grado de indisponibilidad térmica anual⁷¹. La hidroelectricidad representa un 25% y las energías renovables un 12%. Entre éstas, el 23% corresponde a la potencia instalada en fotovoltaica (gráfico 15). Mientras la mayoría de las centrales térmicas se localizan en las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba, las grandes centrales fotovoltaicas, conectadas al SADI, se encuentran en las regiones Noroeste y Cuyo, con niveles excepcionales de irradiación (mapa 3). Otros proyectos solares, por fuera de la red y subregistrados por organismos como CAMMESA, contribuyen a cubrir déficits eléctricos en varias regiones del país. En los territorios pampeanos, elevados niveles de demanda y la existencia de vacíos de interconexión motivan el despliegue de proyectos fotovoltaicos de mediana y pequeña escala que atienden las necesidades de la población.

⁶⁹ El gas es también el combustible por excelencia para los fines de calefacción. Si bien Argentina dispone del recurso en gran cuantía (las reservas nacionales se estiman en las segundas mayores del mundo), en contextos de crisis económica y energética la fuerte dependencia frente a este combustible se evidencia en problemáticas sociales. Durante los primeros meses del invierno de 2022, la escasez de gas obligó a la suspensión de clases en varias provincias.

⁷⁰ Valor a noviembre de 2023, según informe mensual de CAMMESA.

⁷¹ Del orden del 53% en Turbo Vapor, 22% en Turbo Gas, 18% en Ciclo Combinado (Strier et al., 2017).



Mapa 3: Centrales de generación eléctrica. Elaboración propia en base a Secretaría de Energía, 2023a

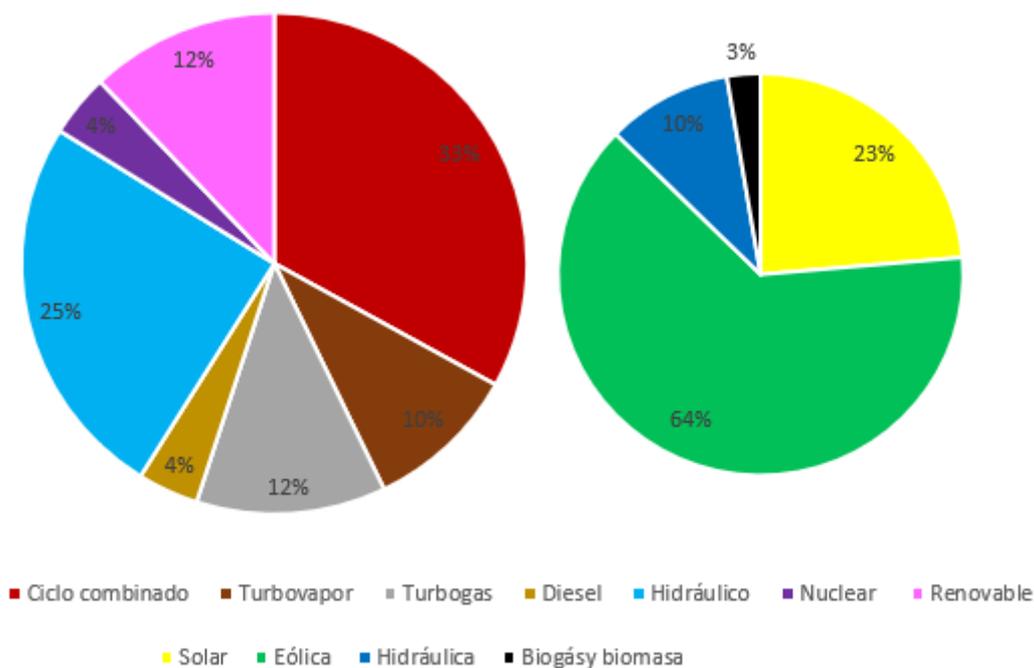


Gráfico 15: Matriz de potencia instalada para generación eléctrica (izq.), y potencia instalada en fuentes renovables (der.). Elaboración propia en base a CAMMESA, 2023a.

La desinversión del sector eléctrico, iniciada en la década de 1990 y la política de tarifas subsidiadas⁷² de los años 2000, provocaron déficits en el sistema. Cortes de suministro e insuficiencias en la tensión eléctrica han sido moneda corriente durante gran parte de la primera y segunda década de los años 2000⁷³. Los cambios de huso horario, la sanción del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE) en 2007, y la importación de combustibles líquidos⁷⁴, servían a reducir déficits. También se instalaron nuevas grandes centrales térmicas, y 68 centrales de generación en base a

⁷² En 2002, en contexto de crisis económica, la Ley 25.561⁷², “Ley de emergencia pública y de reforma del régimen cambiario”, eliminó el ajuste, indexación y celebración de contratos en moneda extranjera. Como resultado, diversas empresas de producción y distribución de energía restringieron sus inversiones, reduciendo así su capacidad de abastecer la demanda energética creciente -en el período 2003-2012 la tasa de crecimiento del consumo energético total fue del 3,29% anual- (Chévez et al, 2018) (Durán y Condori, 2021).

⁷³ Así lo demuestran las estadísticas de reclamos de usuarios de energía eléctrica que fueron en aumento desde 2004 llegando a su punto máximo en 2016 (ENRE, 2018). Durante las dos primeras semanas del año 2022, varias regiones del país y más de 150 000 usuarios vivieron cortes repentinos de energía eléctrica, en el marco de una ola de calor extremo. El fenómeno de falta del servicio se repitió en enero y febrero de 2023, llegando a impedir la inauguración anual de las sesiones del congreso bonaerense el 1 de marzo.

⁷⁴ Se importaba desde Bolivia y el resto del mundo en forma de Gas Natural Licuado, transportado por barcos y regasificado en las terminales portuarias de Bahía Blanca y Escobar. Entre 2010 y 2014, la compra de combustibles representó más de US\$ 30.000 millones en salida de divisas (Goldstein et al., 2016).

combustibles líquidos, conocidas como “Delivery” (por su posibilidad de ingresar al sistema de manera instantánea). Al mismo tiempo el Estado impulsó el aprovechamiento de las fuentes renovables.

En 2022, desde la Gerencia de Generación de la Secretaría de Energía de la Nación destacan preocupación por “puntos de generación forzada”, que en los territorios pampeanos se localizan en el Noroeste bonaerense (en la zona atlántica, durante la estación estival), y en gran parte de la provincia de Santa Fe. Allí, en momentos de pico de consumo, se recurre a la generación en base a combustibles líquidos. Es objetivo del Estado Nacional lograr reemplazar esa generación forzada por centrales de generación renovable distribuida⁷⁵.

Asimismo, se busca reforzar la infraestructura de transporte (ver recuadro 3) y se inició un reordenamiento tarifario. Si bien en el período 2015-2019 los subsidios en parte disminuyeron (Resoluciones 6, 7 y

22 de 2016), se siguió apostando al congelamiento de tarifas y el subsidio a los costos de la energía. Los subsidios energéticos constituyen cerca del 70% del déficit fiscal primario,

Recuadro 3: El transporte de energía

La infraestructura en redes de transporte resulta clave para incorporar nuevos proyectos de generación renovable al sistema. En 2016 el Estado Nacional se propuso la ampliación del sistema de transporte de alta tensión en 5.000 km, así como la ampliación y construcción de nuevas estaciones transformadoras. En 2018 entraron en operación 42 nuevas obras por un valor de \$ 162.983.187. En el sistema de Extra Alta Tensión se habilitaron tres obras: las ET Chaco (LINSA), ET Bahía Blanca (TIBA) y ET Luján. En el ámbito del sistema de distribución troncal se habilitaron 39 obras de transporte en alta tensión (ENRE, 2018).

En 2023 se aprobó el Plan De Expansión del Sistema de Transmisión Eléctrica en Alta Tensión (Res. 507), en el que se incluyen proyectos como la interconexión eléctrica Río Diamante – Charlone – O’Higgins de casi 487 km entre Buenos Aires y Mendoza. Además, se estableció la posibilidad de que los proyectos que solicitan prioridad de despacho en el Mercado a término, lo hagan junto con inversiones en aumento de la infraestructura de transporte (Res. S.E. 360/2023).

⁷⁵ En mayo de 2022 la Secretaría de Energía lanzó una convocatoria a presentar manifestaciones de interés para desarrollar “proyectos de infraestructura que contribuyan a incorporar generación renovable y/o instalaciones de almacenamiento de energía en puntos de la red con cuyo aporte disminuya y/o elimine restricciones de abastecimiento y/o reduzca el requerimiento de generación y/o importación forzada y/o difiera las necesidades de obras de infraestructura” (Res. S.E. 330/2022, art.1).

representando USD 11.000 millones en 2021. Desde 2022, la tendencia es al alza, condicionado por el incremento del precio del gas que se importa, en el marco de la guerra en Ucrania⁷⁶ (Lapeña, 2022). En abril de 2023 los subsidios energéticos acumulados fueron de \$600 millones, lo que representó un aumento del 43.8% respecto a igual periodo de 2022 (IAE, 2023), aún cuando ya estuviera en marcha la quita de subsidios a los sectores sociales de mayores ingresos⁷⁷. Además del costo fiscal, los subsidios atentan contra la capacidad del sector privado para realizar nuevas inversiones y representan serias dificultades para las cuentas nacionales.

Concluyendo el siglo XX, el sistema eléctrico argentino evolucionó desde los primeros sistemas desconectados, en manos de empresas extranjeras y que generaban a carbón, hacia un sistema interconectado que diversifica sus fuentes. La evolución de las redes continúa, y se fusiona con una transición hacia la sostenibilidad, que involucra incorporar energías renovables, pero también incluir: a poblaciones vulnerables y dispersas, a actores con voluntad de participar y decidir en el sector, y a nuevas formas de gestionar, producir y consumir energía.

3.3 (Im)pulsos normativos

Los avances en estímulos y medidas de aliento al sector renovable en Argentina se suceden en “pulsos”, entre momentos de mayor ímpetu, y otros en que las condiciones no resultan favorables, o se presentan vacíos legales que paralizan el desarrollo de proyectos.

⁷⁶ Buena parte de esos fondos se dirige a CAMMESA para subsidiar el costo de generación de energía eléctrica.

⁷⁷ En 2022 se inició un proceso de segmentación tarifaria (para los servicios de energía eléctrica, gas y agua) que llevó a establecer nuevas categorías de usuarios, según su nivel de ingreso, buscando mantener los subsidios sólo para los sectores más vulnerables.

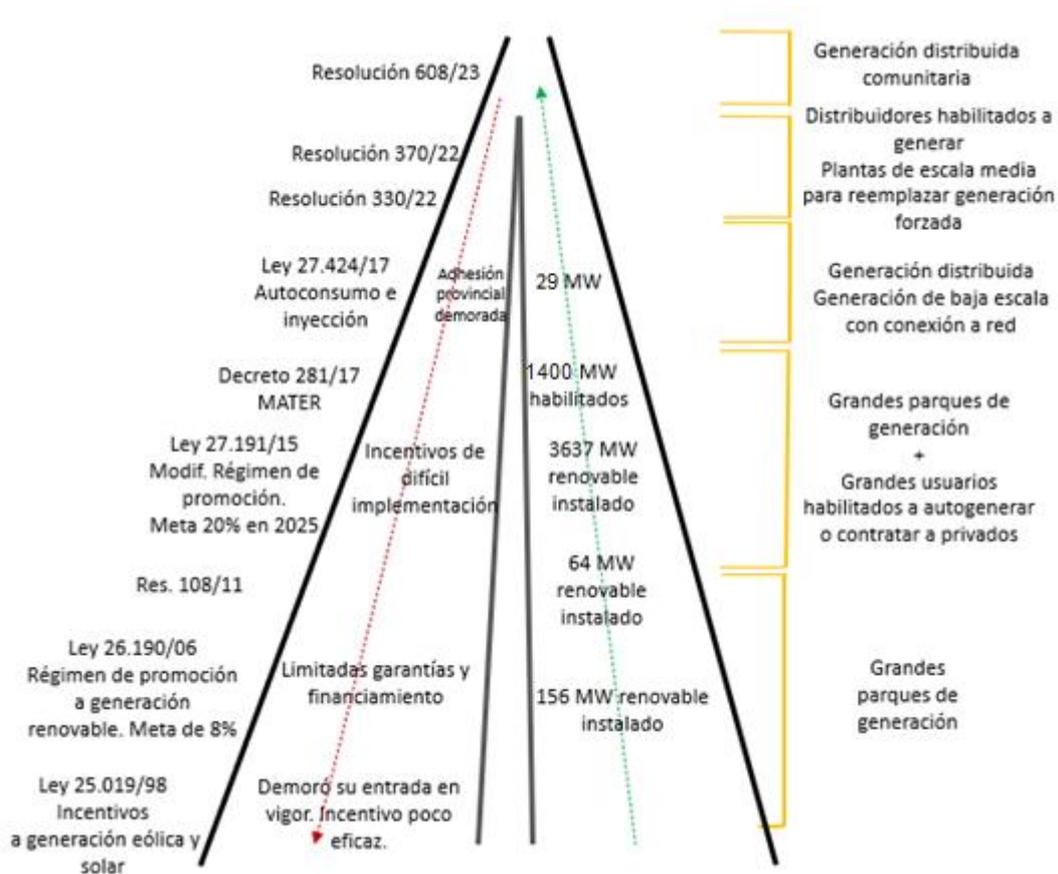


Figura 15: Evolución de los impulsos normativos en el camino de la transición energética argentina. Elaboración propia.

En la evolución de la normativa de impulso a la generación renovable se refleja el camino de la transición energética argentina (figura 15). En su recorrido se identifican avances y retrocesos, tendencias diversas que le otorgan características diferentes al aprovechamiento renovable en general, y fotovoltaico en particular. Desde los estímulos a grandes plantas de generación para inyectar energía al SIN, pasando por el incentivo a la generación de baja potencia por parte de los usuarios conectados a red, los impulsos van explorando nuevas escalas de aprovechamiento, e incentivando la participación de distintos actores.

El fomento de fuentes energéticas alternativas en Argentina data del siglo XX. El primer recurso que recibe promoción estatal es el bioetanol, para ser usado como combustible automotor (*Plan Alconafta*, Ley 23.287/85). En 1985, el Decreto 2247⁷⁸ asignó recursos económicos a la promoción del estudio y desarrollo de las energías renovables. Además, se crearon Centros Regionales⁷⁹ mediante convenios con las provincias y/o universidades locales donde había grupos de investigación y desarrollo con experiencia en cada fuente energética. El interés por la energía solar es aún de más larga data (ver recuadro 4).

En los años 1990 se suman medidas en pos del aprovechamiento renovable orientado a la población aislada de las redes. La solar fotovoltaica, y en menor

medida la eólica de baja potencia, fueron las privilegiadas para estos fines y las que se buscó incentivar a través de un marco legal. En 1998 se sancionó la Ley 25.019,

Recuadro 4: un siglo de interés solar

La primera estación dedicada a medir la constante solar se instaló en 1923 en La Quiaca, Jujuy (Grossi Gallegos, 2000). Luego, los primeros trabajos orientados a la medición del recurso comenzaron en 1970. En 1974, durante la crisis energética mundial, se creó la Asociación Argentina de Energía Solar (ASADES). En 1975 se creó en la Universidad Nacional de Salta un grupo de trabajo en energías renovables, que pasaría luego a ser el Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO) Éste cuenta con un grupo de investigación específicamente abocado a la energía solar fotovoltaica. En 1976 se aprobó un proyecto en la Organización de Estados Americanos con la finalidad de instalar estaciones de medición, que derivó en la creación de la Red Solarimétrica Argentina, responsable por las primeras cartas de radiación. Desde 1999, el Departamento de Energía Solar de la Comisión Nacional de Energía Atómica realiza desarrollos en equipos de medición de radiación solar fotovoltaicos para uso terrestre y espacial. En el año 2002 se creó, en la Universidad Nacional de Luján (UNLU) y bajo la dirección de Hugo Grossi Gallegos, el Grupo de Estudio de la Radiación Solar, “GerSOLAR”. El mismo se dedicó a estudiar la distribución del recurso fotovoltaico sobre la superficie terrestre. En 2007 publicó el Atlas de Energía Solar de la República Argentina, con cartas mensuales de irradiación solar global diaria sobre plano horizontal (IGH) y de heliofanía.

⁷⁸ También creó el “Programa de Uso Racional de la Energía” con los subprogramas: Conservación de Energía; Sustitución de Combustibles; Evaluación, Desarrollo y Aplicación de Nuevas Fuentes de Energía; Régimen de Financiamiento.

⁷⁹ Sus funciones eran apoyar a los nuevos grupos que surgían aportando su experiencia acumulada, así como actuar de bancos de pruebas de equipos. Los Centros creados fueron: el Centro Regional de Energía Solar (CRES), en la Provincia de Salta, el de Energía Eólica (CREE), en Chubut; de Energía Geotérmica (CREG), en Neuquén, y el de Microaprovechamientos Hidráulicos (CRMH), en Misiones.

“Régimen de fomento a la energía Eólica y Solar”, que ofrecía un subsidio fijo para la energía generada por estas fuentes. Sin embargo, no logró que se concretaran proyectos por no cubrir la brecha entre el costo de la inversión y la retribución de la energía (Straschnoy, 2010). En 1999 la Secretaría de Energía lanzó el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER), destinado a cubrir necesidades energéticas de la población rural dispersa. Tuvo amplia repercusión, fundamentalmente en el Noroeste Argentino, y se mantuvo en funcionamiento por más de 20 años.

En 2006, la Ley 26.190 (decreto reglamentario 562/2009) declaró de interés nacional la generación a partir de fuentes renovables, estableció como meta alcanzar el 8% de participación de estas fuentes en la composición de la matriz en el año 2017, y condujo a la puesta en marcha del Programa de Generación de Energía Eléctrica a partir de Fuentes Renovables (GENREN). Éste consistió en una licitación pública impulsada por el Ministerio de Planificación Federal y ejecutado a través de la empresa Energía Argentina S.A. (ENARSA) que se comprometía a comprar y entregar a CAMMESA toda la energía generada a un precio constante en dólares por un período de 15 años. En 2011, el Estado autorizó contratos de abastecimiento de energía, -*Power Purchase Agreements (PPA)*-, entre el MEM y Agentes Generadores, Cogeneradores o Autogeneradores (Resolución N°108⁸⁰), dando otro impulso a las energías renovables.

En 2015 se sancionó la Ley 27.191, modificatoria de la Ley 26.190 (ver anexo 5). En su reglamentación (Decreto 531/2016) se afirmó que la expansión del uso de las fuentes renovables destinadas a la producción de energía eléctrica constituye una cuestión “de

⁸⁰La resolución 108 fue derogada en 2016 por la Resolución 202, a través de la cual se buscó negociar nuevas condiciones para ajustarse a los términos y beneficios de la Ley 26.190 y su modificatoria la 27.191/15. De esta forma, se buscó equiparar las situaciones legales y contractuales de todos los proyectos de energía de fuentes renovables vigentes.

máxima prioridad para el Poder Ejecutivo Nacional y una política de Estado de largo plazo”. Esta ley introdujo dos nuevas medidas:

- metas a alcanzar de manera progresiva: el 8% de energías renovables en el total del consumo de energía eléctrica nacional para el 31 de diciembre de 2017, el 12% en 2019, el 16% en 2021, para llegar al 20% al 31 de diciembre de 2025.
- obligatoriedad de que los usuarios de energía eléctrica con demandas de potencia iguales o mayores a 300 kW, contribuyan individualmente con el cumplimiento de esos objetivos.

En este último punto la ley se refiere específicamente a los autogeneradores, los Grandes Usuarios del Mercado Eléctrico Mayorista (GUMA y GUME) y los Grandes Usuarios de Distribución (GUDI) (Ley 27.191, artículo 9). Según cálculos de la Cámara Argentina de Energías Renovables, estos usuarios representan un 25 % de la demanda eléctrica nacional y para cumplir con el objetivo a 2025 deberían consumir un mínimo de 6,3 TWh de energías renovables (CADER, 2018). En ese camino, y para evitar las multas⁸¹, pueden optar entre contratar individualmente energía eléctrica proveniente de fuentes renovables; autogenerar o co-generar, es decir generar ellos mismos toda o parte de la energía eléctrica que consumen mediante una fuente renovable; o bien, participar en el mecanismo de compras conjuntas desarrollado por CAMMESA.

La sanción de la norma se complementó con un programa diseñado para alentar inversiones. En el marco del Plan de Energías Renovables Argentina 2016-2025 (RenovAr), CAMMESA convocó, entre 2016 y 2019, tres rondas de licitaciones para la

⁸¹La ley prevé una penalidad para aquellos que no cumplan con los objetivos fijados que consiste en el abono del porcentaje faltante en energía renovable a un precio equivalente al Costo Variable de Producción de Energía Eléctrica a partir de gasoil de origen importado, calculado como el promedio ponderado de los doce (12) meses del año anterior.

contratación de energía eléctrica de fuente renovable en el MEM⁸². Fueron adjudicados 206 proyectos por un total de 6.137 MW. 54 iniciativas por un total de 1.831 MW fueron de energía fotovoltaica. Ante la falta de cumplimiento de los plazos estipulados, la Resolución 1260/2021⁸³ estableció condiciones favorables para la rescisión de los contratos firmados con CAMMESA (el pago de una penalidad de USD 17.500/MW⁸⁴). De los proyectos fotovoltaicos con contrato firmado, 16 fueron dados de baja (Informe 133, Honorable Cámara de Diputados de la Nación).

Otra forma de incentivar a las grandes empresas a sumar su accionar en el sector energético fue la habilitación del Mercado a Término de Energías Renovables (MATER). La Resolución N°281/2017 abrió el juego a que grandes usuarios del MEM cierren contratos con generadores privados y comercializadores. Para ello se instrumentan licitaciones para adjudicar la prioridad de despacho, en función de la disponibilidad en las líneas y los puntos de interconexión. En noviembre de 2023 CAMMESA informaba un total de 249 MW en proyectos fotovoltaicos habilitados comercialmente⁸⁵, y 1500 MW con prioridad de despacho asignada. Este desfase entre los proyectos construidos y la prioridad asignada, que se explica por atrasos en la construcción, producto de dificultades de financiamiento, motivó a que la Secretaría de Energía, mediante la Resolución 551/2021 intentara flexibilizar algunas medidas (nuevos plazos, reducción del monto de la caución a pagar) a fin de liberar la capacidad en las líneas para otros proyectos. En 2023, la Resolución 360 modificó el régimen del MATER incluyendo prórrogas de contratos de abastecimiento, y la posibilidad de que las solicitudes puedan incluir

⁸²En estas licitaciones, distintas empresas presentan sus proyectos de inversión y el precio al cual están dispuestos a vender su capacidad. Posteriormente se celebran contratos a largo plazo, fijados en dólares.

⁸³ Desde CAMMESA informan que de los 4466 MW de potencia adjudicados, entre todas las tecnologías, en 2021, 1670 MW corresponden a proyectos paralizados. La preocupación estriba en que esos proyectos representan capacidad de transporte reservada para ellos, en un contexto de capacidad limitada. Facilitar la salida de los contratos es el espíritu de la resolución 1260/2021, buscando liberar esas reservas.

⁸⁴ Este monto se llevó a USD 35.000/MW mediante la resolución 284/2023.

⁸⁵ Con la potencia eólica habilitada suman 1407 MW de potencia habilitada.

inversiones en la expansión de las redes de transmisión. Además, estableció que los proyectos bajo el Programa GENREN, una vez finalizado su contrato de abastecimiento, podrán comercializar su energía en el MATER.

Siguiendo el camino iniciado hacia la diversificación de la matriz energética y sentando las bases de un sistema menos centralizado, en 2017 fue sancionado el Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la red eléctrica pública -Ley 27.424, decreto reglamentario N°986/2018- (ver anexo 5). Esta ley define a la Generación Distribuida como “la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, por usuarios del servicio público de distribución que estén conectados a la red del prestador del servicio y reúnan los requisitos técnicos que establezca la regulación para inyectar a dicha red pública los excedentes del autoconsumo” (Ley 27.424, artículo 3). El mecanismo establecido para la compensación de las inyecciones es el balance neto de facturación⁸⁶. En este sistema, los intercambios son valorados en términos monetarios y existe la posibilidad de asignar un precio diferente a la energía inyectada y consumida de la red. El usuario-generador, según la potencia instalada (tabla 7) recibe una compensación económica que corresponde al precio al cual el distribuidor compra la energía eléctrica en el mercado mayorista. Es decir, es un precio menor al que el usuario paga por la energía que consume (ya que éste incluye el Valor Agregado de Distribución⁸⁷ –VAD). El medidor que se establece es bidireccional con posibilidad de registrar, de manera independiente, la energía demandada de la red, y la energía excedente inyectada a la red. La instalación debe estar a cargo de un instalador calificado y los equipos deben contar con certificados de fabricación. El distribuidor está obligado a comprar toda la energía que el Usuario-Generador genera en forma excedentaria al autoconsumo.

⁸⁶ La ley lo define como: “el sistema que compensa en la facturación los costos de la energía eléctrica demandada con el valor de la energía eléctrica inyectada a la red”.

⁸⁷ Recaudación en concepto de operación y mantenimiento de las redes de distribución.

Ley 27.424		
Categoría de usuario-generador	Potencia máxima	Remuneración por energía inyectada
Pequeños	3 kW	Precio mayorista en el MEM = Precio estabilizado de la energía (PEE) + Precio estabilizado del transporte (PET)
Medianos	300 kW	
Mayores	2 MW	

Tabla 7: Características del sistema distribuido según Ley 27.424. Elaboración propia en base a normativa.

Asimismo, la Ley 27.424, introdujo dos instrumentos de fomento: el Fondo para la Generación Distribuida de Energías Renovables (FODIS⁸⁸) destinado a facilitar la adquisición de equipos, y el Régimen de Fomento para la Fabricación Nacional de Sistemas, Equipos e Insumos para la Generación Distribuida (FANSIGED), para estimular la industria nacional.

En 2022, desde el Estado Nacional, se pone en marcha el proyecto de Mercados Eléctricos Regionales, frente a la necesidad de aprovechar las redes de distribución disponibles y profundizar el uso de energías renovables. Ello se concreta en dos resoluciones de la Secretaría de Energía:

- La Resolución 330/2022, convoca a interesados en desarrollar plantas de generación renovable, de mediana escala, para reemplazar la generación térmica en puntos de generación forzada. En 2023, la Secretaría de Energía y CAMMESA llamaron a licitación para proyectos renovables con y sin almacenamiento (Convocatoria Ren MDI, Resolución 36/2023⁸⁹). Entre Buenos Aires, Córdoba y

⁸⁸ Incluye instrumentos como el Certificado de Crédito Fiscal que se otorga en forma de bono electrónico a favor del usuario, reflejado en su cuenta de AFIP, para ser utilizado para el pago de impuestos nacionales como el impuesto a las ganancias y el impuesto al valor agregado (IVA).

⁸⁹ En junio de 2023 se calificaron las ofertas recibidas. Se presentaron 26 ofertas para la construcción de parques fotovoltaicos en Santa Fe, por un total de 453 MW, 23 ofertas en Buenos Aires por 375 MW, y 5

Santa Fe se presentaron 54 ofertas. Resultaron adjudicados, entre varios proyectos, 141 MW.

- La Resolución 370/2022, habilitó a las empresas de distribución a participar del MATER, al permitirles abastecer a los grandes usuarios dentro de su área de concesión. Al establecer el “Mecanismo de Comercialización de Energía Eléctrica de Fuente Renovable para Distribuidores” (complementando así la Resolución 281/2017), nuevos roles y oportunidades se abren para las empresas y los usuarios.

Con avances y retrocesos, un entramado de leyes, decretos y resoluciones (im)pulsan la generación fotovoltaica. El marco normativo nacional es el paraguas bajo el cual se insertan los caminos de los territorios pampeanos.

en Córdoba, por 25 MW. Resultaron adjudicados 45 MW en Santa Fe, 81 MW en Buenos Aires, y 15,5 MW en Córdoba, sobre un total de 500 MW fotovoltaicos adjudicados en todo el país.

Conclusiones: Nuevos rumbos

La fotovoltaica hace su entrada en la matriz mundial con carácter de disruptor sistémico. Rompe con la lógica de países exportadores e importadores de combustibles y rearma el tablero energético internacional, bajo una lógica de disponibilidad de recursos relativamente más homogénea. Escaso número de países no han avanzado en el aprovechamiento fotovoltaico. Éste facilita la universalización de los servicios a la población. Nuevos desafíos se abren en torno al aprovisionamiento de materiales críticos, susceptibles de generar tensiones, o bien, motivar nuevas alianzas.

Los recursos energéticos y minerales de América Latina son valorizados desde distintas estrategias nacionales que incluyen mayor o menor participación Estatal y privada y objetivos que van desde la producción energética centralizada, conformando grandes mercados, hasta la provisión de servicios a población aislada. Argentina se posiciona en la tendencia mundial hacia la transición energética y un sistema sostenible. Los acuerdos internacionales de descarbonización suscritos reflejan la voluntad de hablar un mismo lenguaje con el mundo. Foros, redes e instancias multilaterales hacen eco en el país, despiertan nuevas iniciativas y retroalimentan esfuerzos. Legislación y programas de estímulo marcan el rumbo y empujan el despliegue de proyectos que buscan robustecer la matriz de generación y atender a poblaciones dispersas. Desde los impulsos normativos, con avances y retrocesos, Argentina se orienta hacia una nueva forma del sistema eléctrico: más diverso en fuentes de generación y actores participantes, en camino a la descarbonización, inclusión y seguridad de suministro. Así, nuevos rumbos se encuentran en la generación fotovoltaica, que abre el paso hacia un sistema más distribuido e inclusivo.

Parte II: En transición energética

“Dans un environnement qui change, il n’y a pas de plus grande risque que de rester immobile⁹⁰” (Chirac, 1994).



⁹⁰ En un entorno cambiante no hay mayor riesgo que permanecer inmóvil (traducción propia).

En la transición argentina a la sostenibilidad energética, la energía fotovoltaica gana terreno tanto para producir a gran escala, como en proyectos de baja escala posibilitados por cambios de índole técnica, regulatoria y social. Persiguiendo fines diversos, se despliegan diferentes formas de aprovechar la tecnología. Políticas públicas de alcance nacional, objetivos y metas, así como la orientación de la política energética de transición, marcan la dirección de los cambios. Incentivos, regulaciones y condiciones de infraestructura influyen sobre la profundidad de las medidas y acciones, oscilando entre rupturas y continuidades del sistema (figura 16).



Figura 16: La transición energética. Dinámicas de cambio nacional y provincial. Elaboración propia.

Las Provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba se suman a la transición, valorizando sus recursos. Dado su elevado nivel de demanda eléctrica y la dependencia de generación térmica fósil, o de energía proveniente de regiones distantes, desarrollan programas e impulsan proyectos para contribuir a ganar autonomía y mejorar los servicios a la población. Frente a inequidades en el acceso a los servicios, distintos proyectos buscan aprovechar el recurso fotovoltaico. Encuentran limitantes varias, entre las que la

dificultad de obtener financiamiento o acceder a la tecnología, y las condiciones regulatorias, tienen un peso importante. No obstante, en cada provincia, instrumentos diversos se conjugan para allanar el camino a proyectos fotovoltaicos y tiñen así a la transición de particularidades provinciales.

Capítulo 4: Fases fotovoltaicas

El progresivo despliegue fotovoltaico en el país hace eco en los territorios pampeanos y permite identificar tres fases de avance del aprovechamiento. Una primera, desde la década de 1990, en la que la capacidad fotovoltaica instalada en el país se distribuía en áreas rurales, alejadas de las redes eléctricas. A partir de 2010, en una segunda fase, la capacidad instalada comenzó a aumentar, y a concentrarse en plantas de alta potencia destinadas a abastecer al SIN. Una tercera fase se abre con la posibilidad de aprovechar la energía solar para auto consumir energía eléctrica e inyectar los excedentes a la red de distribución. Se trata de fases superpuestas, en las que a cada nueva forma de aprovechamiento se adicionó otra, conservando la anterior.

4.1 Energización de población aislada

La tecnología fotovoltaica en Argentina ha permitido proveer servicios energéticos a población aislada, sin acceso a las redes. En la década de 1990, un 11,7% de la población argentina no tenía acceso a la electricidad. En el caso de la población rural, este porcentaje ascendía al 15,8% (Schmukler, 2018). Ante las dificultades o la inviabilidad económica⁹¹ de extender el servicio hacia zonas alejadas de los centros urbanos, de difícil acceso y de baja densidad de población, el Estado y organizaciones civiles, entre las que se destaca EcoAndina⁹², han recurrido a la energía fotovoltaica a fin de mejorar las condiciones de vida de pobladores dispersos.

En 1995, la Secretaría de Energía de la Nación elaboró el Programa de Abastecimiento Eléctrico a la Población Rural Dispersa de Argentina (PAEPRA) para proveer el servicio eléctrico a través de la empresa “Energía Rural S.A.” (Fabris y Sotelino, 1997;

⁹¹ La prestación del servicio eléctrico se caracteriza por la distribución por red, la imposibilidad de almacenamiento de la energía, y la magnitud de las inversiones requeridas -en tendido eléctrico, estaciones transformadoras, y en las instalaciones domiciliarias- (Benedetti, 2000).

⁹² Desde 1988 desarrolla proyectos que utilizan el recurso solar para proveer servicios energéticos en La Puna. Allí, ha concretado 8 “pueblos solares”: San Juan y Oros; Lagunillas del Farallón; San Juan de Misa Rumi; Cusi Cusi; Ciénega de Paicone; Casa Colorada; San Francisco; Paicone.

Schmukler, 2018). El PAEPRA fue exitoso en tres provincias argentinas -Jujuy, Salta y Río Negro- en las que trabajaba a través de empresas eléctricas dedicadas al mercado disperso⁹³. Hacia finales de 1990 el programa se discontinuó por falta de financiamiento (Covarrubias y Reiche, 2000).

En 1999, la Secretaría de Energía de la Nación, con financiamiento del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)⁹⁴, sentó las bases de un nuevo programa, denominado “Proyecto de Energías Renovables para Mercados Rurales” (PERMER). Con el objetivo principal de mejorar la calidad de vida de la población rural dispersa y contribuir a su permanencia, se propuso proveer el servicio eléctrico con energía fotovoltaica para satisfacer necesidades básicas de iluminación y comunicación social. El proyecto contemplaba el desarrollo de cuatro componentes: 1. sistemas individuales; 2. miniredes; 3. servicios públicos rurales; y 4. asistencia técnica (PERMER, 2008). En 2008, un nuevo préstamo del Banco Mundial (préstamo BIRF 7617), por US\$ 50 millones, extendió el proyecto hasta 2012.

El período 1999-2012 comprende la primera etapa del PERMER (PERMER I). Durante ella, se logró la electrificación, fundamentalmente mediante instalaciones fotovoltaicas⁹⁵ de 27.000 viviendas, 1890 escuelas, y 360 establecimientos de servicios públicos⁹⁶. Esta

⁹³ Entre los cambios que se introdujeron en el sector eléctrico a partir de la ley 24.065/1992, se encuentra la estructuración de los mercados eléctricos provinciales en dos áreas de concesión. Éstas eran: un Mercado Eléctrico Concentrado, correspondiente al área con suministro eléctrico (proveniente del Sistema Interconectado o de los sistemas aislados); y un Mercado Eléctrico Disperso, sin acceso a redes eléctricas (Fabris y Sotelino, 1997). Cada uno de ellos, sería atendido por empresas especializadas.

⁹⁴ El primero otorgó USD 30 millones, el segundo, USD 10 millones. Fondos adicionales fueron aportados por Nación, Provincias, Ministerio de Educación, concesionarios de distribución eléctrica y los usuarios (Russo, 2009; Di Caro et al., 2017).

⁹⁵ El 75% de la inversión realizada se destinó a instalaciones aisladas con equipos fotovoltaicos. El resto correspondió a energía eólica y miniredes (Secretaría de Energía, 2015).

⁹⁶ En general se trata de escuelas, dispensarios de salud, puestos policiales o de gendarmería, parques nacionales o provinciales, e instalaciones comunitarias.

primera etapa del proyecto se basó en equipos individuales, de baja potencia, del tipo *Solar Home Systems (SHS)*. Según evaluaciones internas del proyecto, durante el PERMER I, se identificó buen recibimiento de las instalaciones por parte de la población local, tanto en pueblos indígenas como en habitantes rurales (PERMER MRS, 2019). Sin embargo, las instalaciones dependían de mantenimiento y reparación, y, al estar ubicadas en lugares de difícil acceso, solían demorarse. La capacitación del usuario y técnicos *in situ* resultó entonces crucial (Ibañez Martín et al., 2020).

A partir de 2015, surge una segunda fase del proyecto que busca ampliar el acceso al servicio incluyendo la tecnología solar para usos productivos y para el acceso a otro servicio esencial, el agua. El PERMER II incluye tres formas de operación que consisten en la provisión de energía eléctrica para: 1. hogares individuales e instituciones de servicios públicos dispersos; 2. pequeñas comunidades rurales, a través de mini redes⁹⁷ y 3. usos productivos (bombeo de agua y boyeros, entre otros) (PERMER MRS, 2019).

Así como en el PERMER I predominaron los SHS, en PERMER II se optó por la tecnología conocida como “Pico-PV” o “Solar Fotovoltaica de Tercera Generación⁹⁸”. Esto se tradujo en licitaciones para proveer ‘kits solares’⁹⁹. Entre 2016 y 2021 la Subsecretaría de Energías Renovables abrió sucesivos llamados a licitación pública nacional e internacional para proveer equipos fotovoltaicos para escuelas, edificios públicos y viviendas, y para proveer bombas y boyeros solares. Se destacan además las convocatorias para el diseño, construcción y operación inicial de cuatro plantas híbridas

⁹⁷ Para las mini redes, el proyecto contempla, para cada caso, la realización previa de una Evaluación de Impacto Social y Ambiental que incluya instancias de consulta y participación de la población involucrada.

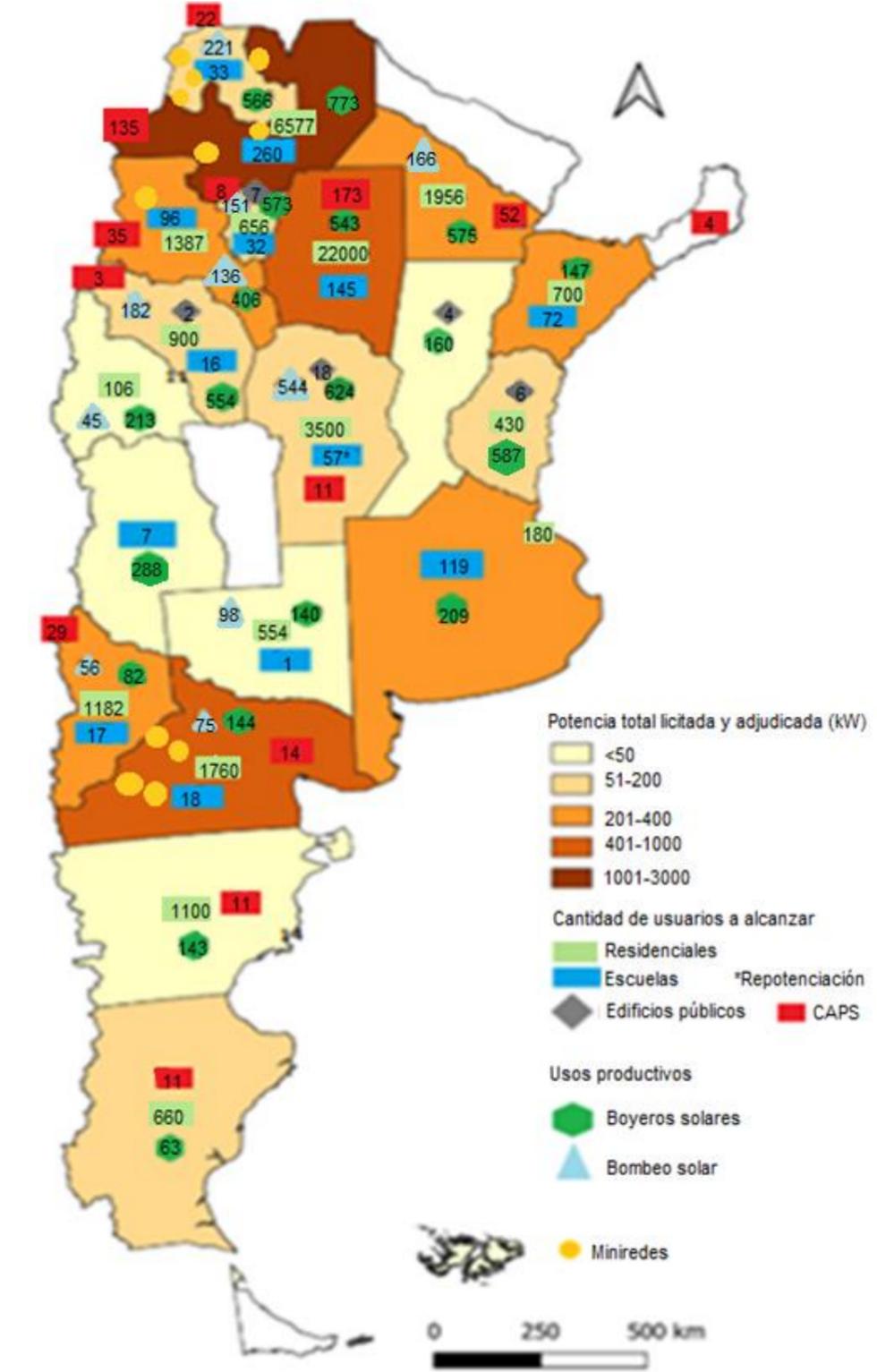
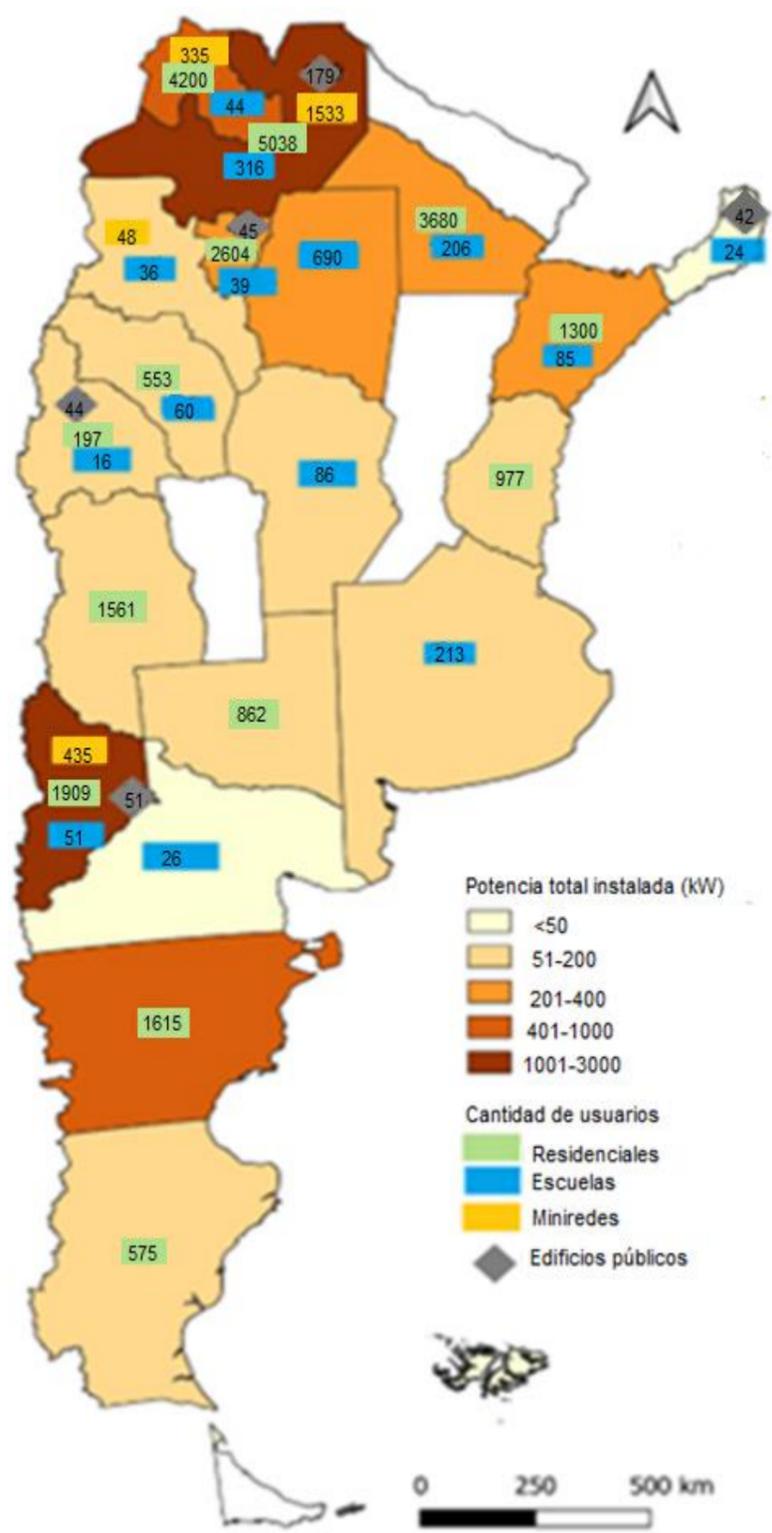
⁹⁸ Con equipos más pequeños, más livianos y más fáciles de instalar. Dado que las conexiones son más simples, se puede fácilmente interconectar módulos, cargas, baterías, utilizando puertos universales (Fernandez Fuentes, 2015).

⁹⁹ Los mismos están conformados por un panel solar de 25 Wp un gabinete central (contiene la batería de LiFePo4 de 6Ah), una lámpara LED tubular de 400 lúmenes, 3 lámparas LED de 200 lúmenes, radio AM/FM con batería propia recargable.

-fotovoltaica y eólica- con acumulación, integradas a una mini red, a ubicarse en la provincia de Río Negro; tres plantas híbridas -fotovoltaica y térmica de respaldo-, con acumulación, en la provincia de Jujuy, dos en Salta y una en Catamarca; y una planta hidroeléctrica en Salta. Se ubican en poblados pequeños, de entre 100 y 500 habitantes, y tienen por finalidad proveer de energía las 24 horas del día¹⁰⁰.

De acuerdo a la potencia instalada total (incluyendo instalaciones domiciliarias, escolares, en establecimientos públicos y en mini redes) en el PERMER I las provincias en que el proyecto tuvo mayor alcance fueron Salta y Jujuy, en el NOA, y Neuquén y Chubut en la Patagonia (mapa 4). En PERMER II se mantiene el mayor impacto en el NOA y Norte de la Patagonia, aunque se suman otras provincias con mayor atención por el proyecto. Resalta el caso de Santa Fe, que no había adherido a la primera versión del programa, mientras que sí lo hizo a la segunda. Los alcances allí son limitados a algunos edificios públicos y la provisión de boyeros solares. PERMER II incorpora los componentes de usos productivos (provisión de bombas para extracción de agua y boyeros solares), siendo Córdoba la provincia que muestra mayor cantidad de beneficiarios de este tipo de instalaciones. En los territorios pampeanos, el programa tuvo alcances diferentes, en ambas etapas.

¹⁰⁰ Las plantas se destinan a las poblaciones de Aguada de Guzmán (159 habitantes), Colan Conhué (168 habitantes), Laguna Blanca (115 habitantes) y Naupa Huen (170 habitantes), en Río Negro; Catua (480 habitantes); El Toro (300 habitantes) y San Juan de Quillaques (100 habitantes), en Jujuy; El Peñón (263 habitantes), en Catamarca, y Los Naranjos, Rodeo Colorado (182 hogares), y parajes del Valle de Luracatao (191 habitantes), en la provincia de Salta.



Mapa 4: (izq) PERMER I. Potencia instalada y cantidad de usuarios por tipo. Elaboración propia. (der.) PERMER II. Potencia total adjudicada en licitaciones 2016-2021, usuarios a alcanzar por tipo. Elaboración propia.

En el caso del PERMER I:

- Buenos Aires adhirió en 2003 (decreto provincial n°2085/03 y acuerdo complementario 384/11). Según el estudio de factibilidad realizado por la Secretaría de Energía en 2004, gran parte de la población rural dispersa ya poseía formas autónomas de generación eléctrica y tenía una alta expectativa de consumo (heladeras, freezers, etc). Además, su capacidad de pago desmotivó que el programa fuera subsidiado por la provincia (Secretaría de Energía, 2004). En consecuencia, los usuarios por excelencia fueron las escuelas rurales, con un total de 213 beneficiarias de instalaciones fotovoltaicas (MINEM, 2016).
- Córdoba adhirió en 2005 (Ley 9.229). Esta provincia contaba con el antecedente de la iniciativa provincial “Escuelas Rurales 2000” (ver recuadro 5), a partir de la cual ya se habían desarrollado tres etapas de electrificación de establecimientos educativos, dos con energía solar fotovoltaica, y una con energía eólica. Al incorporarse al PERMER, Córdoba logró electrificar otras 86 escuelas¹⁰¹ y 4 albergues¹⁰², mediante instalaciones de 500 Wp y 5000 Wp, respectivamente. La energía solar significó la posibilidad de estudiar para alumnos de 242 escuelas de la provincia de Córdoba.

¹⁰¹Entre ellas, 15 corresponden a escuelas de Calamuchita que ya contaban con energía eólica y fueron repotenciadas, pasando a ser sistemas híbridos, eólico-solar.

¹⁰² Ubicados en altas cumbres, se trata de los albergues: Florentino Ameghino, Ceferino Namuncurá, Lutti y Paraje Linqueño (San Alberto)

- La provincia de Santa Fe no concretó la firma del acuerdo de adhesión, aunque se realizaron los estudios de mercado correspondientes (Schmukler, 2018). Previamente, la provincia había implementado un proyecto propio por el que se aprovechó la energía solar fotovoltaica para abastecer a 164 escuelas rurales del Norte Santafesino (Cutrera et al., 1998).¹⁰³

Recuadro 5: Escuelas Rurales 2000

Hacia fines de la década de 1990, existían en la provincia de Córdoba escuelas rurales desprovistas de energía eléctrica, por encontrarse distantes de las redes. Los alumnos quedaban en condiciones de desigualdad en cuanto a calidad educativa, frente a aquellos de áreas urbanas. Para dar respuesta a esta problemática, la Provincia, a través del Ministerio de Infraestructura -dentro del cual luego se crearía en 2008 la Dirección de Energías Alternativas y Comunicación-, diseñó un proyecto para electrificar a las escuelas rurales con energías renovables. Se implementó en tres etapas:

- La primera se dedicó a 104 escuelas de los departamentos del Norte de la Provincia. Se trabajó en conjunto con el Colegio de Ingenieros de Córdoba, instalando, mediante licitación pública, sistemas fotovoltaicos.
- La segunda etapa se orientó a aprovechar el recurso eólico existente en el departamento de Calamuchita, mediante la instalación de aerogeneradores en 17 escuelas rurales.
- La tercera, implementada en simultáneo con las dos anteriores, se concentró en Traslasierra (Departamentos San Javier, San Alberto, Pocho, Minas), electrificando un total de 36 escuelas con paneles fotovoltaicos.

Para el momento en que la provincia comenzó a trabajar con PERMER (en 2008), ya contaba con 157 escuelas rurales electrificadas mediante energías alternativas, el 90 % con energía solar fotovoltaica (Agotegaray et al, 2018).



Imagen 5: Escuelas 25 de Mayo y Lutti, ambas electrificadas por la provincia de Córdoba. Fuente: Agotegaray et al, 2018

¹⁰³Entre 1987 y 1992 se desarrolló una prueba piloto para abastecer con energía fotovoltaica a dos establecimientos rurales en el Norte de Santa Fe. Luego, se elaboró un programa por medio del cual, entre 1995 y 1997 el Estado Provincial impulsó el aprovechamiento fotovoltaico para abastecer a 161 escuelas rurales. Se abasteció también a la Comunidad del paraje El Palmar, Berna (EPE, 2020).

En cuanto al PERMER II:

- Buenos Aires suscribió un convenio con Nación para extender su participación (Decreto 63/18). En 2020, se instalan sistemas fotovoltaicos en 47 escuelas rurales de 9 municipios bonaerenses (Azul, Daireaux, Gral. Alvear, Gral. Lamadrid, Gral. Lavalle, Laprida, Las Flores, Mar Chiquita, Rauch), para continuar luego con una segunda etapa de 72 escuelas rurales en otros 20 municipios.
- Córdoba arranca con PERMER II en 2018 (Ley 10.572). De las 247 escuelas electrificadas en las etapas anteriores se seleccionaron 57 -todas con un mínimo de cinco alumnos-, para ser repotenciadas a 2300 Wp. Asimismo, en el marco del PERMER II se cuentan en Córdoba 400 instalaciones de bombeo fotovoltaico en carpeta, que se suman a proyectos con financiamiento exclusivo de la provincia enmarcados en el programa “Más Sol, Más Energía¹⁰⁴”. Se licitaron también instalaciones fotovoltaicas para edificios públicos y centros de atención primaria de la salud (CAPS), y equipamiento fotovoltaico domiciliario.
- Santa Fe en 2020 entabla negociaciones con autoridades del proyecto y se adhiere con la mira en la electrificación de escuelas y aplicaciones productivas (riego y boyeros).

El PERMER se consagra así como protagonista de una primera fase de aprovechamiento fotovoltaico en Argentina, caracterizada por las instalaciones de baja escala y en forma aislada de la red para atender a población dispersa. En su proceso de implementación, recolectó experiencia y buscó ampliarse para satisfacer varias necesidades energéticas. Las nuevas aplicaciones que incorpora PERMER II dan cuenta de su capacidad de

¹⁰⁴ Este programa se dedica a ofrecer soluciones fotovoltaicas para emprendimientos comunitarios (elaboración de conservas y productos regionales), asentados en zonas aisladas de las redes.

adaptación, en función del aprendizaje logrado. En 2022 el programa cierra con 8 licitaciones adjudicadas (por USD 64.608.921) y obras ejecutadas por un total de USD 15.602.939. Este monto de ejecución representa el 25% de lo ejecutado durante todo el programa, alcanzando a más de 18.000 beneficiarios (Informe de Gestión PERMER, 2022). En febrero de 2023, el PERMER informa un alcance total de 293.000 beneficiarios, entre las instalaciones realizadas y las que se encuentran en ejecución (PERMER, 2023).

Un nuevo proyecto, “Energía Limpia para Hogares y Comunidades Vulnerables”, se presenta en 2023 por parte de la Secretaría de Energía de la Nación, con un préstamo del Banco Mundial (USD 400 millones). El mismo busca atender a población aislada y vulnerable empleando fuentes renovables y eficiencia energética. Estima un alcance de 23.000 hogares y 11.2000 instituciones públicas que recibirían instalaciones fotovoltaicas. Usos productivos, mini redes y sistemas solares térmicos llevan los potenciales beneficiarios a 200.000 (Secretaría de Energía, 2023b).

No solamente desde el Estado Nacional se ha impulsado esta forma de aprovechamiento fotovoltaico, sino también desde los Estados Provinciales. La provincia de Jujuy ha promovido la creación de pueblos solares, algunos con financiación propia y mediante su empresa de energía para el sistema disperso -EJSEDSA¹⁰⁵-, otros canalizando fondos del PERMER. La provincia de Chaco, si bien trabaja desde el programa PERMER, ha ideado la construcción de plantas fotovoltaicas conectadas a una mini red para abastecer a población dispersa, reemplazando generación en base a diésel. Allí, en 2022 comenzó a funcionar una planta en Comandancia Frías, donde habitan 500 familias de comunidades

¹⁰⁵ Los pueblos solares son: Olaroz Chico, La Ciénaga, El Angosto.

originarias. La provincia de San Luis, por su parte, no ha adherido al PERMER, y lleva adelante su propia política de energía fotovoltaica para sitios aislados¹⁰⁶.

La continuidad y replicación de estas experiencias, así como del programa PERMER, y la existencia de iniciativas provinciales, demuestra tanto la problemática de las poblaciones sin acceso a las redes, como también la oportunidad que ofrece la tecnología fotovoltaica, cuando es canalizada desde el Estado y apropiada por los usuarios, para enfrentar esos déficits. Con más de dos décadas de esta forma de aprovechamiento, esta fase se reinventa y extiende en el tiempo, atendiendo a poblaciones vulnerables y propiciando la inclusión social. Sumándose a esta fase, hacia el año 2010 comienza el aprovechamiento fotovoltaico a gran escala, en forma centralizada, para abastecer al Sistema Nacional.

4.2 Apoyo al Sistema Interconectado Nacional

En el mundo, las primeras plantas fotovoltaicas de gran escala datan de los años 1980. En Argentina el desarrollo de grandes plantas de generación eléctrica se inicia tres décadas después. Con la recuperación económica de los años 2003-2004 y el aumento de la demanda eléctrica, la energía fotovoltaica contribuye a incorporar energía adicional que cubre déficits, respondiendo a los estímulos estatales (capítulo 3.3).

En 2009, en el marco del Programa de Generación de Energía Eléctrica a partir de Fuentes Renovables (GENREN), se adjudicaron 20 MW para plantas fotovoltaicas. De ellos, 7 MW fueron construidos: los parques Cañada Honda I y II, de 2 y 3 MW de potencia instalada respectivamente, y el parque Chimbera I, de 2 MW, los tres ubicados en la

¹⁰⁶ En San Luis, en el marco de las acciones impulsadas desde el Consejo Provincial de Medio Ambiente (COPROMA), se implementó el Plan Provincial “Mi Energía Rural”, que lleva adelante la entrega e instalación de sistemas fotovoltaicos, termotanques y heladeras solares en viviendas aisladas y sin acceso a energía de red, principalmente hogares rurales.

provincia de San Juan. Propiedad de la empresa de capitales nacionales 360 Energy, entraron en operación entre junio de 2012 y marzo de 2013. Los 13 MW restantes (parques fotovoltaicos Cañada Honda III y Chimbera, II y III), no fueron construidos por encontrar dificultades para acceder al financiamiento¹⁰⁷. De la misma época data el parque fotovoltaico San Juan I, de 1.2 MW, ubicado en la localidad de Ullum, proyecto impulsado por la provincia (ver recuadro 6) y enmarcado en la Resolución 108/2011.

Con la instalación de la planta San Juan I, y las tres concretadas a través del GENREN, el sistema alcanzó los 8 MW de capacidad fotovoltaica. Con la potencia instalada mediante las adjudicaciones del programa Renovar (2016-2019), la fotovoltaica dio un salto exponencial, comenzando una curva ascendente, cada vez más pronunciada (gráfico 16).

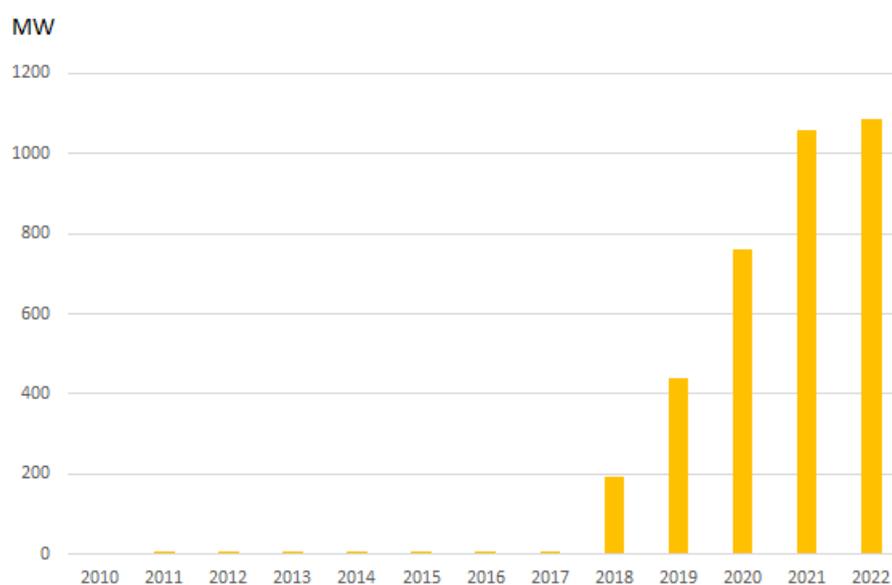


Gráfico 16: Evolución de la potencia instalada en tecnología fotovoltaica en Argentina 2010-2022. Elaboración propia en base a informes de CAMMESA.

¹⁰⁷ Los inversores tuvieron dificultades financieras para concretar las obras: la falta de garantías y la propia imagen de ENARSA no lograron seducir a los inversionistas nacionales e internacionales.

Recuadro 6 Programa Solar San Juan

El programa “Solar San Juan” contempla la instalación de una planta integrada, que incluye, además de la generación eléctrica, las etapas de fabricación de lingotes de silicio cristalino (obtenido del cuarzo disponible de la actividad minera de la provincia), celdas solares y módulos fotovoltaicos. En enero de 2022 EPSE firmó un convenio de articulación con la empresa IMPSA, otorgándole la concesión para operar la fábrica de módulos fotovoltaicos e instalar en el mismo predio una fábrica de convertidores. Con la producción de la fábrica, EPSE planifica construir una planta fotovoltaica de 350 MW (Medinilla, 2021).

Como parte del programa, desde 2011 se encuentra en operación una planta fotovoltaica de 1,2MW de potencia en Ullum, San Juan. En 2018 se amplió su potencia a 1.7 MWp.



Imagen 6: Planta Solar San Juan I. Fuente: EPSE.

La planta - ubicada en un predio de 6 hectáreas, en el kilómetro 4.8 de la Ruta Provincial N°54-, está formada por 4.836 paneles fotovoltaicos de distintas tecnologías de silicio: 1.664 Monocristalinos, 2.268 Policristalinos y 904 de película delgada. Las estructuras que soportan los paneles son fijas, algunas con ajuste estacional manual, y otras con seguidores en dos ejes. Además, está equipada con sistemas de adquisición de datos, supervisión y control, y una estación meteorológica. Así, la planta funciona como laboratorio y observatorio de diferentes tecnologías, lo que tiene por objeto la investigación de las instalaciones más adecuadas para la región y promover el desarrollo de la industria fotovoltaica, incluyendo capacitación de profesionales locales. La construcción de la obra fue licitada por Energía Provincial Sociedad del Estado (EPSE) y adjudicada a la UTE COMSA de Argentina SA – COMSA SA (España). Además de aportar fondos provinciales, EPSE se ocupa de la operación y el mantenimiento de la planta.

El Plan de Energías Renovables Argentina 2016-2025 (RenovAr) comprendió tres rondas de licitaciones públicas convocadas por CAMMESA para la contratación de energía eléctrica de fuente renovable en el MEM. En comparación con las licitaciones GENREN, se constata el aumento de la proporción de potencia adjudicada para proyectos solares (gráfico 17). Además, con cada ronda de licitación, los proyectos fotovoltaicos aumentaron en número y potencia, mientras que su precio fue en descenso (Tabla 8).

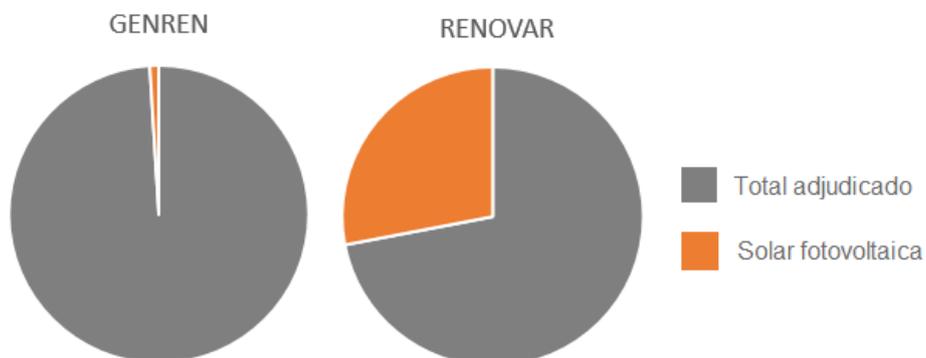
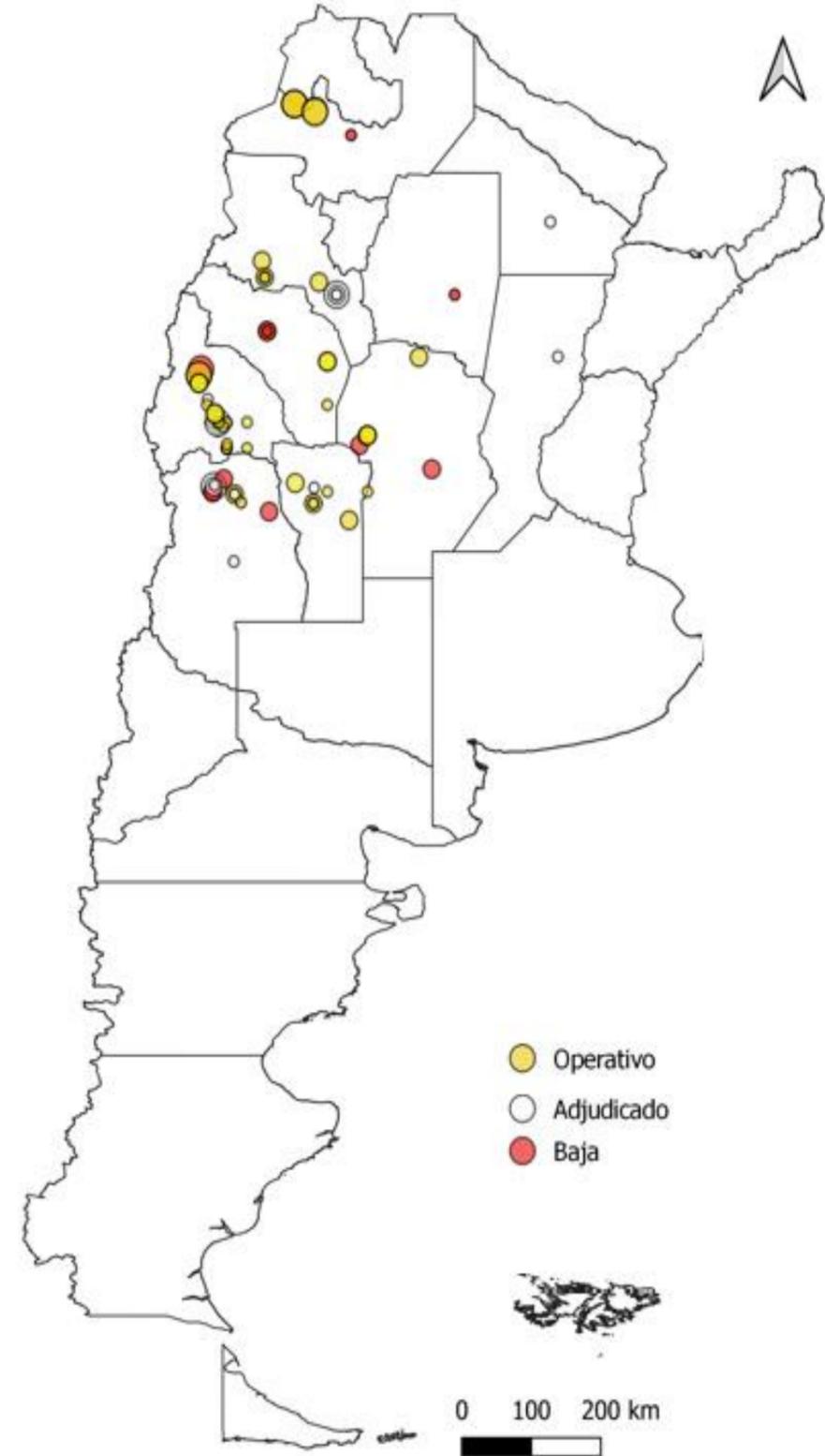
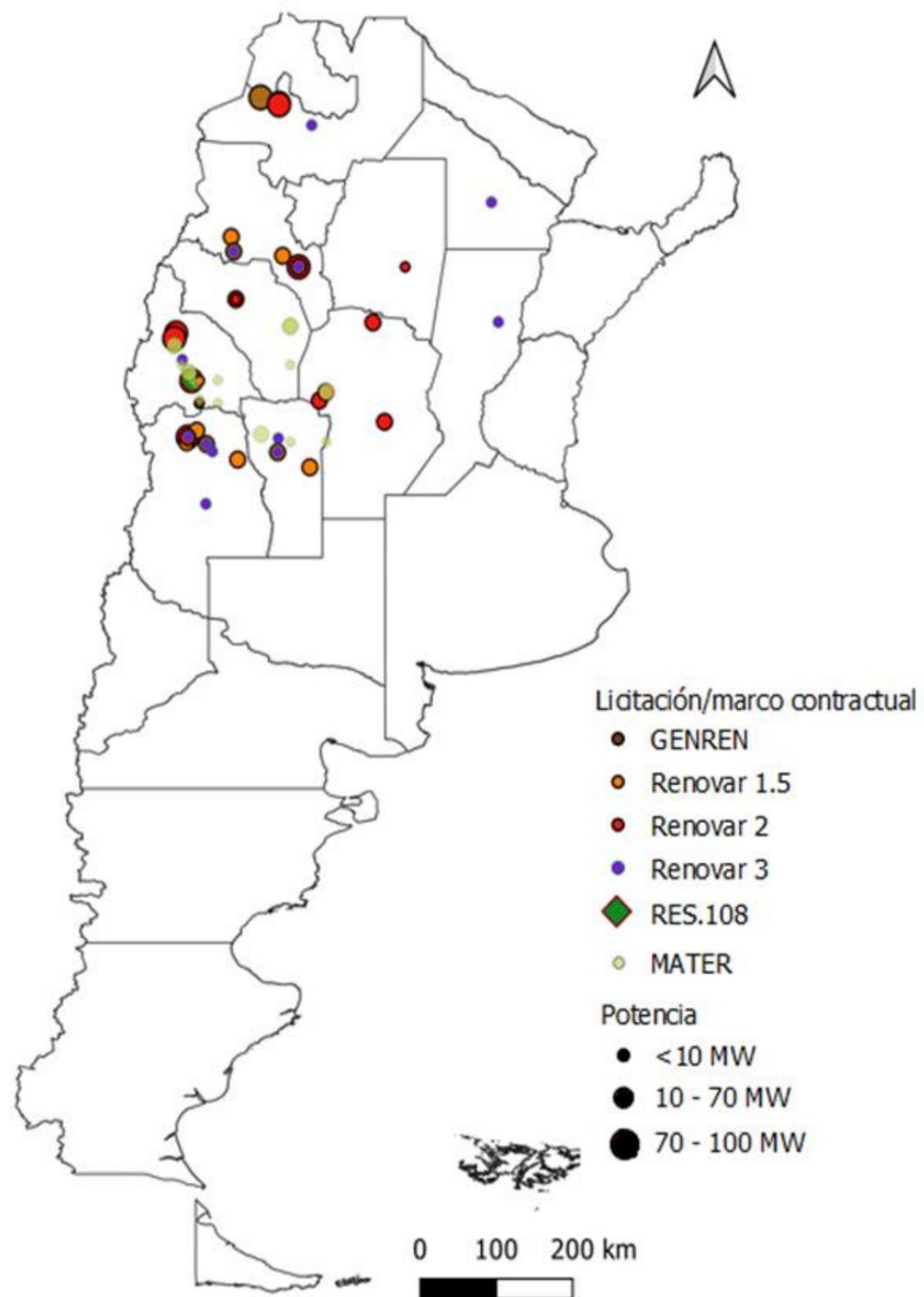


Gráfico 17: proyectos fotovoltaicos en el total de adjudicados en licitaciones GENREN y Renovar. Elaboración propia.

	Potencia total adjudicada (MW)	Potencia para proyectos fotovoltaicos (MW)	En operación (MW)	Precio promedio (USD/MW)	Localización geográfica
GENREN	2.055	20	7	571,5	CUYO
RENOVAR	4.725,68	1839,95	1018,4	53,2	NOA-CUYO-PAMPEANOS
1 Ronda	2423,6	916,9	789,4	55,5	NOA-CUYO-
+ Ronda 1.5					
2 Ronda	2043	816,3	224	42	NOA-CUYO-PAMPEANOS
3 Ronda	259,08	106,75	5	54	NOA-CUYO-PAMPEANOS

Tabla 8: Proyectos adjudicados en licitaciones GENREN y Renovar. Elaboración propia



Mapa 5: Proyectos fotovoltaicos adjudicados en licitaciones nacionales (izq.). Proyectos según estado de avance (der.) Elaboración propia.

En la primera ronda resultaron adjudicados 4 proyectos solares de 100 MW cada uno, sobre un total de 29 proyectos por 1142 MW entre todas las tecnologías. Se trató de los proyectos Cauchari I, II y III y proyecto La Puna, que luego se combinó en un mismo proyecto con Altiplano I de la ronda 2. Proyectos en territorios pampeanos - Villa Dolores, Arroyo Cabral, Villa María del Rio Seco, y Cura Brochero-, por un total de 103.85 MW, fueron adjudicados en la ronda 2. En la ronda 3 (denominada “Mini Ren”, por orientarse a permitir el ingreso de proyectos de escala más pequeña, buscando aprovechar la capacidad disponible en las redes), se adjudicó, entre otros, el parque solar Calchaquí, a construirse en Santa Fe. Se verifica así un aumento en la cantidad de proyectos fotovoltaicos, y una diversificación geográfica creciente con las sucesivas rondas licitatorias (mapa 5).

Los proyectos adjudicados en estas licitaciones corresponden a grandes obras que involucran inversiones millonarias. Garantías de contratos a 20 años con CAMMESA atrajeron el interés de firmas nacionales y extranjeras. Entre las primeras, algunas empresas públicas, contando con financiación externa, apostaron por un proyecto fotovoltaico de gran escala. Es el caso de Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE), adjudicataria de los proyectos Cauchari I, II, y III. También se destaca la Empresa Mendocina de Energía Sociedad Anónima (EMESA), con seis proyectos adjudicados, (luego transferidos al grupo privado CEOSA) y la Empresa Provincial de la Energía de Córdoba (EPEC), con su proyecto en Arroyo Cabral. Entre las empresas privadas de capitales nacionales sobresalen: 360 Energy -la que obtuvo mayor cantidad de adjudicaciones-, y GENNEIA –propietaria de Ullum I, II, y III¹⁰⁸. Resulta de importancia el hecho de que gran parte de los inversores del sector empresario nacional

¹⁰⁸ Primeros parques fotovoltaicos en recibir certificación internacional de reducción de emisiones y habilitación para comercializar bonos de carbono (Sánchez Molina, 2020).

importan la mayor parte de la tecnología y/o recurren a financiamiento externo para poder llevar adelante sus proyectos, por lo que si se considera el origen de las inversiones la participación extranjera resulta mayor. Entre las empresas extranjeras se destacan las de origen chino, español y francés con proyectos de mayor potencia que los adjudicados por actores nacionales. Por ejemplo, el proyecto de la empresa Jinko Solar en San Juan, Iglesia Guañizuil, de 80 MW; dos proyectos, de 100 MW cada uno, adjudicados por un fondo de inversión británico (Monteverdi and Gray Group), y otro proyecto de la misma magnitud adjudicado por una firma estadounidense. PowerChina, multinacional de origen chino, es la empresa a cargo de la provisión de tecnología, instalación y puesta en marcha del parque solar Caucharí. Intervino también en la construcción de los parques Cafayate en Salta, Tamberías y Diaguitas en San Juan, y Cura Brochero y Villa María del Río Seco, en Córdoba. Se constata la movilidad en la propiedad de algunos proyectos adjudicados a algunas empresas y luego vendidos a otras (tabla 9). Por ejemplo, los proyectos La Puna, vendido a la francesa Neoen, y Cafayate, vendido a la chino-canadiense, Canadian Solar. También fue vendido a dos empresas de origen noruego el proyecto adjudicado por la portuguesa Martifer Renewables, en la Ronda 2. En la tercera ronda, 8 de los 14 proyectos adjudicados pertenecen a capitales extranjeros, en su mayoría de España (Albares Renovables) y Alemania (Abo Wind).

Proyecto	Ronda	Potencia (MW)	Adjudicado por	Vendido a	Estado
La Puna	1	100	Field Fare e Isolux (España)	Neoen (Francia)	Operativo
Iglesia Guañizuil IIA	2	100	Martifer Renewables (Portugal)	Scatec Solar y Equinor (Noruega)	Operativo
Cafayate	1	80	Isolux (España)	Canadian Solar (China)	Operativo
Caldenes del Oeste	1	25	UTE (Almisil, Quaatro, LV Energy S.A.)	Total Eren (Francia)	Operativo
La Cumbre	1	22	Diaser S.A. (Argentina)	Total Eren (Francia)	Operativo

Tabla 9: Movilidad en la propiedad de los proyectos fotovoltaicos adjudicados en Renovar. Elaboración propia.

En los proyectos de las rondas 1 y 1.5, las empresas nacionales son mayoritarias (gráfico 18). Luego, la cantidad de proyectos adjudicados por empresas de capitales extranjeros comienza a aumentar, adjudicando en la ronda 2 de Renovar, 7 de un total de 16 proyectos; mientras que en la ronda 3, 8 de los 14 proyectos adjudicados pertenecen a capitales extranjeros.

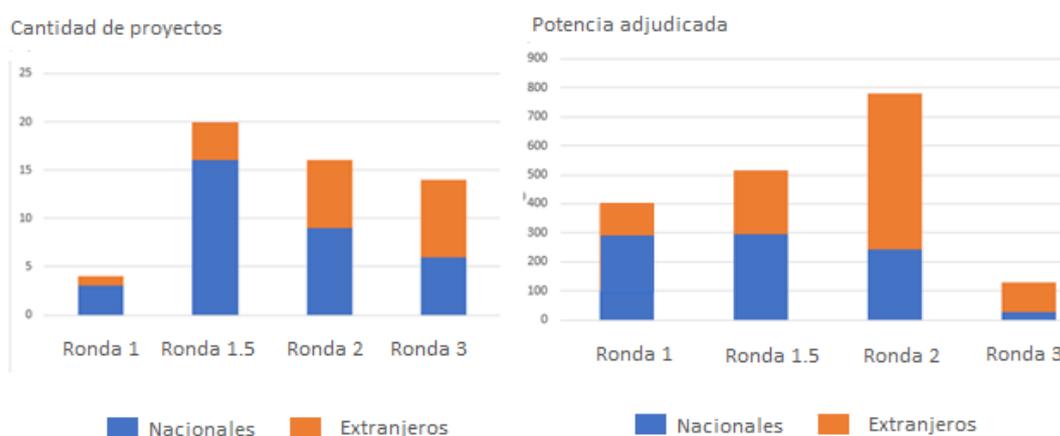


Gráfico 18: participación de empresas de capitales nacionales y extranjeros en las rondas de licitaciones del programa Renovar (en cantidad de proyectos y potencia adjudicada). Elaboración propia.

Si se analiza la participación de capitales nacionales y extranjeros en términos de potencia adjudicada, la proporción extranjera es ligeramente mayor: del total de 1840 MW adjudicados, las empresas nacionales adjudicaron 905 MW frente a 935 MW que adjudicaron empresas extranjeras. Además, los proyectos argentinos tienden a ser de menor potencia, promedian los 25 MW (18 MW si no se contabiliza el mega proyecto Cauchari, adjudicado por JEMSE, pero financiado con capital chino).

Se observa así una preponderancia de actores extra-locales, movidos por un interés de rentabilidad sobre la inversión, más allá de las necesidades energéticas y productivas de las poblaciones. Por un lado, la energía generada por los proyectos de gran escala es volcada a líneas de alta tensión e integra así la energía que abastece la demanda (en julio

de 2023, la generación renovable alcanzaba a cubrir un 16% de la demanda del SADI¹⁰⁹) Esto implica que sale del lugar donde se produce y no se orienta exclusivamente a satisfacer una demanda energética local. Por otro lado, si bien las grandes plantas fotovoltaicas se asocian a la creación de empleos (la Subsecretaría de Energías Renovables relevó, entre 2016 y 2018, la creación de 1840 puestos de trabajo vinculados al sector solar -SSER, 2018-), muchos de los proyectos recurren a mano de obra extra-local y utilizan productos e insumos importados¹¹⁰.

De los proyectos que resultaron adjudicados en las licitaciones Renovar, 15 han sido dados de baja (mapa 5). La resolución 1260/2021 reduce las penalidades y facilita el destrabe de los proyectos que solicitan la cancelación del contrato PPA firmado con CAMMESA. Por esta alternativa han optado cinco proyectos de la empresa argentina 360 Energy (Tocota en San Juan, Nonogasta II y IV en La Rioja, Añatuya en Santiago del Estero, y Villa Dolores, en Córdoba), cinco proyectos del grupo CEOSA, en Mendoza (Lavalle, Luján de Cuyo, Anchoris, General Alvear y La Paz), el proyecto de la Empresa Provincial de la Energía de Córdoba, Arroyo Cabral, y el proyecto Solares La Angostura.

Además de las plantas Renovar que entraron en contratos con CAMMESA, se despliegan proyectos entre privados, en el marco del Mercado a Término de Energías Renovables MATER. En noviembre de 2023 18 proyectos por un total de 271 MW cuentan con prioridad de despacho y han sido habilitados comercialmente (mapa 5) (ver anexo 6). Otros 791 MW aún no han sido habilitados (CAMMESA, 2023c). Entre los primeros, se cuentan: dos centrales de autogeneración (P.S. Tierra Santa, de 0,5 MW, y P.S. Cementos

¹⁰⁹ Según portal web CAMMESA (Demanda y Generación Real del SADI), a las 11.30 horas.

¹¹⁰ En cambio, y a diferencia de las plantas de gran escala, en los proyectos de baja y mediana escala la participación de los insumos producidos por la industria nacional sumado a la mano de obra local puede significar cerca del 65% de la estructura de costos (CADER, 2021)

Avellaneda La Calera, de 22 MW, ambos en San Luis) y 16 centrales fotovoltaicas. Se concentran en la región de Cuyo.

En julio de 2023, la licitación de la Secretaría de Energía, Ren MDI (Resolución 36/2023), adjudicó la construcción de 44 parques solares de mediana escala, por un total de 500

MW, destinados a reemplazar

generación forzada. Se

proyectan en las provincias de

Chaco, Corrientes, Catamarca,

Misiones, Formosa, La Rioja,

La Pampa, San Juan, Santiago

del Estero, Mendoza, Buenos

Aires, Córdoba y Santa Fe

(mapa 6). En Buenos Aires,

resultaron adjudicados 5

parques solares (2 de ellos con

acumulación), por un total de 81

MW; en Córdoba, 4 proyectos

por un total de 15,5 MW, y en

Santa Fe, tres proyectos por un

total de 45 MW.



Mapa 6: proyectos fotovoltaicos adjudicados en licitación nacional REN MDI. Elaboración propia.

Los programas de estímulo a las

inversiones en grandes proyectos para volcar energía eléctrica al Sistema Nacional son

los responsables de la fase de la energía fotovoltaica caracterizada por grandes plantas de

generación. Esta forma de aprovechamiento ha dado sus frutos introduciendo energía

renovable en el sistema, contribuyendo a diversificar la matriz y aportando al logro de

objetivos nacionales e internacionales. Esta fase fotovoltaica se solapa con la fase de generación conectada a red, a baja escala: en hogares, comercios e industrias. Surgió primero en algunas provincias y desde 2017 tiene un marco nacional. Ambas escalas de aprovechamiento se imponen en el sistema, transformando no sólo la matriz de generación, sino también la relación usuario-energía.

4.3 Solarización de usuarios en red

Una tercera fase de aprovechamiento fotovoltaico, para autoconsumo con inyección de los excedentes a la red, se abre en Argentina de la mano de iniciativas pioneras, primero, y del impulso Nacional, desde 2017. Desde entonces, se suma el “prosumidor” como un nuevo actor del sistema energético.

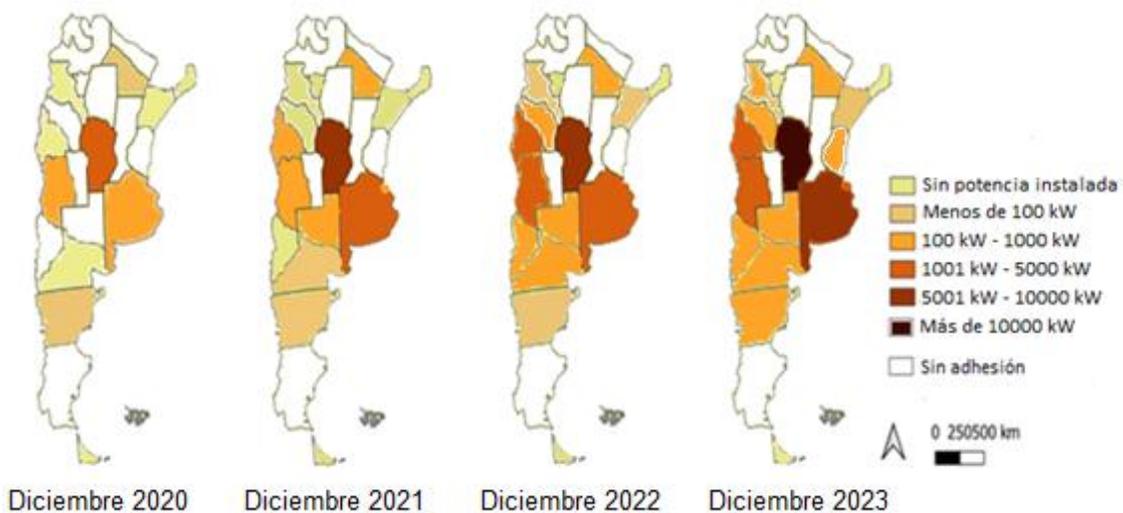
Mientras la generación distribuida prospera en el mundo¹¹¹ y en la región, en Argentina la experiencia pionera se dio en la provincia de Santa Fe, en 2013, con la habilitación de la generación en paralelo con la red de distribución (Protocolo EPE 442). El surgimiento de un marco legal nacional habilitante de la generación distribuida se dio de manera progresiva. Interés en el tema se constataba en experiencias como la de IRESUD, “Proyecto de Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica en Ambientes Urbanos”. El mismo fue impulsado, en 2011, por un consorcio público-privado conformado por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y cinco empresas privadas¹¹² (Durán et al., 2014). El proyecto recibió financiamiento de Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) a través

¹¹¹ En Alemania, por ejemplo, durante 2019 se sumaron 100.000 prosumidores al sistema, y crecen las “comunidades solares”; otro ejemplo es España, donde el sistema fue tan difundido que se impuso un “impuesto al sol”: su eliminación a fines de 2018 generó un nuevo auge de instalaciones fotovoltaicas domésticas (REN 21, 2020).

¹¹² Las empresas: Aldar S.A., Edenor S.A., Eurotec S.R.L., Q-Max S.R.L. y Tyco S.A.

de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT). En el marco de IRESUD se impulsaron normas para regular la generación distribuida, y, entre 2012 y 2015, se instalaron más de 50 sistemas fotovoltaicos conectados a la red, que suman casi 200 kW en 15 provincias (Durán et al., 2017). Entre ellas, se destacan las instalaciones en la Universidad Nacional de San Martín, la Universidad Nacional de La Plata, la Universidad Nacional de Luján, la Universidad Nacional del Centro, la Comisión Nacional de Energía Atómica, y en el Parque Centenario (CABA). A partir de 2016, IRESUD continúa mediante *IRESUD Redes Inteligentes*, el proyecto denominado “Generación fotovoltaica distribuida y redes inteligentes en la localidad de Centenario, Provincia del Neuquén: una experiencia piloto como referencia para otras áreas urbanas”. Se basa en la experiencia previa del proyecto de telesupervisión y adquisición de datos de la red de baja tensión de esa localidad, y lo llevan adelante la UNSAM, el Ente Provincial de Energía de Neuquén EPEN y la empresa Aldar.

En 2017, luego del avance de varias iniciativas de escala provincial, se aprobó el Régimen de Fomento a la Generación Distribuida mediante la Ley Nacional 27.424. A medida que las provincias adhieren a la ley (en noviembre de 2023 lo han hecho: Buenos Aires, Catamarca, Ciudad de Buenos Aires, Chaco, Chubut, Córdoba, Corrientes, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Misiones, Neuquén, Rio Negro, San Juan, Tierra del Fuego, y Tucumán), las empresas de distribución se acoplan y permiten a los usuarios sumarse al sistema.



Mapa 7: Evolución de la potencia instalada por usuarios-generadores bajo el marco de la Ley 27.424. Elaboración propia.

En la evolución de la potencia instalada por usuarios-generadores conectados bajo la ley 27.424 (mapa 7), la concentración en Córdoba es notoria. En la provincia de Buenos Aires, el senado provincial promulgó la ley de adhesión en abril de 2022 y fue reglamentada en marzo de 2023. En el Área Metropolitana de Buenos Aires, las distribuidoras EDENOR y EDESUR, habían adherido más tempranamente. Santa Fe, no ha adherido a la ley nacional, pero incentiva, mediante su propio sistema a los “prosumidores”.

Para obtener los beneficios de la Ley 27.424, cada provincia debe adherir a ella y reglamentar su aplicación. Las provincias gozan de autonomía constitucional para establecer condiciones propias en la prestación de los servicios públicos, así como fijar impuestos y tasas sobre las actividades económicas. De ello se derivan diferencias y tensiones a la hora de adherir a la Ley Nacional que en algunos casos han demorado o trabado las decisiones legislativas. Intereses económicos de los distribuidores entran en juego en tanto la generación por parte del usuario implica que el distribuidor ve reducida su recaudación en concepto de Valor Agregado de Distribución (VAD). Se teme que cada vez menos usuarios aporten por su uso de la red y que, en consecuencia, ese costo se

traslade a los usuarios convencionales, produciendo el efecto de “espiral de la muerte”. Éste consiste en que, ante la adopción de la autogeneración por parte de algunos usuarios, los costos fijos de las distribuidoras se distribuyen entre los usuarios que no instalan equipos de generación. Este mayor peso económico genera cada vez más incentivos para que los demás usuarios generen su propia energía, nuevamente reduciendo su aporte a los costos fijos y sumando una mayor carga sobre los usuarios convencionales (Hopf et al., 2017). Tal efecto, sin embargo, descansa sobre la base de un comportamiento pasivo, y sin capacidad de reacción por parte de las empresas distribuidoras, algo que, en gran medida, no se observa en los actores pampeanos, quienes han desarrollado variedad de iniciativas para adaptarse a los cambios:

- La provincia de Córdoba adhirió al régimen mediante ley provincial 10.604/2018. En su decreto reglamentario estableció beneficios fiscales provinciales. En 2019, el Ente Regulador de Servicios Públicos (ERSEP), publicó, previa audiencia pública, la tarifa de inyección para la energía generada por los usuarios-generadores, y se dio inicio a los primeros trámites de adhesión al sistema. La cantidad de solicitudes de reserva de potencia recibidas en un corto período de tiempo (la primera instalación fue en julio de 2019, y en un año había más de 90 usuarios-generadores conectados) demuestra el interés existente por este tipo de instalaciones. Ese interés previo ya se había manifestado en la autorización de conexión, por parte del Ministerio de Agua, Energía y Servicios Públicos, desde fines de 2016, de algunas experiencias aisladas de usuarios-generadores, a modo de proyecto piloto. Una de las empresas que optó por participar de esta posibilidad fue Electroingeniería ICSSA¹¹³, la que luego se convirtió en primer usuario-

¹¹³ Empresa cordobesa, proveedora de materiales para el desarrollo de proyectos energéticos. Registró en el Registro de Proveedores de Energías Renovables los productos: celdas de media tensión, seccionadores

generador bajo el régimen nacional. En 2021, una resolución provincial habilitó la generación distribuida comunitaria (Res 1/2021 Secretaría de Energías Renovables y Biocombustibles, Ministerio de Obras y Servicios Públicos), respondiendo a iniciativas surgidas del territorio.

- La provincia de Santa Fe fue la primera en habilitar la generación de los usuarios con inyección de los excedentes a la red, en un esquema propio, previo a la legislación nacional. Lo hizo en 2013, mediante un protocolo de la Empresa Provincial de la Energía. Posteriormente, introdujo el programa “Prosumidores” para incentivar, mediante un precio preferencial, la generación por parte de los usuarios (decreto 1565/16, relanzado mediante decreto 1710/18). En 2020, fue reemplazado por el programa “Energía Renovable para el Ambiente” (ERA), que instauro el balance neto de facturación y una tarifa promocional para instituciones sociales, con un cupo de 500 kW (Decreto 1098/2020). Luego, el incentivo se amplió a usuarios de pequeñas demandas urbanas y rurales, con un cupo de 2MW¹¹⁴ (Resolución 130/2021 del Ministerio de Ambiente y Cambio Climático). Desde 2021, existe la posibilidad de generación distribuida colaborativa (Resolución 316/2021).
- La provincia de Buenos Aires adhirió a la Ley Nacional 27.424 en abril de 2022, mediante Ley Provincial 15.325. La misma fue el resultado de años de debate en el Congreso. La ley aprobada adhiere a los beneficios promocionales, impositivos, fiscales y de financiamiento de la Ley Nacional. En la reglamentación, se crea el

de media y alta tensión, tableros de protección y control para subestaciones, centros de transformación con envolvente metálica y de hormigón y *skids* para sistemas fotovoltaicos.

¹¹⁴ Por un período de cuatro años, la energía inyectada se reconoce por la EPESF al precio de la energía mayorista, a lo que se le suma un aporte del gobierno provincial, determinado por “el producto de 1.5 por la diferencia entre el promedio semestral del precio monómico medio de generación mensual, y el precio mayorista de la energía”. A los fines del reconocimiento se establece un máximo de 2.5 para el cociente entre el promedio semestral del precio monómico medio de generación mensual y el precio medio estacional (Res. 130/2021).

Registro de Usuarios-Generadores de Energía Renovable de la Provincia de Buenos Aires (RUGER) y se establece la instalación de un medidor bidireccional para medir los intercambios con la distribuidora, y uno unidireccional para registrar la demanda total del usuario.

En 2023, y siguiendo los pasos pioneros de Córdoba (energía comunitaria) y Santa Fe (energía colaborativa), la Secretaría de Energía de la Nación incluyó la posibilidad de generación distribuida en forma colectiva (Resolución 608/2023). A la bidireccionalidad usuario-red de la generación distribuida particular, la generación distribuida comunitaria (figura 17) suma la posibilidad de que los usuarios no solamente interactúan con la red, sino entre sí: cooperan en la inversión inicial, son co-propietarios de la instalación y entre ellos se distribuyen los beneficios de la energía generada. Otros beneficios incluyen la posibilidad de participación en el sistema a usuarios residentes de edificios -sin techo propio-, inquilinos, o aquellos cuyo espacio disponible para la instalación fotovoltaica se ve bloqueado por la proyección de sombras.

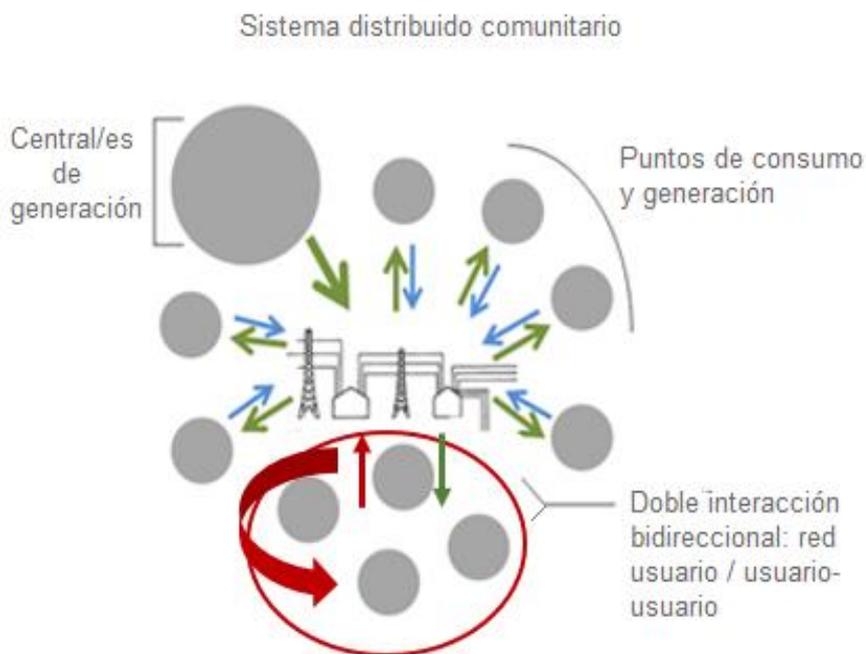


Figura 17: Generación distribuida comunitaria. Elaboración propia.

La norma nacional incluye aristas de modelos propuestos por Córdoba y por Santa Fe, al incluir las figuras de: “usuarios-generadores comunitarios” y “usuarios-generadores comunitarios virtuales”. Estos últimos remiten a la posibilidad de que la demanda e inyección total esté monitoreada en tiempo real por medidores inteligentes para hacer un balance entre las energías demandadas e inyectadas del sistema comunitario, distinguir la inyección del autoconsumo total del conjunto de usuarios y valorizar la energía autoconsumida, demandada e inyectada de manera independiente (Res. 608/2023).

Otras provincias argentinas también incursionaron en la legislación para promover la conexión de usuarios en red (Tabla 10). Algunas, llegaron a poner en práctica reglamentación que la hizo efectiva y adoptada por algunos usuarios. Es el caso de la provincia de Mendoza que legisló sobre generación distribuida en 2006 (Ley 7.549) y en 2015 la reglamentó (Resolución EPRE 19/15). Salta estableció un sistema de balance neto en 2014 (Ley 7.824).

La expansión de esta fase de aprovechamiento viene acompañada de importantes cambios socio-técnicos. Utilizar una nueva tecnología y adquirir autonomía en el uso de la energía son desafíos para las poblaciones, empresarios, autoridades estatales y los actores energéticos. Conlleva, además, cambios tecnológicos asociados a la incorporación de dispositivos de medición y comunicación. Las redes eléctricas emprenden así un camino hacia su versión inteligente.

<i>Provincia</i>	<i>Año</i>	<i>Normativa</i>	<i>Descripción</i>
<i>Corrientes</i>	2017	Ley 6.428	Declara de interés provincial la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables con destino al autoconsumo y a la inyección de eventuales excedentes de energía eléctrica a la red de distribución
<i>Entre Ríos</i>	2016	Decreto 4.315	Declara de interés provincial y fomenta el uso de pequeñas generaciones de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.
<i>Jujuy</i>	2017	Ley 6.023	Establece el régimen provincial para la integración de la energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables por parte de usuarios titulares del servicio eléctrico, a la red pública de distribución.
<i>Mendoza</i>	2006	Ley 7.549	Declara de Interés Provincial las actividades de generación, transporte, distribución, uso y consumo de Energía Eólica y Solar en todo el ámbito de la Provincia. Habilita a usuarios la inyección de energía por fuentes renovables a la red.
	2015	Res. EPRE 19	Aprueba el reglamento de las condiciones técnicas para la operación y facturación de excedentes de energía volcados a la red eléctrica de distribución.
<i>Misiones</i>	2016	XVI N. 118	Habilita a usuarios la inyección de energía por fuentes renovables a la red
<i>Neuquén</i>	2016	3.006	Habilita a usuarios la inyección de energía por fuentes renovables a la red
<i>Río Negro</i>	2017	Res. EPRE 64	
<i>Santa Fe</i>	2013	Res. 442	Habilita a usuarios la inyección de energía por fuentes renovables a la red, mediante aprobación del protocolo PRO-103-101.
	2016 - 2018	Decretos 1565 y 1710	Crea el programa Prosumidores, de incentivo a la autogeneración con conexión a la red.

Tabla 10: Provincias con normativa para regular la autogeneración con conexión a red. Elaboración propia.

Con la conexión de usuarios en red los usuarios se vuelven más activos, los hogares se transforman en pequeñas unidades de generación y las decisiones en materia de generación y gestión involucran a mayor cantidad de actores. Se abre así una ventana hacia la democracia energética, y hacia la concepción de la energía como un patrimonio colectivo (Fornillo, 2017), generada y consumida por los ciudadanos, de manera participativa.

Las tres fases del aprovechamiento fotovoltaico en Argentina completan las posibilidades que ofrece el recurso para satisfacer las necesidades de las poblaciones, a diferentes escalas y en contextos diversos. Si bien las tres fases dejan su huella en la memoria fotovoltaica pampeana, es la tercera la que habilita mayor protagonismo e iniciativa en estos territorios que, en algunos casos, se posicionan como pioneros y líderes a nivel nacional. En los territorios pampeanos, características propias, motivan el uso de la fotovoltaica y potencian su aprovechamiento.

Capítulo 5: A la medida pampeana

La transición energética y proyectos fotovoltaicos de distintas escalas avanzan en los territorios pampeanos de las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba. En ellas existen al mismo tiempo oportunidades y obstáculos para que los proyectos prosperen. Por un lado, altos niveles de demanda eléctrica y la existencia de situaciones disímiles en el acceso a los servicios energéticos, con regiones donde se constatan deficiencias, funcionan de motor al impulso de proyectos que provean soluciones a las comunidades. Por otro lado, la disponibilidad de recursos diversos en los territorios los posiciona estratégicamente para encarar un camino de transición. Entre los energéticos renovables se destacan los residuos de biomasa derivados de la actividad agropecuaria -en constante producción en las zonas rurales de los territorios-; vientos de niveles privilegiados en el sur de la provincia de Buenos Aires; y potencial de aprovechamiento solar. Si bien no se dispone del nivel de recurso fotovoltaico que existe en las regiones del Noroeste y Cuyo, estos territorios igualan e incluso superan en radiación por unidad de superficie a países líderes en generación fotovoltaica en el mundo. Además de recurso solar, existe en las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba una desarrollada infraestructura en vías terrestres y fluviales que permiten el traslado de personas, equipamiento e insumos. Los territorios pampeanos poseen también recursos humanos de alta formación, capaces de desarrollar y conducir proyectos energéticos. Frente a estas oportunidades, algunas condiciones financieras, técnicas y regulatorias, complejizan el camino a recorrer para concretar proyectos y actúan así como obstáculos al despliegue fotovoltaico.

5.1 Deficiencias en el servicio

Los territorios pampeanos localizados en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe representan el nodo más importante de producción agropecuaria, siendo

predominantes los cultivos de cereales y oleaginosas. Un importante tejido industrial, principalmente del rubro metalúrgico y alimenticio, se destaca. La mayor cantidad de establecimientos fabriles se encuentra en torno a las ciudades de Buenos Aires, Córdoba y Rosario (IGN, 2017). Juntas, las tres provincias contribuyen con el 70% de las exportaciones argentinas (INDEC, 2023b).

Los territorios pampeanos concentran la mayor proporción de habitantes del país, equivalente al 54% de la población nacional (INDEC, 2022). La provincia de Buenos Aires cuenta 17.5 millones de habitantes. Los partidos del Gran Buenos Aires reúnen la mayoría de esa población, aunque solamente considerando el interior de la provincia, es también la primera en habitantes del país (cerca a 6 millones). Córdoba es la segunda provincia más poblada, con 3.9 millones de habitantes. Mayoritariamente, la población se nuclea en el centro de la provincia, en torno a la ciudad de Córdoba, y los cinco departamentos que la rodean: Punilla, Santa María, Colón, Río Primero y Río Segundo. La provincia de Santa Fe se ubica tercera a nivel nacional en cantidad de habitantes con 3.5 millones. En ella se destacan cinco centralidades: el Área Metropolitana de Rosario, el Área Metropolitana Gran Santa Fe, y las ciudades de Rafaela, Reconquista y Venado Tuerto. La calidad de vida en estas provincias es de la más alta de Argentina, con un Índice de Desarrollo Humano de 0.6 (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, 2016). Sin embargo, se registran hogares con necesidades básicas insatisfechas que llegan a representar el 46% de los hogares en esa condición del país (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, 2019).

Asociado a la densidad poblacional y las actividades económicas, estas provincias registran los mayores porcentajes de demanda eléctrica. En 2022, las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba son las que más energía eléctrica demandaron, respectivamente: 16500 GWh, 13000 GWh y 10600 GWh, lo que representó un 12%;

9,7% y 7,8% en el total de la demanda nacional -134000 GWh- (gráfico 19) (ADEERA, 2022).

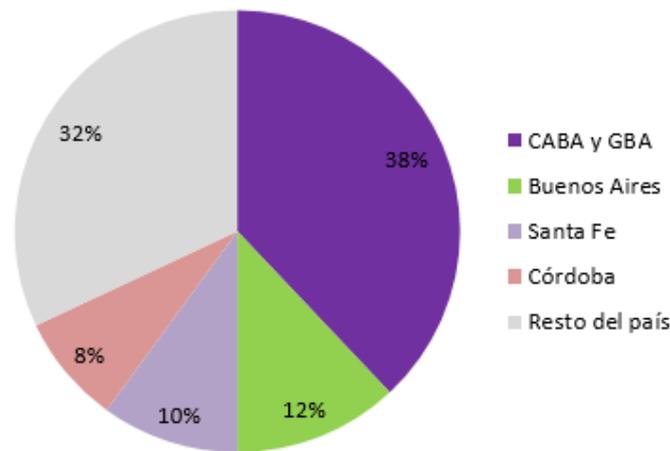


Gráfico 19: Participación de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe en total de la demanda eléctrica nacional. Elaboración propia en base a datos de ADEERA, 2022

En Buenos Aires, los más altos niveles de demanda se concentran en los distritos del Gran Buenos Aires y existe una marcada estacionalidad en la costa Atlántica. En Córdoba, el Centro y Sur registran los mayores consumos, siendo el Oeste y el Norte las regiones de menor demanda eléctrica. En Santa Fe, la demanda se concentra en el Sur (70% de la demanda de la provincia), coincidiendo con los departamentos más poblados (EPE, 2023). En Buenos Aires la demanda se distribuye en forma pareja entre usuarios residenciales (35%), no residenciales de menos de 300 kW (29%) y grandes usuarios (26%). El 10% restante corresponde a usuarios no residenciales de más de 300 kW. En Córdoba y en Santa Fe, la mayor parte de la demanda proviene de los usuarios residenciales (38% y 43% respectivamente) (gráfico 20).

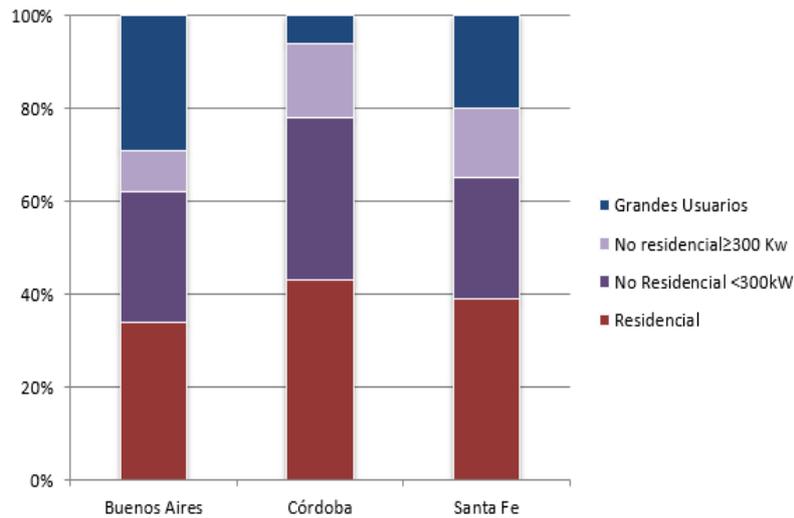


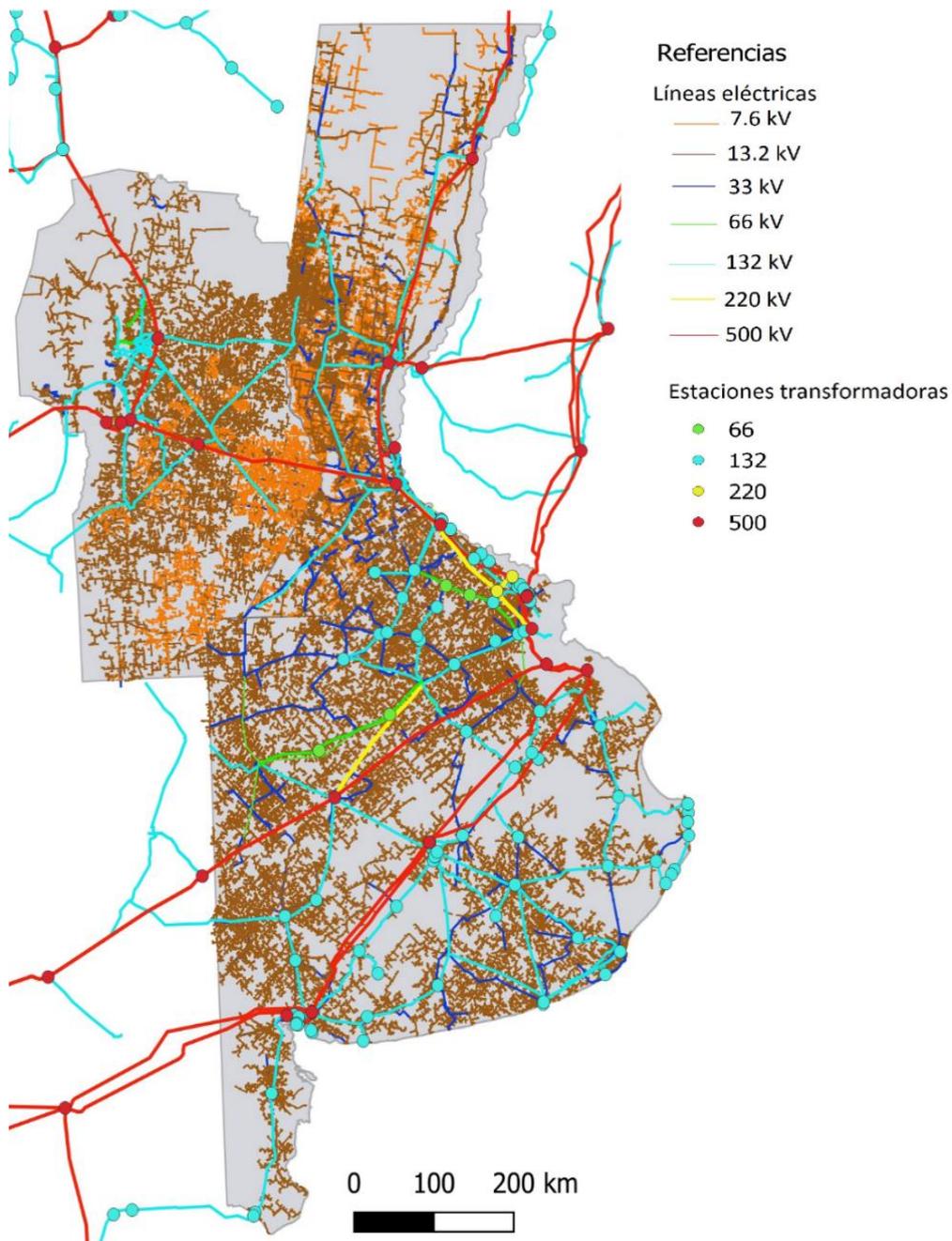
Gráfico 20: Participación en la demanda eléctrica, por tipo de usuario, en Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, en el año 2021. Elaboración propia en base a datos de ADEERA 2022.

Para abastecer esos niveles de demanda, las provincias dependen en forma mayoritaria de la energía que adquieren en el MEM¹¹⁵. En materia de interconexión, el tendido eléctrico ha seguido la lógica de atender a esas demandas, proveyendo el servicio a poblaciones urbanas y regiones productivas. Áreas que no se insertan en el modelo económico dominante, encuentran déficit de servicios (Benedetti, 2000). Las líneas de transporte existentes en los territorios pampeanos presentan mayor densidad en torno a las grandes ciudades. Las líneas de 500 kV y 220 kV son operadas por TRANSENER. Líneas menores, en Buenos Aires, son operadas por la empresa Transporte de Energía Eléctrica de la Provincia de Buenos Aires TRANSBA S.A. La Empresa Provincial de la Energía de Córdoba EPEC y Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe EPESF se encargan del transporte en sus provincias.

Si bien en comparación con el total del país, los territorios pampeanos son de los que poseen menor porcentaje de hogares sin acceso a energía eléctrica (Durán y Condori, 2016), se constata la existencia de “vacíos de interconexión”, espacios que quedan

¹¹⁵ EPEC opera 19 centrales de generación que abastecen el 70% de la demanda eléctrica cordobesa (EPEC, 2021). En Santa Fe, la generación instalada sobre la red de EPESF abasteció en 2022 el 9.7% de la demanda de la provincia (EPE, 2023).

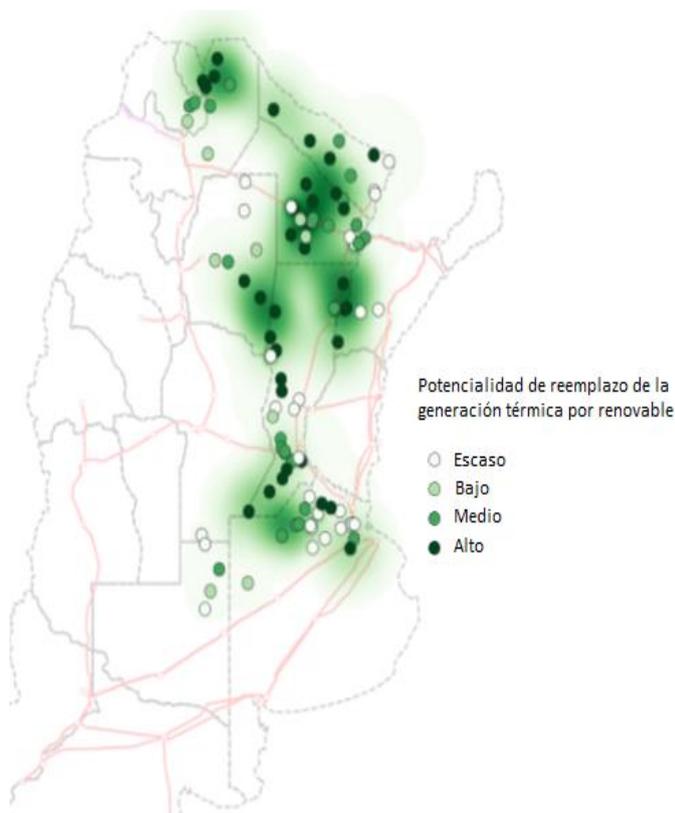
distantes del tendido eléctrico, y en los que las poblaciones no acceden al servicio por red o no disponen de un servicio seguro y estable. Se identifican 3 grandes vacíos de interconexión en los territorios pampeanos (mapa 8): el Noroeste de la provincia de Buenos Aires y la zona atlántica; el Norte de Santa Fe; el Norte y Suroeste de Córdoba.



Mapa 8: Infraestructura en redes de transporte eléctrico, estaciones y subestaciones transformadoras. Elaboración propia en base a datos base de IGN, Catálogo de Objetos Geográficos, 2017.

En regiones alejadas de las redes de mayor tensión, el servicio depende de líneas menores. En algunas de estas zonas el sistema recurre a “generación forzada”, en base a combustibles líquidos, más costosa ambiental y económicamente (mapa 9).

No solamente el acceso a la energía eléctrica difiere entre las provincias y hacia el interior de las mismas, sino también la disponibilidad de gas por red. Según el Censo Nacional del año 2022, el 38% de los hogares bonaerenses recurre al gas en garrafa para cocinar. En el caso de Córdoba y Santa Fe el porcentaje de hogares sin gas por red como combustible para la cocción alcanza el 46% y 45%,

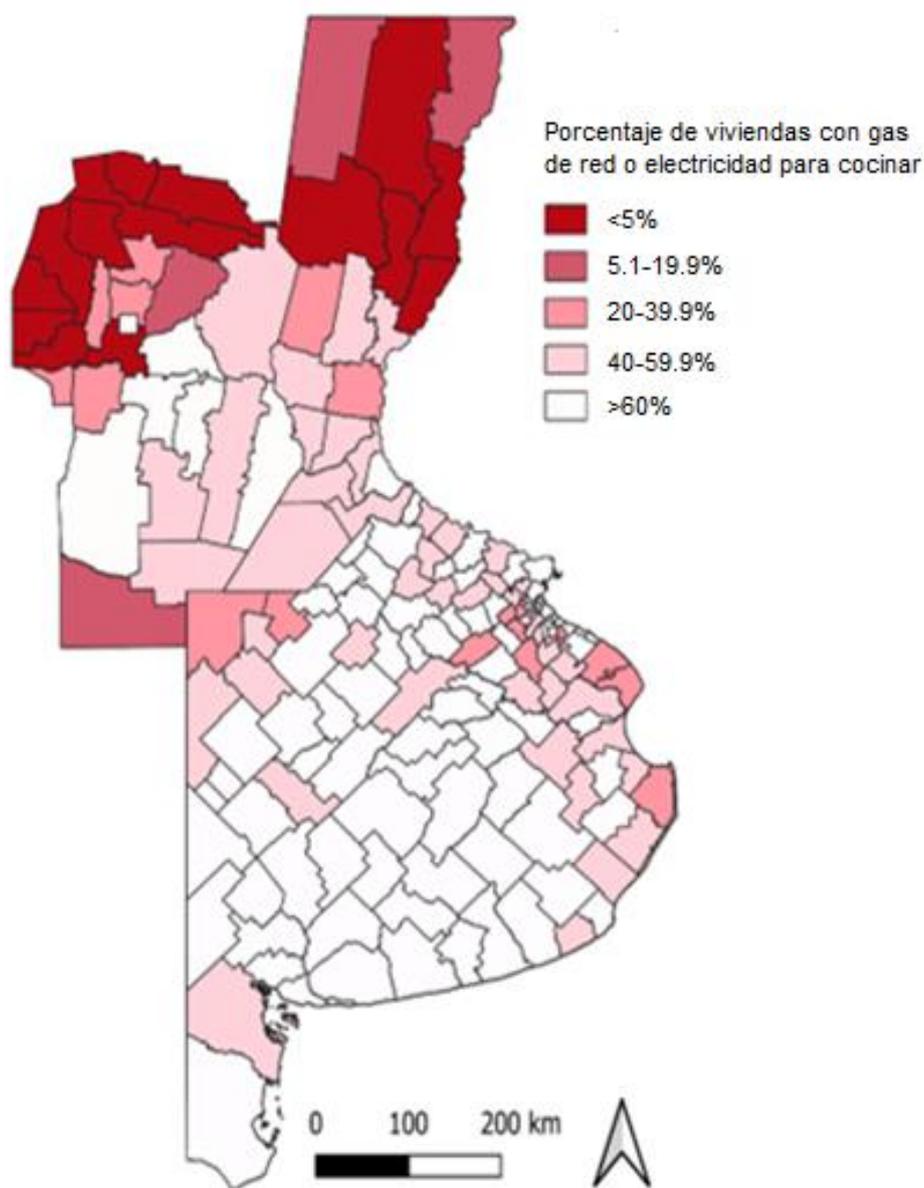


Mapa 9: Puntos de generación forzada. Fuente: CAMMESA, 2022

respectivamente. El Norte de Santa Fe¹¹⁶, y el Noroeste de Córdoba¹¹⁷ son las regiones con menor cantidad de viviendas con servicios de gas o electricidad. Los departamentos santafesinos de Vera, San Justo y San Javier, y los cordobeses de Pocho, Minas, Tulumba y Sobremonte registran la menor proporción (INDEC, 2022) (mapa 10).

¹¹⁶ En los Planes Estratégicos Territoriales de localidades como Diego de Alvear, San Gregorio y Carcarañá se hace referencia a la ausencia de equipamientos de producción de energía y a la insuficiente estabilidad de la red para propiciar el desarrollo de industrial local.

¹¹⁷ El Norte y Oeste de Córdoba son las regiones que registran mayor proporción de necesidades básicas insatisfechas en la provincia (20.6%), lo que se suma a problemáticas como tenencia precaria de la tierra, falta de infraestructura, núcleos urbanos desarticulados y no consolidados (PET, 2018).



Mapa 10: Viviendas con energía eléctrica o gas por red para cocinar, en territorios pampeanos. Elaboración propia en base a INDEC, 2022.

En las zonas con servicio eléctrico por red, se observan pequeñas localidades que padecen problemáticas energéticas, vinculadas a su ubicación en “punta de red”, esto implica que, al ser el último tramo de la línea, la tensión no es suficiente y estable. Allí los habitantes manifiestan tener un servicio precario: sufren con frecuencia cortes, micro-cortes y bajadas y subidas de tensión. Se trata de la forma de “exclusión relativa”, en términos de Pirez (2000), en tanto acceden a un servicio de menor calidad, inestable e inseguro.

Asimismo, en barrios y asentamientos populares, localizados en la periferia de grandes ciudades¹¹⁸, la infraestructura es insuficiente o deficitaria, o bien, la población no cuenta con los medios económicos para acceder al servicio. Se trata, según Pirez (2000), de “exclusión absoluta”. Según un estudio de la organización civil TECHO, en 2016, en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe se nucleaba el 71% de los asentamientos informales. En 7 de cada 10 de ellos, la mayoría de los hogares no contaba con conexión a la red eléctrica (Techo, 2016). Entre los hogares conectados a las redes es frecuente el incurrir en moras por falta de pago, que derivan en suspensión del suministro o desconexión completa, y las conexiones clandestinas e inseguras (con riesgos de incendios y/o electrocución). Problemáticas sociales, en el acceso a la vivienda, y a otros servicios básicos, se entrelazan. La exclusión eléctrica se revela así una sub-dimensión de la exclusión social (Furlán, 2011).

Así, los territorios pampeanos poseen al interior, situaciones disímiles de acceso a la energía, constatándose deficiencias. Ante ellas, recursos locales disponibles suponen una oportunidad para que se concreten proyectos fotovoltaicos capaces de mejorar el servicio y aliviar las necesidades existentes.

5.2 Disponibilidad de recursos

Frente a deficiencias energéticas en los territorios pampeanos, se dispone no sólo de recurso solar sino también de infraestructura, espacio y recursos humanos capacitados. Existen luego oportunidades variadas para el aprovechamiento fotovoltaico, y el

¹¹⁸ Según el Registro Nacional de Barrios Populares, la mayoría de los barrios populares se localizan en la periferia de ciudades como Rosario, Santa Fe, y Córdoba Capital, con 156, 52, y 118 barrios populares, respectivamente (RENABAP, 2020).

surgimiento de proyectos sostenibles que contribuyan a mejorar los servicios a las poblaciones.

Los niveles de radiación solar son aprovechables para generación eléctrica (Aristegui et al., 2018; Grossi Gallegos, 2009; Grossi Gallegos y Righini, 2007). Distintos indicadores permiten conocer y evaluar el recurso con que se cuenta y las posibilidades de generación (Tabla 11). Esto favorece planificar proyectos, tomar decisiones, y concretar acciones para su aprovechamiento como fuente de energía (Aristegui et. al, 2018).

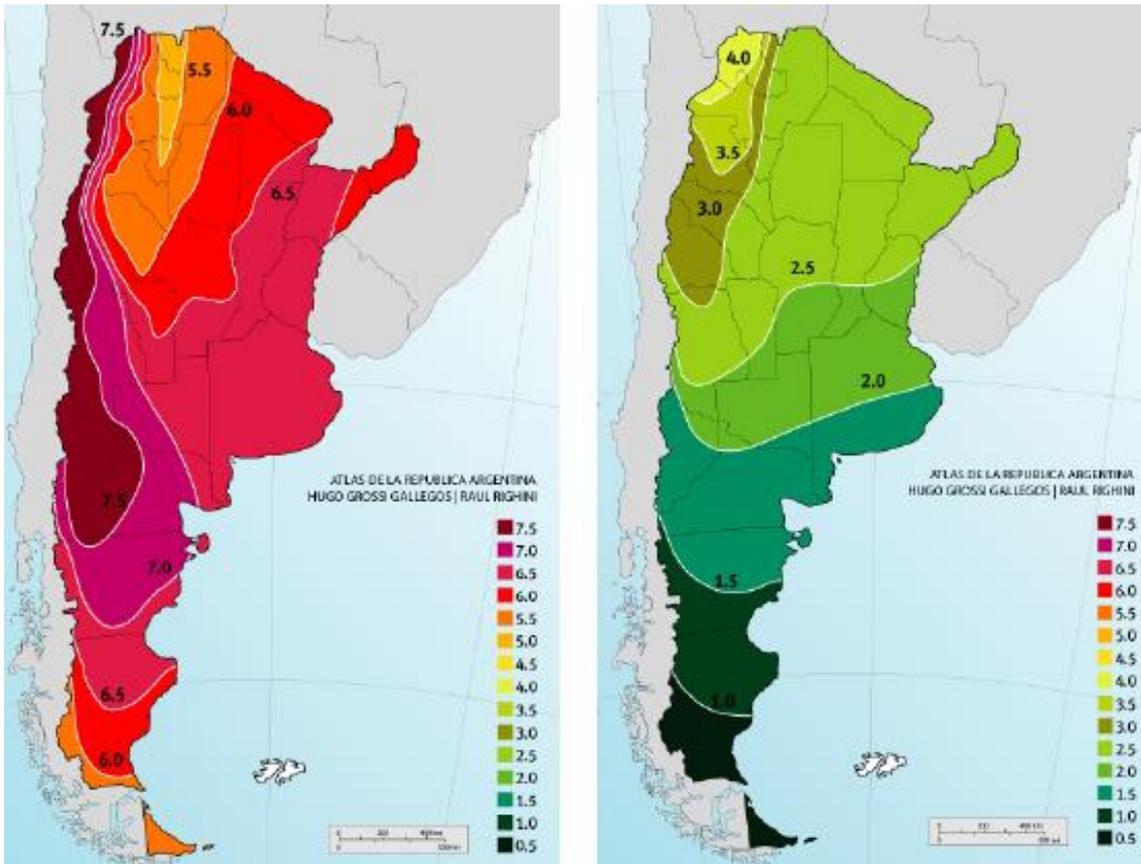
<u>Indicador</u>	<u>Descripción</u>	<u>Santa Fe</u>	<u>Buenos Aires</u>	<u>Córdoba</u>
Irradiación Global Horizontal IGH	Energía que recibe una unidad de superficie sobre un plano horizontal, en una determinada localización geográfica ¹¹⁹ .	1790-1860 kWh/m2/año	1650-1780 kWh/m2/año	1800-1950 kWh/m2/año
Heliofanía	Horas diarias de brillo solar	5-8 horas/día	4-9 horas/día	5-8 horas/día
Potencial de generación por kWpico	Energía que genera un sistema en condiciones estándar	1800 -1860 kWh/kWp/año	1700-1790 kWh/kWp/año	1800-1900 kWh/kWp/año
Irradiación Normal Directa	Cantidad de energía que recibe una unidad de superficie que se mantiene perpendicular a los rayos del Sol	1950-2000 kWh/m2//año	1780-2000 kWh/m2//año	2000-2300 kWh/m2//año
Factor de capacidad	Cociente entre la energía generada y la energía posible de generarse funcionando a plena carga todas las horas del año. Indica cuánto de la capacidad instalada se transformó en energía generada.	Entre 22% y 27%, según proyectos presentados en Renovar.		

Tabla 11: Indicadores para evaluar recurso fotovoltaico y potencial de generación. Valores anuales para las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba. Elaboración propia en base a datos de Grossi Gallegos y Righini (2007), Global Solar Atlas (2023) y Secretaría de Energía (2019b).

Según las cartas presentadas en el Atlas de Energía Solar de la República Argentina, en el mes de enero, se registran, por día, 6.5 kWh/m2 de IGH en la provincia de Buenos Aires, Sur de Córdoba y Centro y Sur de Santa Fe (mapa 11). En el mes de julio, los mejores valores (2.5 kWh/m2) se dan en el Centro y Norte de Córdoba y Santa Fe, y los

¹¹⁹ Cada situación de inclinación y orientación brindará mayor o menor energía con respecto al plano horizontal, dependiendo de la latitud y momento del año. La Secretaría de Energía (2019a) publicó tablas con los cocientes de transposición para inclinaciones que varían entre 0° y 90°, para cada jurisdicción provincial.

más bajos (1.5 kWh/m²) en el Sur de la provincia de Buenos Aires. Con respecto a la heliofanía efectiva, en el mes de enero se registran, en promedio, 8 horas de brillo solar en la provincia de Santa Fe, el Este de la provincia de Buenos Aires, y Norte y Centro de Córdoba. En el mes de julio, el promedio de heliofanía es de 4 horas en gran parte de la provincia de Buenos Aires, y 5 horas en Santa Fe y Córdoba (Grossi Gallegos y Righini, 2007).



Mapa 11: Distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria (kWh/m²) correspondiente a los meses de enero y julio. Fuente: Grossi Gallegos y Righini, 2007.

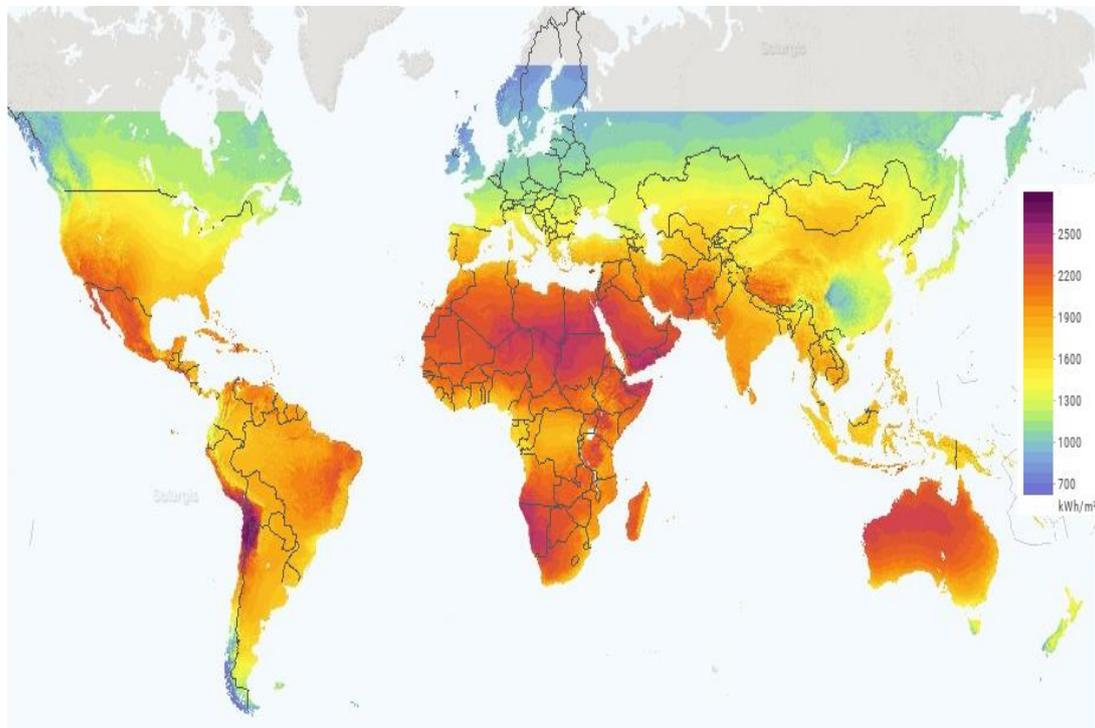
Con respecto al potencial de generación eléctrica por kW pico instalado, según el Atlas Solar Global¹²⁰, en los territorios pampeanos el potencial de generación se ubica entre 1700 y 1900 kWh por kWp. Este nivel puede considerarse alto si se lo compara con el de países que lideran en incorporación de la tecnología fotovoltaica, tales como España y Alemania (ver recuadro 7).

¹²⁰ Desarrollado por el Banco Mundial, presenta datos en forma de promedios diarios y anuales para el período 1999-2018.

Recuadro 7. Dos casos de éxito fotovoltaico en Europa

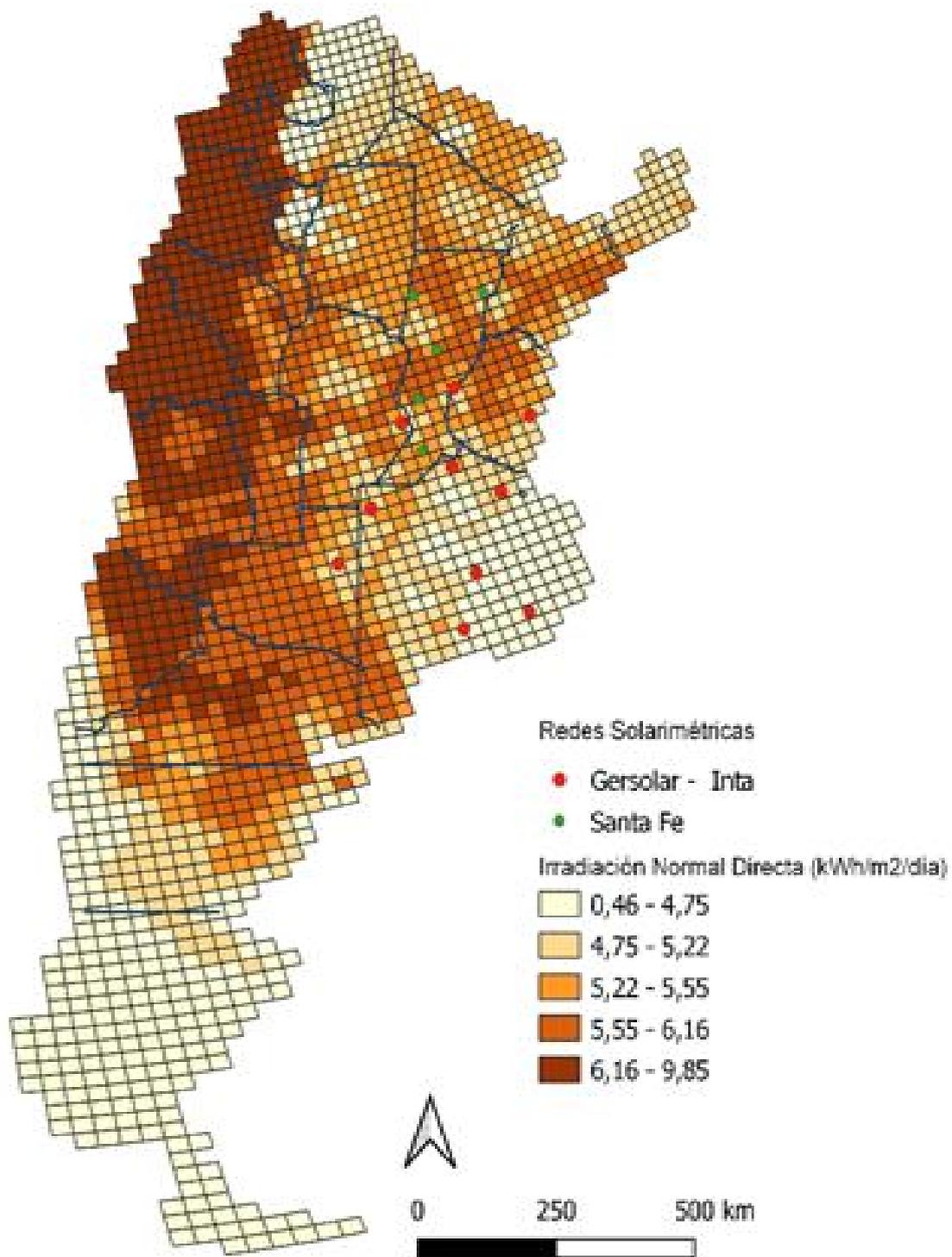
A partir de su política de *Energiewende* o Transición Energética, Alemania se ha convertido en líder en incorporación de renovables en su matriz, principalmente de origen fotovoltaico. Dispone de irradiación global horizontal (IGH) de entre 1000 y 1200 kWh/m²/año, con una capacidad de generación de 1183 kWh por cada kWpico instalado, en las regiones más meridionales (Global Solar Atlas). En esta tecnología ha desarrollado uno de los mercados más grandes del mundo: en 2019 se ubicó en cuarto lugar en cuanto a capacidad instalada (después de China, Estados Unidos y Japón), alcanzando los 49 GW (REN 21; 2020).

Desde fines del siglo XX, España ha sido pionera a nivel mundial en la instalación de energía solar fotovoltaica. La popularidad de la autogeneración domiciliar llevó al gobierno a establecer un “impuesto al sol”. Su eliminación, a fines de 2018, llevó a un aumento de este tipo de instalaciones. El país, cuenta con un nivel de IGH que llega a 1840 kWh/m²/año en la región de Almería, uno de los enclaves con mayor radiación solar de Europa. Allí, el potencial de generación por kW pico instalado es de 1746 kWh (Global Solar Atlas). En 2019 lideró en Europa en nuevas adiciones de potencia instalada, y acumuló 10 GW (REN 21; 2020).



Mapa 12: Distribución del recurso fotovoltaico, niveles de IGH (kWh/m²). Fuente: Global Solar Atlas, 2023

Otra forma de medir el recurso es a través de la Irradiancia Normal Directa. Según el Atlas Solar Global, ésta va desde 4.9 kWh/m²/día en el Sudeste de Buenos Aires, hasta 5.9 kWh/m²/ día en el Oeste de Córdoba. La Secretaría de Energía de la Nación ha elaborado cartografía con datos del recurso a partir de este indicador (mapa 13).



Mapa 13: Irradiación Normal Directa en Argentina, y estaciones solarimétricas. Elaboración propia en base a datos de Secretaría de Energía, 2018.

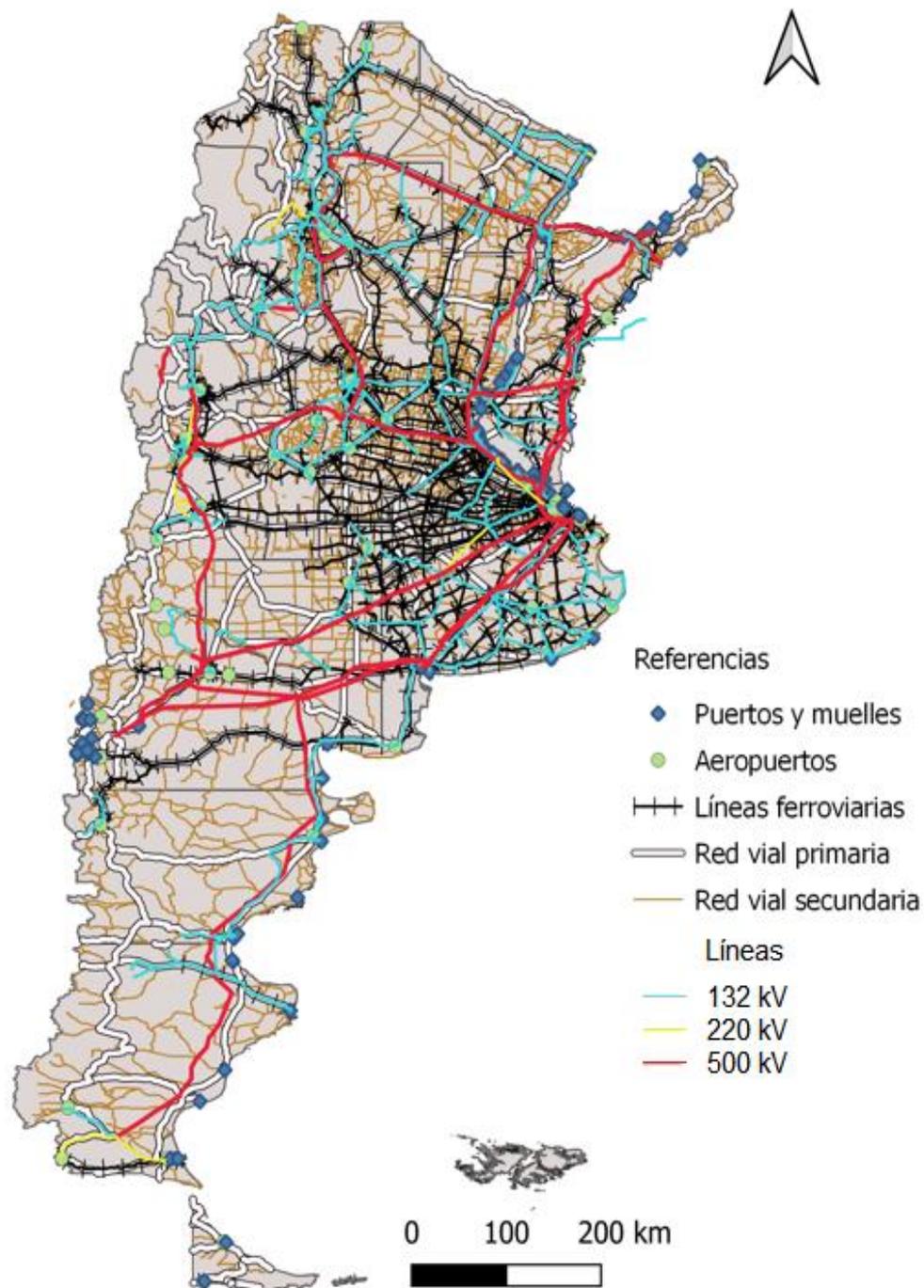
El factor de capacidad¹²¹, o factor de planta (tabla 11) promedio de una planta fotovoltaica se encuentra en Argentina en torno al 26% (Secretaría de Energía, 2022). Para los territorios pampeanos, los datos informados por proyectos presentados al programa Renovar indican un factor de planta del 22% en Córdoba y 27% en Santa Fe (Secretaría de Energía, 2019b).

A fin de evaluar mejor el recurso, cada vez más aplicaciones se ponen a disposición de empresas y usuarios permitiéndoles estimar el potencial de generación para una determinada instalación fotovoltaica en una ubicación dada. Es el caso, por ejemplo, del calculador solar para la provincia de Buenos Aires al que se puede acceder en el sitio web del PROINGED (Programa Provincial de Incentivos a la Generación Distribuida) y que facilita el diseño de un proyecto. Además, desde la provincia de Córdoba se elaboró el Mapa Solar Provincial, a partir de información del Atlas de Energía Solar de la República Argentina (Grossi Gallegos y Righini, 2007) y de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA). En Santa Fe, la Secretaría de Estado de la Energía creó su red solarimétrica, ubicada en 5 puntos: Tostado, Reconquista, Elisa, Cañada Rosquín, y Firmat. La multiplicación de instalaciones y estaciones de medición para evaluar el recurso solar señala el interés existente en conocer, en forma cada vez más precisa, su distribución y su potencial de aprovechamiento.

Niveles óptimos de recurso se conjugan con disponibilidad de infraestructura de transporte terrestre, aéreo e hídrico, particularmente desarrollada en torno al centro del país, en las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba (mapa 14). Ello permite la

¹²¹El Factor de Capacidad (FC) de la tecnología fotovoltaica se asocia a la variabilidad del recurso solar en diferentes partes del mundo. Mejoras tecnológicas permiten aumentarlo, por ejemplo a través de: incorporación de sistemas de seguimiento, o *trackers*, mejoras en los inversores, mejora continua de la industria de los módulos fotovoltaicos, que aumenta su eficiencia (Secretaría de Energía, 2019).

movilidad de personas, bienes, insumos y equipamientos, posibilitando que los proyectos de generación eléctrica dispongan de lo necesario para instalarse en los territorios y funcionar. Infraestructura eléctrica resulta clave para incorporar nuevos proyectos de generación al sistema¹²²



Mapa 14: Infraestructura de transporte terrestre, aéreo e hídrico y líneas de transporte eléctrico. Elaboración propia en base a datos IGN, Catálogo de Objetos Espaciales versión 2.0

¹²² La ronda 3 de Renovar (Mini Ren) se destinó a proyectos de menor potencia para aprovechar la capacidad de transporte existente (Costantini y Di Paola, 2019).

Los territorios pampeanos se caracterizan por la actividad agropecuaria, disponiendo de tierras fértiles para cultivos agrícolas y la cría de ganado. Necesidades de riego o de climatización de salas de cría alientan la combinación de la actividad agropecuaria y la generación fotovoltaica, permitiendo optimizar las ecuaciones económicas de las actividades¹²³. Al mismo tiempo, existen espacios rurales y periurbanos no aptos para la explotación agropecuaria, por condiciones topográficas que reducen significativamente los rendimientos¹²⁴, o por disposiciones de uso de suelo que la prohíben en cercanías de zonas urbanas. Esos espacios son susceptibles de alojar proyectos energéticos.

En cuanto a los recursos humanos, la existencia de oferta académica superior y universitaria, estatal y privada, posibilita la capacitación de técnicos y profesionales que se convierten en insumos para el diseño y ejecución de proyectos fotovoltaicos. Los territorios pampeanos son privilegiados en este aspecto, al contar con un gran número de instituciones universitarias. Comparando con el total de establecimientos universitarios del país, las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe son las que los poseen en mayor cuantía: 44 en provincia de Buenos Aires, 15 en Córdoba y 14 en Santa Fe (Ministerio de Educación, 2019). Más de la mitad de los graduados universitarios de Argentina se encuentran distribuidos entre las tres provincias (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, 2019). Asimismo, institutos de investigación y desarrollo son mayoritarios en estos territorios: el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se compone de 804 instituciones de Investigación y Desarrollo, el 34% de ellas en el Área Metropolitana de Buenos Aires y el 18% en las cuatro ciudades más grandes del país

¹²³ Algunos estudios señalan que la sombra que proyectan los módulos fotovoltaicos disminuye la evaporación y puede reducir el consumo de agua de riego hasta un 20 %. Asimismo, la existencia de cultivos reduce la temperatura en la parte inferior de los módulos, contribuyendo a aumentar su eficiencia (Jung y Salmon, 2020).

¹²⁴ El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA identifica los suelos pampeanos de acuerdo a diferentes limitaciones para la actividad agrícola (insuficiente drenaje, salinidad, erosión hídrica, erosión eólica, etc). Algunas de ellas, las superficies inundables y aquellas no aptas para la agricultura podrían ser susceptibles de alojar proyectos energéticos.

(entre las que se incluyen, Córdoba y Rosario) (Argentina Urbana PET, 2018). En distintas universidades nacionales emerge una rica oferta académica de grado y posgrado, con carreras vinculadas a las energías renovables, así como laboratorios y centros de investigación abocados a producir conocimiento en la temática (ver recuadro 8).

Recuadro 8: Mosaico académico

Resultan ejemplares las actividades que, con enfoques variados, realizan algunas instituciones en materia de formación e investigación en energía fotovoltaica y renovable. En la Universidad Nacional de Luján, existe desde 2002 el Grupo de Estudio de la Radiación Solar, “GerSOLAR” (ver recuadro 4). En la Universidad Nacional de Río Cuarto el Grupo de Energía Solar GES se constituye como equipo interdisciplinario dedicado a la investigación y desarrollo de esta fuente. Adicionalmente, la universidad cuenta entre sus carreras la Ingeniería en Energías Renovables. Desde el Comité de Energías de Córdoba CEC, dependiente del Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad CIECS (CONICET-Universidad Nacional de Córdoba) se busca aportar soluciones técnicas y económicas para municipios, empresas y cooperativas eléctricas en materia de transición, energías renovables y eficiencia. La Universidad Nacional de San Martín, además de contar con carreras como la Ingeniería en Energía y el Diploma en Transición Energética, tiene experiencia en investigación y aplicación de la energía solar. Como parte del consorcio IRESUD, ha impulsado instalaciones conectadas a la red. Desde 2018 cuenta con una instalación fotovoltaica ubicada en el Centro Tecnológico FUNINTEC que inyecta energía solar a la red eléctrica del Campus Miguelete. La iniciativa se enmarca en un convenio entre la UNSAM y la Comisión Nacional de Energía Atómica y está financiada por la Fundación Innovación y Tecnología. En la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires UNNOBA, se trabaja en desarrollos desde el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Energías Renovables (LIDER) y, con un abordaje multidimensional e interdisciplinario, se integran las problemáticas energéticas a los estudios del territorio en el Centro de Estudios sobre Territorio, Energía y Ambiente (TEAM). Además, a nivel de grado se dicta la asignatura Energía y Sostenibilidad y en posgrado la Maestría en Energías Renovables y su Gestión Sustentable. Periódicamente, la UNNOBA brinda, además, cursos de capacitación para instaladores de energía solar térmica y fotovoltaica. Formar recursos humanos para la instalación y mantenimiento de equipos es también parte de la oferta de la Universidad Nacional de Rosario y de la Universidad Tecnológica Nacional UTN. En la UTN facultad regional Rosario, se creó el Observatorio de Energía y Sustentabilidad, donde, en forma conjunta con docentes del Departamento de Ingeniería Eléctrica, se brindan cursos de capacitación en energías renovables y sustentabilidad. En forma articulada, la Universidad Nacional del Centro, UNICEN, y la Federación de Cooperativas de Electricidad y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires (FEDECOBA), lanzaron en agosto de 2022 la Diplomatura en Energías Renovables y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable, de dictado en modalidad virtual. En la misma resultaron inscriptos más de 30 interesados, provenientes del sector cooperativo (FEDECOBA, 2022).

Recursos varios se encuentran disponibles en los territorios pampeanos, susceptibles de ser aprovechados para el bienestar de las poblaciones. Diferencias en el acceso y la calidad del servicio eléctrico en los territorios motivan proyectos energéticos que contribuyan a una mayor inclusión y maximicen las posibilidades de crecimiento. Sin embargo, condiciones financieras, técnicas y regulatorias pueden actuar como obstáculo y limitar el despliegue de proyectos.

5.3 Condiciones limitantes

A pesar de contar con recursos que posibilitan el desarrollo de proyectos, la participación de la fotovoltaica entre las tecnologías instaladas en territorios pampeanos es acotada (tabla 12).

Potencia instalada para generación eléctrica (MW)

<u>Tecnología</u>	<u>Buenos Aires</u>	<u>Córdoba</u>	<u>Santa Fe</u>	<u>Total</u>
Térmica conv.	13787.0	1465.0	3040.0	18292.0
Nuclear	1107.0	648.0		1755.0
Eólica	1195	127.8		1322.8
Hidroeléctrica		888.5		888.5
Fotovoltaica	16.1	38.3	8.4	62.8
Térmica (Biogás).	34.9	14.6	9.8	59.3
<u>Total</u>	16140.0	3183.2	3058.0	22380,2

Tabla 12: Potencia instalada para generación eléctrica, por provincia y tecnología. Elaboración propia en base a datos de CAMMESA (Base Informe Anual 2022), PROINGED y Secretaría de Energía, 2023c.

Los territorios pampeanos concentran, distribuidas en forma heterogénea, 80 centrales de generación eléctrica a partir de fuentes térmicas que suman 18292 MW (Tabla 12). Esto representa el 72 % de la capacidad instalada en generación térmica en Argentina (CAMMESA, 2023b). De ese total, 53 centrales se emplazan en la provincia de Buenos Aires, 14 en Córdoba¹²⁵ y 13 en Santa Fe. Además, las 3 centrales nucleares del país se ubican en estos territorios: Atucha y Atucha II en Zárate, provincia de Buenos Aires; y Embalse, en Córdoba. Córdoba dispone también de 9 centrales hidroeléctricas renovables, 1 central hidroeléctrica mayor a 50 MW, 1 central hidroeléctrica de bombeo

¹²⁵ De ellas, 5 centrales térmicas y 1 central de ciclo combinado pertenecen a EPEC (EPEC, 2021).

y 2 pequeños aprovechamientos hidráulicos (EPEC, 2021). La potencia instalada en tecnología fotovoltaica corresponde a: grandes plantas fotovoltaicas instaladas en Córdoba (MATER); plantas fotovoltaicas de mediana escala en Buenos Aires (PROINGED) y en Santa Fe (parque solar San Lorenzo); y la potencia instalada por usuarios-generadores en el marco de la Ley 27424, en Córdoba y Buenos Aires, en parques solares comunitarios en Córdoba, y por prosumidores en Santa Fe.

Los proyectos fotovoltaicos son llevados adelante por actores que, o bien por compromiso y voluntad de cambio, o bien por expectativa de rentabilidad, logran superar las adversidades que se les presentan. Así logran avanzar a pesar de enfrentar dificultades, entre las que se incluyen el requerimiento de una inversión elevada y riesgosa, con limitado acceso al financiamiento, la frecuente indisponibilidad de tecnología y la necesidad de competir con energía convencional subsidiada, en un marco de inestabilidad económica y cambiaria. Estas condiciones limitantes desalientan, desincentivan y/o bloquean las posibilidades de éxito de algunos proyectos.

5.3.1 En el financiamiento

En los territorios pampeanos, la mayoría de los actores del sector energético y fotovoltaico -empresas distribuidoras, tanto públicas como privadas, y también desarrolladores de proyectos y prestadores de servicios de instalación y mantenimiento- coinciden en mencionar al financiamiento como el principal obstáculo para que los proyectos puedan concretarse, en todas las escalas. Se destaca el mercado de crédito local como poco desarrollado¹²⁶ y el encarecimiento del crédito externo. La Cámara Argentina

¹²⁶ La escasa experiencia de los bancos en la financiación de proyectos renovables se asocia a mayores exigencias de requisitos y garantías que dificultan el cierre del financiamiento (Costantini y Di Paola, 2019).

de Energías Renovables CADER señala que el sistema financiero argentino tiene escasa profundidad y plazos limitados, lo cual obliga a una alta participación de capital propio en el financiamiento de las empresas argentinas y, en particular, de las pequeñas y medianas empresas. Además, en Argentina, el costo del capital es elevado, más aún en casos de proyectos que requieren una inversión inicial alta y que están más expuestos a riesgos de mercado (CADER, 2021).

En el caso de proyectos de gran escala, acceder a costos financieros competitivos -local o internacionalmente- condiciona la posibilidad de desarrollo del sector. El programa de licitación de potencia Renovar reintrodujo en Argentina la posibilidad de financiamiento a través del mecanismo de *project finance*, esto es, la estructura crediticia por la cual el financiamiento no se apoya en la solvencia de los dueños del proyecto, sino en el desempeño técnico, económico y financiero del proyecto financiado¹²⁷. Esta posibilidad se pensó con la finalidad de favorecer que los proyectos logaran el financiamiento necesario. Sin embargo, ciertas condiciones macroeconómicas son también determinantes para quienes estiman la viabilidad de un proyecto para decidir financiarlo: estabilidad política e institucional, previsibilidad fiscal y regulatoria, convertibilidad y libre entrada y salida de divisas (Martínez de Hoz y Blanco; 2018).

En Argentina se suman las dificultades para convertir la moneda nacional en extranjera. Si bien los contratos de abastecimiento entre CAMMESA y los generadores se fijan en moneda extranjera (USD), el precio se pesifica al tipo de cambio aplicable a la fecha en la que se realice el pago al generador. El desdoblamiento del tipo de cambio, y la imposición de un “cepo cambiario” actúa como obstáculo. La inestabilidad impositiva también ejerce un peso negativo. Si bien en los contratos Renovar se reconoce el derecho

¹²⁷ El repago del capital y los intereses que corresponden a los prestamistas dependen de la capacidad del proyecto de generar un flujo de caja suficiente para cubrir la financiación y un retorno para los inversores.

del generador a solicitar una modificación del contrato de venta de energía cuando el cambio en la normativa ha alterado de manera sustancial las premisas comerciales, no se establecieron directivas para aceptar o rechazar un pedido de ajuste, ni plazos para expedirse.

El programa Renovar buscó favorecer el cierre de financiamiento al incluir el FODER y las garantías del Banco Mundial. Estas garantías apuntaron a mitigar los riesgos inherentes a estos proyectos y permitir de este modo que los proyectos accedieran a créditos, al reducir el costo de financiación. Aún así, y a pesar de que los costos de la tecnología venían en caída, el obstáculo financiero sigue siendo de peso mayor. Al tratarse de tecnología importada, los costos son en moneda extranjera, y, por lo tanto, difíciles de afrontar frente a un escenario de devaluación. Además, al momento de presentar la oferta, se debe constituir una garantía de mantenimiento de la misma (35.000 USD por MW ofertado). Esto explica la elevada participación de empresas de capitales extranjeros al frente de los proyectos fotovoltaicos adjudicados, o en asociación con actores locales en calidad de inversores (ver capítulo 4.2). Además, gran parte de los proyectos adjudicados por empresas nacionales han solicitado la cancelación de los contratos con CAMMESA, al no poder concretarlos, por falta de financiamiento¹²⁸. Los proyectos adjudicados en la Ronda 3 encuentran mayores dificultades. A fines de 2021 la Resolución 1260 ofreció a los proyectos paralizados condiciones flexibles para la rescisión del contrato o la prórroga del mismo.

¹²⁸ Ejemplos de estos proyectos son los adjudicados por la Empresa Mendocina de Energía y luego adquiridos por Grupo Ceosa (Argentina) –Anchoris, General Alvear, La Paz, Lavalle, y Luján de Cuyo, por 92.5 MW-; proyectos de la empresa 360 Energy –Tocota, Nonogasta II, Nonogasta IV, Villa Dolores, Añatuya por un total de 119.8 MW-, y el proyecto Arroyo Cabral de la Empresa Provincial de la Energía de Córdoba de 40 MW.

A baja escala, para usuarios que deciden ser también generadores, el financiamiento también es un obstáculo. La inversión inicial, de hecho, es más alta en términos unitarios, al no lograr economías de escala. El costo de un equipo domiciliario promedio, de 1.5 kW, sin contar la instalación (en torno a los 500 USD, según testimonios de instaladores), supera los 3700 USD (tabla 13).

ÍTEM	COSTO (USD)
Módulo fotovoltaico 340W-24V	464 (cada 2 unidades)
Módulo fotovoltaico 150 W-24V	165
Inversor a red	2185
Estructuras soporte	Para techo: 461
TOTAL	3739

Tabla 13: Costo de equipamiento para instalación fotovoltaica de 1.5 kW, sin incluir IVA (21%). Fuente: elaboración propia en base a lista de precios proporcionados por empresa FIASA, agosto de 2023.

Para contrarrestar la limitante del financiamiento, el régimen nacional de fomento a la generación distribuida (Ley 27.424) creó el Fondo para la Generación Distribuida de Energías Renovables (FODIS) destinado a facilitar la inversión por parte de quienes deseen devenir usuarios-generadores. En 2019 el Banco Nación lanzó la línea de créditos personales “Energía sustentable”, con escasa repercusión en el sector. En enero de 2023, la Secretaría de Energía y el Banco Argentino de Desarrollo (BICE) lanzaron una línea de créditos a tasa preferencial destinada a la adquisición por parte de comercios o empresas de equipos de generación renovable. A nivel provincial se han instrumentado medidas de estímulo (Créditos Dale Eco, en Córdoba; Prosumidores y Programa “ERA”, en Santa Fe), con alcance limitado. En 2023 YPF Solar¹²⁹ con el Banco Santander lanzaron un programa de créditos para financiar equipamiento relacionado a la autogeneración y el almacenamiento de energía. Se financia la totalidad del proyecto,

¹²⁹ La división fotovoltaica de YPF, comercializa equipamientos de energía solar, soluciones de almacenamiento de energía eléctrica y de autogeneración renovable.

“llave en mano”, con plazos de hasta 4 años, a individuos y empresas. En este caso, referentes del sector de instalación manifiestan que estas facilidades han motorizado algunos proyectos, en su mayoría por parte de empresas que, ante el contexto macroeconómico adverso, priorizan realizar una inversión que luego se traduzca a gastos evitados. Para los usuarios domésticos, el acceso al financiamiento permanece una limitante.

5.3.2 En costos y tecnología

La importancia del financiamiento como limitante se explica desde los costos asociados a los proyectos fotovoltaicos que, a pesar de que, en el mundo, han disminuido en más de un 80% en el período 2010-2020 (gráfico 21), siguen siendo elevados. En promedio en 2021, el costo total instalado de un proyecto de gran escala llegó a 857 USD/kW, registrándose variaciones entre los países, a causa especialmente de los “costos no técnicos¹³⁰”(IRENA, 2022).

Los costos de inversión¹³¹, o en inglés *Capital Expenditures* (CAPEX), en un proyecto de generación de energía eléctrica varían en función de su capacidad instalada, su factor de capacidad y la tecnología utilizada. Corresponden a



Gráfico 21 : Costo total instalado promedio de proyecto fotovoltaico de gran escala, para el período 2010-2020. Elaboración propia en base a datos de IRENA, 2022

¹³⁰ Mientras los componentes técnicos (módulos, inversores, cableado, etc) tienen un mercado global y, por lo tanto, precios uniformes, las instalaciones fotovoltaicas varían en costo dependiendo del país en que se encuentren. Razones para estos cambios incluyen diferencias en los permisos y requisitos legales, licencias y conexión a la red y diferencias en la madurez del mercado fotovoltaico local (Jäger-Waldau, 2019).

¹³¹ Los costos de inversión pueden clasificarse en costos de equipamiento, costos de instalación y costos blandos. Estos últimos, también llamados *soft costs*, costos suaves, o costos indirectos, están dados por todo costo que no se desprende directamente de la mano de obra y materiales utilizados en el esfuerzo de construcción.

los costos en que se incurre por la construcción de las obras civiles, la compra e instalación de equipos eléctricos y mecánicos, la adquisición de predios y la ejecución de estudios y diseños técnicos, económicos y ambientales.

En Argentina, en el año 2021 el costo de un proyecto fotovoltaico de gran escala alcanzaba un promedio de USD 880 el kW (IRENA, 2022). Ese costo se compone en un 66% de costos de equipamiento, principalmente dado por el costo de los módulos (36%). El costo restante se compone de los costos blandos -dentro de los cuales los costos de financiación y los permisos y habilitaciones son los de mayor peso-, y los costos de instalación (gráfico 22).

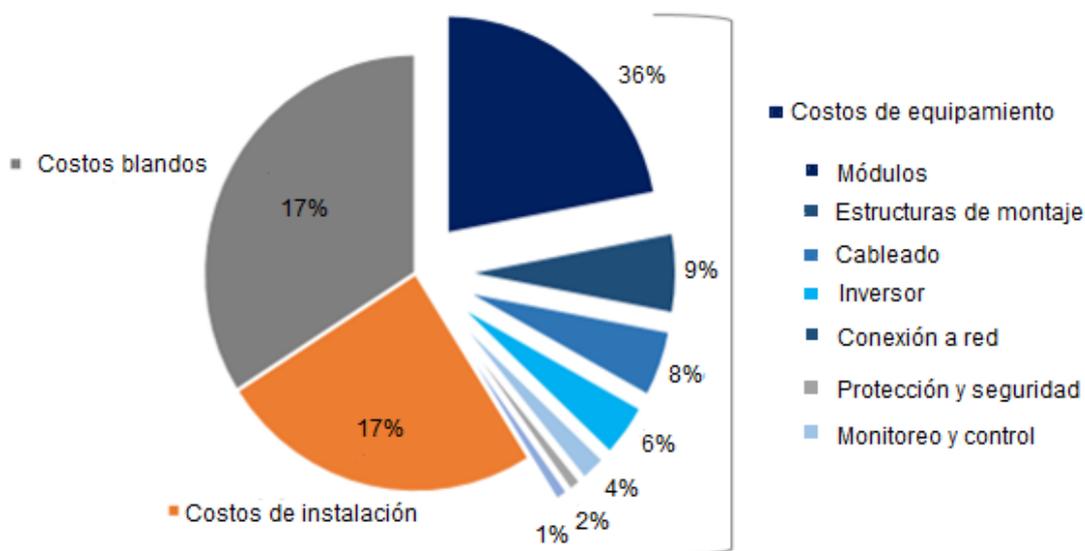


Gráfico 22: Estructura de costos de un proyecto fotovoltaico para Argentina en 2021. Elaboración propia en base a IRENA, 2022.

Los costos de operación y mantenimiento (*Operational Expenditures OPEX*) son los costos en los que incurre el proyecto durante su vida operativa para el funcionamiento de la planta y el mantenimiento de la misma. Estos incluyen: personal de vigilancia, limpieza de paneles, mantenimiento del predio (por ejemplo, control de malezas y/o poda

de vegetación que pueda proyectar sombra sobre los paneles), mantenimiento preventivo y predictivo de inversores, sistema de monitorización. Los costos de operación y mantenimiento no son significativos en un proyecto fotovoltaico ya que no hay movimiento de piezas que produzca desgaste. La degradación en el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos se estima en un 0,25% por año y el gasto en repuestos de insumos es mínimo (Trincavelli, 2017).

Acceder a tecnología importada es de vital importancia para los proyectos fotovoltaicos.

Sin embargo, la falta de reservas de divisas del Banco Central¹³² dificulta la importación de equipos e insumos. Si bien un tejido productivo comienza a conformarse (ver recuadro 9), el mercado fotovoltaico es prácticamente dominado por industria extranjera (principalmente de origen chino en el caso de los módulos fotovoltaicos, y alemán en el caso de los

Recuadro 9: sobre la industria nacional

El aporte de la industria nacional al sector fotovoltaico se da fundamentalmente a través de la fabricación de estructuras metálicas. Esto se explica por el hecho de que, en general, se trata de un producto que ya era fabricado para el sector agroindustrial, y al que se le da un nuevo destino en el montaje de plantas solares. Un ejemplo es la empresa IDERO, líder en fabricación de estructuras en acero. Se destaca también, Corven, ubicada en el parque industrial de Venado Tuerto (Santa Fe), que firmó un convenio con la española Grupo Nclave (resultado de la fusión de Grupo Clavijo, MFV Solar y Trina Solar) con el fin de producir estructuras metálicas para trackers.

En módulos fotovoltaicos, dos empresas nacionales se destacan: LEDLAR SAPEM y SOLARTEC. La primera, riojana, comercializa paneles solares construidos a partir de células solares de silicio policristalino, con potencias estándar desde 240Wp hasta 265 Wp. La segunda fue fundada en 1981, y desde 1986 fabrica módulos fotovoltaicos -a partir de células solares sin montar, provenientes del mercado asiático- y componentes de generadores eléctricos. Su planta industrial se localiza en la provincia de La Rioja, y las áreas de Ingeniería y Desarrollo en Martínez, Provincia de Buenos Aires.

Además, se destacan los esfuerzos de la Provincia de San Juan a través de EPSE (ver recuadro 6). Esta provincia, junto con las Provincias de La Rioja, Neuquén, Mendoza, Catamarca y Río Negro, integran el Clúster Renovable Nacional, un organismo público-privado lanzado en 2022 por el Gobierno Nacional, con el fin de impulsar la fabricación de equipamiento renovable.

¹³² En julio de 2023, las reservas netas del Banco Central cayeron a un mínimo histórico de USD 6450 millones (Olivera, 2023).

inversores¹³³). Esto queda evidenciado por el bajo nivel de contenido nacional de los parques fotovoltaicos adjudicados en Renovar¹³⁴. La disponibilidad de tecnología, insumos y componentes para la generación fotovoltaica constituye una limitante no menor, tanto para el desarrollo de nuevos proyectos como para la continuidad de los existentes en el caso de requerir reparaciones o recambio de componentes.

Dada la falta de tecnología de producción local, los aranceles a la importación constituyen un obstáculo adicional para los proyectos. A partir de septiembre de 2018 (Decreto 864/2018, y Resolución AFIP 4350/18) se pasó a un arancel de 0% para un módulo solar en particular (SHARP ThinFilm Solar Module), manteniendo un gravamen del 12% y 18% para los módulos sin y con diodos incorporados, respectivamente. Otros impuestos, para los módulos con diodos incorporados, incluyen el 21% de IVA y 20% de IVA adicional, 6% de impuesto a las ganancias y 2.5% de Ingresos Brutos. Por los inversores se debe abonar un arancel del 14%. Entre los impuestos se incluye también una alícuota en concepto de tasa de estadística, que en 2019 fue elevada a un 2,5% (Decreto 332/19). En concepto de esa tasa, el decreto 548/19 establece un tope máximo de USD 500 para los proyectos fotovoltaicos enmarcados en la Ley 27.191. Sin embargo, los proyectos en el marco de la Ley 27.424, no fueron contemplados por el decreto, y por lo tanto no cuentan con un tope máximo a pagar.

Tecnología costosa, y de difícil acceso, inversión inicial elevada, y financiamiento escaso se conjugan en detrimento del éxito de algunos proyectos y disuaden de la proyección de otros. Reglas de juego inestables o contradictorias completan el panorama de limitantes.

¹³³ Se destacan los inversores de las marcas SMA (Alemania), Huawei y Sungrow (China), así como Fronius (Austria) y ABB (Suiza).

¹³⁴ El Contenido Nacional Declarado (CND), teniendo en cuenta que ello incluía a la obra civil, puso en evidencia la participación marginal de la industria nacional. La mayoría incluyó un CND del 30%. Los proyectos que más apostaron por lo nacional -La Paz, Luján de Cuyo, General Alvear, Lavalle y PASIP- (todos a ubicarse en la provincia de Mendoza) lo hicieron en un 82%, 83%, 86%, 87% y 89%, respectivamente. De ellos, el único que ha sido construido es el parque fotovoltaico PASIP, de 1.5 MW.

5.3.3 En las reglas de juego

Para diseñar y llevar adelante un proyecto fotovoltaico el contar con reglas claras y estables es fundamental. Las decisiones que se toman a nivel político constituyen señales que pueden incentivar o desalentar los proyectos. En términos de las transformaciones que involucra una transición energética, las que ocurren en la esfera política, según O'Brien y Sygna (2013) son las que crean las condiciones para las transformaciones en la esfera práctica. En ese sentido, cambios de rumbo frecuente constituyen una limitante para los proyectos fotovoltaicos. Condiciones regulatorias, beneficios o esquemas de incentivos, y la política tarifaria, pueden actuar en detrimento de los proyectos.

Actores privados, que han decidido devenir usuarios-generadores, señalan que los cálculos del tiempo de recupero de la inversión que realizan en una etapa de diseño del proyecto tienden a verse retrasados por cambios en la normativa, o por demoras en el cumplimiento de los beneficios. Por ejemplo, según testimonios de algunos usuarios-generadores, el crédito fiscal consagrado en la Ley 27.424 y su reglamentación, se ha visto demorado en hasta 30 meses, lo que, sumado a la devaluación de la moneda nacional, licúa el beneficio.

La política tarifaria de subsidios masivos (aplicados indiscriminadamente al conjunto de la población) lleva a un uso ineficiente de la energía y desincentiva la inversión en fuentes renovables, ya que dificultan y retrasan la amortización de la inversión en un plazo relativamente corto (Carrizo et al., 2022; Sergent, 2018). Además, aumentan el gasto público y desalientan la inversión por parte de las empresas generadoras y transportistas, bajando la calidad del servicio. En julio de 2022 comenzó el proceso de implementación de la segmentación energética a fin de dirigir los subsidios hacia los usuarios de menores

recursos¹³⁵. La mantención del subsidio o el congelamiento de las tarifas actúa como limitante a los proyectos fotovoltaicos.

En los territorios pampeanos, las tarifas eléctricas son de las más altas del país, lo que constituye un motivo para invertir en sistemas fotovoltaicos que ayuden a reducir los gastos en las facturas por el servicio. Sin embargo, se observa una gran variabilidad entre las provincias en el precio que los usuarios pagan por la energía (tabla 14). Además, el sistema de compensación instaurado en la Ley 27.424 (facturación neta), implica que la energía generada sea valorada a un precio más bajo. En este sentido, la generación por parte del usuario se ve forzada a competir con energía convencional, debiendo vender la energía generada a precio mayorista y tomando energía de la red a precio minorista (Plá et al., 2022).

	Distribuidor	Categoría tarifaria	Cargo fijo (\$/mes)	Cargo variable (\$/kwh)
Buenos Aires Res.1621/2023	EDEA S.A.	≤400 kWh/mes	1079,55	13,68
	EDEN S.A.	≤400 kWh/mes	1351,55	16,47
	EDES S.A.	≤400 kWh/mes	1507,34	17,35
	EDELAP S.A.	≤400 kWh/mes	1421,25	9,24
Res. 784/2023	EDENOR S.A.	≤400 kWh/mes	721,59	7,9
Res. 783/2023	EDESUR S.A.	≤400 kWh/mes	693,96	7,9
Córdoba Res. 125/2023	EPEC	≤500 kWh/ mes Primeros 120 kWh/mes	576,96	27,18
Santa Fe *Según cuadro tarifario EPE-agosto 2023	EPE	≤400 kWh/ mes Segundos 75 kWh/mes	343,35	16,10

Tabla 14: Tarifas eléctricas en Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe para usuarios de tipo residencial, de nivel 3 - ingresos medios-. Elaboración propia en base a cuadros tarifarios vigentes en 2023.

¹³⁵ En 2022 se inició un proceso de segmentación tarifaria (para los servicios de energía eléctrica, gas y agua) que llevó a establecer nuevas categorías: usuarios de nivel 1, de ingresos altos; de nivel 2, de ingresos menores; y de nivel 3, de ingresos medios. Para el primero, se eliminan los subsidios; para el segundo se mantienen; para el tercero se subsidia hasta los 400 kWh de consumo mensual.



Figura 18: Representación generación fotovoltaica durante las horas de sol, parte de autoconsumo e inyección de excedentes. Elaboración propia.

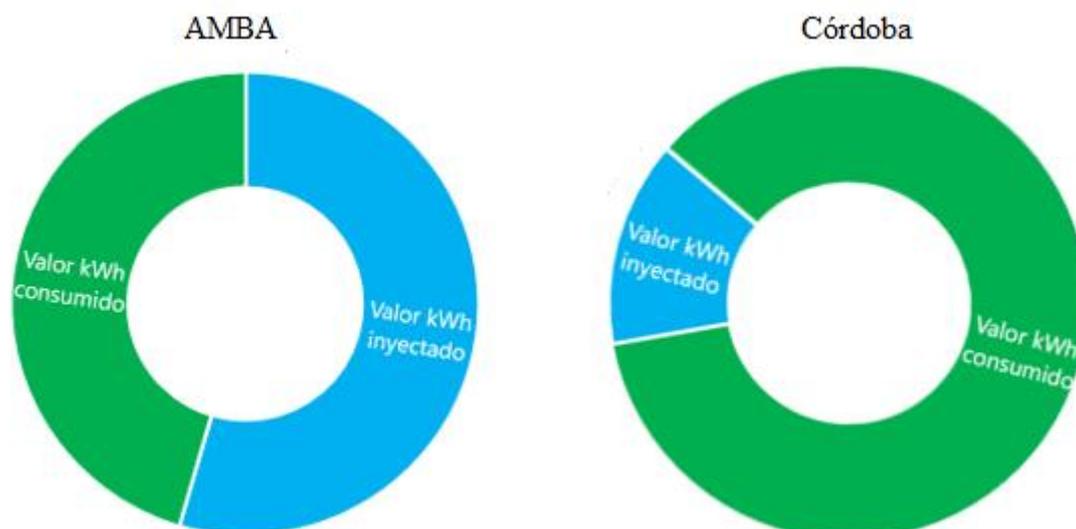


Figura 19: Diferencias en el valor del kWh consumido e inyectado. Elaboración propia en base a cuadros tarifarios vigentes, noviembre 2023.

La diversidad de tarifas conduce a la existencia de diferentes incentivos a invertir en equipos de generación distribuida (Szwarc, 2021). Para los usuarios que devienen usuarios-generadores, la tarifa de inyección (inferior a la tarifa de consumo de la energía), no tiene el mismo peso en usuarios de distintas provincias. En 2023 el precio al que se remunera el kWh inyectado a la red por el usuario-generador en Córdoba es de \$3.84 (Resolución General ERSEP N°125/2023) y \$4,32 en el área de concesión de EDENOR (Resolución ENRE 784/2023), en ambos casos considerando usuarios residenciales de nivel 3, para los primeros 400 kWh. En términos monetarios, considerando la venta de

excedentes, ello equivale a un 14% del valor del kWh consumido para un usuario de Córdoba, frente al 54% que representa para un usuario del AMBA. Sin embargo, dado el mayor precio del kWh que se toma de la red, el autoconsumo de un usuario de Córdoba produce un mayor ahorro económico que el autoconsumo de un usuario del AMBA. Se trata entonces de maximizar el autoconsumo para lograr un mayor ahorro (figuras 18 y 19). Se asocia a ello, un mayor incentivo a la eficiencia energética en el intento de que lo que el usuario consume se acerque lo máximo posible a su generación.

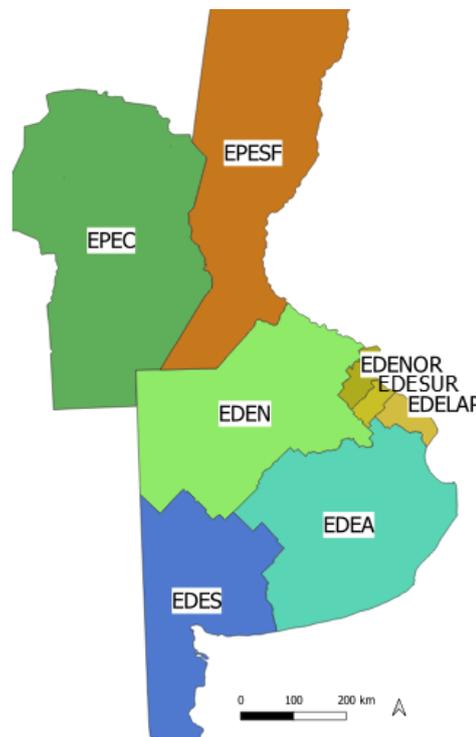
Los esquemas reglamentarios adoptados en materia de generación distribuida, en algunos casos, también limitan que se avance en proyectos de generación con inyección a la red. Mientras Córdoba adhirió plenamente a la ley nacional, Buenos Aires lo hizo en forma parcial, con la particularidad de requerir la instalación de dos medidores: uno para medir los intercambios con la red y otro para medir la totalidad de la energía consumida. Esto permite a la distribuidora conocer el consumo total bruto de cada usuario y en función de ello categorizarlo. En consecuencia, el usuario, aunque consume energía que él mismo genera, no desciende de categoría de consumo, y aunque en la factura se le cobra por la energía que toma de la red, se lo hace al precio de la categoría tarifaria que corresponde a su consumo total.

Los obstáculos de tipo financiero aparecen como los más acuciantes para el despliegue de proyectos fotovoltaicos. Instrumentos crediticios, a tasas razonables y dirigidos a fomentar la industria y el trabajo nacional, la creación de un clima de confianza, con reglas de juego claras y estables, podrían contrarrestar la falta de financiamiento. Con respecto a los subsidios a la energía convencional, no sólo desalientan la inversión en generación fotovoltaica, sino que generan consecuencias nocivas en el sistema energético, favoreciendo el consumo ineficiente, la desinversión en infraestructura y el gasto público. Una opción de subsidios focalizados en los sectores de menores ingresos, podría evitar

estos efectos negativos e incentivar, a más población, a optar por la energía fotovoltaica. Dados los incentivos, la mayor ventaja para el usuario está en el autoconsumo de energía. Por ello, las motivaciones para acceder a la generación distribuida son mayores allí donde las tarifas son más altas. En este sentido, aparecen opciones convenientes para aquellos edificios en los que el consumo eléctrico coincide con las horas diurnas (oficinas, establecimientos públicos, etc.), donde los beneficios de instalar equipamiento fotovoltaico para autoconsumo son mayores. Es allí a dónde deberían enfocarse los estímulos públicos para favorecer la adopción del sistema.

Capítulo 6: Tres perfiles provinciales

Frente a la transición, las provincias de Santa Fe, Buenos Aires, y Córdoba, con un mosaico actoral y un entramado normativo y regulatorio diferente, buscan por distintos caminos, superar los desafíos de ganar seguridad de abastecimiento, lograr un mejor servicio y mayores posibilidades para las poblaciones. Mientras en Santa Fe y en Córdoba empresas públicas -pertenecientes al Estado Provincial- son protagonistas en el sector, en Buenos Aires son empresas privadas las que prestan servicio eléctrico en determinadas áreas de concesión (mapa 15). Completan el panorama de distribución, numerosas



Mapa 15: Distribuidores del servicio eléctrico en Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba. Elaboración propia.

cooperativas eléctricas¹³⁶ que, en las tres provincias, brindan el servicio en localidades pequeñas. Otros actores incluyen a los Estados Provinciales, entes reguladores, asociaciones de cooperativas y de distribuidores, así como también organizaciones y cámaras empresariales. De los impulsos estatales, y la forma de vinculación entre los actores, resultan distintos modos de posicionarse frente a la transición.

6.1 Santa Fe, Estado promotor

En Santa Fe el Estado se pone al frente de mejorar los servicios a su población. Desde 2005, la Provincia considera de interés la generación eléctrica renovable. En 2006

¹³⁶ En estas tres provincias se cuentan 560 cooperativas sobre un total de 766 a nivel nacional (73%). De esas 560, la mayoría es abastecida de energía eléctrica por EPEC (253), por EDEN (145), por EDES (62) y EDEA (30) en Buenos Aires, y por EPESF (62) (ADEERA, 2021b).

sancionó una ley por medio de la cual se instrumentó el cobro, en la factura del servicio eléctrico, de un cargo para la financiación de proyectos renovables. En 2013, se convirtió en la primera provincia argentina en habilitar la generación por parte de los usuarios particulares y la inyección de los excedentes a la red. Desde 2016 instrumenta distintos mecanismos de incentivo para que más usuarios adopten el sistema distribuido (tabla 15).

<i>Normativa</i>	<i>Estímulo</i>
Ley 12.503/2005	Declaró de interés la generación eléctrica en base a recursos renovables. Llamó a incorporar las fuentes renovables en las construcciones del Estado.
Ley 12.692/2006	Régimen Promocional a las energías renovables. Creó un cargo a incluirse en la factura eléctrica de la EPE para la promoción y la financiación de proyectos. Estableció exenciones fiscales sobre: el Impuesto a los Ingresos Brutos, el Impuesto de Sellos, el Impuesto Inmobiliario y el Impuesto a la Patente Única Sobre Vehículos.
Resolución 442/2013	Habilitó la autogeneración con conexión a red por parte de usuarios de la red pública.
Decreto 1565/2016	Puso en marcha el programa “Prosumidores”, para incentivar la instalación de equipos de autogeneración con conexión a la red, ofreciendo un estímulo monetario.
Decreto 1098/2020	Creó el programa ERA, en reemplazo de Prosumidores. Como estímulo a las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, prevé un incentivo monetario para instituciones sociales.
Resolución 130/2021	Amplió el alcance del incentivo monetario para incluir a usuarios de pequeñas demandas.
Ley 14019/2021	Ley Marco de Acción Climática Provincial. Estableció la elaboración de un Plan Provincial de Respuesta al Cambio Climático. Como parte de las acciones de mitigación, propuso la eficiencia energética, el uso y producción de energías renovables.
Resolución 316/2021	Introdujo la Generación Distribuida Colaborativa, creando la figura de “usuarios-generadores colaborativos asociados”.

Tabla 15: Normativa provincial de estímulo a la generación renovable en Santa Fe. Elaboración propia.

Como actores clave en el sector de la energía se destacan la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe (EPESF), la Secretaría de Estado de la Energía (hasta fines de 2019),

y el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático. Cooperativas de electricidad y organizaciones que las nuclean también tienen roles destacados.

Hasta 1986, la Dirección Provincial de Energía funcionaba como organismo autárquico y se encargaba de coordinar las prestaciones del servicio eléctrico, mediante acuerdos con Nación, otras Provincias, Municipalidades, Cooperativas y prestatarios particulares (Ley 5189/1960). Fue reemplazada por la EPESF (Ley 10.014/1987). Como empresa estatal, instrumenta acciones energéticas decididas por instancias políticas. Es responsable del transporte y distribución de energía, brindando el servicio a más de 1.362.579 clientes, de los cuales, 62 son cooperativas eléctricas, en una extensión de 133.696 km² (ADEERA, 2021b).

En materia de estímulo a la transición, y a los proyectos fotovoltaicos en particular, la Secretaría de Estado de la Energía¹³⁷ ha sido un actor relevante. En gran medida, las acciones implementadas desde esta última le confieren a la provincia su perfil promotor. Sus principales logros comprendieron:

- la creación de la red solarimétrica, emplazada en terrenos de Estaciones Transformadoras de la EPESF, en cinco puntos: Tostado, Reconquista, Elisa, Cañada Rosquín, y Firmat (mapa 16).
- la licitación, instalación y puesta en funcionamiento de un parque fotovoltaico de 1 MW en la localidad de San Lorenzo.
- la implementación del programa crediticio “Un sol para tu techo¹³⁸”, dirigido a financiar equipamiento solar térmico.

¹³⁷ A partir de diciembre de 2019, con el cambio de gobierno provincial, energía pasó a estar bajo la órbita del Ministerio de Ambiente y Cambio Climático (MAACC).

¹³⁸ El mismo ofrecía posibilidades de crédito a través del Banco de Santa Fe para la compra de termotanques solares de fabricación nacional (Resolución 013/2013 Sec. De Estado de la Energía).

- la elaboración del “Manual de Energías Renovables para Municipios y Comunas de Santa Fe” (Gobierno de Santa Fe, 2013).
- la creación de la empresa con participación estatal mayoritaria, Santa Fe Gas y Energías Renovables (ENERFE SAPEM).
- en conjunto con la EPESF, el diseño del Programa de Generación de Energías Renovables, GENERFE.
- la instrumentación, desde 2016, del Programa Prosumidores (Decreto 1565/2016),
- la implementación de la “Línea Verde” de créditos, para financiar inversiones asociadas a la generación renovable, y a la producción de equipos o componentes
- la capacitación en energías renovables (durante 2019 brindó más de 20 cursos de instalación fotovoltaica)

El parque solar San Lorenzo constituye un ejemplo del impulso estatal a la generación fotovoltaica. La obra fue adjudicada a la empresa Valtellina Sudamericana S.A. (Licitación Pública Internacional N° 01/14). Involucró una inversión de \$32 millones y fue inaugurado en 2018. Si bien su construcción demoró, en 2014 Santa Fe era la segunda provincia del país, además de San Juan, en este tipo de iniciativas. En su concepción original, la propuesta del gobierno de la provincia era que la energía generada se inyectara al SADI y se comercializara en el MEM bajo el mecanismo contractual establecido en la Resolución 108/11 de la Secretaría de Energía de Nación. Ante la derogación de esta última, la Provincia, por medio de la empresa ENERFE, Santa Fe Gas y Energías Renovables SAPEM quedó a cargo de la administración del parque. Se consideró, primero, comercializar la energía generada con las empresas del parque industrial de San Lorenzo; luego, se decidió firmar un convenio con la empresa de transporte, MOVI, para abastecer consumos de la flota de buses eléctricos de las líneas K y Q del transporte urbano de Rosario. En 2022 se acordó que parte de la energía generada por el parque San

Lorenzo se destine a cubrir un porcentaje de los consumos de Aguas Santafesinas (Aguas Santafesinas, 2022).

El programa Prosumidores fue diseñado con el objetivo de incentivar, mediante una tarifa preferencial durante seis años, la adquisición e instalación de equipos de generación fotovoltaica por parte de usuarios de la red de distribución pública. Instauró así un sistema *feed in tariff*. El incentivo monetario¹³⁹ se componía de un aporte de la Empresa Provincial de la Energía y un aporte de la Secretaría de Estado de la Energía para alcanzar el valor unitario de incentivo a la generación (VUIG), establecido en el decreto. Implementó, además, un mecanismo de financiación, a través de créditos blandos del Banco de Rosario. Según autoridades de la Secretaría de Estado de la Energía, la idea era sancionar una ley que institucionalizara e hiciera permanente a Prosumidores. Sin embargo, antes de ello hubo cambios a nivel gobierno. A fines de 2019 Prosumidores fue reemplazado por el Programa Energía Renovable para el Ambiente ERA¹⁴⁰, cambiando a un esquema *de balance neto de facturación*. El incentivo monetario que recibían los prosumidores fue reconvertido en una tarifa promocional destinada a instituciones sociales, con un cupo de 500 kW (Decreto 1098/2020). Luego, un proceso participativo diseñó el Programa ERA Energía Colaborativa (Resolución MACC 316/2021), a fin de habilitar la generación distribuida en forma comunitaria. Ello permite, a partir de una única instalación, abastecer a varios usuarios. Se pretende evaluar su funcionamiento durante un año para luego redactar un proyecto de ley que instaure el sistema. Se espera que, de ser exitoso el programa, se desplieguen pequeñas plantas descentralizadas -

¹³⁹ La tarifa promocional, inicialmente, era de \$5.5/kWh durante los primeros ocho años de la instalación, valor que fue actualizado en una segunda versión del programa. Se limitaba el beneficio a un cupo de 100 proyectos por año.

¹⁴⁰ En 2022, el Ministerio de Ambiente de la Provincia, junto con el Consejo Federal de Inversiones creó una línea de créditos (de hasta \$400 millones), en el marco del llamado Plan Renovable, para financiar la adquisición de equipos solares térmicos y fotovoltaicos, en hasta 48 y 60 cuotas, respectivamente (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático, 2022).

algunas de ellas ya en construcción-, que generen y distribuyan energía a los usuarios colaborativos y así contribuyan a generar parte de la energía que la provincia consume (Gobierno de Santa Fe, 2021).

El programa de generación renovable GENERFE consistió en un proyecto de licitación provincial para la construcción de ocho parques fotovoltaicos de 5 MW cada uno, y uno eólico, de 10 MW, por un total de 50 MW. Se ofrecían contratos a 20 años, garantías del Banco de Santa Fe y prioridad de despacho, con precios máximos de US\$80 por MWh. En 2017 la Provincia convocó a empresarios, emprendedores, instituciones y la ciudadanía en general, a presentar propuestas de generación renovable (Resolución N°46/2017). Convocó también a Municipios y cooperativas eléctricas para proveer terrenos para la instalación de proyectos. Resultó útil para visibilizar el interés existente en la provincia, e identificar actores capaces de llevar adelante los proyectos¹⁴¹. Se presentaron ofertas (mapa 15) pero no se realizaron adjudicaciones¹⁴². En 2022, frente a la Resolución 370 de la Secretaría de Energía de La Nación, que habilita a distribuidores a comercializar energía, la Provincia consideró retomar el programa GENERFE, enmarcando los proyectos en esta normativa. En abril de 2023 relanza este programa bajo el nombre Santa Fe Renovable, aprobando la licitación de 20 MW fotovoltaicos, distribuidos en módulos de 5 MW en las regiones de San Guillermo, Arrufó, Firmat y San Javier.

¹⁴¹ Cinco empresas santafesinas presentaron ofertas: Solar Venado Tuerto S.A. (vinculada a la local Corven); Dinale S.A.; Energy Investment S.A.; Parque Solar Amadores, S.A. y Concaran Solar S.A

¹⁴² La adjudicación se demoró durante 2019, y el nuevo gobierno en la provincia discontinuó el proceso licitatorio, alegando precios muy altos con respecto a las licitaciones nacionales.



Mapa 16: Licitación provincial parques solares y eólico, localización proyectada. Elaboración propia.

Mediante la empresa ENERFE y la EPESF, la Provincia inició en 2022 el proyecto de construcción de un segundo parque fotovoltaico provincial, de 3.6 MW, a ubicarse en la localidad de Casilda. El objetivo es que la energía que se genere pueda abastecer a la empresa Aguas Santafesinas. Para ello, desde ENERFE se licitó la adquisición de paneles solares e inversores, resultando adjudicataria la firma Yutong S.A. (Licitación Pública N° 16/22).

En materia de normativa, en 2021 el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático (MACC) impulsó la Ley Marco de Acción Climática Provincial¹⁴³ (Ley 14019/2021), en línea con la Ley Nacional 27.520/2019. La misma se propone fomentar un modelo de desarrollo sostenible bajo en carbono y de comunidades resilientes al cambio climático,

¹⁴³ Además de crear el Consejo Asesor y el Gabinete Provincial de Cambio Climático, esta ley santafesina, a diferencia de la norma nacional, suma otro espacio de gobernanza climática al crear el Comité Permanente de Cambio Climático, como órgano permanente de participación pública con acción de control y aplicación de los objetivos de la ley.

propiciando para ello la generación renovable y la participación de actores de la sociedad civil.

Esta Provincia activa, con un Estado que promueve la transición energética, da lugar a actores del territorio, y progresivamente habilita su participación en la toma de decisiones. Prueba de ello ha sido el proceso participativo que se siguió para el lanzamiento de la línea ERA Energía Colaborativa. A la difusión de información y la recepción de sugerencias, le siguió la constitución de una mesa técnica¹⁴⁴, con participación de distintos sectores, para la redacción de la normativa.

El Estado promotor en Santa Fe ha dado sus frutos en materia fotovoltaica. Convirtió a la provincia en la primera en implementar la generación distribuida, y ha sabido mantener a flote los incentivos para quienes desean generar su propia energía, reeditando y redirigiendo los esfuerzos, en sucesivos programas. Es también de las primeras provincias con proyectos de plantas solares provinciales, pensadas para fortalecer las redes y ganar calidad en el servicio, con energía generada localmente. Los estímulos en fotovoltaica se condicen con esfuerzos provinciales en pos del desarrollo sostenible y el aliento a las fuentes renovables. La transición es motorizada en Santa Fe por un Estado presente, y actores privados que acompañan.

6.2 Buenos Aires, actores en articulación

En la provincia de Buenos Aires, un marco normativo de fomento a la generación renovable comienza a delinearse a partir del año 2000 (tabla 16).

¹⁴⁴ Conformada por integrantes del MACC, EPE y áreas de Gobierno involucradas, 2 integrantes de la Federación Industrial de Santa Fe -FISFE-, Federación de Cooperativas Eléctricas y Universidades.

<i>Normativa</i>	<i>Estímulo</i>
Ley n° 12.603/2000	Declaró de interés provincial la generación y producción de energía eléctrica a través del uso de fuentes renovables. Esta ley, de manera pionera en el país, ya incorporaba la idea de generación renovable e inyección a la red, con una tarifa promocional ¹⁴⁵ .
Decreto 4052/2000	Estableció un agregado tarifario para cubrir los costos de expansión de la red de transporte provincial que deban asumir las distribuidoras.
Resolución 565/2008	Estableció que los fondos provenientes de la recaudación del agregado tarifario, deberán ser depositados por cada uno de los distribuidores en la cuenta del fideicomiso correspondiente al contrato celebrado con la entidad bancaria en calidad de fiduciario.
Resolución 827/2009	Aprobó el convenio de cooperación entre el Ministerio de Infraestructura de la provincia y el Foro Regional Eléctrico (FREBA), dando origen al PROINGED.
Ley 14.838/2016	Reemplazó a la ley 12.603 y adhirió a la Ley Nacional 27.191. Introdujo beneficios fiscales: eximición por el término de 15 años del pago de los impuestos: inmobiliario, impuesto de Sellos, y sobre los Ingresos Brutos.
Ley 15.325/2022	Adhirió a la Ley Nacional 27.424. Incorpora beneficios impositivos. Insta al Banco de la Provincia de Buenos Aires a proponer líneas de crédito preferenciales para la adquisición de equipamiento.
Decreto 2371/2022	Reglamentó la Ley 15.325/2022 Designa como autoridad de aplicación al Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos. Crea el Registro de Usuarios-Generadores de Energía Renovable de la Provincia de Buenos Aires (RUGER)
Resolución 463/2023	Aprobó las condiciones técnicas, jurídicas, económicas, contractuales y tarifarias para la generación distribuida. Establece la instalación de un medidor bidireccional para medir los intercambios con la distribuidora, y uno unidireccional para registrar la demanda total del usuario; y que la energía inyectada sea valorizada coincidiendo con el costo evitado de la distribuidora.

Tabla 16: Normativa provincial de estímulo a la generación renovable en Buenos Aires. Elaboración propia.

Al interior de la provincia se destacan el Noroeste y la zona atlántica como las zonas que sufren mayor inestabilidad e interrupciones del servicio durante los picos de consumo. Frente a ello y en pos de encauzarse hacia un sistema más sostenible, la Provincia antepone una estrategia que surge de la articulación entre diversos actores, públicos y

¹⁴⁵ A partir de esta norma la Provincia de Buenos Aires estableció que los generadores de energía eléctrica con energías renovables fueran eximidos del pago de impuestos inmobiliarios en los inmuebles destinados a la instalación de los equipos; asimismo serían beneficiados con una compensación tarifaria por cada kWh que comercializaran a través de la red pública.

privados. En materia de acción en el sector eléctrico provincial, el panorama queda delineado por la Dirección Provincial de Energía, y el Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos, por el sector público; y empresas distribuidoras y cooperativas de electricidad, por el sector privado. Una asociación civil sin fines de lucro, el Foro Regional Eléctrico de la Provincia de Buenos Aires (FREBA) aparece como el consorcio público-privado que reúne a los actores anteriores. Ellos, en articulación, llevan adelante acciones que favorecen la transición energética e impulsan el desarrollo fotovoltaico, de tres maneras: 1. mediante el despliegue de parques solares de mediana escala, de propiedad provincial; 2. a través del trabajo conjunto con universidades, para la instalación fotovoltaica en escuelas; 3. a través de mecanismos legales, y acuerdos entre partes para permitir e incentivar la generación distribuida.

El servicio eléctrico está en manos de empresas privadas desde la década de 1990¹⁴⁶. Se trata de las distribuidoras: Empresa de Energía Norte SA (EDEN), Empresa de Energía Sur SA (EDES) y Empresa de Energía Atlántica SA (EDEA) (mapa 15). En los 40 municipios que conforman el Área Metropolitana de Buenos Aires¹⁴⁷ -así como en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires-, las distribuidoras son la Empresa Distribuidora de Energía Norte S.A. EDENOR y Empresa Distribuidora de Energía Sur S.A. EDESUR. En la ciudad de La Plata, el servicio está a cargo de la Empresa Distribuidora La Plata S.A., EDELAP. En total, las empresas concesionarias abastecen a 7.183.512 clientes, de los cuales 245 son cooperativas (ADEERA, 2021b).

¹⁴⁶ A partir de la privatización de la Empresa Social de Energía de la Provincia de Buenos Aires S.A. (ESEBA) (Ley N°11.771/1996).

¹⁴⁷ El AMBA, con 14.8 millones de habitantes (INDEC, 2022), se compone de la Ciudad de Buenos Aires y 40 municipios bonaerenses. Recaen sobre ella dos jurisdicciones gubernamentales, la Ciudad y la Provincia, respectivamente. Mientras en las provincias, la autoridad energética son los organismos de control y empresas públicas provinciales, en el área de EDENOR y EDESUR esa función la cumple el ENRE.

El FREBA fue creado en 1999 y agrupa a distribuidores de energía provinciales y municipales. En articulación con el Estado provincial y las transportistas TRANSENER y TRANSBA, lleva adelante obras de ampliación de la infraestructura en transporte, distribución y generación eléctrica. Desde 2009, el trabajo conjunto se enmarca en el Programa de Incentivos a la Generación de Energía Eléctrica Distribuida PROINGED¹⁴⁸ (Res. 827/2009). El mismo surgió con el objetivo de impulsar distintos tipos de proyectos: nuevas centrales de generación eléctrica en base a fuentes renovables; estaciones transformadoras y obras de interconexión; ampliación de centrales operativas; recuperación de centrales no operativas; incorporación de generación y cogeneración en centrales existentes.

En el marco del PROINGED, el FREBA y la Dirección Provincial de Energía, diseñaron el Plan Solar de Generación Distribuida con el objeto de promover proyectos fotovoltaicos en sitios críticos de la red, especialmente en pequeñas localidades. Siguiendo los pasos iniciados por el proyecto piloto de Samborombón (2014), las plantas solares que se idearon para ese fin son de mediana escala (entre 200 y 500 kW) e inyectan la energía eléctrica generada en las líneas de media tensión (tabla 17).

¹⁴⁸ El financiamiento del programa se realiza a partir de los recursos recaudados por cada distribuidora miembro del FREBA, en concepto de agregado tarifario (Decreto 4052/00). Esos recursos son depositados en una subcuenta del Fondo Fiduciario para Inversiones en Transmisión de la Provincia de Buenos Aires - FITBA- (Resolución 565/08).

Potencia por planta (kW)	Estado	Año de entrada en operación	Planta fotovoltaica
500	Operativo	2020	Ameghino
			Cañada seca
			Villa Iris
		2017	Villa Maza
			Arribeños
			El Triunfo
400	En construcción	-	Procrear San Nicolas
		2020	Del Carril
			Bayauca
300	Operativo	2022	O'Higgins
			Inés Indart
		2020	Cazón
			Mechongué
		2019	Pirovano
			Tres algarrobos
		2020	El dorado
			Desvío Aguirre
			Oriente
			Facundo Quiroga
250	En Construcción	-	Huangelén
			Iriarte
			Martínez de Hoz
200	Operativo	2021	Polvaredas
			Agustina
		2017	Villa Sauze
Espigas			
100	Operativo	2014	Recalde
			Samborombón

Tabla 17: Plantas fotovoltaicas en provincia de Buenos Aires, en el marco de PROINGED. Elaboración propia.

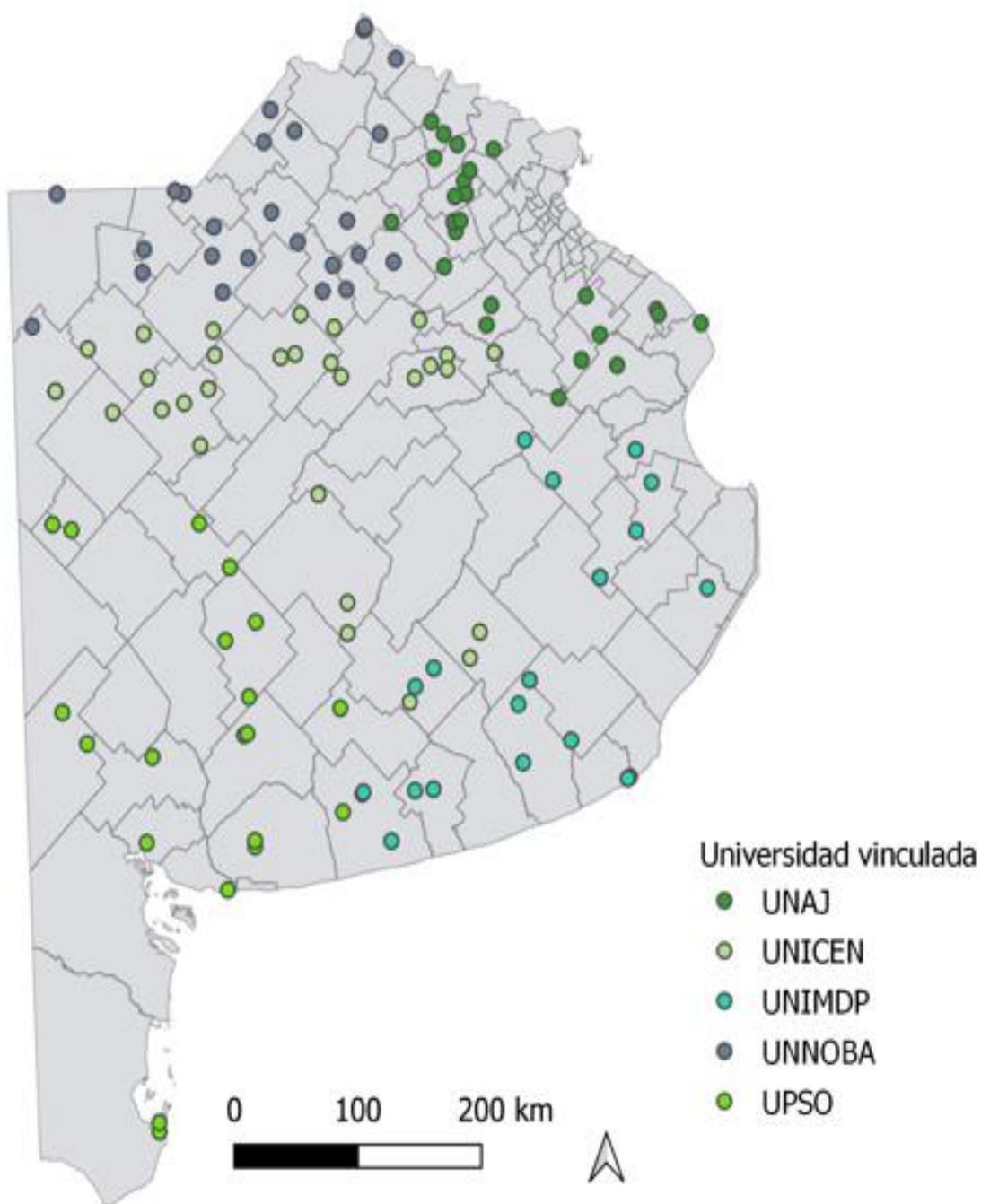
La forma de trabajo implica la selección por parte del PROINGED de los puntos críticos de la red donde la instalación de una planta fotovoltaica contribuye a reforzar el servicio. Luego se llama a licitación a empresas privadas para encargarse del diseño y realización de la obra, y la provisión de la tecnología, para lo cual se requiere previamente que el PROINGED obtenga la cesión de un terreno (bajo la figura de comodato) apto para la instalación del parque. La operación de la planta queda luego a cargo de la cooperativa eléctrica local. Ésta compra a la Provincia la energía que genera el parque, pero a un precio inferior que la compra de energía a un distribuidor¹⁴⁹. A su vez, la Provincia paga a la cooperativa por el mantenimiento y la operación de la planta. Así, la Provincia facilita la articulación entre actores que, trabajando conjuntamente, son los artífices de proyectos fotovoltaicos en los territorios.

Con el Programa de Generación Solar del PROINGED se pusieron en funcionamiento 26 parques fotovoltaicos de mediana escala, durante el período 2016-2022. En promedio, los parques representan 13.000 MWh de generación eléctrica por año (FREBA, 2022). Otras instalaciones de menor escala se reconocen, como el equipamiento fotovoltaico que provee de energía al Jardín de Infantes 901 de la localidad de O'Higgins (conectado a la red eléctrica de la cooperativa de Chacabuco). A mediados de 2020, el PROINGED lanzó el programa “Generación Renovable y Eficiencia Energética en Escuelas de la Provincia de Buenos Aires”. Para ello, licitó la provisión e instalación de sistemas fotovoltaicos – además de sistemas solares térmicos y luminarias LED- en 128 establecimientos escolares (mapa 17). El PROINGED trabajó en conjunto con universidades públicas¹⁵⁰ que fueron

¹⁴⁹ La cooperativa paga a la provincia la compra de energía “despotenciada”. Por ejemplo, la cooperativa eléctrica de Bayauca, en mayo de 2021, compraba energía a EDEN a \$2.7 el kWh, mientras que la energía generada por el parque solar la compraba a la provincia a un precio de \$2.1 el kWh.

¹⁵⁰ Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ); Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN); Universidad Nacional de Mar del Plata (UNIMDP); Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA); y Universidad Provincial del Sudoeste (UPSO).

las encargadas de realizar el diagnóstico inicial de cada uno de los establecimientos y relevar sus necesidades energéticas.



Mapa 17: Establecimientos educativos alcanzados por PROINGED para recibir equipamiento fotovoltaico conectado a la red, por universidad participante. Elaboración propia.

En el año 2022, luego de años de debate, se sancionó la ley 15325, que adhiere a la normativa nacional de Generación Distribuida. La misma declara de interés provincial la generación distribuida para autoconsumo y la inyección de excedentes a la red. Incluye beneficios provinciales, tales como la exención de pago del impuesto a los ingresos brutos y del impuesto de sellos por los contratos que se suscriban entre usuarios y distribuidores, durante el plazo de 12 meses. Además, se establece la implementación de líneas crediticias específicas para financiar la adquisición de equipamiento de generación, a través del Banco de la Provincia de Buenos Aires. Esto último comenzó a implementarse en septiembre de 2023 con la firma del acuerdo entre la Secretaría de Energía de la Nación y el Banco Provincia que permite bonificar la compra, obras e instalación de equipamiento de Generación Distribuida en empresas *pyme*, industrias e instituciones públicas¹⁵¹.

En Buenos Aires, un motor de transición se enciende en la articulación entre actores diversos. Provincia, y privados se conjugan en el intento por desarrollar proyectos sostenibles, para aprovechar el recurso fotovoltaico y llevar mejores servicios a las poblaciones.

6.3 Córdoba, cooperación multiescalar

El marco normativo cordobés declaró de interés la generación renovable en el año 1999. En forma temprana, en comparación con el resto de las provincias argentinas, y tras el asesoramiento del Consejo Asesor de Política Energética CAPEC y del Comité de Energías de Córdoba CEC, en 2018 adhirió al Régimen Nacional de Generación Distribuida (Tabla 18).

¹⁵¹ El acuerdo incluye créditos de hasta \$50 millones y un plazo de repago de hasta 4 años.

<i>Normativa</i>	<i>Estímulo</i>
Ley 8810/1999	Declaró de interés provincial la generación eléctrica con fuentes renovables y estableció beneficios (alícuota cero en el Impuesto a los Ingresos Brutos y estabilidad fiscal, ambos por 10 años).
Ley 10.397/2016	Adhirió a la Ley Nacional 26.190 y su modificatoria, Ley Nacional 27.191
Ley 10.604/2018	Adhirió a la Ley Nacional 27.424, adoptando su sistema y beneficios.
Decreto 132/2019	Reglamenta la ley 10.604. Establece beneficios a la instalación de equipos de generación renovable. Estipula la obligatoriedad de incorporación de equipos de generación distribuida en todo nuevo edificio público provincial.
Res. 1/2021	Crea la figura de usuario-generador comunitario.

Tabla 18: Normativa provincial de estímulo a la generación renovable en Córdoba. Elaboración propia.

La Empresa Provincial de la Energía de Córdoba, EPEC, se encuentra a cargo de la provisión del servicio de energía eléctrica en la provincia. La misma depende del Ministerio de Servicios Públicos del gobierno provincial y trabaja en conjunto con el Ente Regulador de Servicios Públicos, ERSEP, y federaciones de cooperativas eléctricas (Federación Argentina de Cooperativas Eléctricas, FACE Córdoba, y Federación de Cooperativas Eléctricas y de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba, FECESCOR). En sus planes para el sector energético, busca cooperar también con Nación, para generar sinergias. Además, un órgano clave en la provincia es el Consejo Asesor de Política Energética (CAPEC)¹⁵², a través del cual fomenta la cooperación entre diferentes actores de la sociedad.

¹⁵² El mismo es integrado por representantes del sector público y privado: la Universidad Nacional de Córdoba, y otras universidades cordobesas; el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET; el Colegio de Ingenieros Especialistas de Córdoba CIEC, y otros colegios profesionales, el Ente Regulador de los Servicios Públicos (ERSEP); la Federación de Cooperativas Eléctricas Argentinas FACE y de Córdoba FECESCOR; cámaras sectoriales –industrias y comercios-, y organizaciones no gubernamentales.

EPEC es una empresa pública, de carácter autárquico, creada por Ley 4.358/1952, fusionando los dos organismos públicos que hasta ese momento prestaban y administraban el servicio eléctrico: la Dirección General de Energía Eléctrica¹⁵³ y el Servicio Público de Electricidad de Córdoba (SPEC)¹⁵⁴. Abarca las actividades de generación, transporte, y distribución¹⁵⁵. En cuanto a la generación, EPEC cuenta con 19 centrales generadoras de energía eléctrica¹⁵⁶ que suman 1605 MW (EPEC, 2020). Generadoras privadas suman casi 750 MW. La electricidad adicional que necesita la provincia se obtiene por operaciones comerciales con el MEM (EPEC, 2020). En cuanto al transporte, EPEC se conecta a través de tres nodos con el Sistema Argentino de Interconexión (SADI) mediante las estaciones transformadoras (500/132 kV) de Malvinas Argentinas, Almafuerte y Arroyo Cabral. Transporta la energía mediante redes de 132/66/33 kV, a lo largo de 27.930 km de líneas operadas. Se encarga de la distribución en un área de 165.321 km². El 70% de la población provincial recibe la energía distribuida directamente por EPEC, mientras que el porcentaje restante es servido por cooperativas eléctricas (clientes mayoristas de EPEC).

A principios del siglo XXI, EPEC delinea una estrategia para aprovechar los recursos renovables y asegurar el abastecimiento de sus usuarios. En 2008 inició los primeros estudios del potencial renovable en la provincia, primeramente, el eólico, encontrando

¹⁵³ Dependiente del Ministerio de Obras Públicas, Turismo y Asuntos Agrarios de Córdoba, se ocupaba de la distribución eléctrica en las usinas de Villa María y Sierras de Córdoba.

¹⁵⁴ El SPEC fue originalmente la Comisión Administradora del Servicio Público de Electricidad (CASPE), que prestaba servicios en Ciudad de Córdoba y localidades vecinas.

¹⁵⁵ A tal fin se encuentra habilitado en el Mercado Eléctrico Mayorista como Agente Distribuidor, Agente Generador, Agente Transportista PAFT-R159/94 AII, Agente Comercializador de Demanda y como Agente Transportista Independiente.

¹⁵⁶ Se trata de 9 centrales térmicas Pilar, Sudoeste, Villa María, Dean Funes, General Levalle, San Francisco, Rio Cuarto, Marcos Juárez, y La Carlota; y 10 centrales hidroeléctricas Rio Grande, Molinos I y II, Reolín, San Roque, Cassafouth, La Viña, Fitz Simon, Piedras Moras, La Calera y Cruz del Eje.

como la zona más propicia a la región sudoeste, más precisamente en cercanías de la localidad de Achiras (Malano et al., 2013). Mediante dos contratos-programa¹⁵⁷ con el ejecutivo provincial, y en el marco de planes quinquenales, EPEC logró: 1. la construcción de la Estación Transformadora Arroyo Cabral¹⁵⁸ que se conecta al SADI a través de la línea de 500 kV Almafuerte-Rosario Oeste; 2. obras de generación, transporte y distribución de energía en toda la provincia; y 3. la puesta en marcha del programa educativo de Uso Responsable y Seguro de la Energía Eléctrica,

Recuadro 10 Programa de Uso Responsable y Seguro de la Energía Eléctrica

Dentro de este programa, la principal iniciativa es la llamada “Ruta de la Energía”, que incluye un recorrido educativo por ocho centrales eléctricas (La Calera, San Roque, Bamba, Molet, Bicentenario, Río Grande, La Viña y San Francisco). En sus 7 años de vigencia, USORES ha realizado 23 capacitaciones en el marco de la Ruta de la Energía. En 2019 se sumó el formato “USORES va a la escuela” y desde 2022, USORES participa del Programa Escuelas Verdes junto a la Secretaría de Gestión Ambiental y Sostenibilidad de la Municipalidad de Córdoba.

USORES (ver recuadro 10). En materia de generación se preveía, a través de “acuerdos y contratos de abastecimiento con la Secretaría de Energía de la Nación” (Ley 10304/2015, Plan Quinquenal 2015-2019), recuperar potencia instalada e incrementar la disponibilidad en generadores convencionales; e incorporar centrales eólicas y solares. Esto se tradujo en la búsqueda de la Provincia de canalizar proyectos en el marco contractual de Renovar, actuando de vehículo entre los inversores privados y el Estado Nacional.

En este marco, EPEC participó en la ronda 2 de Renovar, en 2017, asumiendo el rol de gestionar ante Nación la presentación de esos proyectos y comprometiéndose a aportar: estudios y permisos eléctricos, evaluación de impacto ambiental, y mano de obra

¹⁵⁷ A partir de 2003 el Estatuto Orgánico de EPEC ordena fijar su estrategia empresarial, objetivos e inversiones a través de un “Contrato Programa” con el Poder Ejecutivo Provincial.

¹⁵⁸ Para financiarla, el ERSEP habilitó a incorporar un cargo en la facturación del servicio eléctrico (Res.04 /2006). Las obras, a cargo del Grupo Eling, concluyeron en 2012. Luego de su construcción, a cargo de EPEC, su operación y mantenimiento fue cedida a TRANSENER. La obra consiguió incrementar en un 25% la capacidad de transformación entre el sistema nacional y el provincial (Alonso, 2012)

calificada para la obra de interconexión requerida por el proyecto (resolución 117/2017). Se recibieron 24 propuestas de generación en energías renovables por 860.2 MW de potencia, en su mayoría de fuente fotovoltaica. En la licitación nacional, EPEC presentó ofertas por cinco proyectos: Arroyo Cabral (40 MW) y San Francisco del Chañar (30 MW), de tecnología fotovoltaica, y tres pequeños aprovechamientos hidráulicos en las localidades de Pichanas, Cruz del Eje y Boca del Río, de 0,5 MW cada uno. Arroyo Cabral resultó adjudicado, aunque no logró ser construido.

Estos proyectos fueron retomados a partir de 2022. EPEC lanzó una convocatoria provincial a presentación de manifestación de interés para construir parques solares -y otras centrales renovables- de gran y mediana escala, a enmarcarse en: Resolución 330/2022; MATER; o bien en el sistema de generación distribuida comunitaria de la provincia. Entre los proyectos propios de EPEC, se destacan 14 de tecnología fotovoltaica¹⁵⁹. En 2023, EPEC participó de la licitación convocada por la Secretaría de Energía de La Nación y CAMMESA, denominada Ren MDI, ofertando por la construcción de 4 parques fotovoltaicos: Cruz del Eje (3.5 MW); San Francisco (3MW); Villa María (3MW); y San Francisco del Chañar (6 MW), que resultaron adjudicados.

Además de los proyectos de gran escala, Córdoba apuesta por la generación distribuida, adhiriendo al sistema propuesto por Nación. En 2018 la provincia adhirió a la ley Nacional 27.424 y la reglamentación provincial incluyó beneficios fiscales: reducción de alícuota en el impuesto sobre los ingresos brutos, y en el impuesto inmobiliario, en ambos casos por un período de 5 años (Ley 10.604/18, decreto reglamentario 132/2019).

¹⁵⁹ Villa Dolores (4.5 MW), Villa María (5MW), San Francisco del Chañar (3MW), San Francisco (3.5MW), Reolín (5MW), Río Grande (2MW), General Levalle (0.5 MW), Francisco Bazán (0.4 MW), Río Cuarto (3MW), Cruz del Eje (2.5 MW), Tancacha (5MW), Inrville (0.5 MW), Leones (0.45 MW), y Arroyo Cabral II (inicialmente de 1 MW, y hasta 80 MW).

Además, se abrieron líneas de crédito preferenciales¹⁶⁰ para facilitar la adquisición de equipos, a través de proveedores locales. Como otra medida de estímulo desde EPEC, se asesora a los interesados y se avanza en la instalación de medidores inteligentes en algunos edificios¹⁶¹. Se firmó un convenio de colaboración con Ascentio Technologies (Huawei) para instalar nuevas antenas en la provincia y potenciar la telemedición. Se trabaja en la preparación de una plataforma digital para que tanto los usuarios-generadores como la empresa puedan acceder a los datos generados en el medidor a tiempo real.

A partir de 2019, experiencias surgidas de los territorios, en virtud de los cambios introducidos por la posibilidad de generar energía por parte de los usuarios, llevaron a la Provincia de Córdoba a diseñar e implementar un esquema legal de generación distribuida comunitaria. En octubre de 2019 el Ministerio de Servicios Públicos, EPEC, FACE Córdoba y FECESCOR suscribieron un Convenio Marco de Colaboración con dos empresas privadas para desarrollar proyectos piloto. Luego, el Gobierno Provincial sancionó en mayo de 2021 la Resolución 01/2021, creando la figura de usuario-generador comunitario. Hasta 2023 siete proyectos comunitarios se han concretado -Luque, Oncativo, Arroyo Cabral, Jovita, Villa del Rosario, La Laguna, Vicuña Mackenna-, marcando las posibilidades que se abren cuando diversos actores cooperan.

¹⁶⁰ En el marco del Programa Eficiencia Energética y Generación Distribuida, se creó un fondo de \$600 millones a utilizarse para otorgar créditos a usuarios particulares, y pequeñas y medianas empresas para realizar auditorías energéticas y adquisición de equipamiento. El Banco de Córdoba instrumentó la línea de crédito especial, “Dale Eco”, para financiar la adquisición de sistemas de energías renovables y productos ecosustentables, tanto para personas físicas como para empresas. En el caso de las empresas, cubre la financiación del 100% del producto, en hasta 48 cuotas, con un tope de \$10 millones (BANCOR, 2022)

¹⁶¹ Se trata de los EMT -Energy Meters Translator- desarrollados por Ascentio Technologies. Estos son adaptadores que, conectados a medidores digitales no inteligentes, logran captar información precisa y comunicarla a la empresa de energía como si los medidores fueran *smart*. En una primera etapa, se instalaron en edificios, comercios e industrias.

A través de EPEC, la provincia de Córdoba dispone de una herramienta fundamental para la toma de decisiones y la ejecución de políticas públicas orientadas a influir sobre el devenir de la transición. Activa y con iniciativas propias, Córdoba coopera con actores de escala nacional, provincial y local en pos de sumar a sus propias capacidades, potenciarlas, y generar sinergias para lograr proyectos. Mientras que aquellos surgidos del territorio han logrado concretarse, los proyectos meramente provinciales han encontrado trabas. Planificar en términos de escala y costos alcanzables, y con la presencia de actores de diferente capacidad es una estrategia a desarrollar para multiplicar los proyectos.

Perfiles provinciales diferentes se reconocen en los territorios pampeanos, que confieren características particulares al proceso de transición. Contribuye a ello la existencia de diferentes actores con injerencia en el sector eléctrico, empresas privadas y públicas. Mientras en las primeras priman los intereses económicos privados, las empresas públicas se asocian a necesidades sociales y estratégicas. Un perfil *promotor* en el caso de Santa Fe se refleja en la presencia del Estado Provincial en materia energética. Mediante la Empresa Provincial y fondos propios se financian incentivos a la generación distribuida y se diseñan proyectos de generación de mediana escala. El perfil *articulador* a Buenos Aires se lo confiere la existencia de programas y proyectos que surgen y se concretan desde actores públicos y privados sumando sus capacidades y trabajando en conjunto. El perfil *cooperador* de Córdoba surge de su capacidad de crear sinergias con actores de diferentes escalas, aprovechando las oportunidades de marcos normativos y contractuales Nacionales, y potenciando las experiencias de actores provinciales y locales. Por distintos caminos, se favorece el desarrollo de condiciones propicias para la transición energética y se avanza en proyectos fotovoltaicos.

Conclusiones: Estrategias disímiles, caminos convergentes

El aprovechamiento de la energía fotovoltaica en Argentina ha avanzado en el tiempo con fines diferentes: proveer energía a población dispersa; inyectar energía al SADI; permitir la generación distribuida por parte de usuarios de la red de distribución. Las tres fases de avance del aprovechamiento fotovoltaico dan cuenta de la variedad de soluciones que la tecnología ofrece, muestran la experiencia acumulada y dejan lecciones para el despliegue a venir. En la primera, para poblaciones aisladas, la fotovoltaica es capaz de cubrir la falta de servicios por red, en tanto satisface necesidades no solamente energéticas, sino también relacionadas al abastecimiento de agua y otros fines productivos. Estudiar, acceder a la salud, y desarrollar un emprendimiento productivo se hace posible a través del acceso a la energía. En este sentido, esta fase representa el uso de la fotovoltaica para *energizar* a población dispersa. De la segunda, resulta la mayor cantidad de potencia instalada en fotovoltaica en el país. Por su aporte de energía renovable, esta fase corresponde al uso de la fotovoltaica para *diversificar* y *descarbonizar* la matriz. En la tercera, el usuario de energía deviene usuario-generador y gana así autonomía y capacidad de decisión. Esta fase comienza a *solarizar* a usuarios que ya disponen de energía eléctrica, y a incluirlos en el sistema, a través de un nuevo rol. Cada fase se superpone a la anterior, constituyendo una forma de aprovechamiento que se suma a las demás, ampliando la utilidad que se le da al recurso (figura 20). Con mayores aplicaciones, su valorización es creciente.

CRONOLOGÍA FOTOVOLTAICA ARGENTINA. TRES FASES DURABLES



Figura 20: Cronología fotovoltaica argentina. Elaboración propia.

Las Provincias viven, a la vez, la transición energética que desciende desde normativa nacional, y la que asciende desde iniciativas propias. Diferentes acciones y programas de estímulo a la generación fotovoltaica, implementados mediante estrategias de promoción, articulación o cooperación, dan lugar a distintos perfiles provinciales que demuestran el reconocimiento de una oportunidad en el recurso fotovoltaico: de autonomía energética, de posicionamiento político y energético a nivel nacional, y de crecimiento y desarrollo para las poblaciones. En las tres provincias, avanzan los proyectos fotovoltaicos, el conocimiento y el interés por la tecnología se incrementa.

Camino diverso conducen a las tres provincias por senderos de transición. Convergen en formas más descentralizadas de producción energética, y mayor participación de actores múltiples en la generación y gestión de la energía, que se manifiesta en una variedad de iniciativas fotovoltaicas pampeanas.

Parte III: Al amanecer solar

“Désirer la transition énergétique, c'est vouloir choisir par quelles énergies nous acceptons d'être modifiés¹⁶²” (Chabot, 2015).



¹⁶² Desear la transición energética es querer elegir por cuáles energías aceptamos ser modificados (traducción propia).

Los territorios pampeanos tienen una historia relativamente reciente en su relación con la energía fotovoltaica. Desde las instalaciones dispersas de la década de 1990, los primeros parques solares de mediana escala aparecen entrada la década de 2010. Grandes proyectos resultan luego adjudicados en licitaciones nacionales. Paralelamente, se habilita la generación distribuida. A modo de “amanecer” progresivamente se multiplican proyectos fotovoltaicos.

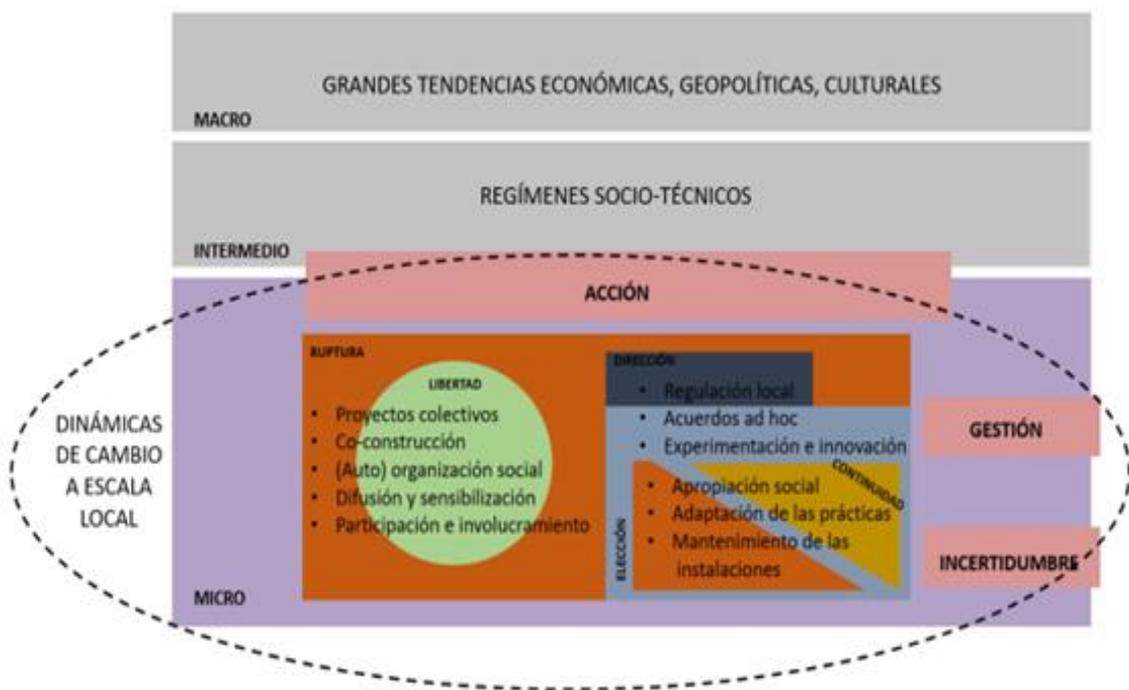


Figura 21: Territorios en transición. Dinámicas de cambio local. Elaboración propia.

Normativa específica habilita nuevas formas de generar y consumir con mayores posibilidades de decisión, experimentación e innovación para distintos actores y particularmente para los usuarios. Los actores del territorio cada vez más participan libre y voluntariamente en los proyectos energéticos (figura 21). A través de los proyectos fotovoltaicos, la transición se despliega, pero no de forma homogénea, oscilando entre cambios de intensidad variable. Progresivamente, actores locales se movilizan, se articulan y se suman a la transición. Proyectos comunitarios se ponen en marcha y

conducen a un vínculo más estrecho con la energía. Los territorios pampeanos permiten analizar distintos caminos que se abren en el sendero de la transición.

Capítulo 7: Modalidades energéticas

Al amanecer solar pampeano se distinguen proyectos fotovoltaicos que difieren en la escala de aprovechamiento, el tipo de actor/es que los conducen, el objetivo que persiguen, y el grado de participación social. En la diversificación de proyectos el sistema se reequilibra y tiende a la sostenibilidad (figura 22).



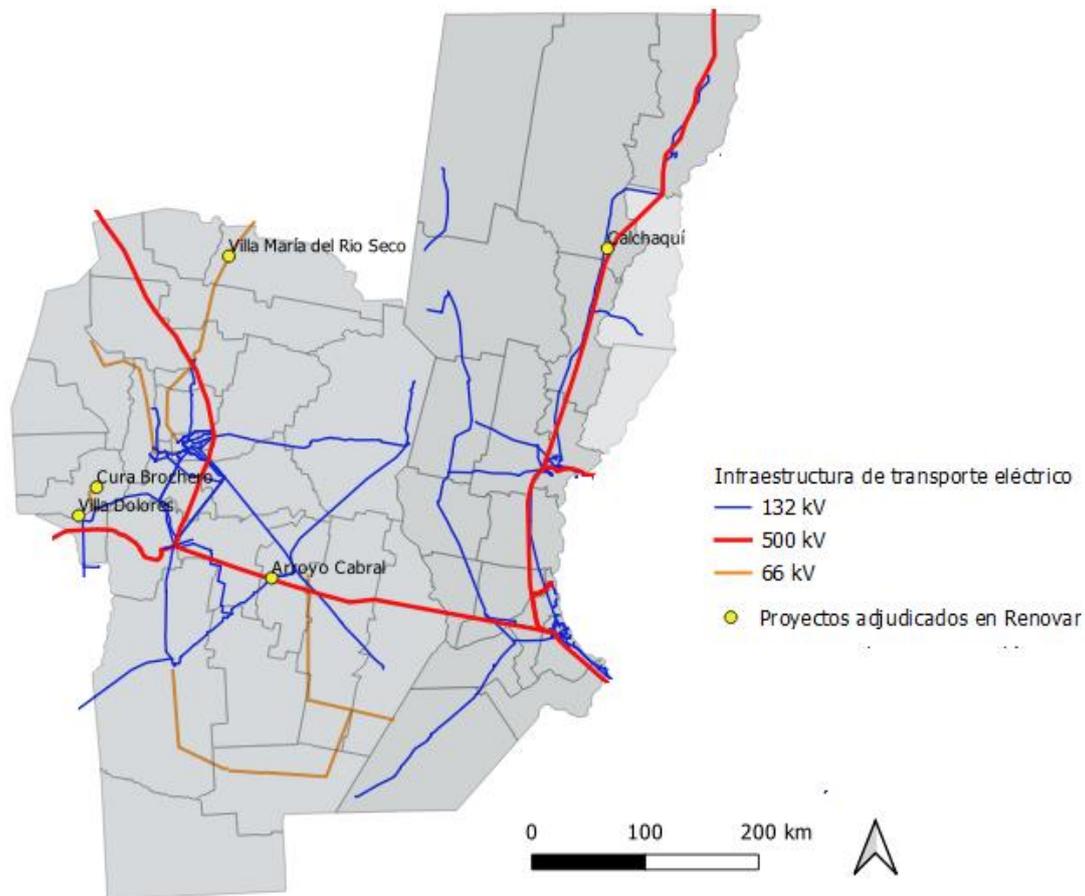
Figura 22: Diferentes proyectos, dos modelos de sistema. Elaboración propia.

Algunos proyectos son conducidos por actores extra-locales y responden a la lógica del sistema centralizado. Se asientan sobre el sendero tradicional, en tanto hacen uso de sus estructuras, y persiguen un interés disociado de las problemáticas y valores de las comunidades. Otros, de naturaleza local, buscan resolver carencias del sistema mejorando el servicio para las poblaciones. Otros, innovan en su relación con la energía, cambiando la forma de gestionar los proyectos energéticos, de generar y consumir. En ese proceso toman preponderancia los recursos locales, las necesidades y los valores de los actores, resignificando a la energía en el vínculo con el territorio.

7.1 Sobre el sendero tradicional

Transitar a un nuevo modelo energético implica actos disruptivos que corren del centro elementos del sistema anterior, y ponen en juego otros nuevos. Sin embargo, una “dependencia del sendero” tiende a reproducir la lógica del sistema dominante y fósil-dependiente, reconduciendo al sendero tradicional. Así en los territorios pampeanos, parques solares de gran escala, a pesar del uso de una fuente energética renovable, mantienen características del sistema centralizado. Se trata de proyectos de generación ubicados en puntos de interconexión con las redes de alta tensión, para transportar la energía hacia los centros de consumo. Los actores del territorio no participan del diseño, la ejecución ni los beneficios del proyecto, y el mismo no se vincula a una problemática local.

Entre 2016 y 2019 en las provincias de Córdoba y Santa Fe emergen 5 grandes proyectos (mapa 18). Los mismos resultaron adjudicados en las licitaciones Renovar, que ofrecían condiciones contractuales favorables por la energía generada y garantías para la adquisición de financiamiento.



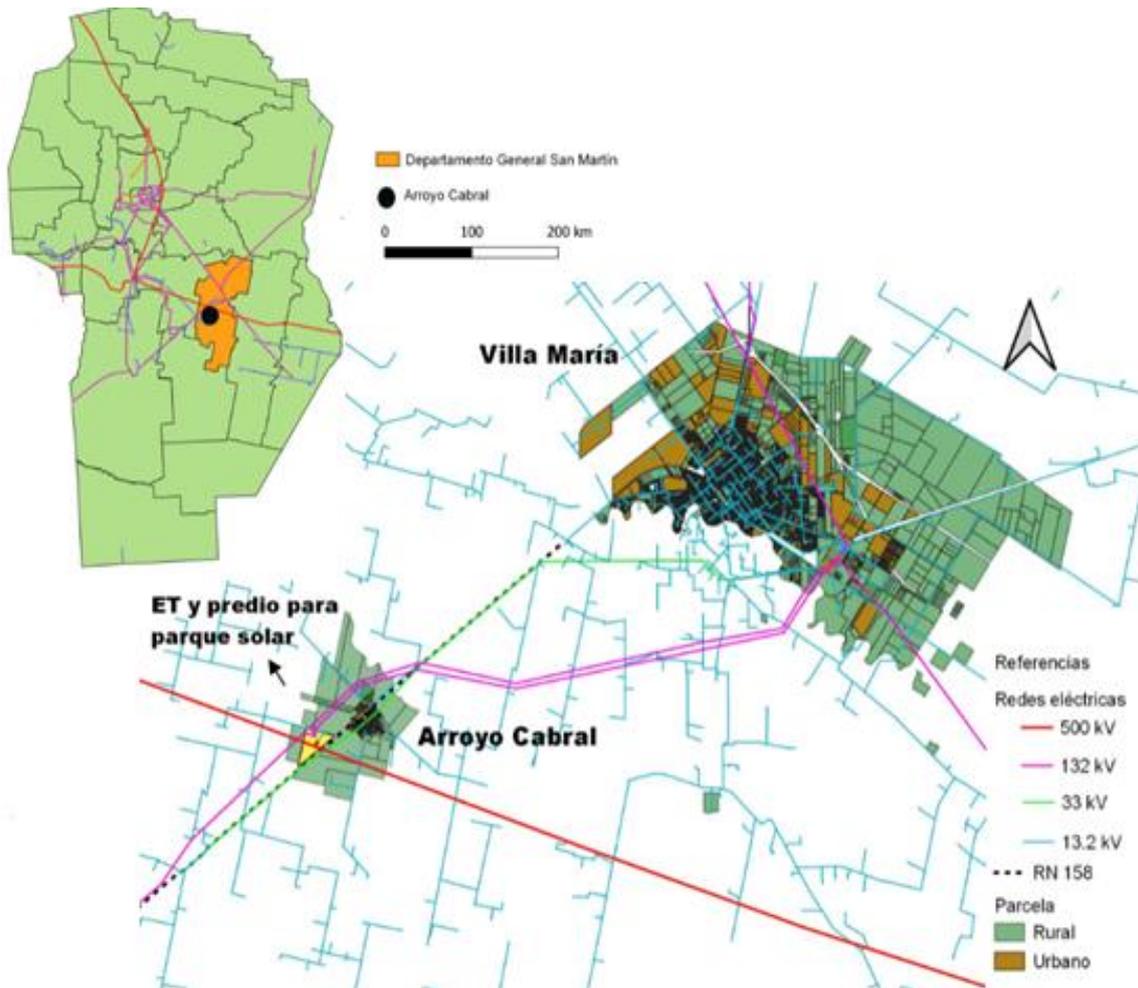
Mapa 18: Proyectos fotovoltaicos adjudicados en licitaciones Renovar e infraestructura eléctrica. Elaboración propia.

En algunos de ellos fue necesaria la construcción de una estación elevadora 33/66 kV para permitir la inyección de la energía del parque (Villa María del Río Seco). Otros se pensaron en inmediatez de la línea y estación transformadora en 500 kV (Arroyo Cabral) logrando un ahorro económico y de tiempo en la construcción. Estos proyectos muestran la influencia de lo construido, lo ya establecido, para moldear la existencia de proyectos nuevos, aún cuando cambian la fuente de generación. Los proyectos se insertan así en una lógica determinada por las estructuras materiales. Un “bloqueo material” a la transición (Chabrol 2016) entra en juego al ser las estructuras existentes (redes de transmisión y estaciones transformadoras) las condicionantes del emplazamiento de los proyectos. Se trata, además, de proyectos de gran escala, construidos en una lógica “de arriba hacia abajo” por surgir de marcos normativos y estímulos económicos provenientes del Estado

Nacional y ser encabezados por actores extra-locales (actores nacionales, provinciales, empresas privadas nacionales o extranjeras, cuyo comportamiento es determinado por una lógica extra-local). Entran en tensión con el territorio donde se emplazan. Actividades tradicionales, turísticas y hasta la diversidad natural son puestos en jaque por la generación de energía. Los proyectos Arroyo Cabral y Cura Brochero representan este tipo de modalidad de transición que avanza sobre el sendero tradicional.

Arroyo Cabral

El proyecto de parque fotovoltaico Arroyo Cabral de la Empresa Provincial de la Energía de Córdoba, resultó adjudicado en la Ronda 2 de Renovar, en 2017 (Resolución 473/2017). Se preveía su ubicación en cercanías de la localidad del mismo nombre, en el departamento General San Martín (mapa 19). A 178 km de Córdoba capital, a 18 km de Villa María, y a 2 km de Arroyo Cabral, sobre la vera de la ruta nacional N°158, la ubicación elegida es privilegiada por su inmediatez con la estación transformadora. Se trata de un predio de 77 hectáreas, propiedad de EPEC, atravesado por una línea de alta tensión (500 kV), y otras menores, libre de obstáculos, elevado naturalmente y alejado del ejido urbano.



Mapa 19: Localización prevista para el proyecto fotovoltaico Arroyo Cabral. Fuente: Elaboración propia en base a datos de IGN (2017) y Secretaría de Energía (2019c).

Este proyecto de 40 MW requería una inversión de USD 45 millones. La idea inicial era un esquema de financiamiento compartido: un 85% de la provisión e instalación del equipamiento fotovoltaico financiado por capitales chinos, y un 15% financiado por EPEC. En 2020 EPEC retomó contactos con inversores de origen chino y avanzaron hacia un acuerdo que luego no logró concretarse. Al aprobarse la Resolución 1260/2021, reduciendo las penalidades para los proyectos no concretados, se rescindió el contrato con CAMMESA. Arroyo Cabral es un ejemplo de la limitante financiera al desarrollo de los proyectos, en especial ante un armazón basado en pocos actores, y alejado de la comunidad local. El proyecto no incluyó en su formulación el componente de compromiso social y comunitario y de identificación con el territorio –la comunidad no

ve sino una potencial central generadora adicional, no diferente a otras-. Es también reflejo de una transición que encuentra inercia al cambio, al conservar elementos del sistema dominante.

Ante problemáticas locales, un proyecto comunitario es encarado por la cooperativa eléctrica de Arroyo Cabral. Durante 2021, una planta fotovoltaica, de 70 kW, fue instalada en el predio de tratamiento de agua potable, propiedad de la cooperativa. Con ello, busca motivar a los ciudadanos a participar del proyecto.

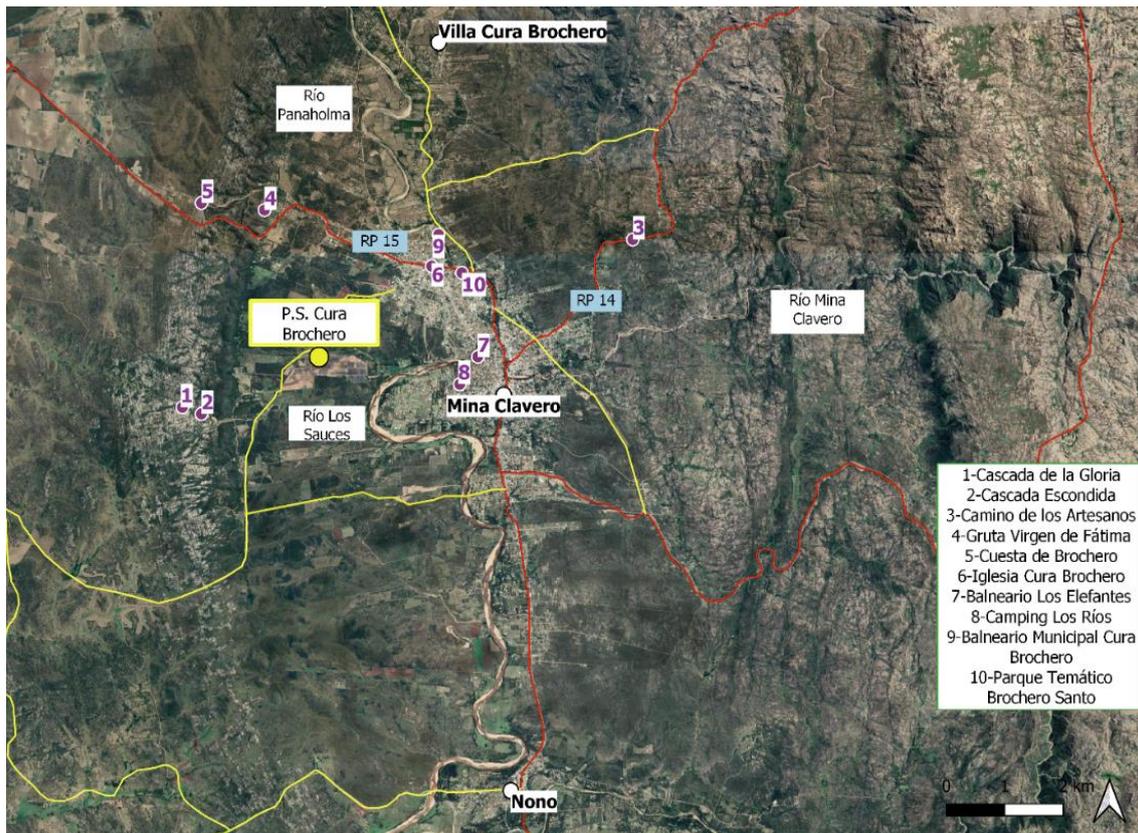
Cura Brochero

El proyecto Cura Brochero, en el Valle de Traslasierra, fue adjudicado en la licitación Renovar (17 MW). Posteriormente el mismo proyecto, y una ampliación por 8 MW, recibieron prioridad de despacho en el MATER. Entró en operación comercial en abril de 2023. Conducido por actores extra-locales para inyección de energía en el sistema interconectado, genera tensiones con la comunidad local por sus efectos sobre el uso del suelo y el entorno natural.

Villa Cura Brochero¹⁶³ es una localidad turística, cabecera del departamento San Alberto, en el Valle de Traslasierra, al oeste de la provincia de Córdoba. Se extiende a la vera del río Panaholma, entre los cordones montañosos de Achala y Pocho. El proyecto fotovoltaico se instala en un área de 70 hectáreas, en una zona de gran riqueza natural y cultural, en la confluencia de tres localidades turísticas, encadenadas en un eje norte-sur, y a una distancia de 8 km entre sí (mapa 20). En el área circundante se emplazan sitios de interés para los visitantes, y de orgullo e identificación para los residentes de la zona. La

¹⁶³ La localidad toma su nombre de José Gabriel del Rosario Brochero, sacerdote local a quien se le atribuyen numerosos milagros. Por su legado, las alegadas propiedades curativas del río Panaholma, y la belleza del paisaje, la localidad recibe turistas de todo el país.

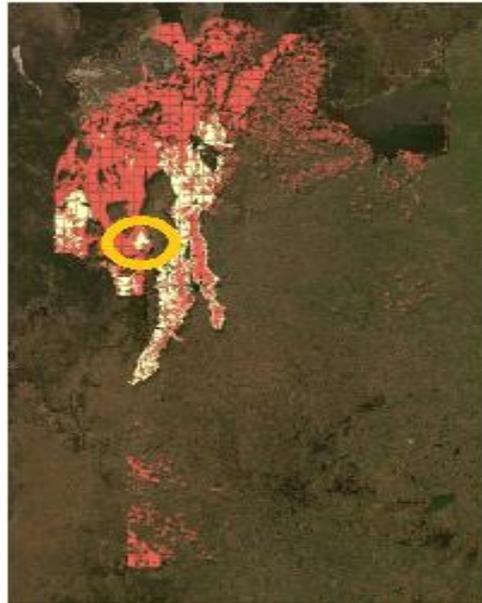
avenida Mariano Moreno (en amarillo, en el mapa) se convierte en la vía de acceso a la planta, compartida también por turistas para recorrer la zona en dirección a la Cascada de La Gloria y Cascada Escondida. En cercanía de las localidades turísticas, se encuentra el Parque Nacional Traslasierra¹⁶⁴.



Mapa 20: Ubicación del P.S. Cura Brochero, con respecto a sitios turísticos. Elaboración propia.

¹⁶⁴ Mediante la Ley Provincial 10.481 de 2017, la provincia cede jurisdicción ambiental a favor del Estado nacional sobre las tierras ubicadas en Pedanía Guasapampa, departamento Minas. La Ley Nacional 27.435 de 2018 creó allí el Parque Nacional Traslasierra. Se trata de más de 105.000 hectáreas ubicadas en la región del Chaco Seco Serrano, de altos valores ecosistémicos.

El parque solar Cura Brochero se proyectó e inició su construcción en una zona de bosque nativo de categorías 1 y 2, lo que implica que deben ser conservados¹⁶⁵ (mapa 21). En 2021, residentes de Villa Cura Brochero y de otras localidades de los departamentos San Alberto y San Javier, organizados en asamblea vecinal, iniciaron protestas y presentaron una demanda contra la empresa que lleva adelante el proyecto y contra el gobierno de la provincia de Córdoba¹⁶⁶. Según la demanda, a partir de



Mapa 21: Categorías de bosques. Fuente: Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques de la República Argentina.

mediados del año 2020 se concretaron obras en una zona de monte próxima al río Los Sauces, a la altura de las ciudades de Cura Brochero y Mina Clavero, que arrasaron con más de 600 hectáreas de monte nativo. Aunque la empresa presentó una Evaluación de Impacto Ambiental, se denuncian irregularidades en la misma. La Cámara de Apelaciones de Villa Dolores admitió una acción de amparo. Además de la pérdida de bosque nativo, la construcción del parque entra en tensión con la conservación y el cuidado de la fauna local¹⁶⁷. A pesar de estas tensiones, la obra de construcción del parque continuó y en octubre de 2022 fue inaugurado en acto oficial.

¹⁶⁵ En la provincia de Córdoba, la Ley de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (Ley 9814/2010) establece tres categorías de conservación. Los bosques dentro de las categorías 1 y 2 deben ser conservados, no se permite desmonte ni cambio de uso de suelo. La excepción es la realización de obras públicas, de interés público o de infraestructura, siempre que se someta a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y audiencia pública.

¹⁶⁶ La causa es caratulada: Rojas, Erick Sami Alberto Y Otros C/ Parque Solar Cura Brochero S.A.U. (Ex Harz Energia S.A.U) Y Otros. Acción Colectiva Abreviado, Expte.Nº 10198160

¹⁶⁷ La zona de Traslasierra es particularmente rica en biodiversidad de aves. Entre las especies típicas de la zona se encuentran: el Calacante común (*Thectocercus acuticaudata*), el churrinche (*Pyrocephalus rubinus*), la golondrina negra (*Progne elegans*) el arañoero corona rojiza (*Myioborus brunniceps*), el Martín Pescador Grande (*Megasceryle torquata*), el Birro Común (*Hirundinea bellicosa*) y el Águila Mora (*Geranoaetus melanoleucus*) (Ecoresgistros, s/f).

La empresa detrás del proyecto es Harz Energy, filial de Neuss Fund¹⁶⁸, admitida por CAMMESA como nuevo agente del MEM. También participan: PowerChina¹⁶⁹ - multinacional de origen chino, con experiencia en desarrollo de proyectos solares y eólicos, la española ELMYA, ya involucrada en Argentina en el parque solar Cafayate, y CIPSA que, con base en Rosario, realiza obras para el montaje electromecánico de parques solares (movimiento de suelo, cableado, conexionado, obradores, hincado de postes, montaje de estructuras e instalación de trackers y paneles). Como contracara a la fuerte presencia de actores extra-locales en el proyecto, las empresas CIPSA y ELMYA encomendaron a la oficina de empleo del Municipio la búsqueda de personal, oriundo de la zona, para los puestos de ayudantes, técnicos eléctricos, maquinistas, supervisor mecánico y encargados de seguridad e higiene (Municipalidad de Villa Cura Brochero, 2022).

Cura Brochero reproduce el sistema energético centralizado, reemplazando generación fósil por generación fotovoltaica. Además de no incluir a la comunidad en el diseño y ejecución del proyecto, genera tensiones por irrumpir en una zona turística y modificar las dinámicas establecidas.

Los proyectos Arroyo Cabral y Cura Brochero, conservan rasgos del sistema energético dominante. Se suma una tecnología renovable, pero la forma de generación y gestión del

¹⁶⁸ Harz Energy es la subsidiaria energética del Neuss Fund, parte del grupo empresario perteneciente a la familia Neuss, de origen alemán. Con una trayectoria centenaria en los negocios, comenzó siendo Soda Neuss Belgrano dedicada a la producción de gaseosas, que llegaron a ser muy populares en el mercado argentino. Generaciones siguientes iniciaron ramas de negocios en los servicios públicos, en la actividad petrolera y financiera. A través de Harz Energy, Grupo Neuss se incorpora al mercado de la energía como productor y distribuidor de gas, petróleo y energía eléctrica. En 2017 Harz Energy se presentó a licitación Renovar, y también solicitó prioridad de despacho en el MATER, no sólo para Cura Brochero, sino también para el proyecto Villa María de Río Seco. Para la participación en la licitación creó la empresa Parque Solar Cura Brochero SAU.

¹⁶⁹ Power China es quien se encargó de la construcción de los proyectos Caucharí en Jujuy y Cafayate en Salta, bajo la modalidad “llave en mano”. Participa también de los proyectos Tamberías y Diaguitas en San Juan.

proyecto responde a la lógica del sistema centralizado. Estos proyectos dejan la puerta abierta a cambios mayores que permitan el avance de una transición más profunda.

7.2 Atendiendo déficits

Proyectos de mejora en los servicios para la comunidad local, valorizan recursos y actores del territorio. La producción energética se concibe así como un instrumento para solucionar problemáticas o atender déficits, con provisión de equipamiento *off-grid* para afrontar la falta de redes, o instalaciones fotovoltaicas de mediana escala para fortalecer las redes eléctricas en sitios distantes de los grandes centros urbanos. Entre estas experiencias se destacan las instalaciones realizadas por el PERMER, para usos domiciliarios, escolares, productivos y en edificios públicos (tabla 19).

Durante 2019 PERMER realizó dos licitaciones públicas -nacionales e internacionales- con el objetivo de instalar kits solares domiciliarios¹⁷⁰: una para 180 familias de la provincia de Buenos Aires y otra para proveer 3500 kits en la provincia de Córdoba (LPI 1/2019 y LPN 3/2019, respectivamente). La primera¹⁷¹ se dirigió a familias localizadas en zonas del Delta del Paraná y Berisso, así como en cercanía de canales y ríos, en los distritos de Campana, San Fernando y Zárate. La segunda se distribuyó en la mayoría de los departamentos de la provincia de Córdoba, principalmente los del Oeste y Norte, con el mayor número de adjudicaciones en Cruz del Eje (475 kits domiciliarios), San Alberto (410), Río Seco (400), Tulumba (400) y Pocho (380) (mapa 22). Durante 2021, se realizaron instalaciones en 2344 hogares cordobeses, alcanzando a 9376 beneficiarios (Informe de Gestión PERMER, 2021). Además, para satisfacer necesidades de

¹⁷⁰ En este caso se trató de la licitación de la instalación. La provisión de los equipos, previa licitación, quedó a cargo de la empresa Light Design Inc.

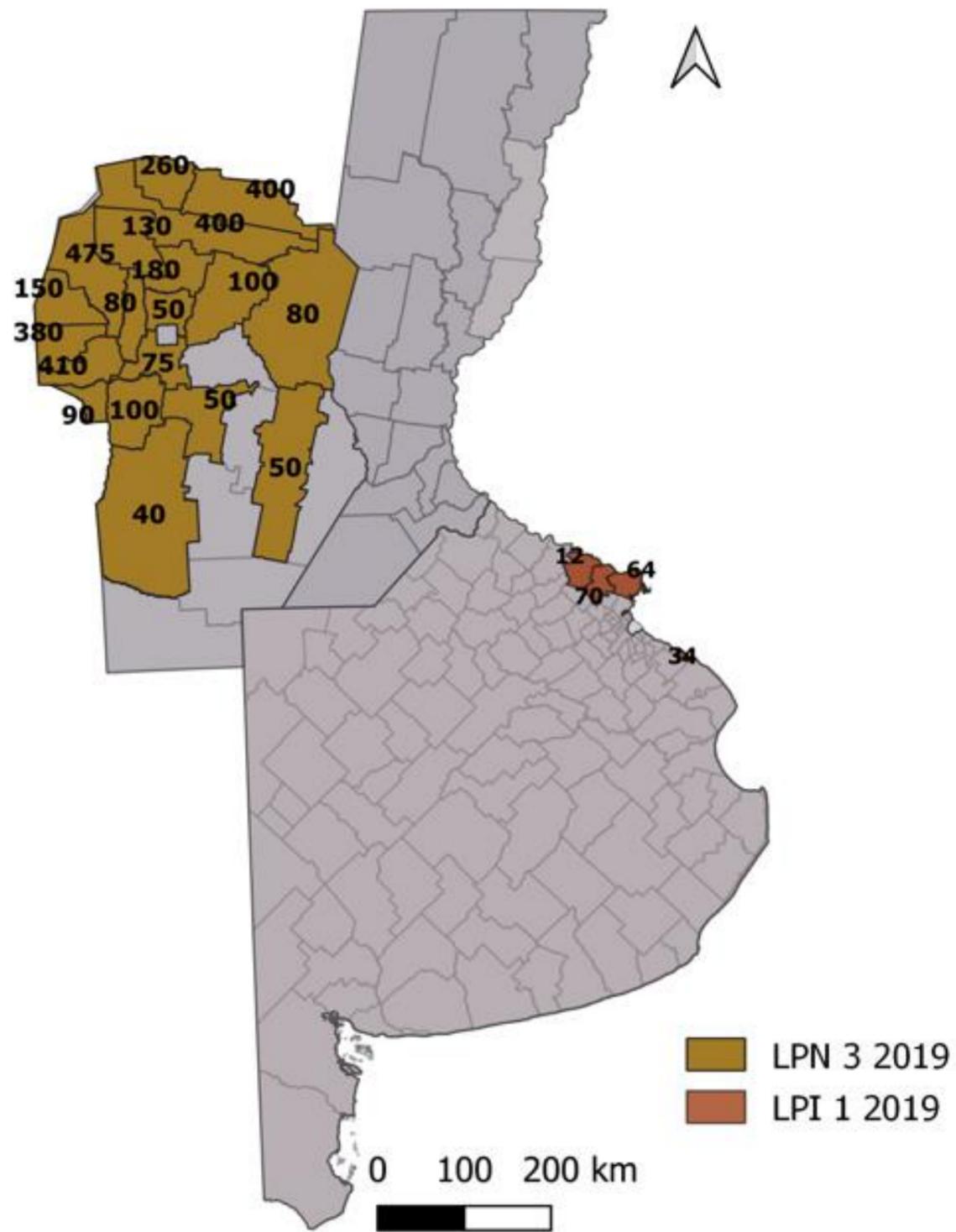
¹⁷¹ La empresa Coradir S.A. resultó adjudicataria de la licitación.

producción, entre 2019 y 2021 se proveyeron boyeros solares y equipos de bombeo (LPN 1/2019 y LPN 1/2020; LPN 3/2021).

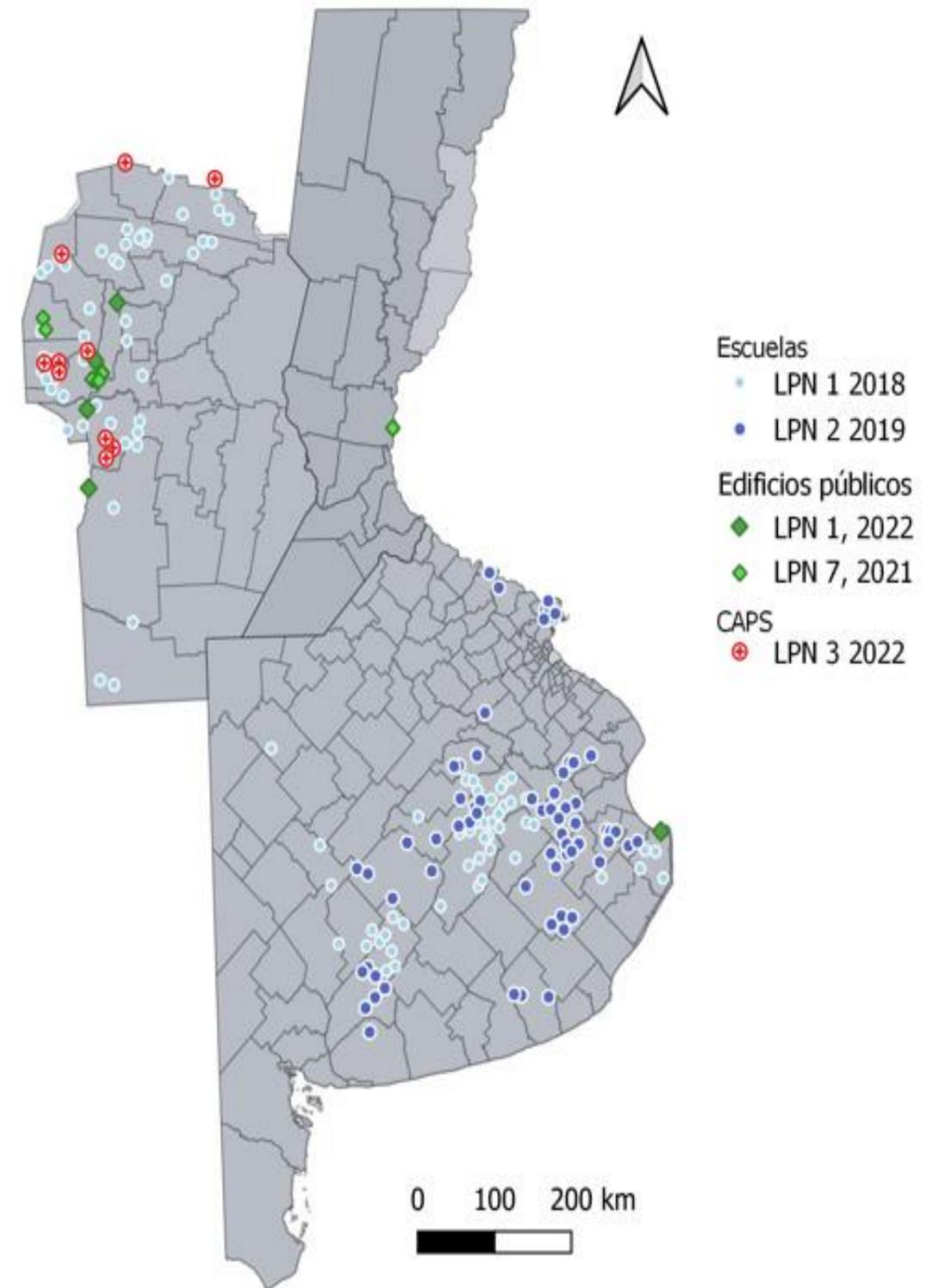
Para atender los requerimientos energéticos de escuelas y centros educativos, en 2018, PERMER licitó la provisión de equipos para electrificar 47 establecimientos en la provincia de Buenos Aires y 57 en la provincia de Córdoba (LPN 1/2018). En 2019, se licitaron equipos para otros 72 establecimientos educativos bonaerenses (LPN 2/2019). En Córdoba se electrificaron escuelas de departamentos ubicados al Oeste y Norte, en Buenos Aires se apuntó a los distritos del centro y sudeste provincial (mapa 23). Durante 2021 se realizaron instalaciones en 43 escuelas bonaerenses, logrando 3483 beneficiarios (Informe de Gestión PERMER, 2021). Adicionalmente, PERMER ha licitado la instalación de equipos fotovoltaicos en 11 Centros de Atención Primaria de la Salud (CAPS) de la provincia de Córdoba (LPN 3/2022) y en otros edificios públicos de Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe (LPN 7/2021 y LPN 1/2022) (mapa 23).

Licitaciones PERMER 2018-2022				
Licitación	Provincia	Uso	Detalle	Cantidad
LPI 1/2019	Buenos Aires	Domiciliario	Kits solares domésticos y lámparas recargables	180
LPN 3/2019	Córdoba			3500
LPN 1/2018	Buenos Aires	Escolar	Instalaciones eléctricas fotovoltaicas en establecimientos educativos	47
	Córdoba			57
LPN 2/2019	Buenos Aires			72
LPN 1/2019	Córdoba	Productivo	Boyeros solares	204
LPN 1/2020	Buenos Aires			209
	Córdoba			420
	Santa Fe			160
LPN 3/2021	Córdoba		Bombas solares de profundidad	313
			Bombas solares superficiales	231
LPN 7/2021	Córdoba		Edificios públicos	Instalaciones en edificios públicos
	Santa Fe	4		
LPN 1/2022	Córdoba	Fotovoltaica en Estación Repetidora	4	
	Buenos Aires	Instalación en parque nacional	1	
		Instalación en módulo sanitario	1	
		Instalaciones en CAPS	11	
LPN 3/2022	Córdoba			

Tabla 19: Licitaciones PERMER para provisión de equipos fotovoltaicos off-grid en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe. Elaboración propia en base a datos publicados por PERMER.



Mapa 22: PERMER Licitación Pública Internacional y Nacional para la provisión de kits solares domiciliarios, con cantidad de kits licitados por jurisdicción. Elaboración propia en base a datos PERMER



Mapa 23: PERMER Licitaciones de equipamiento fotovoltaico para establecimientos educativos y edificios públicos. Fuente: elaboración propia en base a datos PERMER.

Tanto en las licitaciones de equipamiento para uso domiciliario como escolar se observan regiones que no son objetivo de atención del programa, tales como el Sur de Córdoba, y Santa Fe y el Noroeste de Buenos Aires. Explicaría ello el mayor nivel socio-económico de la población y el surgimiento de experiencias que surgen de la cooperación multi-actoral.

Santa Fe

Otras experiencias se han dado en la provincia de Santa Fe que impulsó, a fines de la década de 1980, la instalación fotovoltaica en escuelas aisladas. En el siglo XXI, se destaca la Escuela Primaria N° 1312, de la isla Guaycurú. La isla, de 300 habitantes, se ubica en el departamento General Obligado, al Noreste de la provincia, en el sistema de lagunas y arroyos del río Paraná. Al ser accesible solamente por vía fluvial el combustible líquido que abastece a los habitantes se transporta en lancha desde Reconquista. En 2013, la escuela se presentó a la convocatoria a proyectos de cooperación de la embajada de Suiza con la propuesta de aprovechar el recurso solar y eólico para resolver su aprovisionamiento energético. Al resultar ganadora, la embajada de Suiza aportó el 40% de la inversión necesaria. Otro 40% provino del gobierno de Santa Fe, a través de la Subsecretaría de Energías Renovables y del Ministerio de Educación. Fondos adicionales fueron contribuidos por la Asociación Cooperadora de la escuela. El aporte de actores diversos logró la concreción del proyecto. Además de mejorar el servicio eléctrico de la escuela, el proyecto híbrido solar-eólico generó que los actores locales se interesaran en la tecnología y se capacitaran en la instalación, funcionamiento y mantenimiento de los equipos. Además, padres y alumnos de la escuela desarrollaron talleres abordando las temáticas de cambio climático y energías renovables. A la experiencia en Guaycurú

siguieron las iniciativas de las islas Las Palmas y El Espinillo. En la primera, en 2015, la Subsecretaría de Energías Renovables instaló en la Escuela Albergue Armada Argentina, potencia eólica y solar para hacer funcionar una bomba de agua, un televisor, computadoras, impresora y una batidora industrial. En la segunda, la Provincia apoyó una instalación similar en la Escuela Primaria N°1139. Estos proyectos cuentan con el apoyo de actores diversos y pretenden, mediante la mejora del aprovisionamiento energético, favorecer el funcionamiento de las instituciones educativas y de esta manera contribuir a la calidad de vida de la comunidad.

Buenos Aires

En la provincia de Buenos Aires 26 parques fotovoltaicos, financiados por PROINGED, buscan mejorar la calidad del servicio en zonas “puntas de red”, donde se registran frecuentes cortes y bruscas caídas y subidas de tensión. La cercanía de estos proyectos a la zona urbana implica su visibilidad y asociación con las mejoras que se experimentan en el servicio. Además, motivan a la población a interesarse, capacitarse e involucrarse en el proyecto. Este es el caso del proyecto fotovoltaico Bayauca (imágenes 7, 8, 9), en la localidad del mismo nombre. Allí, la instalación del parque motivó a jóvenes estudiantes a realizar cursos vinculados a las energías renovables y encontrar una fuente de trabajo.

El proyecto fotovoltaico Huanguelén se ubica en la localidad del mismo nombre perteneciente a los partidos de Guaminí y Coronel Suárez. Se trata de una localidad pequeña (cerca de 6000 habitantes, y 3200 usuarios), que sufría inconvenientes con el servicio eléctrico, especialmente en los meses de verano. Para la instalación del parque, la cooperativa en un primer momento pensó en un terreno propio, ubicado a 300 metros de su sede administrativa. Sin embargo, el Municipio de Coronel Suárez ofreció un

terreno, que fue cedido al FREBA de manera gratuita y por un plazo de 20 años. Su construcción implicó reconvertir el rol de ingenieros de la cooperativa eléctrica para la atención del parque solar. Desde un punto de vista técnico, se destaca de otros de la región por su orientación Este-Oeste (imágenes 10 y 11). Genera en promedio cerca de 500 MWh/año, llegando a abastecer a unos 200 hogares. Representa algo novedoso para los habitantes que los motiva a interesarse por la generación fotovoltaica. Algunos usuarios de la cooperativa se han acercado para informarse sobre las posibilidades de generar energía en forma domiciliaria. En noviembre de 2021, un contrato *ad hoc* entre la cooperativa y un usuario estaba en discusión, ante la falta del marco legal provincial. Además, desde otras localidades se han acercado para conocer sobre el funcionamiento del parque.



Imagen 7: Parque fotovoltaico Bayauca. Fuente: cooperativa eléctrica de Bayauca.



Imagen 8: cartelería tras alambrado perimetral que rodea al parque solar Bayauca, sobre última calle del pueblo.



Imagen 9: Transformador de Bayauca, sobre ruta 188.



Imagen 10: disposición de los paneles, parque solar Huanguelén



Imagen 11: cartelería frente a parque solar Huanguelén.

En Córdoba, a través del Ministerio de Servicios Públicos, se despliega el “Programa Provincial de Energías Renovables en Zonas Aisladas para el Desarrollo Social y Productivo”, que canaliza aportes del PERMER y moviliza recursos provinciales. En ese marco se han realizado instalaciones fotovoltaicas en emprendimientos productivos comunitarios. Una empresa provee el equipamiento, el Ministerio de Servicios Públicos realiza la instalación, mientras el mantenimiento y cuidado de los equipos es responsabilidad del usuario, quien asume un rol activo en su relación con la tecnología.

Los casos aquí presentados conducen a mejoras sustanciales en el déficit pre-existente, y tienen la posibilidad de sembrar la semilla de cambios mayores: capacitación, empleo, visibilización social. En este punto la difusión de información es vital. Ante el desconocimiento del funcionamiento de la tecnología, es posible que la población desconfíe de sus beneficios¹⁷². Ello actuaría en detrimento de una percepción social positiva y desalentaría la difusión de la fotovoltaica. Estos proyectos, si son planificados y gestionados adecuadamente, pueden constituir una puerta de entrada a iniciativas más participativas e innovadoras en la relación sociedad-energía. De esta manera, aquellas localidades con déficits estarían frente a una ventaja a la hora de iniciar sus caminos de transición.

¹⁷² Los parques solares conectados a la red, por ejemplo, no evitan la caída del servicio ante un corte de suministro desde el transformador que alimenta esa línea. En la localidad de Bayauca, la cooperativa eléctrica debió explicar a la comunidad que no se trataba de un desperfecto de la planta fotovoltaica, sino de la forma normal -y segura- de funcionar.

7.3 Hacia un nuevo paradigma energético

En los territorios pampeanos se observan indicios de un nuevo paradigma energético: más distribuido, inteligente y participativo. La posibilidad de generación distribuida para autoconsumo (Ley 27.424/2017) impulsa un recorrido hacia una nueva relación con la energía. Al permitir generar la energía por parte de quienes la consumen, abre el juego hacia la bidireccionalidad y -mediante tecnologías de la comunicación y la información- la inteligencia de las redes. Actores locales devienen protagonistas de emprendimientos energéticos. Proyectos colectivos no solamente promueven cambios que facilitan el acceso a la energía, sino que también innovan en la forma de relacionar los actores, movilizar los recursos y gestionar los proyectos. Los marcos regulatorios cada vez más incorporan las motivaciones de los usuarios en pos de mayor capacidad de decisión y acción.

En noviembre de 2023 se cuentan 1555 usuarios-generadores en el país que suman 29.8 MW (ver anexo 7) bajo el marco de la ley 27.424. De ellos un 59% son residenciales, los industriales y comerciales representan un 36%, entes oficiales y otros constituyen el porcentaje restante. En términos de potencia instalada la mayor proporción se encuentra en los usuarios de tipo comercial e industrial (73%), seguidos por los residenciales, entes oficiales y otros (Secretaría de Energía, 2023b). La provincia de Córdoba es líder en cantidad de usuarios generadores (741) y potencia instalada (12.7 MW). En provincia de Buenos Aires se han conectado 433 usuarios-generadores. Santa Fe contaba en 2022 cerca de 800 usuarios-generadores bajo la normativa provincial. De ellos, el 61% de tipo residencial, seguido por un 19% del sector comercial, sumando una potencia de 5 MW (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático, 2022). En 2023, funcionarios del MACC declaran que los usuarios-generadores llegan a 1170 y suman 7.2 MW de potencia. Además, los territorios pampeanos innovan en la propuesta e implementación de la

generación distribuida en forma comunitaria, avanzando primero en experiencias pioneras y luego en impulsos normativos.

Las tecnologías de información y comunicación acompañan los cambios. Las *smart grids* o redes inteligentes incorporan la comunicación “bidireccional” sobre las redes, entre centrales de producción de electricidad y consumidores. Con medidores inteligentes se posibilita la lectura remota de los consumos y se puede brindar al usuario información en tiempo real sobre su uso de la energía. Ellos son el primer paso hacia una red inteligente, en la que la disponibilidad de información permita adecuar tarifas, políticas de consumo (por ejemplo, discriminando tarifas por horario) y gestión del flujo de energía (Donato, 2016). La red eléctrica inteligente resulta particularmente útil frente al escenario de usuarios cada vez más informados y exigentes en cuanto a la calidad del servicio. En 2019, la Secretaría de Comercio Interior de la Nación estableció el “Reglamento Técnico y Metrológico para los Medidores de Energía Eléctrica en Corriente Alterna” incorporando la obligatoriedad de instalación de medidores inteligentes. Las experiencias provinciales en marcha permiten vislumbrar un camino, que se abre, en la dirección de redes inteligentes en los territorios pampeanos.

Santa Fe

Santa Fe busca impulsar la energía colaborativa. Luego de “Prosumidores”, un nuevo programa de incentivo “Energía Renovable para el Ambiente” (ERA) fue establecido en octubre de 2020. Paralelamente, la Mesa Institucional de Energía Colaborativa¹⁷³, introdujo la Generación Distribuida Colaborativa, creando la figura de “usuarios-

¹⁷³ Conformada por el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe, la Empresa Provincial de Energía (EPE), la empresa pública ENERFE, las Federaciones de Cooperativas Eléctricas de Santa Fe, el CONICET, la Universidad Nacional de Rafaela, las cinco Universidades Tecnológicas Nacionales de Santa Fe, la Federación Industrial de Santa Fe, el Colegio de Ingenieros Especialistas de Santa Fe, y Cámaras de Energías Renovables.

generadores colaborativos asociados” (Resolución 316/2021 del Ministerio de Ambiente y Cambio Climático). Fundamentan el programa el impulso de una transición energética inclusiva, reconociendo la necesidad de una “*innovación estructural en la forma de producir, consumir, utilizar y distribuir la energía*” (Res.316/2021). Fomentar la telemedición y el uso eficiente de la energía, mediante la gestión de la demanda, es también un objetivo. Bajo el programa ERA Colaborativo, algunos proyectos están en desarrollo. Entre ellos, la planta comunitaria de la comuna de María Teresa, de 24 kW, que distribuye los beneficios entre 6 organizaciones sociales locales; la planta fotovoltaica del campus de la Universidad Nacional de Rafaela (un mismo usuario con dos puntos de suministro), una instalación domiciliaria en San Guillermo asociada a 4 residencias; y un proyecto inmobiliario, el Club de Campo La Rinconada, Ibarlucea, en el que se conectaron 9 puntos de suministro que corresponden a las áreas comunes del barrio. Además, en el marco de este programa, en abril de 2023 se inauguró una instalación de 6,5 kW realizada en el edificio del correo de la localidad de Cañada de Gómez.

La EPESF en 2021 planteó el objetivo de instalar medidores inteligentes en 180 edificios y 20.000 viviendas. El objetivo a largo plazo es el reemplazo total de los medidores, en línea con la necesidad de conocer los consumos en tiempo real de los usuarios que devienen usuarios-generadores. En el marco del Programa “EPE Digital”, en 2022, la EPESF instaló 10500 medidores inteligentes a usuarios de pequeñas demandas en Santa Fe, Rosario y Rafaela, y 1900 a usuarios de grandes demandas (EPE, 2023). Se destaca la localidad de Armstrong, donde un proyecto de medición inteligente inició en 2013, previo convenio entre la cooperativa eléctrica local y la Secretaría de Energía de la Nación. Allí, una combinación de actores supo poner en marcha mecanismos de

participación ciudadana que derivaron, además, en la incorporación de generación fotovoltaica. Desde 2013, el proyecto se sostiene y fortalece.

Buenos Aires

Enmarcados en programas provinciales, o mediante acuerdos *ad hoc* con distribuidores eléctricos, casos de generación *in situ*, con involucramiento de actores locales se despliegan. Experiencias, diversas, incluyen la generación de energía fotovoltaica para autoconsumo por parte de instituciones públicas, establecimientos productivos y comerciales e incluso algunos usuarios residenciales. En estos casos, la falta de un marco normativo que habilite la generación por parte de usuarios de la red llevó a la firma de acuerdos particular-distribuidor¹⁷⁴.

En la sede central de la Cooperativa de Electricidad de Trenque Lauquen el sistema SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) permite la monitorización y supervisión de todas las instalaciones e infraestructuras de la red local, mediante un acceso remoto (imagen 12). Éste se complementa con la telemedición, en varios sectores de la red de distribución local. Alrededor de 20 subestaciones de la planta urbana, tanto en Trenque Lauquen como en 30 de Agosto (localidad menor del partido de Trenque Lauquen), tienen



Imagen 12: Sistema SCADA, Cooperativa de Trenque Lauquen.

¹⁷⁴ La adhesión de la provincia de Buenos Aires a la Ley Nacional 27.424 es de abril de 2022, y se reglamentó a comienzos de 2023. Acuerdos con distribuidores eléctricos para habilitar la inyección de excedentes se han dado, por ejemplo, con actores del sector público y empresas, principalmente del sector agroindustrial.

incorporados equipos que permiten registrar parámetros eléctricos como la tensión, la corriente y la potencia. Esto permite analizar el funcionamiento del sistema, optimizar el uso de los equipos y planificar futuras expansiones de la red. Un sistema de información geográfica permite tener digitalizados y georeferenciados todos los elementos que constituyen la red eléctrica local, incluidos los usuarios. Este sistema les permite mantener el control de la calidad de servicio, calcular flujos de carga y caída de tensión, entre otras actividades (Cooperativa de Electricidad de Trenque Lauquen, 2021). Sumándose a su voluntad de innovación, a fines de 2021 la cooperativa ya había habilitado, mediante acuerdo particular, a 5 usuarios eléctricos -entre ellos el Concejo Deliberante- para la generación e inyección de energía a la red. Además, capacitó a un tambo de la localidad, para programar sus horarios de ordeño, de acuerdo a criterios de eficiencia. Adicionalmente, en la localidad, proyectos de hábitat sostenible, que incorporan elementos que prevén el equipamiento fotovoltaico se desarrollan¹⁷⁵ y demuestran el interés por una relación más cercana con la energía.

Córdoba

Experiencias territoriales pioneras abrieron el camino de la reglamentación de la generación distribuida comunitaria (figura 23). La primera planta solar comunitaria se instaló en la localidad de Luque, en diciembre de 2019, como parte de una estrategia innovadora de la cooperativa eléctrica local y la empresa Iris Energía. Luego, en marzo de 2020, FACE Córdoba y FECESCOR firmaron acuerdos de promoción de la generación fotovoltaica comunitaria con las empresas Iris Energía y Hins Energía, con la intención

¹⁷⁵ El proyecto edificio Acacias V, en Trenque Lauquen, incorpora en su construcción preinstalaciones para energía solar térmica y fotovoltaica. Plantea, además, una instalación fotovoltaica *on grid* para abastecer el consumo eléctrico de las áreas comunes. Posee además, atributos de sostenibilidad tales como: doble vidrio, inodoro con doble descarga, aireadores para reducir el uso de agua, iluminación LED, y estacionamiento preferencial para bicicletas. Acacias V se enmarca en una tríada de proyectos de similares características, a completarse en las localidades de Chivilcoy y Santa Rosa

de llevar adelante experiencias piloto de generación fotovoltaica comunitaria, invitando a las cooperativas asociadas. En 2021, como respuesta institucional de la Provincia, ante los avances de los actores energéticos, la Secretaría de Biocombustibles y Energías Renovables, del Ministerio de Servicios Públicos de Córdoba, sancionó la Resolución 1/2021 habilitando la generación distribuida comunitaria. Se la define como: “*la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, a través de un sistema de generación dentro del área de una distribuidora, el autoconsumo de la energía generada, la inyección de excedentes a la red de distribución y la cesión de créditos provenientes de la inyección a los usuarios cesionarios*”. El sistema comunitario supone la existencia de varios usuarios con suministros independientes que conforman una persona jurídica denominada “Usuario-generador comunitario”.



Figura 23: “Cascada” de eventos relacionados al surgimiento de parques solares comunitarios en Córdoba. Elaboración propia.

En materia de incorporación de tecnologías de medición inteligente, en 2021, EPEC se lanzó por el objetivo de llegar a 200.000 medidores inteligentes y 1.300 concentradores instalados para 2023: 164.000 en ciudad de Córdoba y los restantes distribuidos en Rio Cuarto, Villa María, Villa Allende, y Villa Carlos Paz (Petovel, 2021). En noviembre de 2022 se contaban 50000 medidores inteligentes instalados¹⁷⁶. Algunas cooperativas eléctricas cordobesas han optado por la incorporación de medición inteligente por propia iniciativa. La cooperativa eléctrica de General Roca lo hizo con fondos del Fondo de Desarrollo Eléctrico del Interior FEDEI. La cooperativa de Oliva se propone instalar 1200 medidores inteligentes de la empresa DISCAR. Otros casos incluyen: Justiniano Posse (3800 medidores), Vicuña Mackenna (2400 medidores), Tio Pujio (1700 medidores), y Monte Buey (300 medidores).

Progresivamente, proyectos energéticos innovadores, se multiplican. La incorporación de tecnología de medición inteligente, la posibilidad de generación *in situ*, y la disponibilidad de información para los usuarios acompaña sus posibilidades crecientes de usar y gestionar la energía. Comunidades movilizadas y organizadas en pos de participar de la energía que consumen y por gestionar racionalmente los recursos de su territorio se reconocen en proyectos comunitarios. Así, en los territorios pampeanos se observan indicios de un nuevo paradigma energético más distribuido, inteligente y participativo, atributos de un destino posible para el sistema energético post-transición. Lograrlo se vincula a la implementación progresiva de acciones que involucran mayor capacidad de decisión por parte de los usuarios, y mayor involucramiento en la generación y gestión de

¹⁷⁶ Además, trabaja en la preparación de una plataforma digital para que tanto los usuarios-generadores como la empresa puedan acceder a los datos generados en el medidor a tiempo real. Luego, según informan desde la oficina de Medición y Pérdidas Técnicas de EPEC, se planifica lograr la segmentación tarifaria por banda horaria y la venta de energía prepaga.

la energía (tabla 20). Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba, a través de experiencias variadas, muestran distintos grados de avance en cada una de ellas.

Sistema	Características	Acciones de despliegue	Santa Fe	BA	CBA
DISTRIBUIDO	Cercano Al Consumo	Generar energía <i>in situ</i>	○○●	○○●	○○●
	De Menor Escala	Planificar plantas de mediana escala, diseñadas para abastecer demandas puntuales	○○●	●●●	○○●
	Equidad Geográfica	Evitar distinción entre lugares de consumo y lugares de producción	○○●	○○●	○○●
INTELIGENTE	Racional	Disponer de datos que permiten decisiones informadas	○○●	○○○	○○●
	Eficiente	Adecuar prácticas, modificar hábitos	○○●	○○●	○○●
	Bidireccional	Registrar flujos de energía consumida y generada	●●●	○○●	●●●
PARTICIPATIVO	Con actores Diversos	Co-construir. Coordinar acciones y capacidades.	●●●	●●●	●●●
	Desde La Comunidad	Crear “de abajo hacia arriba”	●●●	●●●	●●●
	Para La Comunidad	Asignar beneficios localmente	○○●	○○●	○○●
	Compartido	Habilitar esquemas colaborativos	●●●	○○●	●●●
	Democrático	Tomar decisiones en forma colectiva	○○●	○○●	○○●

Tabla 20: Caracterización de los sistemas energéticos para un nuevo paradigma y su identificación en los territorios pampeanos. Elaboración propia.

Los proyectos fotovoltaicos pampeanos, lejos de ajustarse a un único molde, cual muñeca rusa, marcan diferentes modalidades de transición, con características distintivas (figura 24). Una modalidad, denominada conservadora, guarda rasgos del sistema energético dominante. Con proyectos de gran escala, conducidos por actores extra-locales, y orientados a la generación de energía para el sistema interconectado, permanecen alejados de las problemáticas locales. Se trata de una suerte de “gatopardismo energético”. En Ciencias Políticas, el gatopardismo (inspirado en la novela de Lampedusa, *Il Gattopardo*), refiere al intento político de “cambiar todo para que nada cambie”, o, más bien, realizar cambios superficiales mientras se mantienen estables las estructuras profundas. La modalidad paliativa, con proyectos de mediana y pequeña escala, apunta a resolver déficits del sistema. Diversos caminos conducen a proyectos de esta modalidad: la vía pública, a través de programas estatales, así como la vía de la co-construcción entre actores públicos y de la sociedad civil. En paralelo, y de manera progresiva, la transición energética se revela de modalidad innovadora, al desplegar nuevas formas de producir, consumir y gestionar la energía. El vínculo se vuelve cada vez más estrecho entre el usuario y la energía, tanto a nivel individual como colectivo. En esta versión profunda de la transición energética pampeana, los proyectos son conducidos por actores locales, y/o multi-actorales. Los usuarios apuestan por producir la energía que consumen, lo que constituye en sí mismo una innovación en la forma de generar y consumir y convierte al usuario en un actor más relevante y complejo del sistema. Las modalidades de transición se mueven en un continuo entre dos extremos: en uno se cambia el recurso que se aprovecha mientras se prolonga la vida del sistema dominante, mientras que en el otro se avanza en una genuina transformación del sistema energético, hacia la diversificación, descentralización e inclusión.

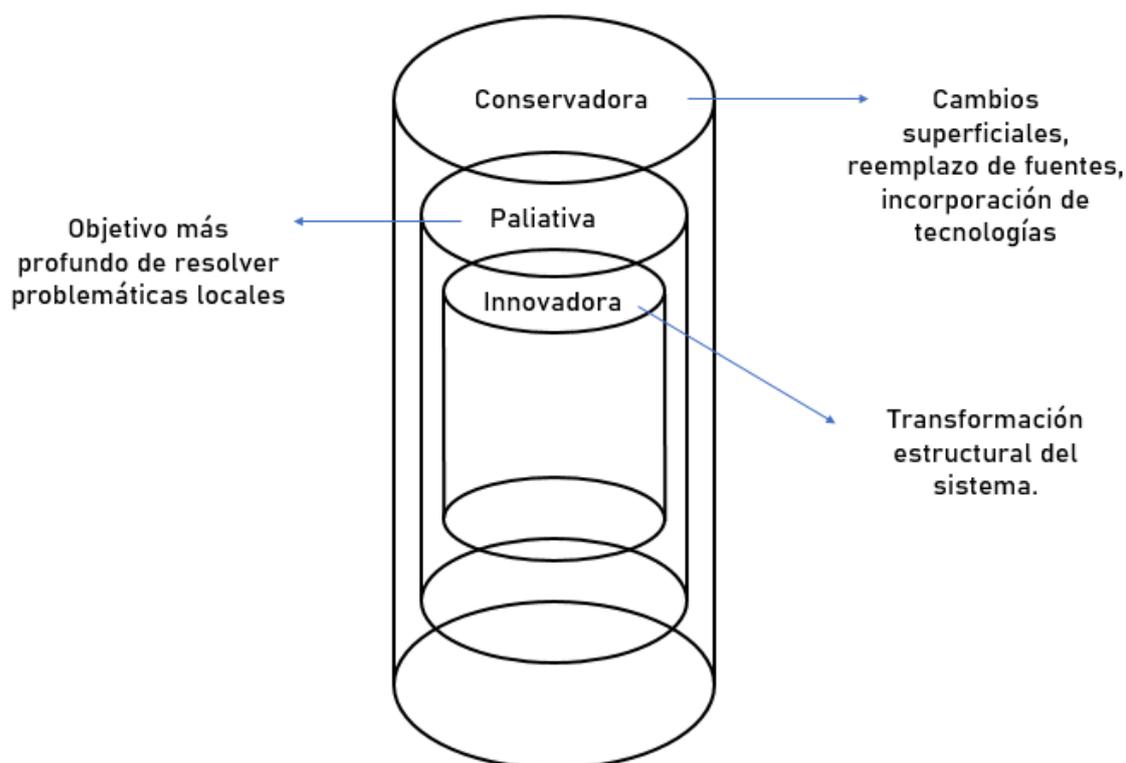
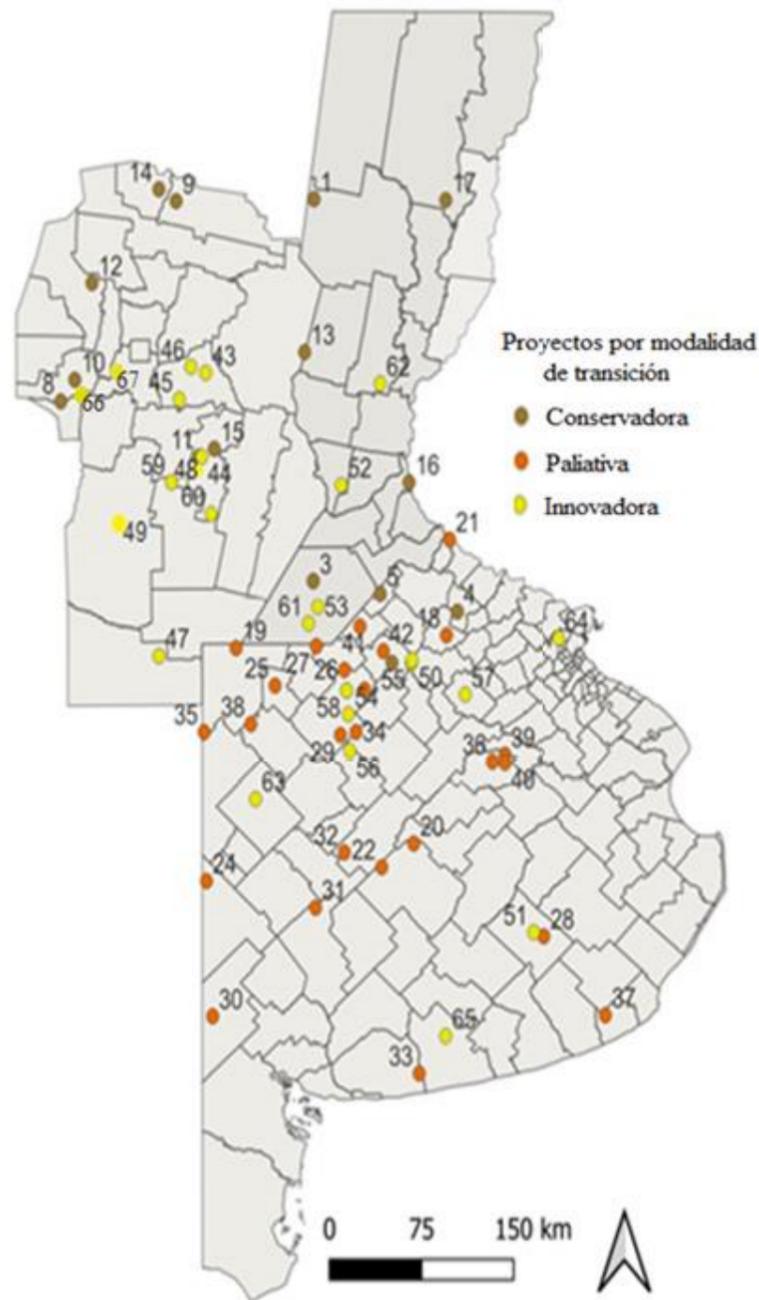


Figura 24: "Mamushka de la transición energética". Elaboración propia.

Las tres modalidades se observan en proyectos fotovoltaicos pampeanos (mapa 24). Poco a poco, proyectos innovadores emergen, y con ellos, la transición se revela en su máxima expresión. Mientras las tres modalidades conviven, los proyectos de modalidad conservadora son minoritarios, y aún incipientes. Por ser de mayor escala, están atados a financiamiento, y, con frecuencia, no logran concretarse. Reducido número de proyectos de modalidad conservadora se encuentran en operación (3). Predominan los proyectos de modalidad paliativa (25), especialmente en el Noroeste de la provincia de Buenos Aires, coincidente con la debilidad en las redes. Son también numerosos los proyectos identificados que se consideran de modalidad innovadora (25). En ambos casos, la gran mayoría han sido construidos y se encuentran en funcionamiento. Mayoritariamente, son liderados por una cooperativa eléctrica como actor protagonista, en el caso de los proyectos bonaerenses de modalidad paliativa, y con apoyo en la co-construcción entre

múltiples actores con participación de los usuarios y la comunidad, en el caso de los proyectos de modalidad innovadora (tabla 21). Éstos últimos, además, son los más recientes en el tiempo -a partir de 2019-, lo que indica que esta forma de proyectos, multi-actoral y cercana al territorio, se encuentra en plena expansión.



Modalidad	Tipo de actor	Actor protagonista	Estado	Provincia	Proyecto	Modalidad	Tipo de actor	Actor protagonista	Estado	Provincia	Proyecto
Conservadora	Extralocal	Empresa privada	Adjudicado	Santa Fe	1. P.S. Ceres Ren MDI	Paliativa	Local	Cooperativa	Operativo		33. P.S. Oriente
					2. P.S. Venado Tuerto 4 Ren MDI						34. P.S. Quiroga
					3. P.S. Venado Tuerto 6 Ren MDI						35. P.S. Villa Sauze
					4. P.S. Arrecifes Ren MDI						36. P.S. Cazón
					5. P.S. Colón Ren MDI						37. P.S. Mechongué
			6. P.S. Junin Ren MDI	38. P.S. Tres Algarrobos							
			Operativo	Buenos Aires	7. P.S. Lincoln Ren MDI						39. P.S. Del Carril
					8. P.S. Villa Dolores Renovar						40. P.S. Polvaredas
					9. P.S. Villa María del Río Seco Renovar						41. P.S. Arribeños
					10. P.S. Cura Brochero Renovar / MATER						42. P.S. Agustina
		11. P.S. Arroyo Cabral Renovar			43. P.S. Comunitario Luque						
		Empresa provincial	Adjudicado	Córdoba	12. P.S. Cruz del eje Ren MDI				44. P.S. Comunitario Arroyo Cabral		
					13. P.S. San Francisco Ren MDI				45. P.S. Comunitario Oncativo		
					14. P.S. San Francisco del Chañar Ren MDI				46. P.S. Comunitario Villa del Rosario		
					15. P.S. Villa María Ren MDI				47. P.S. Comunitario Jovita		
16. P.S. San Lorenzo	48. P.S. Comunitario La Laguna										
Empresa extranjera	Adjudicado	Santa Fe	17. P.S. Calchaquí Renovar	49. P.S. Comunitario Vicuña Mackenna							
			18. P.S. Inés Indart	50. P.S. La Mariápolis							
Paliativa	Local	Cooperativa	Operativo	Buenos Aires	19. P.S. Cañada Seca	Innovadora	Multiactorial	Empr. agroindustrial Sociedad de Fomento	Operativo		51. Experiencia Tandil
					20. P.S. Espigas						52. P.S. Armstrong
					21. P.S. Barrio Procrear						53. P.S. Colaborativo María Teresa
					22. P.S. Recalde						54. P.S. El triunfo
					23. P.S. Bayauca						55. P.S. O' Higgins
					24. P.S. Villa Maza						56. P.S. Lácteos Vidal
					25. P.S. Ameguíno						57. P.S. La Bragadense
					26. P.S. El Dorado						58. P.S. MEGA
					27. P.S. Iriarte						59. P.S. Agrocas SA
					28. P.S. Desvío Aguirre						60. P.S. Don Óleo
					29. P.S. Martínez de Hoz						61. P.S. San Gregorio Adecoagro
					30. P.S. Villa Iris						62. Experiencia San Carlos Sud
					31. P.S. Huanguelén						63. Experiencia Trenque Lauquen
					32. P.S. Pirovano						64. P.S. Loma Verde
					33. P.S. Oriente						65. P.S. Tres Arroyos
					34. P.S. Quiroga						66. La Cumbrecita
					35. P.S. Villa Sauze						67. La Rancherita

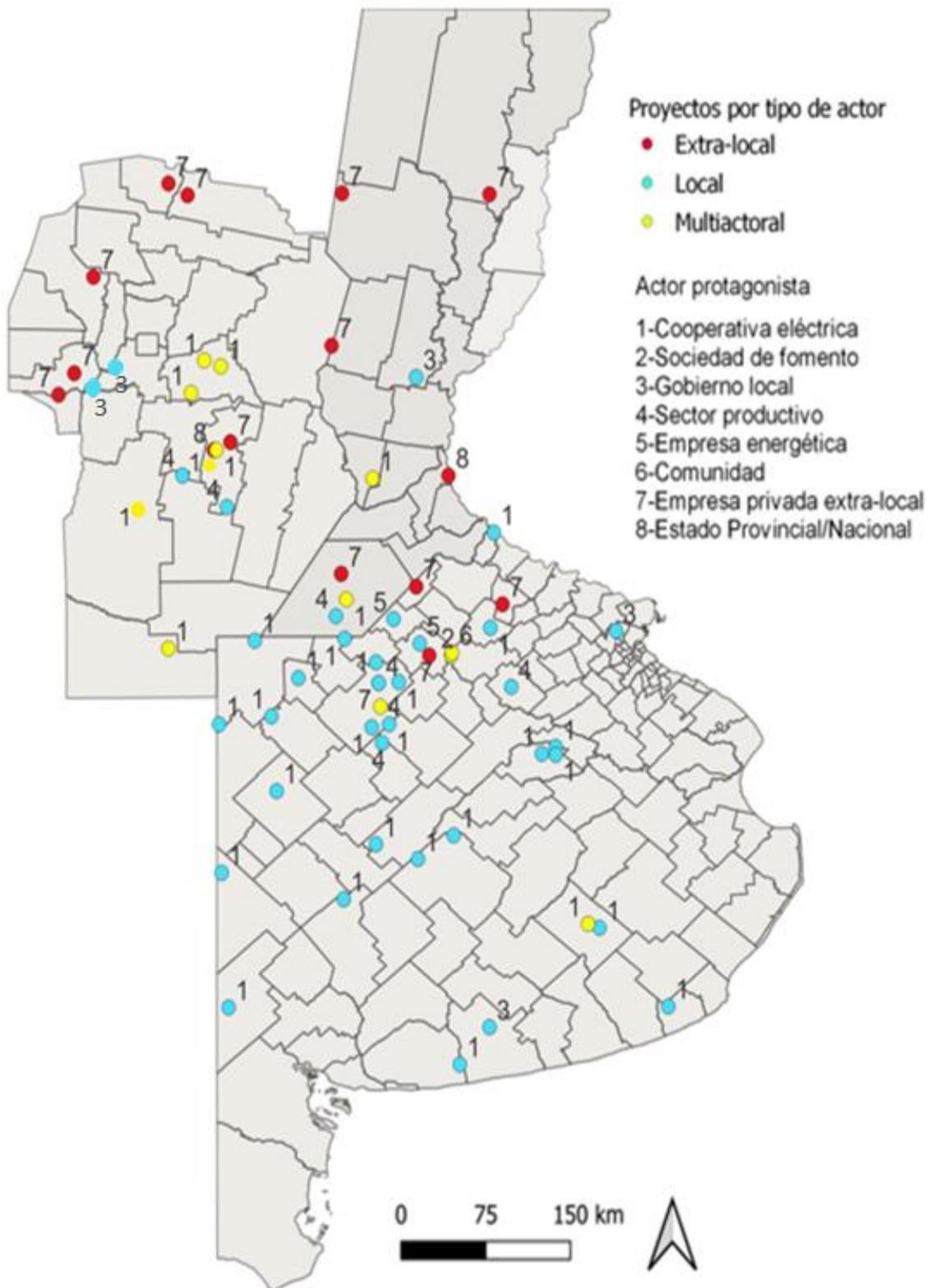
Mapa 24: Proyectos fotovoltaicos pampeanos por modalidad de transición. Elaboración propia.

Tabla 21: Proyectos fotovoltaicos pampeanos, por modalidad de transición. Elaboración propia.

Capítulo 8: Hacia territorializaciones fotovoltaicas

Entre los proyectos fotovoltaicos pampeanos son mayoritarios los conducidos por actores locales. Éstos son entendidos como aquéllos cuyo comportamiento se determina en función de una lógica local y/o que tienen capacidad para influir sobre los procesos locales (Pírez;1995). Entre ellos se cuentan: las cooperativas eléctricas y los municipios o gobiernos locales como actores institucionales; actores del sector productivo; organizaciones de la sociedad civil; universidades con presencia territorial; empresas privadas del rubro energético; y la comunidad (mapa 25). Algunos se apoyan en un ensamblaje multi-actoral, dado por diferentes actores que aportan recursos varios y aseguran la sostenibilidad de los proyectos.

Territorializaciones fotovoltaicas cobran lugar a partir de iniciativas que surgen y/o se anclan localmente para aprovechar la energía solar. Esos procesos de reconfiguración socioespacial amanecen en los territorios pampeanos. Sus construcciones se diferencian por las formas en que los actores locales despliegan sus intereses y proyectos. En algunas territorializaciones priman las dimensiones institucionales, en otros, las económicas o simbólico-culturales. Representativas de las primeras son las acciones de municipios y cooperativas eléctricas, cada vez más involucrados en la generación energética local. De las segundas, aparecen proyectos en los que el aprovechamiento fotovoltaico se relaciona a una necesidad productiva, y posibilita el crecimiento de las actividades. De la dimensión simbólico-cultural, se destaca el entramado de actores múltiples que logran co-construir proyectos, que surgen de las comunidades y tienden a fortalecer sus lazos e identidad colectiva.



Mapa 25: Proyectos pampeanos por tipo de actor, y actor protagonista destacado.

8.1 Nuevas iniciativas institucionales

En los territorios pampeanos, progresivamente, experiencias conducidas por instituciones -municipios o cooperativas- avanzan en el aprovechamiento fotovoltaico y una concepción sostenible del sistema energético. Las instituciones locales se muestran crecientemente interesadas en llevar adelante proyectos que contribuyan de manera integral a dar respuesta a las necesidades de las poblaciones, articulando desafíos socioeconómicos y energéticos (Cotarelo, 2015).

Los Municipios, como actores políticos de escala local, se involucran en proyectos energéticos, de diferentes maneras. En general, apoyan los proyectos en sus territorios, mediante cesión de terrenos, facilitación de gestiones ante la Provincia o realización de actividades u obras complementarias. El Municipio de Puán, por ejemplo, puso a disposición la maquinaria necesaria para el nivelado del predio donde se construyó el parque solar Villa Iris. En otros casos, se convierten en actores clave de canalización de las demandas de la población hacia instancias superiores. En la localidad bonaerense de Arribeños, el malestar de la comunidad local ante la precariedad del servicio eléctrico fue llevado por el gobierno municipal hasta la Provincia, encontrando espacios de diálogo con autoridades del PROINGED. Se concretaría luego, el parque fotovoltaico (imagen 13) de 500 kW, (desarrollado por la empresa Aldar S.A, y luego operado por EDEN), así como una nueva línea de 33 kW, que mejoraron el servicio.

En algunos casos, los Municipios también impulsan iniciativas propias. Con apoyo en otros actores locales, o de actores provinciales o nacionales, logran concretar proyectos que mejoran el servicio a sus poblaciones, generan ahorro en los consumos eléctricos del municipio y potencian actividades locales como el turismo. Ejemplo de ello son la instalación fotovoltaica sobre el techo de un estacionamiento para 120 vehículos en La

Cumbrecita (Córdoba), proyecto municipal, que contó con un subsidio de Nación; o la planta de 12,6kW en La Rancherita, también en Córdoba, surgido del interés de las autoridades de la Comuna y concretado con fondos de la Provincia. Otras iniciativas municipales se destacan.

Escobar, Buenos Aires

El Municipio de Escobar en 2022 inauguró un parque fotovoltaico en el barrio de Loma Verde, en un predio municipal, para proveer a la cooperativa eléctrica local a modo de abastecer los consumos de los edificios municipales. Se enmarca como usuario-generador bajo la ley 27.424, y cuenta con una potencia pico de 2.3 MW. El proyecto se gesta con la aprobación en 2021 de la ordenanza 5891/2021, adjudicando la obra a la empresa Ingalfa, y aprobando un convenio con la cooperativa eléctrica para el tendido de 700 metros de media tensión para transportar la energía generada.

Tres Arroyos, Buenos Aires

En la localidad bonaerense de Tres Arroyos el Municipio proyectó un parque fotovoltaico para inyectar a la red local de la Cooperativa Eléctrica y abastecer los consumos del Centro de Formación Laboral, el Conservatorio de Música y la cancha de *hockey*. Licitó en 2022 la instalación de 130 módulos fotovoltaicos por un total de 70 kW a ubicarse sobre el edificio del Polo Educativo, como la primera etapa de un proyecto total de 300 kW. La empresa adjudicataria de la obra es USICOM, surgida de la Usina de Tandil (imagen 14).

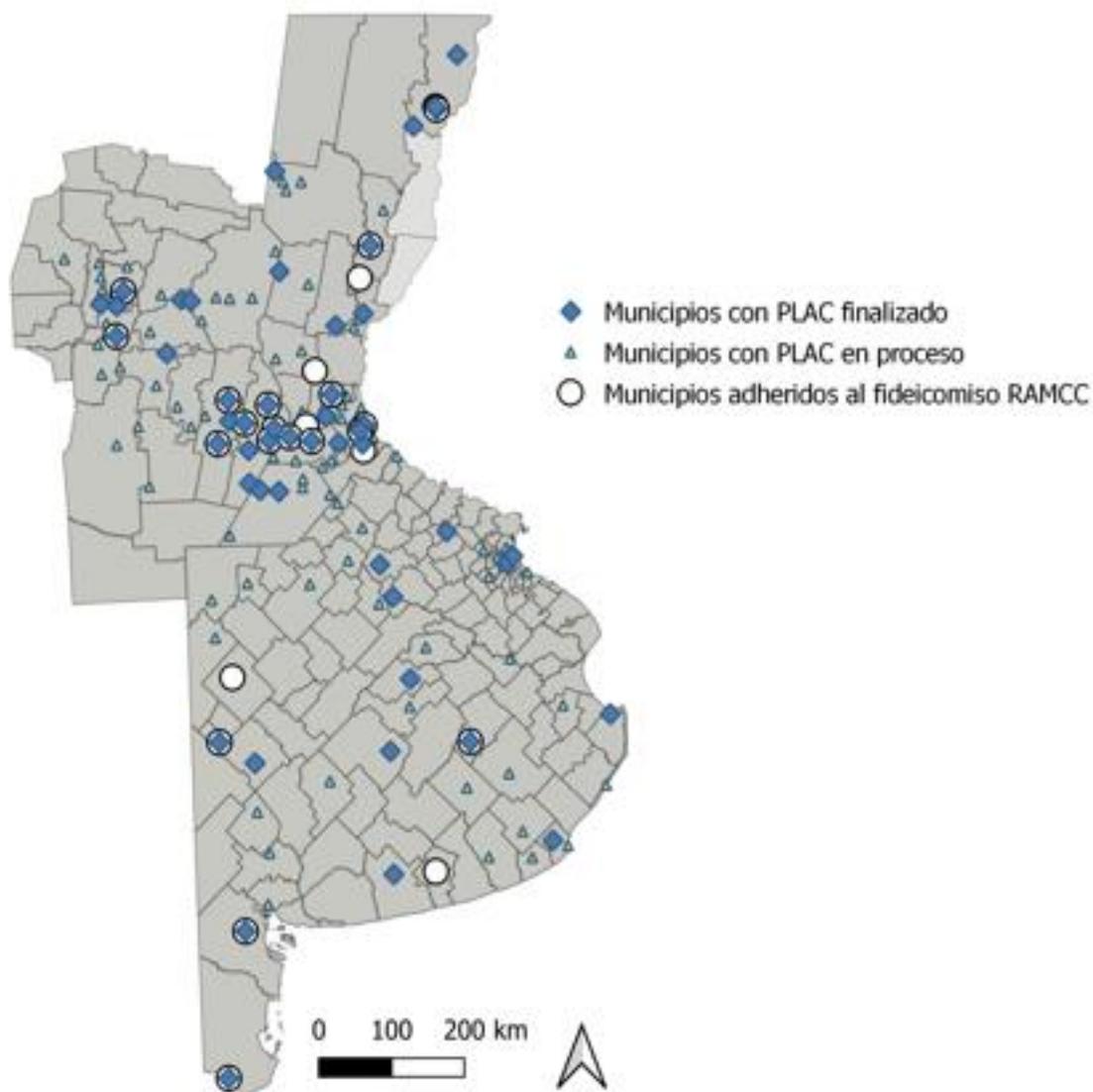
Otra forma de involucrarse en cuestiones energéticas es a través del trabajo en red, con otros municipios. La Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático RAMCC, con sede en la ciudad de Rosario, es el principal foro que nuclea a municipios argentinos

para trabajar mancomunadamente en la lucha frente al cambio climático. Se destaca su trabajo en cooperación local e internacional, con actualización permanente de sus ejes de acción¹⁷⁷. En 2018 conformó un fideicomiso para financiar inversiones en energía renovable y de eficiencia energética. 26 municipios pampeanos han adherido al fideicomiso, sobre un total de 34. Planifican utilizar los fondos para, mediante licitación, adquirir: equipamiento fotovoltaico y solar térmico, luminarias LED, y vehículos eléctricos.

Uno de los principales ejes de acción de la RAMCC es la elaboración de Planes Locales de Acción Climática¹⁷⁸ (PLAC). Entre los Municipios miembro (ver anexo 8), predominan aquéllos que se encuentran en proceso de elaboración del PLAC. Entre los que lo han completado, se destaca un foco de municipios en el sur de Santa Fe (mapa 26). Municipios pioneros en la elaboración del PLAC, como San Carlos Sud (Santa Fe) y Chacabuco (Buenos Aires) se destacan por planificar proyectos fotovoltaicos para sus territorios.

¹⁷⁷ En la IV Asamblea Nacional de Intendentes (2022) 83 gobiernos locales (21 de la provincia de Santa Fe, 16 de Córdoba, 10 de Buenos Aires) suscribieron la Declaración por el Clima de Mar del Plata, comprometiéndose a: solicitar al Estado Nacional mayores recursos coparticipables que les permitan disponer de herramientas para la protección ambiental; colaborar en la información, realizar sus inventarios de GEI; apoyar la participación ciudadana activa, trabajar con diferentes organismos e instituciones que permitan desarrollar una economía baja en carbono que contribuyan a la migración de empleos tradicionales a empleos verdes junto con la generación de nuevos empleos.

¹⁷⁸ Un plan de acción climática es un documento, concebido como herramienta de gestión, conformado por: 1. un Plan de Mitigación que incluye las acciones en ejecución o proyectadas, desde el año base al año objetivo, para alcanzar la meta de reducción de emisiones GEI; 2. un Plan de Adaptación con estrategias para mejorar la resiliencia de una localidad ante episodios de crisis climática.



Mapa 26: Municipios pampeanos involucrados en iniciativas de la RAMCC. Elaboración propia en base a RAMCC, 2022.

San Carlos Sud, Santa Fe

Uno de los primeros municipios en elaborar su PLAC fue el de la Comuna de San Carlos Sud (Santa Fe). Se trata de una localidad pequeña (2.600 habitantes), ubicada en el departamento Las Colonias, interesada en la sostenibilidad desde 2009. Su accionar es un ejemplo de cómo los territorios pueden tomar sus propias iniciativas y propiciar el avance de la transición energética. Tanto en el marco de la cooperación, por ejemplo con

la RAMCC, o articulando con actores locales y provinciales, San Carlos Sud ha logrado concretar proyectos sostenibles. Su primer hito fue la puesta en marcha de lo que llaman el “primer barrio solar de Santa Fe”. Allí, un barrio de 18 viviendas sociales tiene iluminación pública a través de paneles fotovoltaicos. Además, cada vivienda fue equipada con termotanques solares para la provisión de agua caliente sanitaria (imagen 15). Adicionalmente, el jardín de infantes local, N° 337, “Los Pioneritos”, siguió una construcción bioclimática, fue equipado con generación fotovoltaica (instalación de 3 kW) y se convirtió en el primer jardín de infantes prosumidor de la provincia (imagen 16). A través del Programa Municipal de Inversiones (bajo la órbita del Ministerio de Economía de la Provincia de Santa Fe), equiparon también con termotanques solares edificios públicos, tales como escuelas, jardín de infantes, Club de los abuelos, centro de jubilados, biblioteca, Sociedad de Canto, y Policía. Realizaron, además, el Inventario de GEI. En 2020 relanzan el PLAC con metas renovadas hacia 2030.

Chacabuco, Buenos Aires

Chacabuco finalizó su elaboración del PLAC en 2019, lo que le valió un reconocimiento de la Comisión Europea por su compromiso en la lucha contra el cambio climático. Previamente, había firmado el Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía, comprometiéndose a elaborar el plan en un plazo no mayor a tres años. En el PLAC, incorpora el objetivo de generación fotovoltaica para abastecerse de energía localmente, y reducir las emisiones. Luego, un proyecto fotovoltaico de 2 MW, a instalar en un predio municipal sobre Ruta Nacional N. 7 fue pensado desde la Secretaría de Ambiente y se llegó a la etapa de prefactibilidad (Atencio, 2020). Aunque no logró ser concretado, el proyecto manifiesta el interés municipal por desarrollar acciones en materia fotovoltaica.

En 2022 el municipio colocó paneles fotovoltaicos sobre el edificio del Parque Temático para abastecer sus consumos, y planifica continuar con otros edificios.

Las cooperativas eléctricas son otro actor institucional que se pone al frente de proyectos fotovoltaicos y se encarga de mejorar los servicios en los territorios en los que se inserta. Numerosas cooperativas eléctricas de las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba se encargan de proveer el servicio eléctrico en pequeñas localidades, en las que también se ocupan de la prestación de otros servicios públicos (telefonía, televisión, ambulancias, servicios fúnebres, etc.). En sus orígenes, a comienzos del siglo XX y en respuesta al servicio monopólico y deficitario de las empresas eléctricas privadas -o ante la falta de distribución en pequeñas localidades-, las cooperativas disponían de usinas de generación con las que abastecían a las comunidades en las que actuaban. Hacia la década de 1970, la conexión al SADI les permitió comprar energía al mercado mayorista, iniciando un proceso de abandono de la generación. Éste fue también motivado por la dificultad para reemplazar equipamiento obsoleto y hacer frente al aumento de los costos de generación (Moreira y Garrido, 2013). Las cooperativas eléctricas retoman la función de generadores a la cabeza de proyectos renovables. Su accionar es notorio en la articulación con otros actores provinciales para propiciar proyectos en su localidad, por ejemplo, tendiendo redes con actores del territorio para abrir caminos de generación distribuida (experiencias comunitarias en Córdoba) o colocándose al frente de los proyectos de PROINGED, en Buenos Aires. Comienzan con generación eólica, en la década de 1990, en el sur bonaerense¹⁷⁹. La primera experiencia fotovoltaica fue la de la Cooperativa Eléctrica de Armstrong CELAR, en el sur de Santa Fe, en el proyecto piloto de red inteligente.

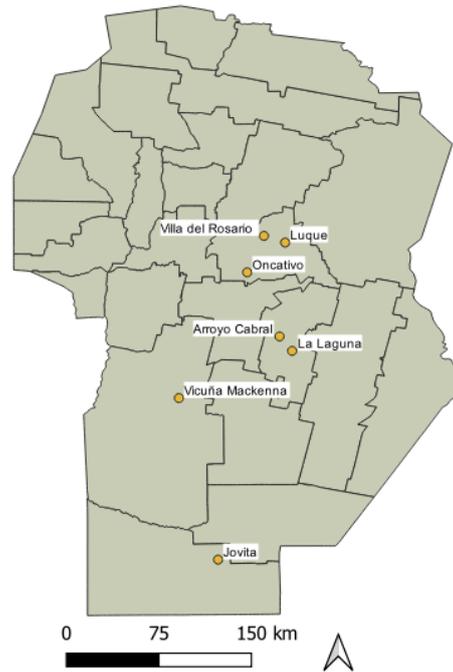
¹⁷⁹ En 1995 la Cooperativa Eléctrica de Punta Alta instaló un aerogenerador de 400 kW y la Cooperativa Rural Eléctrica Tandil-Azul Limitada (CRETAL) instaló dos de la misma potencia.; en 1997 la cooperativa eléctrica de Mayor Buratovich instaló dos equipos de 600 kW. En esos mismos años cooperativas eléctricas de la Patagonia también desarrollaban sus proyectos eólicos (Clementi, 2018).

Las cooperativas bonaerenses además de operar y mantener los parques de PROINGED impulsaron otros proyectos. La cooperativa eléctrica de Trenque Lauquen incorpora medición inteligente. A fines de 2021 llevaba cerca de 3200 medidores inteligentes instalados (imagen 17) y 13 concentradores en el área comprendida por usuarios de la planta urbana. Adicionalmente, firma convenios con ciudadanos, comercios y otros actores locales para permitirles generar energía mediante instalaciones fotovoltaicas e inyectar los excedentes a la red.

Otro caso que se destaca es el de la Usina Popular y Municipal de Tandil Sociedad de Economía Mixta (formada por capital privado y municipal). Allí proponen un sistema de generación comunitaria, gestionado y operado por la Usina, a través de la empresa USICOM. Los miembros de la comunidad solar realizan una inversión inicial que equivale a la compra de energía anticipada. Luego, reciben la devolución de 190 kWh por mes, durante 10 años (Usina de Tandil, 2020; USICOM, 2023). La primera experiencia, Comunidad Solar I, consta de una planta fotovoltaica de 60 kW, en la que han invertido, entre otros, el Municipio de Tandil, la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, la Cámara Empresaria de Tandil, y particulares.

Las cooperativas cordobesas ganan protagonismo, con apoyo de la Provincia y Federaciones de Cooperativas, instalando plantas fotovoltaicas comunitarias. La

experiencia pionera se dio en 2019, en la localidad de Luque. Las cooperativas eléctricas de Oncativo, Arroyo Cabral, Villa del Rosario, Jovita, La Laguna y Vicuña Mackenna manifestaron su interés y replicaron la experiencia. Los siete proyectos están operando e inyectando energía a la red (mapa 27).



Mapa 27: parques solares comunitarios cordobeses.
Elaboración propia.



Imagen 13: Planta fotovoltaica Arribeños



Imagen 14: Parque solar Tres Arroyos.



Imagen 15: Barrio solar San Carlos Sud



Imagen 16: Jardín de infantes prosumidor, San Carlos Sud



Imagen 17: Medidor inteligente en vivienda, Trenque Lauquen.

Si los municipios no son actores mayoritarios en la conducción de iniciativas, progresivamente surgen experiencias que muestran un interés creciente por participar de la energía local. Las cooperativas eléctricas, al frente de 32 proyectos fotovoltaicos, se consagran como actores clave en los proyectos pampeanos. Al mismo tiempo son coprotagonistas de proyectos innovadores, asentados sobre un ensamblaje multi actoral. Algunas cooperativas merecen el título de “cooperativa innovadora”: la CELAR por estar al frente de la primera experiencia fotovoltaica cooperativa, la Cooperativa de Luque, por poner en marcha el primer parque fotovoltaico comunitario y dar el puntapié inicial para otros, y la Cooperativa de Trenque Lauquen, instigadora de cambios socio-técnicos en la forma de gestionar, generar y usar la energía (Carrizo et al, 2023). Estas experiencias son representativas del campo de acción que adquieren las instituciones en la transición energética. Mediante la energía fotovoltaica, gobiernos locales y cooperativas eléctricas adquieren nuevos roles, desarrollan nuevas actividades y suman vías de acción frente a los desafíos. Un camino de nuevas oportunidades se abre para los actores institucionales de la mano de los proyectos fotovoltaicos.

8.2 En pos del crecimiento agroindustrial

Actores del sector productivo se incorporan a la transición sostenible enfrentando los costos elevados de la energía y la inseguridad del suministro con proyectos fotovoltaicos. En el contexto nacional, la energía eléctrica es costosa y el suministro no es seguro, siendo las interrupciones frecuentes. Paralelamente, compiten en mercados cada vez más exigentes en los que los consumidores valoran positivamente la trazabilidad en materia de huella de carbono y cuidado ambiental (ver recuadro 11). Todo ello se combina para motivarlos a producir energía para producir sostenible.

La asociación entre la producción energética y la producción agropecuaria incluye los “sistemas agrivoltaicos”, que combinan la generación fotovoltaica con cultivos¹⁸⁰. Así optimizan los costos del proyecto y reducen los impactos ambientales ligados a la generación fotovoltaica¹⁸¹ (Barron-Gafford et al., 2019). En los territorios pampeanos, esta actividad dual energético-agropecuaria tiene numerosos ejemplos en el aprovechamiento de la biomasa, particularmente establecimientos productivos que generan energía eléctrica o biogás a partir de residuos y efluentes. En energía fotovoltaica las iniciativas son aisladas pero crecientes, multiplicándose las aplicaciones en

Recuadro 11

Dentro del amplio abanico de estándares ambientales, públicos y privados, que existen para el acceso a los mercados, la huella de carbono es la que cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero producidas a lo largo del ciclo de vida de un producto o servicio. Surgen luego iniciativas colectivas orientadas a medirla y actuar sobre ella. El Programa Argentino de Carbono Neutro (PACN), por ejemplo, es un programa privado que promueve la consolidación de una marca sustentable para productos de los sectores de alimentos, bebidas y bioenergías argentinos de exportación. Esta marca busca darle un valor económico a las reducciones de GEI.

actividades industriales tales como el accionado de bombas extractoras de agua y maquinaria para molienda de granos, el funcionamiento de sistemas de riego, la iluminación y calefacción de salas de cría de ganado, y para producción láctea o aceitera. En Córdoba, 4 emprendimientos productivos instalaron un equipo solar fotovoltaico para la producción y mantenimiento de la cadena de frío de quesos de cabra y dulce de leche. Los equipos fueron provistos por el programa “Más sol, más energía” que apunta a ofrecer soluciones fotovoltaicas para emprendimientos comunitarios (elaboración de conservas y

¹⁸⁰ Los primeros estudios de la combinación de la fotovoltaica con los cultivos comenzaron en 1981 en Alemania, de la mano de Adolf Goetzberger y Armin Zastrow.

¹⁸¹ Los proyectos fotovoltaicos tienen una alta ocupación de superficie. Entre los impactos ambientales se destacan: desaparición de cultivos y cosechas, la alteración de la orografía del terreno, el aumento de la erosión, afectación del ciclo de carbono, pérdida de hábitat y biodiversidad (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2019).

productos regionales), asentados en zonas aisladas de las redes. Además, progresivamente la generación de energía es tomada en cuenta a la hora de tomar decisiones de inversión. La empresa cordobesa Iris Energía Inteligente integra la fotovoltaica a los modelos de negocio, buscando potenciar los beneficios de un establecimiento agropecuario. Incluso proponen la posibilidad de pago mediante la opción de “agrocánje” (con granos), poniendo en valor el recurso con el que cuentan los actores del territorio y permitiendo que puedan reinvertirlo en un proyecto energético que apoye sus actividades. Al mismo tiempo, esta posibilidad permite el resguardo de la empresa ante fluctuaciones cambiarias. La misma empresa cordobesa participa y promueve la instalación de parques solares comunitarios, pensando específicamente en la posibilidad de inversión conjunta de un grupo de industrias. El parque solar comunitario de Villa del Rosario (llevado adelante con la cooperativa eléctrica local) fue instalado en un predio dentro del parque industrial de esta localidad, apuntando a que sean las industrias allí radicadas las que se sumen a este sistema de generación. Esto demuestra la voluntad de innovación en la forma de relacionarse entre los actores y el interés por concretar proyectos capaces de contribuir a un modelo productivo sostenible. Así, iniciativas de generación fotovoltaica en pos del crecimiento agroindustrial progresivamente se despliegan.

Santa Fe

Al sur de Santa Fe, en Christophersen, un tambo propiedad de Adecoagro¹⁸², inauguró la planta fotovoltaica “San Gregorio¹⁸³” de 500 kW, que genera electricidad para

¹⁸² Adecoagro es una multinacional dedicada a la producción de lácteos, granos y arroz, en distintas provincias argentinas y de azúcar y etanol en Brasil.

¹⁸³ La planta fotovoltaica fue construida por Flex Energy, empresa nacional orientada a optimizar el uso de la energía eléctrica de red y autogenerada, con más de 200 instalaciones en el país.

refrigeración y confort térmico de los animales¹⁸⁴. En 2020, la instalación de 150 módulos fotovoltaicos adicionales, aumentó la potencia total instalada en 50 kW. En su Reporte de Sustentabilidad Anual (año 2020), la empresa destaca que las buenas prácticas de producción en equilibrio con el ambiente y la sociedad, y la generación de energía renovable forman parte de su “capital natural”, como uno de los ejes con los que busca crear valor. Además, se propone potenciar las comunidades donde se inserta, empleando mano de obra local.

Buenos Aires

En 2016, uno de los proyectos adjudicados a través del programa PROINGED -Parque Solar El Triunfo- si bien resultó de la acción conjunta de diversos actores, fue impulsado desde una empresa agroindustrial local, con necesidad de asentarse en la zona y hacer crecer su producción. El Triunfo es una localidad de 1500 habitantes (INDEC, 2010), ubicada en el partido de Lincoln, a 25 kilómetros de la ciudad cabecera, en el Noroeste bonaerense (mapa 28). El servicio eléctrico -provisto por la Cooperativa Eléctrica de El Triunfo Limitada- alcanzaba en 2018 a 940 usuarios, mayoritariamente residenciales (716), seguidos por comerciales (101) y usuarios rurales (94). Completan la cifra, las dependencias oficiales y 3 usuarios de tipo industrial. Estos últimos tienen un peso importante en términos de consumo, ya que son responsables de un 20% de la demanda local de energía (692.804 kWh/año) (Dirección Provincial de Energía, 2020). Al encontrarse sobre el final de una línea de 132 kV, el servicio eléctrico local era inestable. En 2013, la demanda de electricidad de la localidad aumentó al instalarse una refinería y aceitera: la empresa MBS Agroindustrias SRL¹⁸⁵. Para el accionado de la maquinaria

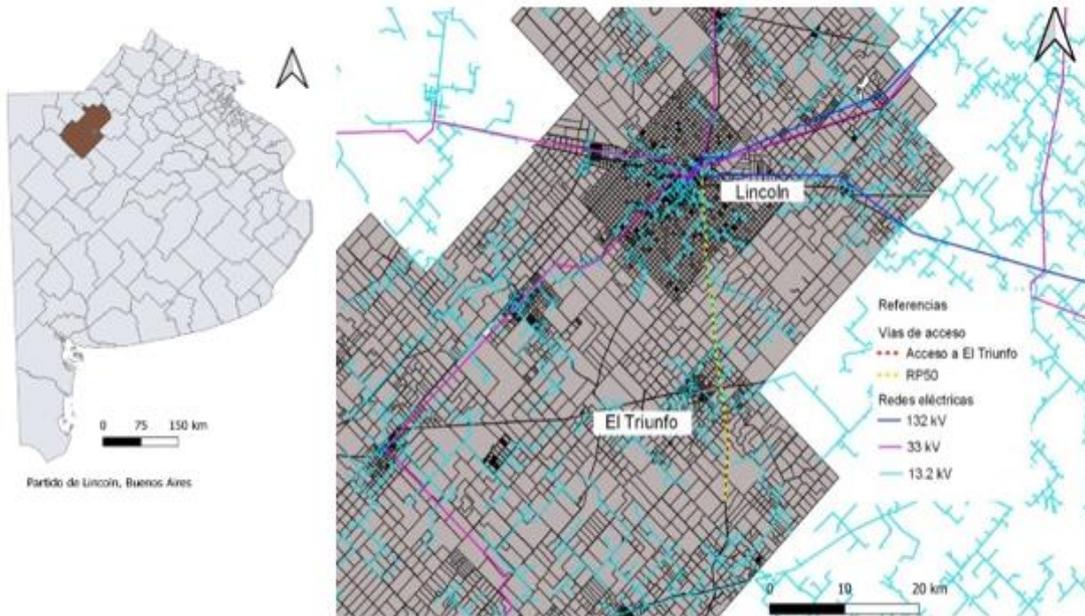
¹⁸⁴ El establecimiento cuenta también con un biodigestor que transforma el estiércol bovino en energía eléctrica.

¹⁸⁵ MBS Agroindustrias surge en la ciudad de Rosario, fundada por tres socios, como una consultora para el desarrollo de proyectos de ingeniería, apuntando al sector de pequeños productores asociados en

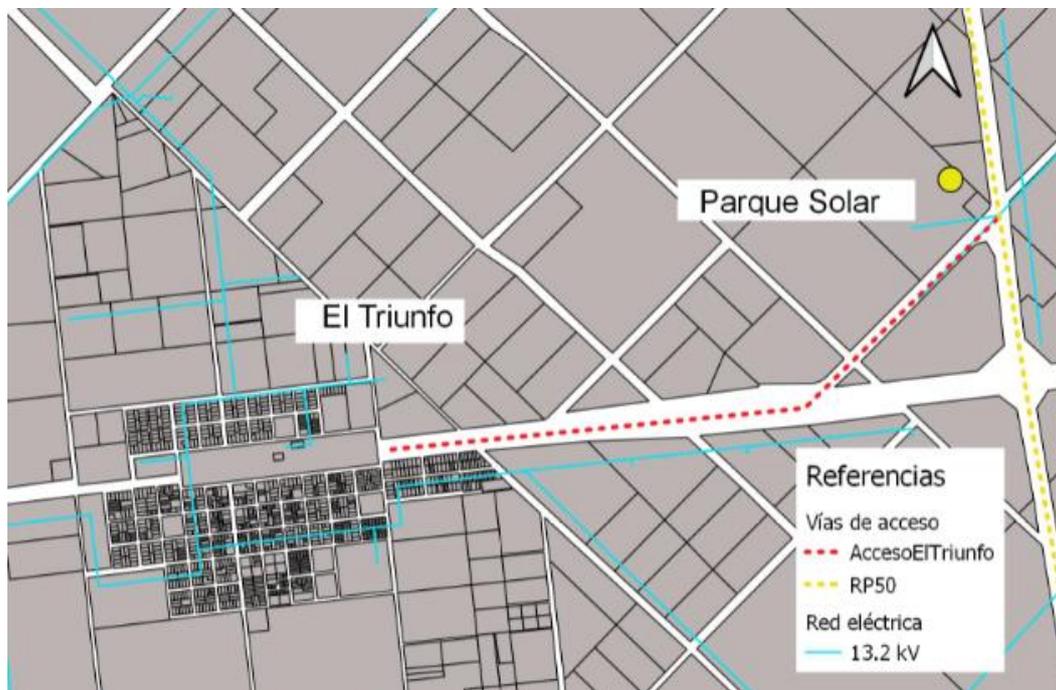
involucrada en la extracción de aceite de las semillas, la energía eléctrica es vital. Inicialmente, el volumen de energía eléctrica que demandaría obligó a la cooperativa eléctrica a denegarle el pedido de conexión, dado que no podría abastecerla sin afectar el consumo de los habitantes del pueblo. Intentando obtener el servicio, la empresa financió el tendido de una línea de 13200 voltios, pero, aún así, faltaba energía. En respuesta, la empresa y la cooperativa encuentran una alternativa en la generación fotovoltaica e inician gestiones con autoridades del PROINGED. La licitación para plantas solares en puntas de línea fue la ventana de oportunidad para canalizar los esfuerzos. Comenzaba así a concebirse un proyecto que apuntaba a producir energía para habilitar la producción agroindustrial, con recursos y capacidades locales.

El parque fotovoltaico, de 500 kW, resultó adjudicado y se instaló en un predio de 1 hectárea ubicado sobre la ruta 50, en el acceso a la localidad (mapa 29). En el mismo predio se encuentra el establecimiento productivo, y, tras un alambrado, se extienden terrenos donde la misma empresa realiza sus cultivos. El acceso a la red se hace mediante un transformador ubicado en proximidad. La planta (imagen 18) fue inaugurada a fines de 2017. Con su generación se alimenta la totalidad del consumo de la empresa y se inyecta energía a la red local, mejorando así el servicio para la comunidad. No sólo permitió la instalación de una empresa agroindustrial que buscaba desarrollarse y crecer, favoreciendo el arraigo productivo en la zona, sino que también mejoró el servicio eléctrico de una población que hacía tiempo demandaba estabilidad en el suministro. Los beneficios del proyecto, se ven así volcados a la localidad.

cooperativas. El objetivo era contribuir a potenciarlos, agregando a sus productos. Así, fueron innovadores en hacer molinos de sorgo, desarrollos de plantas de biodiesel y plantas de neutro (producto de una etapa anterior al biodiesel), y el desarrollo de equipos propios, bajo una nueva unidad de negocios. En El Triunfo, en terrenos de propiedad familiar de uno de los socios, trabajan con una semilla orgánica y buscan fomentar en los productores de la zona el cultivo de estas semillas, para luego entrar en convenio con la aceitera para ser sus proveedores. Crecer, y con otros, es un elemento definitorio de la empresa.



Mapa 28: Localización de El Triunfo y tendido eléctrico. Elaboración propia en base a datos de IGN (2017) y Secretaría de Energía, (2019c).



Mapa 29: Ubicación del parque fotovoltaico El Triunfo. Elaboración propia.



Imagen 18 Planta solar El Triunfo, Lincoln.

La industria láctea Lácteos Vidal, ubicada en la localidad de Moctezuma, en el partido de Carlos Casares, inspirada en la experiencia de El Triunfo buscó cumplir con las metas nacionales de participación renovable, y protegerse frente a cortes frecuentes de energía instalando una planta fotovoltaica de 1.5 MW, conectada al sistema de distribución de la cooperativa eléctrica local. La planta abastece todo el consumo eléctrico que requiere la producción de lácteos y el excedente contribuye a mejorar el servicio de los usuarios residenciales de la localidad.

En el Noroeste de la provincia de Buenos Aires, La Bragadense S.A.¹⁸⁶, dedicada al acopio de semillas y la venta de insumos y servicios para el productor agropecuario, instaló en 2021, junto con la empresa FIASA (Fábrica de Implementos Agrícolas S.A., también oriunda de Bragado) equipamiento para generación fotovoltaica en sus sedes de Bragado y Chivilcoy¹⁸⁷ (imágenes 19 y 20). Una de ellas se encuentra sobre el techo de las oficinas de la empresa en la ciudad de Bragado, otra en una planta de acopio sobre Ruta Nacional N°5 a la altura de Chivilcoy. La conexión a la red, por medio de un convenio con la empresa distribuidora, EDEN, les permite ahorrar en consumo eléctrico.

¹⁸⁶ Tiene su sede central en Bragado y cuenta con oficinas, plantas de almacenaje, depósitos de agroinsumos, combustibles y lubricantes en las localidades de 9 de Julio, 25 de Mayo, Comodoro Py, General Viamonte, Saladillo, Chivilcoy, General O'Brien y General Arenales.

¹⁸⁷ Ambas instalaciones son de 9.6 kW, compuestas por 30 módulos de 320 W cada uno, conectadas a red con un inversor trifásico de 10 kW.

Estas iniciativas son parte de esfuerzos más amplios de la empresa por hacer más sostenible su actividad, adecuarse a marcos normativos nacionales, y estar a la altura de objetivos internacionales. Para ello, además de incorporar generación fotovoltaica, implementaron medidas para hacer más eficiente su consumo de energía, al optimizar la infraestructura y los horarios de trabajo. En septiembre de 2021 La Bragadense se sumó al Programa Argentino de Carbono Neutro, comprometiéndose a trabajar para reducir su huella de carbono.



Imagen 19: Instalación fotovoltaica en La Bragadense, sede Bragado. Fuente: FIASA



Imagen 20: Instalación fotovoltaica en La Bragadense, sede Chivilcoy.

Córdoba

La empresa Don Óleo, dedicada a la comercialización de aceite crudo de soja, y expeller de soja, se ubica en el parque industrial de la localidad de Chazón, al sur del departamento General San Martín, al sudeste de Córdoba (mapa 30). La habilitación de la generación con inyección a red, mediante la adhesión de la provincia de Córdoba a la Ley Nacional 27.424, motivó a los propietarios de la empresa a generar un porcentaje de su propia energía a través de una planta fotovoltaica. La decisión de encarar el proyecto surgió como idea de inversión, en pos de ganar autonomía eléctrica, y buscar ahorros en el consumo de la red. La instalación fue realizada por la empresa cordobesa Max Energía. Consta de 98 módulos de 330W y un inversor de 30 kW. Se ubica en el frente del predio en que se encuentra la fábrica (imagen 21). Se benefician del reconocimiento público y de la imagen que provee a los potenciales clientes el producir sus productos con energía

renovable. En términos económicos, la Secretaría de Energía demoró más de dos años en entregarles el certificado de crédito fiscal lo que llevó a un repago de la inversión más tardío que el que habían calculado inicialmente¹⁸⁸.



Mapa 30: Localización de Don Óleo, Chazón, Córdoba. Elaboración propia.



Imagen 21: Instalación fotovoltaica en Don Óleo, Chazón

¹⁸⁸ El valor del kWh inyectado otorga mayor beneficio al autoconsumo por lo que se aprovecha a utilizarla al máximo para este fin, incluso programando actividades para los fines de semana.

Las iniciativas analizadas muestran los brotes de la transición pampeana en el terreno de la producción agroindustrial, típica de la región. Lejos de colisionar, ha demostrado ser compatible y sinérgica con una actividad ávida de energía, y capaz de potenciar los esfuerzos por un modelo de producción sostenible y amigable con el ambiente. Así, la energía fotovoltaica ya no es solamente reemplazo de otras fuentes de energía, sino que habilita posibilidades de crecimiento agroindustrial y multiplica los beneficios socio-económicos para las poblaciones pampeanas.

8.3 En co-construcción

Un grupo de proyectos fotovoltaicos conducidos por actores locales, no resultan de la acción de un único actor, sino que surgen de la co-construcción entre agentes diversos que cooperan entre sí, combinan sus intereses y capacidades, y logran implementar y sostener un proyecto energético, en un proceso colectivo y sinérgico (Carrizo y Jacinto, 2018). Asentarse sobre un ensamblaje multi-actoral, lograr construir desde allí y llevar adelante la iniciativa es una forma de innovar en la génesis y el desarrollo de los proyectos, abriendo el juego a la participación de nuevos actores y habilitando una gestión compartida de los recursos. Así entran organizaciones de la sociedad civil, sociedades de fomento, universidades, organismos de ciencia y tecnología, y ciudadanos a participar de proyectos fotovoltaicos. Los actores del territorio ocupan el centro de los procesos de co-construcción, implicándose cada vez más en los procesos de elaboración, decisión y control de los proyectos energéticos. Refuerzan las iniciativas institucionales con compromiso ciudadano y recursos de actores de otros sectores públicos y privados, y viceversa, dando lugar a un círculo virtuoso que posibilita y respalda los proyectos.

En Santa Fe, experiencias pioneras en el sur provincial dan cuenta del potencial del trabajo conjunto para el despegue de proyectos. Dos iniciativas se destacan: Armstrong y María Teresa. La primera, ya con más de una década, sentó precedentes también para otros proyectos que se han inspirado en ella¹⁸⁹. La segunda, de trayectoria más corta, baja al territorio la implementación de un programa provincial. En la experiencia cooperativa de Armstrong, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI, la Universidad Tecnológica Nacional UTN y la Cooperativa Eléctrica de Armstrong CELAR, son los tres actores clave que llevan adelante el proyecto de generación fotovoltaica y medición inteligente. En el caso de María Teresa, la UTN Venado Tuerto participa aportando los conocimientos técnicos para el proyecto de parque solar colaborativo, de 24 kW, que se realiza en conjunto con la cooperativa eléctrica local¹⁹⁰ y el gobierno comunal. La iniciativa apunta a generar energía con destino a reducir los consumos eléctricos de instituciones sociales de la comunidad (biblioteca, hogar de adultos mayores, Granja Taller del Sol). Para el financiamiento del proyecto, aportó fondos la Provincia de Santa Fe, interesada en dar a conocer casos pioneros dentro del programa “ERA Energía Colaborativa”.

Buenos Aires

En la provincia de Buenos Aires, la mayoría de los proyectos fotovoltaicos se enmarcan en el PROINGED (26 plantas). Este programa surge de la articulación entre el sector

¹⁸⁹ Actores de las provincias de Córdoba y Buenos Aires destacan la experiencia y manifiestan haber visitado la localidad y las instalaciones, buscando aprender del proyecto y replicarlo.

¹⁹⁰ La cooperativa eléctrica de María Teresa manifiesta su interés en incentivar las energías renovables, y para ello ha organizado charlas informativas en las escuelas, y talleres de instalación de energía solar térmica y fotovoltaica. Como iniciativa propia, donaron una instalación fotovoltaica a la residencia de adultos local, cuyos excedentes de generación se vuelcan a la red de distribución y contribuyen a un ahorro en energía eléctrica.

público (Estado Provincial) y privado (FREBA). En general, si bien tienen como actor protagonista a una cooperativa eléctrica que queda a cargo de la operación y mantenimiento de la planta, se caracterizan por presentar un entramado de actores diversos: el Municipio como gestor o intermediario con la provincia, ciudadanos comprometidos, y actores del ámbito empresarial –industrial, comercial- interesados en la mejora del servicio. Además, como condición para ser financiados por PROINGED, los proyectos deben localizarse en terrenos propios de la cooperativa o ser cedidos bajo la figura de comodato. Esto ocurre muchas veces en terrenos de actores locales como Sociedades de Fomento (O’Higgins) o ciudadanos (Arribeños). La co-construcción se destaca en los casos de El Triunfo, proyecto ligado a una necesidad productiva (ver capítulo 8.2) y O’Higgins (ver capítulo 9.2).

En el proyecto de El Triunfo, cooperan múltiples actores para identificar una solución y llevar el proyecto adelante (figura 25), aportando recursos y capacidades que resultaron clave para concretarlo y asegurar su sostenibilidad. Por un lado, la empresa agroindustrial MBS, a través de su dueño, se movilizó y contactó a diversos actores locales: dio a conocer la problemática en la comunidad, quienes se sumaron al reclamo por un mejor servicio, y se vinculó a autoridades de la cooperativa eléctrica. Ésta canalizó las demandas al PROINGED. Luego, el Municipio de Lincoln intercedió ante la provincia para facilitar los trámites administrativos. PROINGED convocó a presentación de ofertas para el equipamiento y las obras de instalación del parque. Se le adjudicó a una Unión Transitoria de Empresas, conformada por la uruguaya Lafemir (Tecnogroup) y la empresa tandilense Recursos Energéticos y Desarrollo SRL (RED). Esta última es una pequeña empresa conformada por dos socios, uno de Tandil, y otro de Mar del Plata¹⁹¹. La cooperativa

¹⁹¹ La falta de experiencia y escala para este tipo de proyectos los motivó a asociarse con la empresa desarrolladora de origen uruguayo. En la primera licitación de PROINGED (2016), RED presentó ofertas y resultó preseleccionada para los siete proyectos licitados. La política de conferir cada proyecto a distintos

eléctrica, además de actuar como nexo clave entre los actores, quedó encargada de la operación y mantenimiento del parque. La comunidad local, con sus demandas por un mejor servicio contribuyó a que se emplazara allí el parque fotovoltaico, legitimó el proyecto y consiguió mayor interés por las energías renovables.

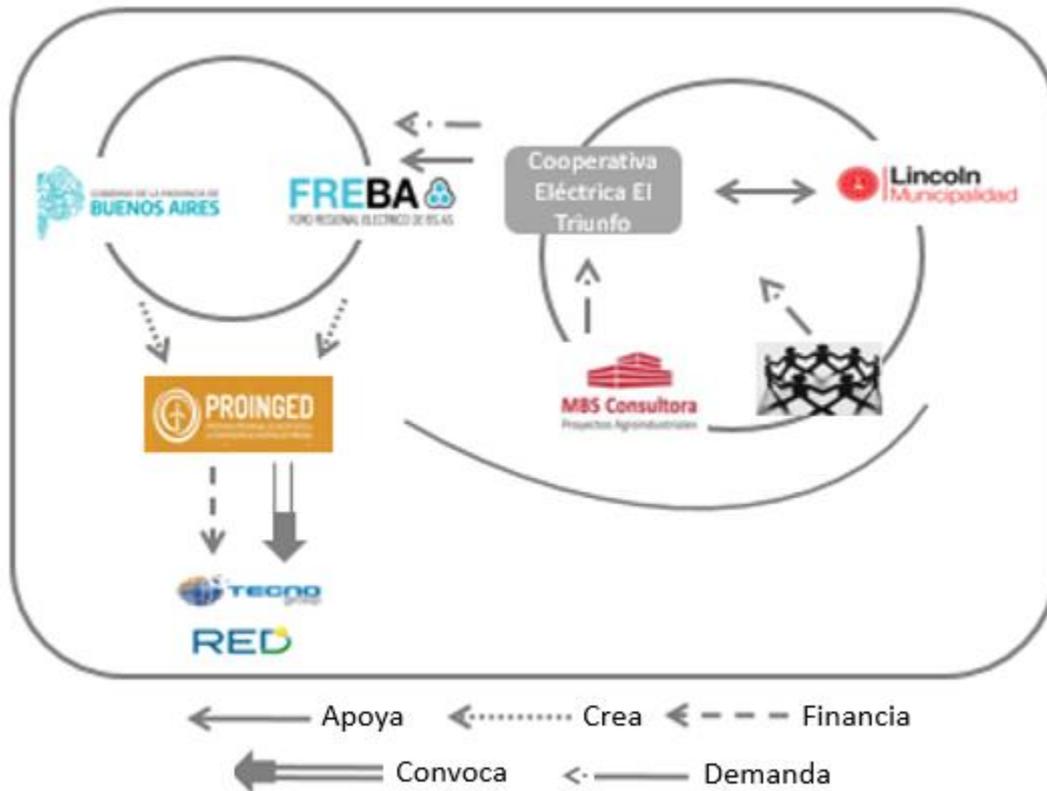


Figura 25: actores detrás del proyecto El Triunfo. Elaboración propia.

Desde la instalación del parque de El Triunfo en 2017, el partido de Lincoln ha sumado otras dos plantas fotovoltaicas: Martínez de Hoz y Bayauca, lo que ha llevado a un mayor conocimiento ciudadano sobre la tecnología. Lo mismo ha ocurrido a partir de otros proyectos fotovoltaicos, llevando a que actores locales reconviertan su actividad con eje en el aprovechamiento fotovoltaico. En muchos casos, la construcción del parque solar implicó reconvertir el rol de ingenieros de la cooperativa eléctrica para la operación del mismo. En Bayauca, la instalación del parque solar motivó a jóvenes estudiantes a realizar

oferentes motivó que sólo le adjudicaran el proyecto de El Triunfo (y luego el proyecto de Recalde, Olavarría, ante la caída del ofertante originalmente adjudicado).

cursos vinculados a las energías renovables -algunos de ellos en la vecina ciudad de Lincoln-, y a través de la capacitación, encontrar una fuente de trabajo¹⁹². La empresa linqueña Ingeniería MEGA S.A. se dedicaba a la producción de secadoras de semillas, y en el rubro energético desarrollaba obras de electricidad y gas. A partir de las oportunidades vinculadas al aprovechamiento fotovoltaico en la provincia, encuentra allí un nicho de actividad, ofreciendo los servicios de diseño, instalación y mantenimiento de plantas solares, además de proveer insumos tales como estructuras de soporte y módulos fotovoltaicos. También cuenta con su propia instalación fotovoltaica, en su planta del parque industrial, para abastecer



Imagen 22: instalación fotovoltaica en planta de MEGA, Lincoln.

su consumo (imagen 22). A su vez contribuyó en la iniciativa “Jóvenes renovables”, de la Escuela Técnica N.1, donando equipamiento para la formación de los más de 26 alumnos inscriptos en el primer año de la especialidad en Energías Renovables. El interés de la institución por formar y capacitar en energía fotovoltaica se evidencia desde 2015, cuando alumnos y docentes diseñaron un sistema para reusar celdas fotovoltaicas donadas de antiguas instalaciones rurales (Proyecto “Naturalmente Iluminados”). En otras localidades también las escuelas técnicas entran a co-construir proyectos vinculados a la energía solar. En Bragado, además de dictarse la modalidad en Energías Renovables desde 2019, se articula con el Municipio, empresas locales y alumnos de escuelas

¹⁹² Autoridades de la cooperativa eléctrica de Bayauca relatan con orgullo el caso de un joven local que se capacitó y luego fue contratado por la cooperativa para encargarse del mantenimiento del parque.

secundarias vecinas para desarrollar proyectos. Ejemplo de ello son las instalaciones solares realizadas por los mismos alumnos en plazas de las localidades de Alberti y O'brien, donde un panel fotovoltaico permite la carga de celulares y un termotanque solar brinda agua caliente.

Otro entramado de actores se encuentra también detrás de proyectos fotovoltaicos. La Sociedad de Fomento de O'Higgins, en articulación con la comunidad y actores de la cercana ciudadela religiosa La Mariápolis Lía, ha avanzado en lograr varias instalaciones solares, algunas con financiamiento de la Provincia. La cooperativa eléctrica de Chacabuco y actores del ámbito académico y el sector público han contribuido, brindando conocimiento, asesoramiento y visibilidad a las iniciativas.

Córdoba

En Córdoba, la co-construcción se pone en evidencia desde que proyectos comunitarios han sido posibilitados por acuerdos entre cooperativas eléctricas, empresas privadas, y el gobierno Provincial. En ellos, además, la participación de la comunidad es el objetivo privilegiado.

Los actores que traccionan los proyectos son variados, de diferente origen, experiencia y capacidades. Algunos se erigen en un rol protagónico, siendo los responsables de su impulso. Otros resultan asociados, clave para que puedan concretarse. Otros colaboran, suman a la causa y/o aportan capacidades o recursos (tabla 22). La colaboración entre actores diferentes, de naturaleza pública y privada, permite encontrar soluciones a problemáticas locales y aprovechar las posibilidades existentes.

Proyecto	CE	EL	OC	EE	SP	SA	C
P.S. El Triunfo	■	□	□	□	■	□	□
P.S. O'Higgins	■	□	■	□	□	□	■
P.S. Comunitarios (Córdoba)	■	□	□	■	□	□	□
Proyecto Armstrong	■	□	□	□	□	■	■
P.S. La Mariápolis	■	□	■	□	□	□	■
Comunidad Solar Tandil	■	□	□	■	□	□	□
P.S. Colaborativo María Teresa	■	□	□	□	□	□	□
CE: Cooperativa Eléctrica EL: Estado Local OC: Organización Civil EE: Empresa Energética ¹⁹³ SP: Sector Productivo SA: Sector Académico C: Comunidad ■ Protagónico ■ Asociado □ Colaborador							

Tabla 22: Proyectos en co-construcción, participación de diferentes actores. Elaboración propia.

En las tres provincias, además de mejorar el servicio eléctrico, en muchos casos los proyectos fotovoltaicos, otorgan un sentimiento de pertenencia e identidad a la comunidad, en especial al compararse con localidades vecinas, que carecen de esta tecnología. Por ejemplo, autoridades de cooperativas eléctricas mencionan el reconocimiento que han logrado a partir de la instalación de las plantas fotovoltaicas. Un tema común que los acerca, contactos estrechos con localidades vecinas, y la imagen de

¹⁹³ Las empresas energéticas privadas, desarrolladoras de proyectos o proveedores de tecnología, conforman un universo heterogéneo. Algunas son del ámbito local, por ejemplo, Iris Energía, cordobesa, desarrolla algunos de los proyectos comunitarios en Córdoba. Otras tienen un ámbito de trabajo nacional, como Aldar S.A -con oficina en Córdoba y casa matriz en Mendoza-, responsable de la instalación en La Mariápolis; LV Energy, oriunda de San Luis, vinculada a la construcción del parque solar de O'Higgins; o la empresa Recursos Energéticos y Desarrollo, a cargo de la instalación en El Triunfo.

cooperativa que avanza en sostenibilidad los posiciona y reafirma, reforzando el compromiso con los proyectos.

Estas experiencias desde actores del territorio ponen en evidencia el potencial de desarrollo de proyectos variados, que pueden ser aprovechados para beneficio local. Demuestran también, el interés creciente en participar de la generación y gestión de la energía que se consume localmente, así como una vocación por cuidar el ambiente, y contribuir a objetivos de descarbonización. Además, muestran que los proyectos no solamente se tratan de generar energía, sino de crear lazos y recorrer un camino común. En el esfuerzo compartido, en el ensamblaje de capacidades, conocimientos y recursos, los proyectos prosperan. La energía fotovoltaica toma así una dimensión simbólico-cultural al concretarse proyectos que generan involucramiento, orgullo e identificación de las comunidades.

Capítulo 9: Comunidades energéticas

Proyectos fotovoltaicos, con participación de las comunidades, para consumo local, y en pos de su bienestar, se multiplican. Las comunidades energéticas poco a poco se transforman en protagonistas del panorama energético pampeano, distintivas de su camino de transición. Las categorías de proceso y resultado (Walker y Devine-Wright, 2008) resultan útiles para reconocer un proyecto energético de tipo comunitario y diferenciarlo de otros: un proyecto que involucra generación renovable, en cuyo diseño e implementación se involucra la comunidad (proceso), y con beneficios que se distribuyen social y espacialmente en ella (resultado) constituye un proyecto comunitario o comunidad energética.

		<i>Armstrong, Santa Fe</i>	<i>O'Higgins y Mariápolis, Buenos Aires</i>	<i>Luque, Córdoba</i>
P R O C E S O	<i>Generación Renovable</i>	50 techos solares Planta solar de 200 kW	Planta solar de 400 kW Equipo solar en Jardín de infantes Planta solar de 70 kW en La Mariápolis	Planta solar de 25 kW
	<i>Participación de la comunidad</i>	En toma de decisiones, selección de los techos, y uso de los beneficios del proyecto.	Movilización multi-actoral para lograr las instalaciones. Concientización ciudadana en uso de la energía.	Cooperativa eléctrica local actor clave del proyecto. Comunidad invitada a sumarse al proyecto.
R E S U L T A D O	<i>Destino de la energía</i>	Distribución local Reinversión en más equipamiento	Distribución local Ahorro en compra de energía a la cooperativa eléctrica de Chacabuco	Distribución local. Ahorro en compra de energía a EPEC

Tabla 23: Proyectos energéticos comunitarios analizados. Elaboración propia.

Armstrong, en Santa Fe, es un proyecto pionero en el país, que abre el camino hacia modelos participativos en la gestión de la energía. O'Higgins, en Buenos Aires, constituye un ejemplo de movilización de múltiples actores de escala local para posibilitar la generación fotovoltaica en el marco de una búsqueda colectiva de sostenibilidad.

Luque, en Córdoba, es el primero de los parques solares de tipo comunitario que rompe con el paradigma de generación distribuida individual. Los tres proyectos se caracterizan por presentar generación de fuente fotovoltaica, para consumo y beneficio de la comunidad, con un fuerte componente social, con participación local en su origen e implementación (tabla 23).

9.1 Armstrong, pionero y participativo

Armstrong es una localidad del Departamento Belgrano, al Sudeste de la Provincia de Santa Fe (imagen 23). Se ubica a 95 km de la ciudad de Rosario, en la intersección de la autopista Rosario-Córdoba con la Ruta Nacional 178 (mapa 31). Fue fundada a fines del siglo XIX al constituirse a partir de una estación del Ferrocarril Central Argentino. Dada la alta fertilidad de sus tierras¹⁹⁴, la actividad agrícola es predominante, al igual que la industria



Imagen 23: Entrada a Armstrong, Santa Fe.

asociada.

La Cooperativa Eléctrica de Armstrong (CELAR) es la encargada de la provisión de servicios eléctricos, telefonía, agua y servicios sociales. En 2020 contaba 5029 usuarios residenciales, 674 comerciales, 401 rurales, 232 industriales y 92 usuarios públicos. La

¹⁹⁴El sur de Santa Fe presenta un régimen climático favorable y dispone de suelos de buena a muy buena aptitud natural para las producciones agrícolas, especialmente cultivos como trigo, maíz, soja, girasol y pasturas de calidad (Castignani, 2011).

mayor proporción del consumo provenía del sector industrial (33%) (CELAR, 2020). La CELAR se creó en 1958 por iniciativa de un grupo de vecinos, en respuesta al déficit energético que sufrían hogares y comercios de Armstrong. En pocos años obtuvo la propiedad y operación de la usina local y de 4 grupos electrógenos cedidos por la Dirección Provincial de Energía. Asimismo, se tendieron nuevas líneas de distribución en la zona urbana y se avanzó en la electrificación rural, primera en el país¹⁹⁵. En 1996 la Cooperativa inauguró el Área Industrial Armstrong, epicentro local de industrias ligadas al agro y la industria metalmecánica. Las grandes dimensiones del Área Industrial, con respecto al tamaño de la localidad (mapa 32), demuestran la importancia de la actividad, y su preponderancia territorial.

La generación fotovoltaica y el camino hacia una comunidad energética comienza en 2013. En ese año, desde el grupo de trabajo compuesto por la Secretaría de Energía de la Nación, la Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina ADEERA, el Instituto de Tecnología Industrial INTI y CAMMESA, surge el interés en realizar un proyecto piloto de red inteligente. Armstrong fue una de las primeras localidades seleccionadas y se firmó un convenio marco para concretar el proyecto. El mismo incluiría dos componentes, a desarrollarse en dos etapas.: 1. medición inteligente y telesupervisión y 2. generación distribuida.

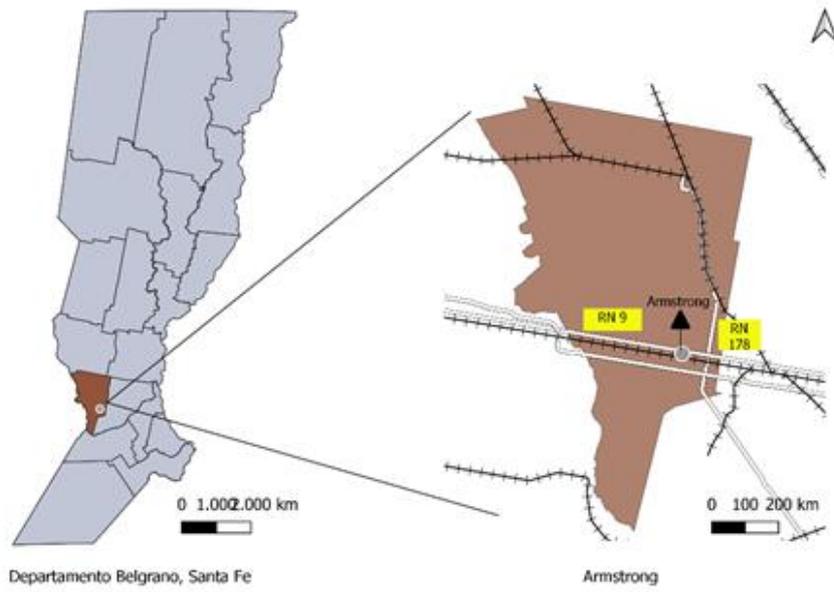
Como primer puntapié, la Secretaría de Energía de la Nación realizó un Aporte No Reintegrable que, sumado a fondos propios de la cooperativa, financió la adquisición e instalación de 1000 medidores inteligentes. Ellos, de cuatro marcas diferentes¹⁹⁶, se

¹⁹⁵ En 1966 se inauguró el “Sistema de Electrificación Rural Roberto R. Lasagna”, primero en el país destinado a proveer energía eléctrica a productores rurales. Surgido de las motivaciones de la población rural de Armstrong, se construyó bajo la dirección técnica de la Dirección Provincial de Energía y con préstamos del Banco Provincial de Santa Fe. En 1977 se habilitó el sistema de Telefonía Rural, también primero en el país (CELAR, 2020).

¹⁹⁶ Circuitor, Hexing y Discar, que trabajan por PLC -Power Line Communication- y Elster, que trabaja por radiofrecuencia.

instalaron en viviendas de 3 barrios de la zona céntrica y uno ubicado al sur de la localidad (mapa 33). Comenzaron a funcionar en 2015. Los medidores reportan a concentradores instalados en las subestaciones aéreas y éstos a su vez se comunican por medio de fibra óptica con un servidor de gestión de energía eléctrica de la cooperativa¹⁹⁷. Para agilizar la lectura de los diferentes *softwares* de las empresas proveedoras, se optó por utilizar un *software* único, “Optimum”, desarrollo de la empresa ESG Dilec S.A. de Rosario, a través de un convenio con la CELAR. La tarea de coordinar y cruzar información fue realizada por personal contratado por la cooperativa: jóvenes ingenieros y estudiantes avanzados de la carrera de ingeniería eléctrica. Esta fue una condición impuesta por la CELAR, con el objetivo de formar profesionales capaces de replicar esta tecnología en el resto del país. Este trabajo articulado entre la cooperativa y la empresa rosarina representa un elemento innovador, al aprovechar los recursos locales, y potenciarlos a través de la capacitación, con una visión estratégica a futuro de replicación de la experiencia. Con el fin de telesupervisión, mediante concurso de precios, se asignó a la empresa Siemens S.A. la instalación del sistema SCADA.

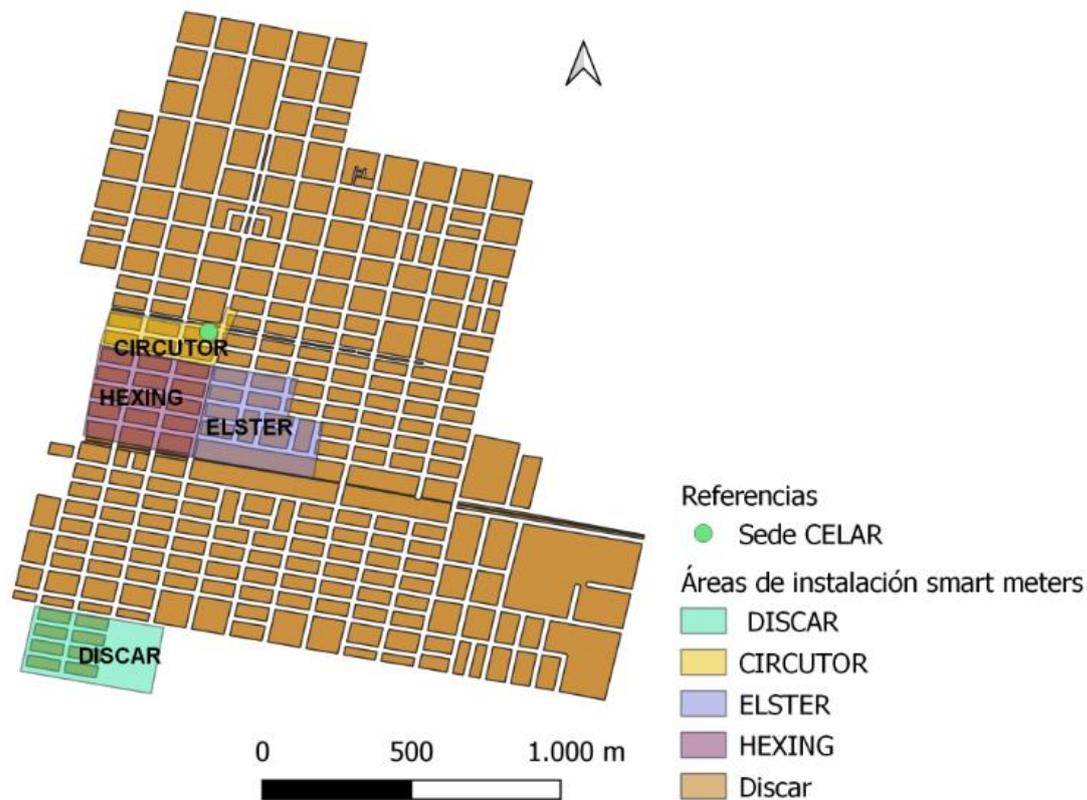
¹⁹⁷ Al reemplazar al medidor convencional por uno con comunicación se posibilita el envío permanente de información sobre las variables eléctricas, y la realización de acciones de comando a distancia, tales como el corte y la reconexión del servicio.



Mapa 31: Localización de Armstrong. Elaboración propia en base a datos IGN (2017).



Mapa 32: Planta Urbana de Armstrong y área industrial. Elaboración propia.



Mapa 33: Distribución de medidores inteligentes en Armstrong. Elaboración propia.

La generación fotovoltaica viene de la mano de diferentes acuerdos. La CELAR entró en convenio con la Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín a fin de diseñar, instalar y evaluar un sistema fotovoltaico de 1.5kW, instalado en la sede de la cooperativa en mayo de 2014 y conectado a la red eléctrica. Así, vínculos se trazan con actores diversos y el proyecto crece. Luego, la CELAR, junto con la Universidad Tecnológica Nacional y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial conformaron un consorcio asociativo público-privado -denominado Proyecto de Redes Inteligentes con Energías Renovables (PRIER). El PRIER elaboró la propuesta: *“Generación distribuida con energías renovables. Aportes tecnológicos sociales, ambientales y económicos de su aplicación en la red inteligente de Armstrong”*, presentado a convocatoria del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), dependiente de

la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). Con ello lograron la compra de 50 equipos de 1.5 kW y 10 equipos de 2 kW. Los primeros se instalaron en viviendas, voluntariamente ofrecidas por sus dueños, y que cumplían los requisitos de poseer un medidor inteligente y ciertas características del techo: plano, transitable y sin membrana (imagen 24). Los segundos se destinaron a instalarse en UTN, INTI y edificios públicos. En junio de 2018 se conectó el primer usuario prosumidor de Armstrong, y a su vez el primero de Santa Fe, usuario de una cooperativa¹⁹⁸ (CELAR, 2018).

En septiembre de 2017 se instaló una planta fotovoltaica¹⁹⁹ de 200 kW en el área industrial que genera energía que se vuelca en la red de baja tensión (imagen 25). El Municipio y el Concejo Deliberante participaron activamente (Paoloni et al., s/f). Tanto el diseño (cálculo, dimensionamiento, ingeniería de detalle) como la instalación de la planta fotovoltaica se realizaron con personal de las instituciones participantes del proyecto. En este sentido, involucró capacitación y experiencia que permitió el desarrollo de capacidades locales.

El caso de Armstrong, además de instalaciones fotovoltaicas y medición inteligente, incorpora un elemento de innovación en la forma de gestionar e implementar el proyecto, involucrando a múltiples actores y el compromiso de la ciudadanía (figura 27). En este sentido, dada la articulación entre actores del sector público (Secretaría de Energía, Agencia Nacional de Promoción Científica, INTI, UTN) y del sector privado (CELAR, usuarios) puede hablarse de una innovación social de tipo “asociación público-privada”.

¹⁹⁸ En su primera versión, el Programa Prosumidores de la Provincia de Santa Fe no contemplaba la posibilidad de que accedieran los usuarios de cooperativas eléctricas. Esto fue revertido mediante el Decreto 74/2017.

¹⁹⁹ Planta formada por 880 módulos fotovoltaicos, de marca Amerisolar de 250 Wp, y 8 Inversores, marca SMA de 25 kW.

En ella, se reconoce el aporte de capacidades y recursos, en forma conjunta, para tender a la concreción del proyecto.

La estrategia de acercamiento a la comunidad incluyó la realización, con el apoyo del Instituto de Gestión de Ciudades²⁰⁰ (IGC), de varios eventos, tales como el Taller Usina de ideas; “Diálogo entre pioneros” y jornadas de difusión. En esas instancias, se hizo hincapié en la tradición pionera de la ciudad, rescatando los antecedentes de la primera electrificación rural del país y el primer tendido de telefonía rural. Como resultado, 80 vecinos ofrecieron sus techos para la instalación de los equipos de generación. De manera colectiva, se decidió no recibir compensación monetaria por ello. En cambio, sugirieron que lo que la cooperativa ahorrara con la generación fuera reinvertido en la compra de equipos para multiplicar la experiencia en la comunidad.

De la experiencia, inspiración y capacitación se observan repercusiones locales. Por ejemplo, la empresa metalúrgica, Arsemet SRL, decidió diversificar su producción y sumar la fabricación de bases para paneles solares. Por su parte, la escuela técnica local se comprometió a formar jóvenes en el armado y reparación de módulos fotovoltaicos. Con el fin de potenciar capacidades locales, desde el PRIER se creó el Centro de Capacitación en Generación Distribuida, coordinado por el Observatorio de Energía y Sustentabilidad de la UTN de Rosario.

El carácter innovador de la experiencia, dado por su ensamblaje multiactoral y compromiso ciudadano se encuentra detrás de la continuidad del proyecto (figura 26). A partir de los ahorros energéticos de la cooperativa, se dispone de recursos como para ampliar las instalaciones de generación. Así, en 2020 ya se estudiaba ampliar la planta

²⁰⁰ Con sede en Rosario, es un equipo interdisciplinario dedicado a diseñar políticas públicas urbanas y territoriales.

fotovoltaica, con tres módulos adicionales de 25 kW, para llegar a una potencia de 275kW²⁰¹. Otro objetivo previsto es que el usuario residencial pueda ver su consumo en tiempo real desde un portal web, así como acceder a datos estadísticos históricos e indicadores de demanda y comparar su consumo con datos promedio. De esta manera, adicionalmente a las auditorías y la capacitación en eficiencia energética brindada por la CELAR, se empodera al usuario para tomar decisiones racionales en cuanto a la gestión de la energía. La cooperativa estudia también, la posibilidad de incluir un sistema de acumulación para almacenar la energía e inyectarla en los horarios más convenientes, en relación al pico de consumo.



Imagen 24: Instalación fotovoltaica domiciliaria en Armstrong.

²⁰¹ Desde la CELAR se indican los obstáculos del aislamiento impuesto por la pandemia de COVID-19, y los cambios nacionales y provinciales en materia de orientación hacia las energías renovables como factores que influyeron en el retraso en la ampliación de la planta (CELAR, 2020).



Imagen 25: Planta fotovoltaica de Armstrong.

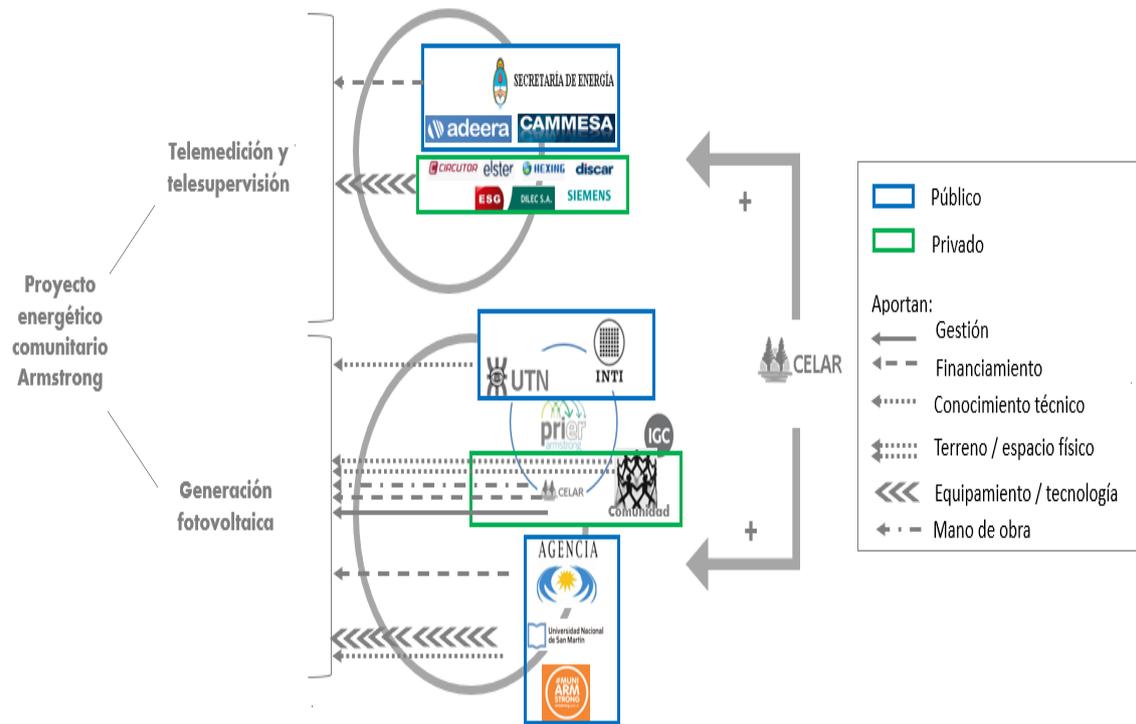


Figura 26: Actores detrás del proyecto de Armstrong. Elaboración propia.



Figura 27: Comunidad energética Armstrong, proceso y resultado. Elaboración propia.

Tanto el proceso de implementación del proyecto, como sus resultados, permiten caracterizar la experiencia como una comunidad energética (figura 27). Además de energía, el proyecto deja otros beneficios locales. El proyecto constituye una primera experiencia participativa de la localidad en la discusión de temas públicos urbanos. En los talleres, la comunidad creció en su conciencia y capacidad de decisión en materia energética, y también social, educativa y económica. Resulta un primer paso hacia una definición comunitaria de una agenda energética local.

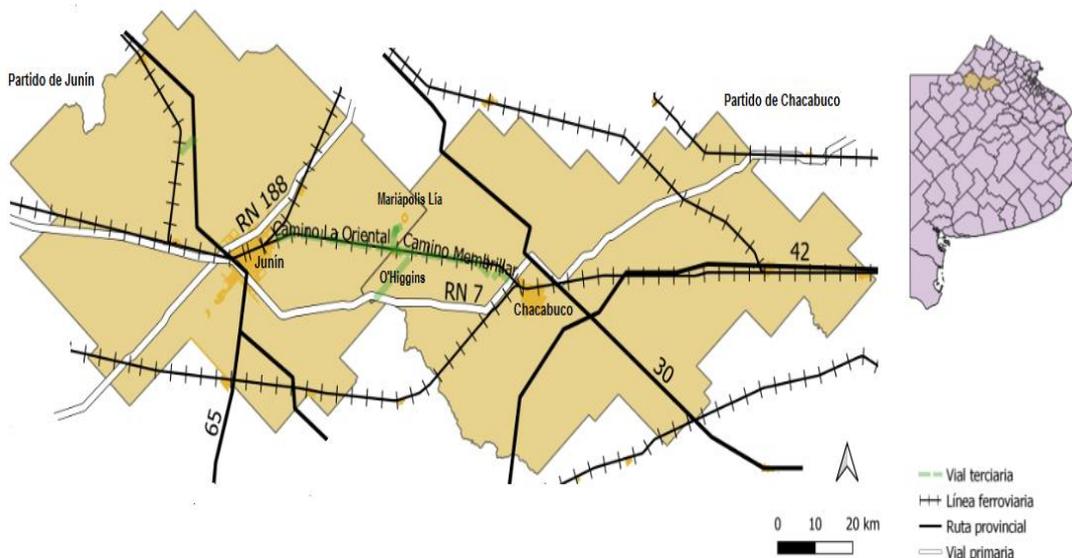
9.2 O'Higgins y Mariápolis, tendiendo puentes

En el Noroeste de la provincia de Buenos Aires, desde 2015, O'Higgins, en el partido de Chacabuco, y Mariápolis, en el partido de Junín (mapa 34), actúan en comunidad energética. O'Higgins es una localidad de 1200 habitantes (INDEC, 2010), fundada en torno a la estación ferroviaria en 1886. Se encuentra 3 kilómetros distante de la ciudadela

La Mariápolis Lía²⁰², comunidad religiosa perteneciente al movimiento de Los Focolares, de origen italiano e instalado en la zona en 1968 (imagen 26). Allí residen, en forma estable, cerca de 150 habitantes de distintas nacionalidades, además de recibir visitantes de otros integrantes de la comunidad Focolar de América Latina y del mundo que conforman sus habitantes variables.

Tanto en O'Higgins, como en la ciudadela La Mariápolis, el servicio eléctrico es provisto por la cooperativa eléctrica de Chacabuco. Ésta recibe energía a través de una línea de 132 kV proveniente del transformador de Bragado, y tiene también a su cargo la provisión de electricidad en otras localidades y parajes del partido (mapa 35). En especial en La Mariápolis, el servicio eléctrico constata deficiencias, al encontrarse sobre el final de una línea.

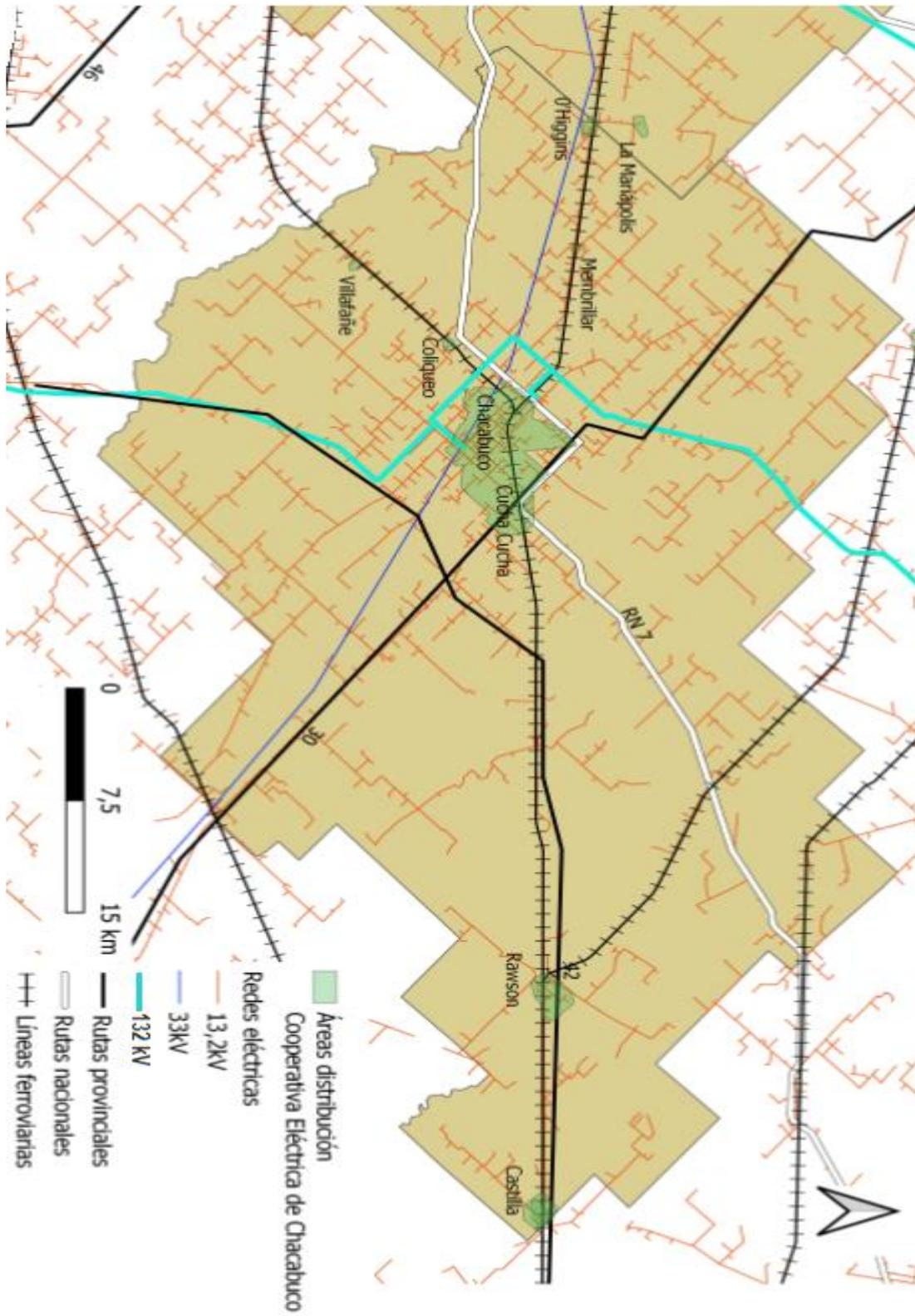
²⁰² En Mariápolis Lía se ejercita un modo de vida comunitaria, basada en los valores cristianos. Para su sustento económico, cada uno aporta a la comunidad desde sus conocimientos y capacidades. Así, realizan diversas actividades productivas, tales como: elaboración artesanal de objetos en madera y cerámica, dulces, galletas, y productos de pastelería. Se dedican también al cultivo, en forma orgánica, de terrenos aledaños.



Mapa 34: Localización de O'Higgins, entre los partidos de Junín y Chacabuco. Elaboración propia.



Imagen 26: Cartelería con información histórica, ubicada al ingreso a la capilla en La Mariápolis.



Mapa 35: Distribución eléctrica de la cooperativa de Chacabuco. Elaboración propia.

El vínculo con la energía de la comunidad de O'Higgins y de La Mariápolis se arraiga en una búsqueda colectiva de sostenibilidad. En palabras de los propios ciudadanos, buscan “convertirse en una comunidad sostenible”. Actores diversos e iniciativas múltiples confluyen en una experiencia comunitaria.

En el caso de O'Higgins, como actor clave en el proyecto se identifica a la Sociedad de Fomento. Ésta, fundada en 1946, cumple un rol central en la comunidad local. Ha promovido la concreción de servicios públicos como el gas natural, el agua potable, las cloacas, y la pavimentación de calles. En 2016 comienzan a concebir el proyecto de generación fotovoltaica -denominado “*O'Higgins como localidad pionera en la utilización de energías renovables*”-. Paralelamente, toman conocimiento de un interés similar en la comunidad de La Mariápolis y se proponen trabajar juntos.

En el caso de la Mariápolis Lía, su interés por la sostenibilidad inicia en 2014 con la visita de un ingeniero agrónomo perteneciente al Movimiento de los Focolares de Alemania. Inspirado por los antecedentes alemanes en la sostenibilidad y la incorporación de energías limpias, llevó adelante, durante 2015 y 2016, el proyecto PRESET - Participación, Resiliencia, Emprendimiento, Sustentabilidad y Entrenamiento- investigando sobre la sostenibilidad de las ciudadelas Focolares, con financiamiento de la Unión Europea. Con la participación de jóvenes locales en articulación con representantes de otros países, se realizó un diagnóstico integral de La Mariápolis. Juntos identificaron 2 falencias: el elevado nivel de gasto en gas para cocción y la inestabilidad en el servicio eléctrico. La elaboración de la “Agenda 2025” con el objetivo de comunidad sostenible y la construcción e instalación de un biodigestor en la ciudadela fueron los primeros frutos de la experiencia.

Progresivamente, los resultados de la visión y el trabajo común de la comunidad de O'Higgins y los residentes de La Mariápolis comenzaron a surgir. Una de las manifestaciones más concretas de los esfuerzos conjuntos son las realizaciones anuales de las Ecoferias, espacios de difusión e intercambio sobre temas de sostenibilidad²⁰³.

El proyecto comunitario de O'Higgins y la Mariápolis se mueve por caminos paralelos que se entrecruzan, hacia un mismo fin. La Sociedad de Fomento de O'Higgins se puso a la cabeza de los esfuerzos por lograr la generación fotovoltaica en la localidad. Visitas, llamados y cartas a autoridades locales y provinciales se sucedieron. Vincularse con la cooperativa eléctrica de Chacabuco y lograr su apoyo en las gestiones fue determinante. Para lograr el interés de la comunidad, desarrollaron una campaña de concientización local: realizaron talleres en la Comisión Club de Clubes y el Centro de Jubilados, y difundieron por el canal televisivo local haciendo demostraciones con paneles fotovoltaicos. La campaña fue casa por casa, puerta a puerta. Se buscó la participación de los vecinos en tareas concretas. Buscando recolectar datos de consumo (con vistas a lograr usuarios-generadores residenciales), se capacitó a la comunidad y se le pidió que cada uno tomara el estado de su medidor dos veces por día durante una semana (del 27 de agosto al 2 de septiembre del 2016)²⁰⁴. Los ciudadanos se comprometieron con la tarea: 89 planillas fueron recolectadas, mostrando el compromiso social.

²⁰³ Las Ecoferias se realizan anualmente desde 2016 en La Mariápolis, organizadas conjuntamente con la Sociedad de Fomento de O'Higgins. Las jornadas reúnen profesionales, estudiantes, políticos y público general buscando reforzar vínculos, y potenciar los proyectos. Se realizan disertaciones y debates en temáticas vinculadas al ambiente, el uso de los recursos y nuevas tecnologías.

²⁰⁴ La idea preveía obtener pautas de consumos energéticos para poder realizar posibles recomendaciones para un uso más racional y eficiente. Se planteó la posibilidad de que la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA) participara de esta iniciativa, a través de laboratorios de investigación y transferencia tecnológica, en la evaluación y el desarrollo de una herramienta informática de medición para la administración de la generación distribuida.

Mediante la movilización social y la cooperación multiactoral se buscó influir en la posibilidad de concretar el parque fotovoltaico. Gestiones administrativas y manifestaciones de interés derivaron en que O'Higgins fuera una de las localidades seleccionadas por el PROINGED para instalar una planta de 400 kW. Licitación mediante, se adjudicó la obra a la empresa LV Energy. En 2019 inició la construcción y en agosto de 2021 el parque comenzó a funcionar (imágenes 27 y 28).

La planta se ubica al Este del trazado urbano, sobre un camino rural que comunica con la cabecera del partido. El predio contiene la planta depuradora de la localidad y en la hectárea restante, la instalación fotovoltaica. Por delante, pasa una línea de media tensión, donde se inyecta la energía generada (mapa 36). La planta es capaz de producir unos 500 MWh por año. Durante 2022 y 2023, sucesivos actos de vandalismo tuvieron como objeto el transformador y la línea que conecta a la planta, dejándola fuera de funcionamiento²⁰⁵ (ver anexo 9).

Además del parque fotovoltaico de 400 kW, O'Higgins y la Cooperativa eléctrica de Chacabuco lograron la instalación, por medio del PROINGED, de un equipo fotovoltaico de 1.5 kW en el Jardín de Infantes N.902, en funcionamiento desde julio de 2018 (imagen 29). El mismo abastece parte del consumo del establecimiento y se encuentra conectado a la red, mediante convenio con la cooperativa.

En mayo de 2021 se inauguró una tercera instalación fotovoltaica. En este caso, ubicada en un predio de La Mariápolis (imagen 30). También se encuentra conectada a la red, mediante un convenio con la cooperativa eléctrica de Chacabuco. Se trata de una planta de 70 kW, financiada en parte con un préstamo europeo, y en parte, mediante la campaña

²⁰⁵ En octubre de 2023 la Cooperativa Eléctrica de Chacabuco estudia la posibilidad de adquirir un transformador de tipo "seco" en la expectativa de que funcione como antirrobo. Luego, podría la planta volver a generar energía.

de donación organizada por la comunidad, denominada “Doná un kW”. Al igual que la instalación del jardín de infantes, también está conectada a una aplicación informática para monitorizar la generación eléctrica y el equivalente de dióxido de carbono evitado en la atmósfera.

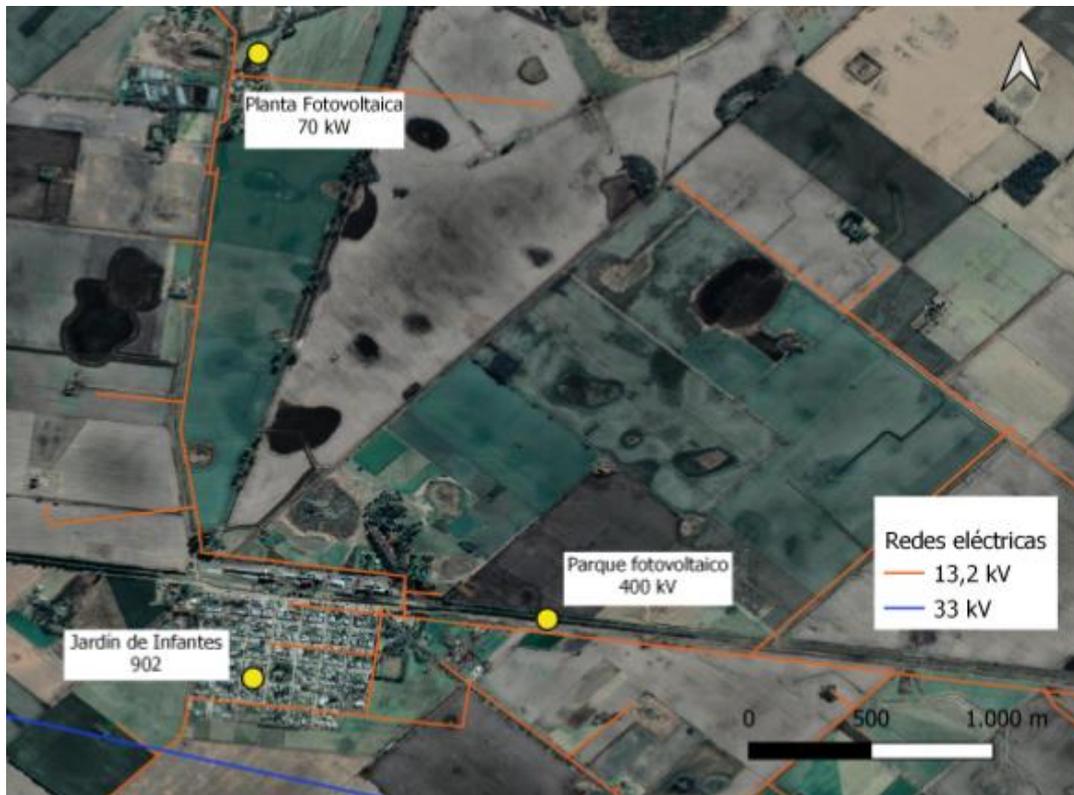
Además de esta planta fotovoltaica, otras acciones en materia energética se han tomado en la ciudadela. Se realizó el recambio de luminarias por LED y se reemplazaron sistemas de calefacción a gas por salamandras a leña que abastecen con poda *in situ*. Además, se instalaron colectores solares para proveer de agua caliente sanitaria (imagen 31). También, han fabricado ellos mismos seis colectores solares para calefaccionar la capilla, y se construye un generador eólico de 1 kW de potencia para generar energía para iluminar las calles. Para ello se prevé una instalación *off grid* con baterías de almacenamiento.



Imagen 27: Planta fotovoltaica de O'Higgins.



Imagen 28: Especificaciones técnicas en el reverso de los módulos, planta fotovoltaica O'Higgins



Mapa 36: Ubicación de los proyectos fotovoltaicos en O'Higgins/La Mariápolis. Elaboración propia.



Imagen 29: Instalación fotovoltaica en Jardín de Infantes N.902, O'Higgins.



Imagen 30: Planta fotovoltaica en La Mariápolis



Imagen 31: Colector solar sobre el techo de la capilla, La Mariápolis.

La diversidad de actores, el fuerte compromiso social, y la característica “de abajo hacia arriba” de la experiencia en O’Higgins y Mariápolis permiten considerarla una comunidad energética (figura 28). En cercanía geográfica, el interés compartido los llevó a tender puentes y caminar juntos hacia un proyecto sostenible (figura 29).



Figura 28: Comunidad energética O'Higgins. Elaboración propia.

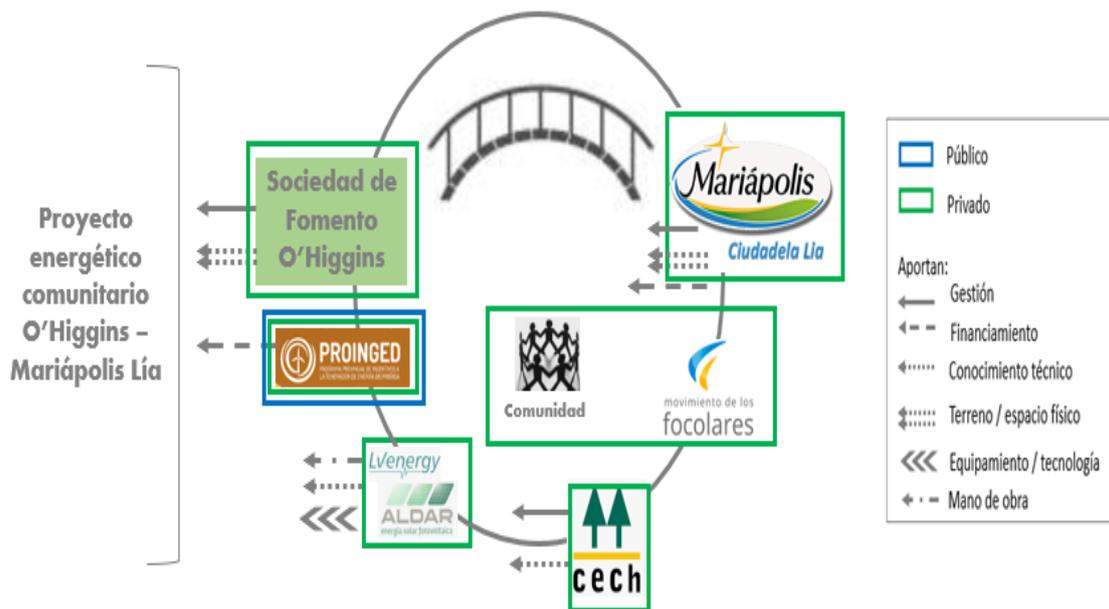


Figura 29: Actores detrás del proyecto O'Higgins-La Mariápolis. Elaboración propia

En este caso, se reconoce una innovación social de tipo “sinergia privado-privado”, ya que actores de la sociedad civil -privados- (Sociedad de Fomento y comunidad La Mariápolis), aunaron sus esfuerzos, potenciaron sus capacidades y lograron resultados, que, al ser considerados globalmente, son mayores que los resultados aislados, de cada actor individual.

9.3 Luque, crear comunidad

La localidad de Luque se ubica en el departamento Río Segundo, al sudeste de la provincia de Córdoba, a 100 km de la ciudad capital. Se accede a ella por la ruta provincial N.13. En 2010, contaba 6200 habitantes (INDEC) dedicados a la actividad agropecuaria e industrial. En Luque se vive la primera experiencia cordobesa en pos de crear comunidades energéticas.

La Cooperativa de Servicios Públicos y Sociales (Coop Luque) (imagen 32) provee los servicios de energía eléctrica, alumbrado público -mediante acuerdo con el Municipio-,

agua y saneamiento, telefonía, televisión, internet y servicios sociales. Es propietaria además de HORMICOOP, fábrica de columnas y accesorios de hormigón pretensado para líneas eléctricas y estaciones transformadoras. Coop Luque nació en 1956, ligada a la necesidad de mejorar y ampliar el servicio eléctrico de la localidad. Para ello, adquirió la usina eléctrica local (Luque SRL) y compró nuevos equipos electrógenos. En 1969 el sistema de la cooperativa se interconectó con el de EPEC a través de una línea de media tensión proveniente de la subestación de Villa del Rosario y abandonó la generación eléctrica propia. Con la energía que EPEC le provee, desde la Central Térmica Pilar, Coop Luque distribuye a usuarios urbanos y rurales. La energía pasa por líneas que atraviesan la localidad de Villa del Rosario y llega a la estación transformadora de Luque, donde funcionan dos transformadores de 5 y 6 MVA²⁰⁶. Además de distribuir a usuarios residenciales, la cooperativa abastece, en media tensión, al parque industrial de Luque, a un usuario industrial de gran demanda radicado en la localidad (Alladio S.A. fabricante de lavarropas) y provee de energía eléctrica a las cooperativas de Calchín, Calchín Oeste y Matorrales (mapa 37).

La adhesión de la provincia de Córdoba a la Ley Nacional 27.424 de Fomento a la Generación Distribuida, motivó a la cooperativa a emprender un nuevo proyecto de generación eléctrica, renovable y comunitaria. Para ello, se asoció con la empresa cordobesa Iris Energía Inteligente²⁰⁷, que se convirtió en la contraparte del proyecto, que denominaron “Comunidad Solar”. Juntos elaboraron la propuesta de iniciar el camino hacia uno o más parques solares, administrados por la cooperativa, pero a partir de una inversión parcial, voluntaria, por parte de cada usuario interesado, en función de sus

²⁰⁶ En junio de 2022, la cooperativa adquirió un transformador adicional, de 22 MVA, a ser instalado en enero de 2023.

²⁰⁷ Iris Energía Inteligente es una unidad de negocios para el sector renovable, desprendida de la consultora energética Quantum.

posibilidades. Un parque fotovoltaico de 30 kW se diseñó y concretó a modo de prueba piloto, a fin de lograr comunicar la idea de Comunidad Solar, e invitar a los asociados de la cooperativa. La idea era poder transmitir las ventajas del sistema propuesto: un proyecto colectivo que maximiza los beneficios para las partes que lo integren, dado que permite superar el obstáculo de una inversión inicial elevada. Los usuarios tienen la posibilidad de un retorno económico, pero con un costo menor, y la operación, mantenimiento y reposición de los equipos, de ser necesario, queda a cargo de la cooperativa.

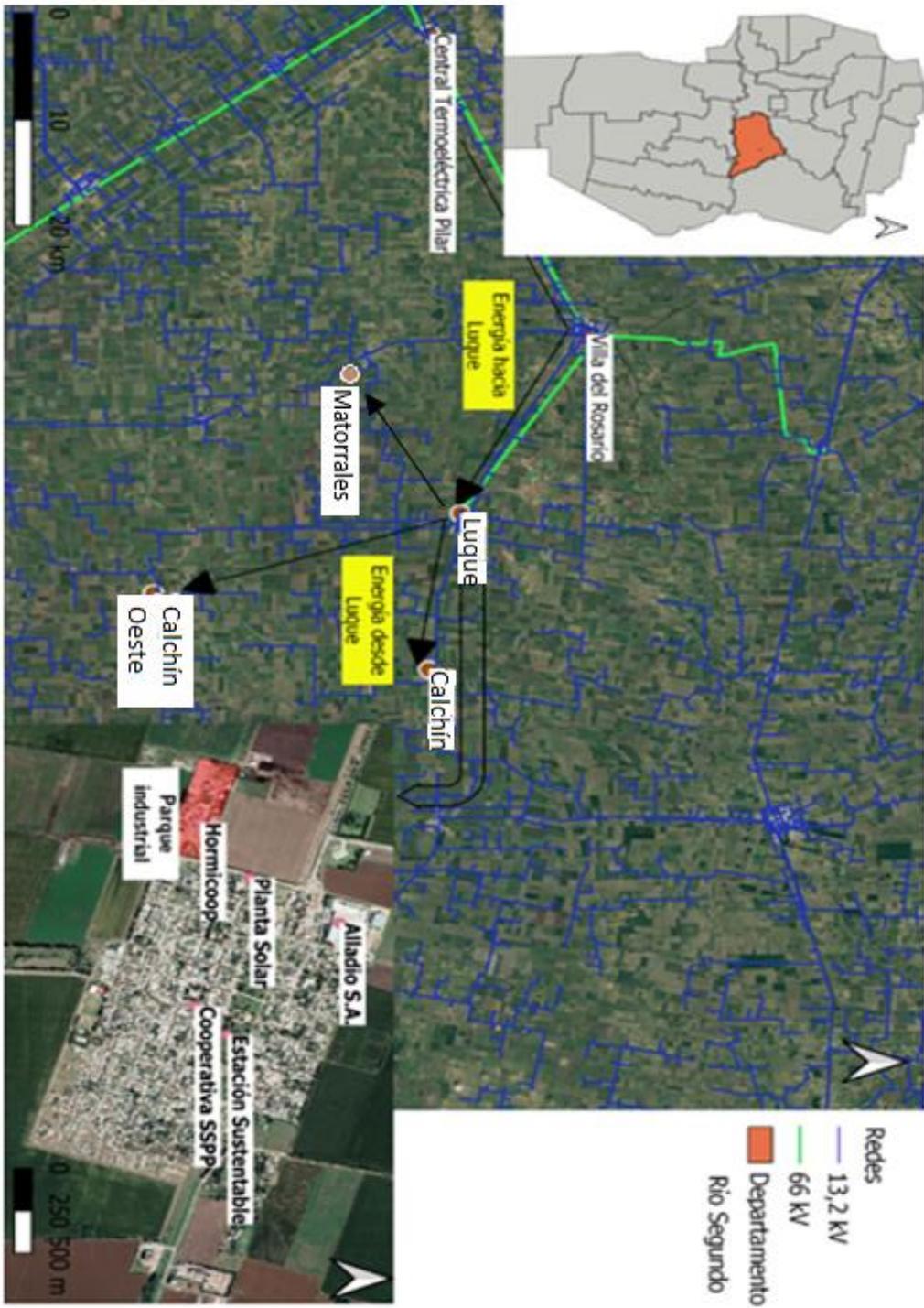
En diciembre de 2019 se instalaron y conectaron 90 paneles fotovoltaicos, por un total de 30 kW, con un inversor de 25 kW, en un predio de la Cooperativa, ubicado en la esquina de las calles 25 de mayo y Juan Miranda (imagen 33). En la realización de la obra participó HORMICOOP proveyendo los soportes para los paneles. Una vez logrado este paso, el proyecto entró en dos procesos:

1. reglamentar una forma comunitaria de generación de energía para avalar legalmente a la comunidad solar. Para ello se iniciaron negociaciones con autoridades provinciales, y asociaciones de cooperativas. En mayo de 2021 la Resolución Provincial 01/2021 creó la figura del usuario-generador comunitario, persona jurídica creada por los usuarios que decidieron entrar al sistema comunitario, denominados “usuarios cesionarios”, para su administración. Esta figura es luego quien contrata un suministro de energía eléctrica con el distribuidor y obtiene un nuevo Número de Identificación de Suministro NIS, solicita reserva de potencia, e informa sobre los usuarios que la integran. El distribuidor luego transfiere los créditos de energía a cada usuario cesionario.

2. conseguir que los usuarios de energía eléctrica se sumen a la comunidad solar. Cuando se inauguró el parque fotovoltaico, se realizaron charlas y exposiciones en jornadas y eventos cooperativos, se difundió a través de prensa local y provincial, y se creó una cuenta en la red social *Facebook*, a través de la cual se publica periódicamente información sobre la comunidad solar y sus ventajas. Además, la cooperativa eléctrica organiza visitas de contingentes de alumnos de escuelas locales, para que conozcan el parque y las potencialidades de un proyecto energético comunitario (imagen 34). En 2023, Coop Luque analiza instalar un segundo parque comunitario de 3000 kW.



Imagen 32: Cooperativa de Servicios Públicos de Luque.



Mapa 37: Ubicación de Luque, y flujos de energía. Elaboración propia.

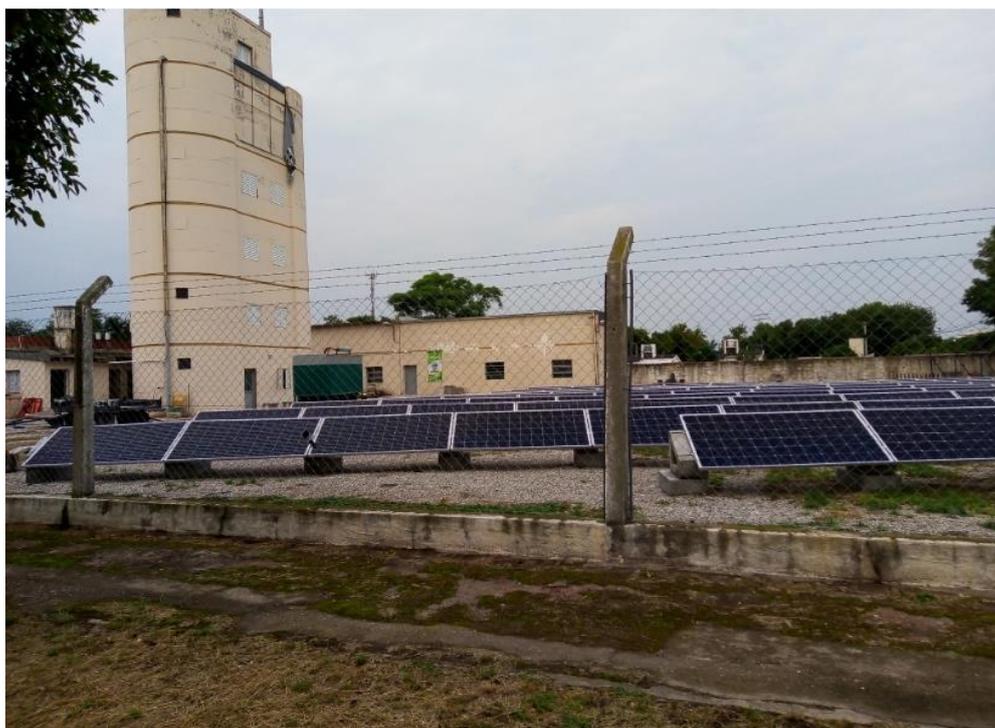


Imagen 33: Parque solar de Luque.



Imagen 34: alumnos de 6° Grado de la Escuela Dolores Moyano Díaz, visitando la planta solar comunitaria. Fuente: Cooperativa de Servicios Públicos Luque, 2022.

El proyecto energético comunitario en Luque se apoya sobre una innovación social de tipo “integradora” o de agregación social: la idea es concretar un proyecto colectivo, que surja de sumar aportes individuales. Implica romper con el paradigma atomizado, de inversión y beneficio individual, para pasar a un modelo agregado, para beneficio colectivo.

Esta experiencia sienta las bases de una nueva relación con la energía, donde los usuarios, más activos, adquieren mayor autonomía y capacidad de acción. La cooperativa, como

actor energético territorial, se reafirma en un rol colaborativo con otros actores (figura 30).

La comunidad solar de Luque es el primero de los parques solares comunitarios instalados en Córdoba, y tuvo un rol de proyecto “laboratorio” (figura 31). Desde que el proyecto de Luque comenzó a ser visibilizado, otras localidades cordobesas se han mostrado interesadas en generar proyectos similares. Es el caso de Villa del Rosario, ubicada a 18 km de Luque, que en diciembre de 2019 firmó un convenio con Iris Energía para instalar una planta fotovoltaica bajo el mismo esquema, inaugurada en septiembre de 2021. Siguieron el mismo camino, las localidades de Oncativo y Arroyo Cabral, en estos dos casos en convenio con la empresa Hins Energía.

Con el proyecto comunitario, la relación de la comunidad de Luque con la energía da un paso más hacia la participación y el involucramiento. Ya desde el Municipio se manifestaba interés por la sostenibilidad y las energías limpias, desde que a principios de 2019 se instaló en la Plazoleta de Los Niños, una “Estación Sustentable”. La misma provee agua caliente, mediante energía solar térmica, y recarga de celulares y conexión a internet, con energía que proviene de un panel fotovoltaico (imagen 35).

Tanto la cooperativa, como los usuarios de la red, impulsan una transición energética, que desafía el sistema desterritorializado dominante (Kazimierski, 2020). La Comunidad Solar de Luque busca expandirse y crecer, fomentando la participación ciudadana y la co-construcción de un proyecto sostenible

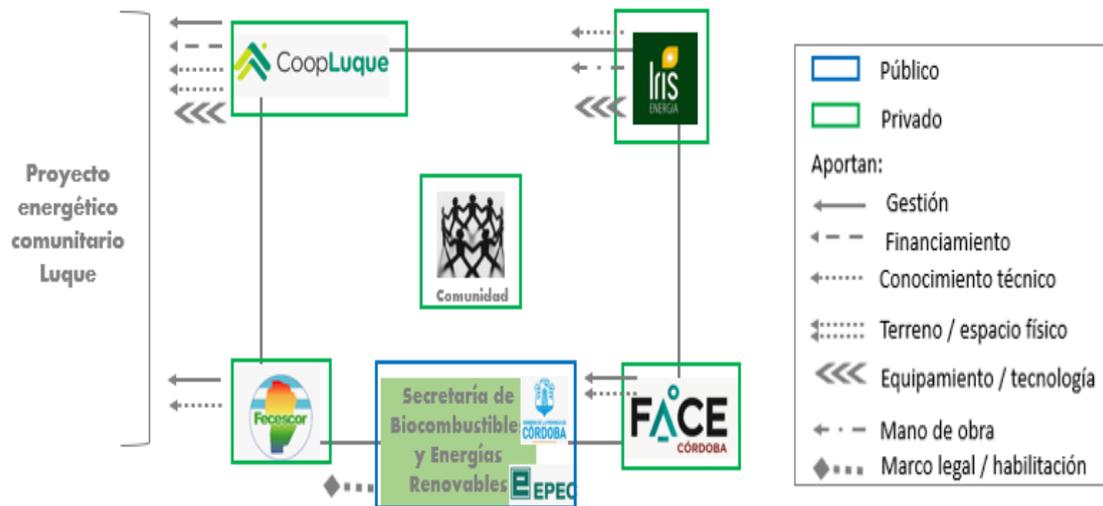


Figura 30: Actores detrás del proyecto de Luque. Elaboración propia.



Figura 31: Comunidad energética Luque. Elaboración propia.



Imagen 35: Estación Ecosustentable en Luque.

Con las comunidades energéticas, se reafirma la modalidad innovadora de la transición. Los territorios ya no son “territorios de proyectos” (Landel, 2016), ni receptáculos de “recetas ya hechas” (Theys, 2017), sino que adquieren la capacidad de encontrar ellos mismos las alternativas más convenientes a nivel individual y colectivo, (re)creando al mismo tiempo lazos comunitarios. El componente social en un proyecto de generación de energía a partir del recurso fotovoltaico -desde el empoderamiento, y la decisión y participación en un proyecto que busca potenciar capacidades locales y traer beneficios para la comunidad-, permite considerar a las comunidades energéticas como un híbrido entre la transición energética y la innovación social. Las implicancias son, por lo tanto, dobles: producción de energía limpia, amigable con el ambiente, y empoderamiento, ejercicio democrático y desarrollo social y económico de la población.

Conclusiones: Actores locales con protagonismo creciente

La transición pampeana a la sostenibilidad toma tres modalidades distintas, de intensidad variable. Aquélla en que sólo se reemplazan las fuentes, mientras se mantienen atributos del sistema dominante, permanece anclada al sendero tradicional. Es posible considerarla una transición “gatopardista” en tanto se trata de cambios superficiales, sin un cambio profundo del sistema. La modalidad que incorpora una dimensión instrumental de la transición, visibiliza a la tecnología fotovoltaica como oportunidad de solución y alivio. Una tercera modalidad, innovadora, genera nuevos vínculos sociedad-energía. Ya no se considera a la energía como un bien externo al territorio, y sobre el cuál los actores locales no tienen capacidad de decisión, sino que surgen iniciativas territoriales para generar y gestionar localmente la energía que se requiere. Las tres modalidades conviven y permiten potenciar las posibilidades de la tecnología.

Poco a poco, los actores locales se inclinan por aprovechar la energía fotovoltaica y la energía se “relocaliza” (Cotarelo, 2015). Los municipios incursionan en proyectos que puedan resolver problemáticas locales y significarles réditos políticos. Las cooperativas eléctricas avanzan fuertemente con múltiples iniciativas, y con experiencia acumulada como actor energético. En forma creciente se observan indicios de beneficios locales, entre ellos, dinamización de actividades y la creación de comunidad e identidad en torno a la energía. El sector productivo obtiene ahorros en el consumo eléctrico, gana estabilidad en el suministro, y suma una imagen ecológica para su producción. Motivos surgen para la capacitación y el empleo en instalación, operación y mantenimiento del equipamiento. Actores del sector público, académico, productivo y ciudadanos comprometidos con la transición, se articulan en co-construcción y aumentan sus posibilidades de elegir tecnología y sistema a emplear. Lazos comunitarios se trazan en pos de concretar un proyecto energético. Así, proyectos multiactorales emergen. Entre

ellos, las comunidades energéticas reivindican al individuo en su relación con la energía, potenciando sus capacidades, y acrecentando sus posibilidades de acción. Tanto las necesidades eléctricas, como la disponibilidad humana y material, en conjunción con estímulos públicos actúan como oportunidades, que, mediante la acción colectiva, multiplican proyectos sostenibles y dan lugar al amanecer solar pampeano (figura 32).



Figura 32: De lo dado a lo construido: amanecer solar pampeano. Elaboración propia.

Reflexiones finales: Co-constructores de la transición

En el siglo XXI la energía fotovoltaica se consagra como la tecnología capaz de dar respuesta a los desafíos globales de descarbonización, inclusión social y seguridad energética. Los países buscan estimular su aprovechamiento con el fin de autoabastecerse y reemplazar combustibles fósiles, de los que dependen.

Argentina avanza en la transición energética. Recursos naturales y humanos, sumados a impulsos institucionales, han permitido iniciar el camino y sortear obstáculos, aún ante contextos económicos desfavorables. La energía fotovoltaica ha ocupado un lugar destacado. Mientras se desarrolla primero como estrategia de inclusión, para contrarrestar las grandes extensiones geográficas y la tendencia del sistema eléctrico a servir a las áreas metropolitanas, se adopta luego para reforzar el sistema centralizado, confluyente en áreas urbanas. De esta manera, las dos primeras fases de avance se adaptan a la lógica del sistema energético dominante, intentando cubrir sus déficits. Una tercera abre paso a un cambio de paradigma, dando lugar a mayor participación e involucramiento del usuario en el proceso de generación y gestión de la energía.

A nivel nacional, proyectos de distintas escalas se multiplican, para fines diversos. Estímulos varios se ponen en juego. Licitaciones de potencia a través de convocatorias públicas para firmar contratos con CAMMESA han logrado incrementar la capacidad instalada en energía fotovoltaica. Los estímulos han sido aprovechados por actores extranjeros, o nacionales con respaldo de inversores externos. Actores nacionales, de menor capacidad financiera, encuentran dificultades para el desarrollo de proyectos. A menor escala, entre otros obstáculos, la existencia de subsidios en las tarifas incentiva el consumo de energía convencional. Ello, sumado a las dificultades de financiamiento, desalienta los proyectos.

Las Provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba avanzan en la transición, expandiendo sus márgenes de maniobra, sobre la base de los impulsos nacionales y/o creando sus propias posibilidades. Mientras en Santa Fe, con un perfil *promotor*, es el Estado quien asume un rol protagónico y tracciona proyectos, Buenos Aires y Córdoba se apoyan en actores, de distintas escalas, para llevar adelante sus iniciativas. La Provincia de Buenos Aires, con un perfil *articulador*, trabaja con actores del sector cooperativo, y el FREBA, como entidad núcleo del sector eléctrico. Los proyectos que logra concretar se orientan a enfrentar déficits y resolver problemáticas de la calidad y acceso al servicio. La Provincia de Córdoba, en cambio, sobre la base de la cooperación multiescalar, se inserta en marcos nacionales y logra atraer inversiones de actores externos a los territorios. Su perfil *cooperador*, en tanto trabaja con actores sectoriales, provinciales y nacionales, le permite facilitar que potenciales inversores puedan llevar adelante sus proyectos energéticos, y aprovechar los incentivos nacionales. Ello ha derivado en que la cantidad de proyectos que se han adjudicado y/o concretado sobre la base de marcos contractuales e incentivos de escala nacional sea mayor que en otras provincias. Al mismo tiempo da lugar a las experiencias que surgen de actores locales, y los proyectos innovadores se multiplican.

En la transición argentina, las dinámicas de cambio estructural se producen desde escalas superiores a las inferiores, y en sentido inverso. Los Estados Nacional y Provinciales son artífices de cambios que, dialécticamente, refuerzan aquéllos que surgen desde los territorios. Éstos así modifican y/o retroalimentan los impulsos estatales que incentivan la diversificación de la matriz, contribuyen a reducir déficits y habilitan la participación de nuevos actores en la generación energética. En un ir y venir entre procesos de transformación nacionales, provinciales y locales, los territorios co-construyen el camino de la transición. Los proyectos pioneros, llamados “piloto” o “experiencias laboratorio”

marcan la trayectoria y promueven el avance. Estas iniciativas innovadoras renuevan las formas de generar, consumir y gestionar la energía y así se crea un nuevo vínculo entre la energía y las comunidades a escala local.

El análisis de experiencias de generación fotovoltaica en territorios pampeanos permitió identificar tres modalidades de transición. En la denominada *conservadora*, los territorios, en lugar de ser protagonistas del proyecto, son el recipiente geográfico de proyectos que allí se localizan, a modo de “territorios de proyecto” (Landel, 2016). Predominan los proyectos conducidos por actores extra-locales, ávidos de lograr inversiones rentables. La transición *paliativa* encuentra en la energía renovable una solución o remedio a las dolencias energéticas locales. Con participación de mayor cantidad de actores, se trata de una modalidad que incorpora más elementos de transición: proyectos más pequeños, situados, aplicados en pos de la resolución de problemas. Esta modalidad es predominante en la provincia de Buenos Aires que, en articulación con actores públicos y privados, ha logrado concretar proyectos que tienden a mejorar la calidad del servicio. Una tercera modalidad de transición identificada es la denominada *innovadora*, de base territorial, que parte de los territorios y genera proyectos para ellos. Involucra el paso hacia un sistema más distribuido, ya que generación y consumo ocurren en el mismo lugar, y también más participativo, en tanto la ciudadanía adquiere un rol protagónico. Implica una refundación de las bases de sustentación del sistema energético, mediante la incorporación de una multiplicidad de actores, dotados de capacidades de acción y decisión. En las tres provincias se multiplican iniciativas de esta modalidad. Cada vez más, vínculos estrechos con la energía se crean en tanto ésta pasa a ser visibilizada como recurso estratégico para la población, así como también, creadora de actividades económicas asociadas y punto de encuentro, e identificación colectiva de las comunidades.

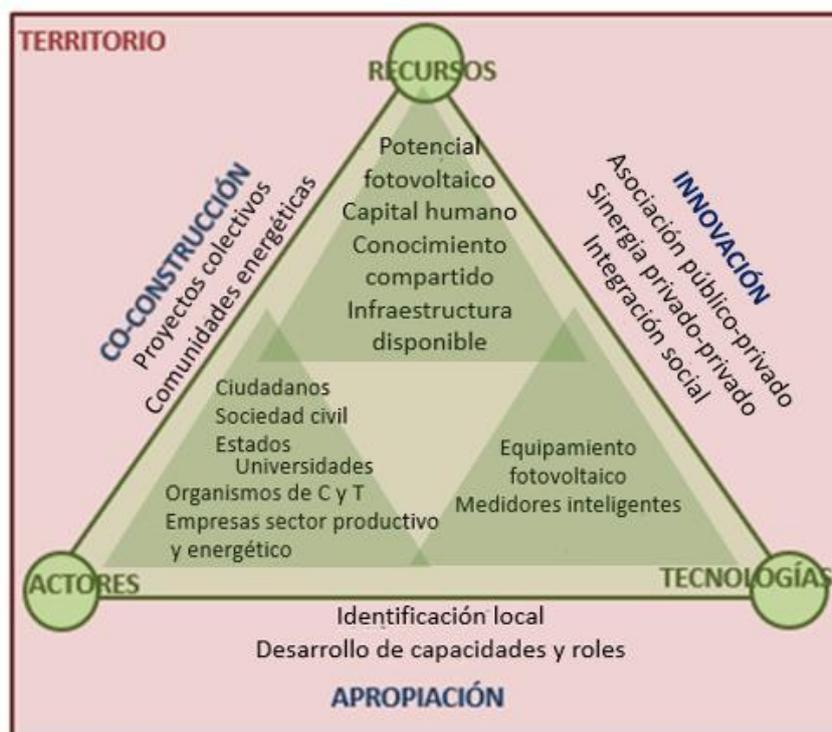


Figura 33: Procesos en pos de la sostenibilidad energética en territorios pampeanos. Elaboración propia.

Procesos de apropiación, innovación y co-construcción entran en acción en los territorios pampeanos y tienden a un sistema energético sostenible (figura 33). Diferentes formas de innovación social se despliegan. Los actores se articulan, movilizan recursos y aprovechan las tecnologías. Al apropiarse de la tecnología, son capaces de desempeñar nuevos roles y lograr identidad local en la generación fotovoltaica.

Diferentes actores se colocan al frente de iniciativas pampeanas de transición. Su rol, capacidad de acción e influencia en la toma de decisiones, difiere. Su aporte, en co-construcción, es vital para el diseño e implementación de estrategias que apunten a una transición integral, a través de proyectos fotovoltaicos sostenibles. Así, el análisis realizado permitió identificar actores clave, con distintos niveles de capacidad decisoria, y cercanía a la sociedad.

- 1- El Estado, en sus diferentes escalas territoriales, dio los primeros pasos hacia un cambio en la matriz energética a través de políticas públicas de estímulo al despliegue fotovoltaico. El rol de los gobiernos locales es creciente. En la

articulación con otros actores, y el trabajo en red, se multiplican las alternativas posibles: la creación de pequeñas plantas centralizadas gestionadas localmente, el involucramiento ciudadano en un proyecto colectivo co-construido, la creación de identidad local ligada al recurso fotovoltaico, la concientización ciudadana sobre las ventajas de la tecnología y la dinamización de actividades educativas y laborales vinculadas a la energía.

- 2- Las cooperativas eléctricas emergen con renovado protagonismo en la generación y gestión energética. Cuentan entre sus activos: experiencia en el sector energético, por su actividad de distribución, pero también conocimiento acumulado en la actividad de generación; la cercanía a la sociedad, con la que tienen una relación directa y estrecha; la capacidad de canalizar las decisiones de la comunidad y actuar colectivamente, representando la voluntad social en el ejercicio de una suerte de “democracia energética”.
- 3- Actores civiles -sociedades de fomento, centros de profesionales, actores del ámbito académico y ciudadanos particulares- tienen capacidad de identificar las demandas sociales y de lograr que los proyectos sean traccionados por el conjunto. Son capaces de concretar iniciativas y/o canalizar las propuestas a escalas superiores de decisión.
- 4- El sector empresario empuja y difunde la tecnología. Desde la oferta, desarrolladores de proyectos, proveedores de equipamiento, e instaladores han encontrado en la fotovoltaica un nicho de actividad económica, en algunos casos adaptándose para acoplarse a la tendencia del sector. El interés de maximización de beneficios económicos puede ser aprovechado para sumar su causa a proyectos colectivos que permitan beneficios para todas las partes involucradas. Desde la demanda, industrias y comercios buscan un ahorro económico en la factura

eléctrica y/o asegurar el suministro de energía para sus procesos, o bien vinculan a las energías renovables con una imagen verde frente a sus consumidores.

El despliegue fotovoltaico pampeano cobra valor por dos dimensiones clave para la construcción de territorio: 1. los proyectos energéticos devienen parte integral de un proyecto productivo y de desarrollo local; y 2. la comunidad adquiere capacidad para generar y llevar adelante los proyectos, fortaleciendo sus lazos y proyecciones. Con relación a la primera, la energía fotovoltaica se suma como nueva actividad, que mejora los servicios locales para permitir otras actividades, aumenta las divisas en el territorio y crea posibilidades de empleo, reflejando tendencias globales de producción sostenible, amigable con el ambiente. Con respecto a la segunda, los proyectos fotovoltaicos *surgen de* la comunidad, donde múltiples actores coordinan sus acciones y co-construyen las iniciativas. Al hacerlo, *crean* comunidad: originan y refuerzan lazos de colaboración y compromiso y fomentan una identidad energética. En la multiplicación de posibilidades de capacitación, empleo y producción, así como en la creación de lazos en torno a un proyecto energético, los territorios pampeanos se transforman. Así las redes modifican las relaciones de las comunidades y el espacio. Una territorialización fotovoltaica emerge.

Esta tesis doctoral se ha propuesto aportar luces sobre el proceso de transición argentina a la sostenibilidad, focalizando sobre los territorios pampeanos y su relación con la energía fotovoltaica. Se ha trabajado con una temática de actualidad que presenta cambios acelerados. El “amanecer solar pampeano” ha iluminado la elaboración de esta tesis, en tanto el desarrollo de proyectos fotovoltaicos se ha dado en paralelo con el avance de la investigación. De esta manera, el objeto de estudio se amplió y complejizó a medida que avanzaba el trabajo doctoral. La temática abordada resulta de importancia crucial para Argentina, en un contexto de crisis económica, social y energética, en la que los déficits conviven con objetivos de descarbonización. Se ha analizado el origen y la

implementación de proyectos que innovan en una nueva relación sociedad-energía, con la expectativa de que la sistematización provea insumos para diseñar nuevos proyectos y/o gestionar las problemáticas energéticas en los territorios pampeanos. Lineamientos útiles para posibilitar un sistema energético más sostenible incluyen consideraciones sobre el uso de la tecnología y sobre el manejo de los actores clave:

- Favorecer la apropiación tecnológica por parte de la comunidad, concientizar e informar sobre los alcances y limitaciones de los equipamientos, permitiría hacer un uso inteligente de la tecnología, potenciando su aceptación social.
- Promover espacios de intercambio entre los actores (por ejemplo, a través de la creación de mesas regionales o locales), favorecer su capacitación, habilitar procesos “de abajo hacia arriba”, experiencias participativas y comunitarias, contribuiría no sólo a llevar a cabo los proyectos, sino a mantenerlos en el tiempo.
- Gestionar los incentivos al sector privado, mantener reglas y condiciones estables, favorecería su involucramiento.

A partir del trabajo realizado, nuevas líneas de investigación se abren. Desde lo geopolítico, las tensiones en torno al aprovisionamiento de materiales críticos, las rupturas y/o continuidades en el equilibrio de poder a partir del auge del aprovechamiento de la energía fotovoltaica, ameritan ser profundizados y puestos en relación con los desarrollos tecnológicos y las coyunturas de conflicto y cooperación que ocurren en el sistema internacional. A nivel nacional, es posible identificar una línea de investigación asociada a la profundización del estudio de la transición pampeana y sus modalidades, e investigaciones que retomen el mapa de actores clave y focalicen sobre sus iniciativas, por ejemplo, en las comunidades energéticas y su camino de avance. Asimismo, por tratarse de un sector en constante evolución, estudios que incorporen aspectos tecnológicos como dispositivos de medición, equipamiento de mayor eficiencia, baterías

para acumulación y movilidad eléctrica resultan de gran importancia, asociado también al análisis de cambios en la gestión energética y los patrones de uso de la energía por parte de los consumidores. En el vínculo entre la energía y el territorio, líneas de investigación se abren sobre la apropiación local del patrimonio ligado a la producción fotovoltaica y sus posibilidades de valorización a través de actividades turísticas, comerciales, educativas.

En una tendencia, incipiente, a la (re)localización de la energía, la energía deviene una cuestión local, sujeta a decisiones y acciones por parte de actores del territorio. En este contexto, identificar estas posibilidades y reconocer en ellas oportunidades de gestión es fundamental para el posicionamiento de municipios, distribuidores y sociedad civil, para así lograr mejores resultados y maximizar beneficios. Esta tesis pretende constituir un aporte, tanto académico como práctico, que ayude a la identificación de posibilidades y alternativas de gestión que lleven a la multiplicación de experiencias. El desafío es planificar y promover el cambio deseado, conjugar las medidas económicas, políticas y regulatorias, que maximicen la respuesta social y habiliten la acción colectiva, transformadora del sistema energético. Recurso histórico, disponible y confiable, el Sol amanece para ser aprovechado en los territorios pampeanos.

Referencias documentales

A

ABGD Associação Brasileira de Geração Distribuída (2023) “Geração própria de energia elétrica atinge 19 GW e alcanza 70% da capacidade de energia solar do País”. <https://www.abgd.com.br/>

ADAM, S; Kriesi, H (2010). “El enfoque de redes”. En: Sabatier, P: *Teorías del Proceso de las Políticas Públicas*. Ed: Proyecto de Modernización del Estado. Buenos Aires. Pp 139-159.

ADEERA (2022). Informe Anual. Disponible en: adeera.com.ar

ADEERA (2021). ADEERA datos características 2021. Disponible en: adeera.com.ar

AGOTEGARAY, J.C.; Pleitavino, G; Pinzón Montes, A; Prado Iratchet, S. (2018) “Relevamiento técnico-social de escuelas rurales aisladas de la provincia de Córdoba electrificadas mediante sistemas híbridos de energías alternativas”. Universidad Nacional de General Sarmiento – Instituto de Industria. Publicaciones IDEI. Documento de trabajo 1-2018.

AGUAS SANTAFESINAS (2022) “Aguas Santafesinas comienza a abastecerse con energía renovable”. Portal de noticias. 24 de junio 2022. Disponible en: aguasantafesinas.com.ar

AKRICH, M (1989). “La construction d'un système socio-technique. Esquisse pour une anthropologie des techniques”. *Anthropologie et Sociétés*, vol. 13, n° 2, 1989, p. 31-54.

ALEXANDER, J ; Gibson, L (1979) “Economic geography”. *Prentice-Hall*.

AL-SAFFAR, A; Van der Beeuren, M (2020). “The case for energy transitions in major oil- and gas-producing countries”. IEA Commentary. Noviembre, 2020. Disponible en: <https://www.iea.org/commentaries/the-case-for-energy-transitions-in-major-oil-and-gas-producing-countries>

ANGEL, J (2016). “Strategies of energy democracy”. Rosa Luxemburg Stiftung. Bruselas.

ARCHER, L; Barnes, P; Caffarra, C; Dargay, J; Horsnell, P; Van der Linde, C; Skeet, I; Ala'a Al- Yousef; Mabro, R (1990). “The first oil war: implications of the Gulf Crisis in the oil market”. *Oxford Institute for Energy Studies*.

ARISTEGUI, R; Righini, R; Stern, V; Lell, J; Bazán, S (2018). “Nuevo atlas de radiación solar de la pampa húmeda argentina: resultados preliminares”. Acta de la XLI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 6, pp. 07.23-07.31.

ARNOLD, V (2023) “China: Central Bank Swaps to Argentina, 2014”. *Journal of Financial Crises*: Vol. 5: Issue. 1, 158-188

ARRIGHI, R (2020). “NASA Lewis Designed the First Solar Electric Village”. Disponible en: <https://www.nasa.gov/glenn/2020/history/nasa-lewis-designed-the-first-solar-electric-village>

ATEERA (2020). “Cobertura Geográfica de las empresas de transporte de energía eléctricas y de las transportistas independientes nucleadas en ATEERA”. Documento en línea, disponible en: ateera.org.ar

ATENCIO, P (2020). “Políticas Públicas Locales frente al cambio climático en la Ciudad de Chacabuco: Plan Local de Acción Climática y uso de Energías Renovables”. Trabajo Final de Maestría en Energías Renovables y su Gestión Sustentable (Cinquantini, Dir; Bertolino, co-dir). Instituto de Posgrado. Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

B

BAILLEUL, E (2019). “Le territoire et ses acteurs, fragile pilier de la transition énergétique française”. *Revue Internationale et stratégique N. 113*. Pp 107-117.

BALLAN, E (2016). “Vers une démocratie énergétique”. En Bailleul, E: *Renouveler les politiques locales de l'énergie*. Cédis.

BANCO DE CÓRDOBA (2022) “Dale Eco en pesos. Préstamos Ecosustentables”. www.bancor.com.ar

BANCO MUNDIAL (2020) “Off-Grid Solar Electricity is Key to Achieving Universal Electricity Access: The Lighting Global Story”. Results Briefs. 10 de noviembre 2020. [En línea]. Recuperado de: worldbank.org/en/results/2020/11/10/off-grid-solar-electricity-is-key-to-achieving-universal-electricity-access-the-lighting-global-story

BANCO MUNDIAL (2021). World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org/> Consultado el 12 de noviembre de 2021.

BARRON-GAFFORD, G; Pavao-Zuckerman, M; Minor, R; Sutter, L; Barnett, I; Blackett, D; Thompson, M; Dimond, K; Gerlak, A; Nabhan, G; Macknick, J (2019). “Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands”. *Nature Sustainability*.

BECK, F; Martinot, E. "Renewable Energy Policies and Barriers". *Encyclopedia of Energy*. Vol 5, 2004: 365-383.

BECKER, S., Kunze, C., and Vancea, M. (2017). "Community energy and social entrepreneurship: addressing purpose, organisation and embeddedness of renewable energy projects". *J. Clean. Prod.* 147, 25–36. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.01.048

BELHEDI, A (2010) “L'aménagement du territoire. Principes & approches”. Université de Tunis. Faculté des Sciences Humaines & sociales.

BELMONTE, S. (2013) "Experiencia de fabricación de cocinas solares por una cooperativa de trabajo en Salta" *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 17.

BENDA V, Cerná L. (2020) "PV cells and modules. State of the art, limits and trends". *Heliyon*. Vol. 6, Issue 12.

BENEDETTI, A (2000). "¿Redes de energización o redes de exclusión? Geografía de la electricidad y condiciones de reproducción social en la puna jujeña: un estudio de caso". *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales - Universidad Nacional de Jujuy*, núm. 13, noviembre, 2000, pp. 373-386

BENVENISTE, G; Kastens, M (1956) "World Symposium on Applied Solar Energy" *Science*, 11 May 1956. Vol. 123, Issue 3202, pp. 826-831 DOI: 10.1126/science.123.3202.826

BERSALLI, G; Hallack, M; Guzowski, C; Losekann, L; Zabaloy, M (2018) "La efectividad de las políticas de promoción de fuentes renovables de energía: Experiencias en América del Sur". Organización Latinoamericana de Energía; enerLAC; 2; 1; Pp 158-174

BERTINAT, P (2018) "Experiencia Cooperativa En Generación Distribuida Con Energías Renovables". *V Cumbre cooperativa de las Américas. Documento de discusión 1.2 Cooperativas y defensa del planeta: Agua y energía*.

BILONI, J; Cobas Andrinolo, M; Carrizo, S; Codeseira, L; Fiora, J; Gastiarena, M; Iannelli, L; Jacinto, G; Prieto, R; Gil, S. (2016). "Sostenibilidad y eficiencia en el suministro de servicios energéticos a poblaciones dispersas y de bajos recursos". ERMA Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 38. Pp 15-23.

BLANCO, J (2007). "Espacio y territorio: elementos teórico-conceptuales implicados en el análisis geográfico". En: Fernandez Caso, M. V y Gurevich, R: *Geografía. Nuevos temas, nuevas preguntas. Un temario para su enseñanza*. Biblos.

BLANCO WELLS (2019) "La vida social de la energía: apuntes para el estudio territorializado de las transiciones energéticas" *Sociologías 21*.

BLONDEEL, M; Bradshaw, M; Bridge, G; Kuzemko, C (2021). " The geopolitics of energy system transformation: A review". *Geography Compass*. Wiley.

BOARDMAN, B. (1991). "Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth". London, United Kingdom: Belhaven Press.

BOUZAROVSKI, S (2014). " Energy poverty in the European Union: Landscapes of vulnerability". *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 3, 276–289.

BOUZAROVSKI, S (2018) "Energy poverty. (Dis)Assembling Europe's Infrastructural Divide". Palgrave Macmillan. ISBN 978-3-319-69298-2

BRIDGE, G; Bouzarovski, S; Bradshaw, M; Eyre, N. (2013) Geographies of energy transition: Space, place and the low-carbon economy. *Energy Policy* 53: 331–340.

BRIDGE, G; Gailing, L (2020) "New energy spaces: Towards a geographical political economy of energy transition". *Economy and Space*. Pp 1-14

BROGGIO, C; Cataia, M; Droulers, M; Vélut, S. (2014). "Le défi de la transition énergétique en Amazonie brésilienne". *Vertigo*. Volumen 14, N° 3.

BROOKS, N; Anderson, S; Ayers, J; Burton, I; Tellam, I (2011) "Tracking Adaptation and Measuring Development". *IIED Climate Change Working Paper No. 1*, 2011.

BROWN, D; Hall,S; Davis, M (2019). " Prosumers in the post subsidy era: an exploration of new prosumer business models in the UK". *Energy Policy* 135.

BRUNET, C; Savadogo, O; Baptiste, P; Bouchard, M; Cholez, C; Rosei, F; Gendron, C; Sinclair-Desgagné, B; Merveille, N (2022). "Does solar energy reduce poverty or increase energy security? A comparative analysis of sustainability impacts of on-grid power plants in Burkina Faso, Madagascar, Morocco, Rwanda, Senegal and South Africa". *Energy Research & Social Science* 87.

C

CÁMARA ARGENTINA DE ENERGÍAS RENOVABLES CADER (2018) Anuario 2018. Disponible en <https://www.dropbox.com/s/nswl8xc4gwrev80/Anuario%20Cader%202018.pdf?dl=0>

Cámara Argentina de Energías Renovables CADER (2021) "Desafíos y Oportunidades en el contexto de la transición energética global" [En línea]

CALZONETTI, F; Solomon, B (1985). "Geographical dimensions of energy". D Reidel Publishing Company.

CAMMESA (2023a) Informe mensual noviembre 2023. Disponible en: [Informe Síntesis Mensual | CAMMESA](#)

CAMMESA (2023b) Informe anual 2022. Disponible en: [Informe Anual | CAMMESA](#)

CAMMESA (2023c). MATER, Informe Renovables. Noviembre 2023.

CAMMESA (2022). Incidencia de la Generación Forzada en Redes Débiles. Disponible en: <https://cammesaweb.cammesa.com/incidencia-gren-sobre-gter/>

CAMPBELL, C; Laherrère, J. (1998). "The end of cheap oil". En: *Scientific American*. Pp 78-84.

CARAMIZARU, E. and Uihlein, A. "Energy communities: an overview of energy and social innovation", EUR 30083 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-10713-2

CARRIZO, S. (2003). "Les hydrocarbures en Argentine: reseaux, territoires, intégration". Tesis Doctoral. Université Paris III-Sorbonne Nouvelle. Institut des Hautes Études de l'Amérique Latine.

CARRIZO, S; Vélut, S (2010). "De las islas a los mosaicos energéticos: entre flexibilidad y vulnerabilidad en Europa y América del Sur". *Ensemble*.

CARRIZO, S; Forget, M (2011) "Aprovisionamiento eléctrico de Buenos Aires y desigualdades regionales entre la metrópolis y el Noreste argentino". Universidade de Brasília; Sustentabilidade em Debate; 2; 1; 1-2011; 33-50

CARRIZO, S. y Forget, M. (2016) "Co-constructions territoriales face à l'émergence de l'activité minière dans le nord-ouest argentin". *Cahiers d'Amérique latine* 82. 31-48

CARRIZO, S; Clementi, L; Montecelli, F; Marino, D; Berdolini, J; (2016). "Desafíos globales y experiencias locales en la Argentina Siglo XXI. Las energías en los municipios de la región pampeana". *11º Congreso Regional del Ambiente. Cuidando la casa común. Nuevos modelos de hábitat, producción y consumo*. Universidad Católica Argentina. Rosario. 20 y 21 de Octubre.

CARRIZO, S; Forget, M; Denoël, M (2016) "Implantaciones mineras y trayectorias territoriales. El noroeste argentino, un nuevo centro extractivo mundial". *Revista de Estudios Sociales*.

CARRIZO, S. y Jacinto, G. (2018). "Co-construcciones de redes energéticas. Acciones colectivas territoriales en Argentina, siglo XXI". *Confins* 35.

CARRIZO, S.; Ise A.; Clementi L.; Villalba S.; Forget M. (2019a) "Transición energética en Argentina, Caleidoscopio de proyectos y transformaciones territoriales". VII Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas: *Construyendo una Geografía crítica y transformadora*. Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Octubre 2019.

CARRIZO, S; Ise, A; Favarolo, F; Gil, S. (2019 b). "Energía sostenible para la inclusión sociale 7º ELAEE

CARRIZO, S; Forget, M (2020). "Argentina, energías gasífera y renovables. Una transición híbrida para la eficiencia y la inclusión".

CARRIZO, S; Jacinto, G (2021) "Andes septentrionales argentinos: una fábrica de territorios energéticos". *Revue de géographie alpine*.

CARRIZO, S; Villalba, S; Zavalía-Lagos, R; Gil, S (2022). "¿Son los subsidios a la energía una herramienta efectiva para reducir las inequidades sociales?" *Cámara Argentina de la Construcción*.

CELAR Cooperativa Eléctrica de Armstrong (2020) Memoria y Estados Contables. Disponible en: http://www.celar.com.ar/images/stories/Balances/Memoria_y_EECC_2020.pdf

CELAR Cooperativa Eléctrica de Armstrong (2018) Memoria 2018. Disponible en: http://www.celar.com.ar/images/Memoria_2018_v1.pdf

CHABROL, M (2016) "Energie, territoire et Path dependence: enjeux spatiaux et territoriaux d'une déclinaison régionale de la transition énergétique en Provence-Alpes-Côte d'Azur". Université d'Avignon.

CHAISSÉ, J (2019). "China's International Investment Strategy: Bilateral, Regional, and Global Law and Policy". Oxford University Press.

CHAVEZ, D; Kishimoto, S (2016). "Hacia la democracia energética". Debates y conclusiones de un taller internacional. Ámsterdam, 11, 12 de febrero de 2016.

CHELLERI, L (2012) " From the «Resilient City» to Urban Resilience. A review essay on understanding and integrating the resilience perspective for urban system". *Documents d'Anàlisi Geogràfica*. Vol. 58/2 pp 287-306

CHÉVEZ, P; Martini, I; Díscoli, C (2018). Análisis territorial y temporal del consumo eléctrico en el sector residencial de Argentina *Cuadernos Geográficos* 57(2), 162-188

CHU, E; Tarazano, D (2019). "A brief history of solar panels". *Smithsonian Magazine*. 22 de abril de 2019. Disponible en: <https://www.smithsonianmag.com/sponsored/brief-history-solar-panels-180972006/>

CLEMENTI, L. (2018): Energía Eólica y territorios en Argentina. Proyectos en el Sur de la Provincia de Buenos Aires entre fines del siglo XX y principios del siglo XXI. (Tesis doctoral). Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

CLEMENTI, L; Ise, A; Berdolini, J; Yuln, M; Villalba, S; Carrizo, S. (2019a) "El mapa de la transición energética argentina". Revista *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. 2019. ISSN 0211-9803

CLEMENTI, L; Ise, A; Berdolini, J; Jacinto, G; Carrizo, S. (2019b) "Usinas eléctricas verdes en regiones bonaerenses". Seminario Internacional de la Energía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

COMISIÓN EUROPEA (2022a). "REPowerEU Actions". Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-76-52654-4

COMISIÓN EUROPEA (2022b) <https://ec.europa.eu/>

CONANT, M; Gold, F (1977). "Geopolitics of energy". US Government printing office. Washington.

CONSEJO NACIONAL DE COORDINACIÓN DE POLÍTICAS SOCIALES (2021). Argentina - Informe de País 2021. Seguimiento de los progresos hacia las metas de los 17 ODS

CORREA-LÓPEZ, G (2017) " Cambio climático, energía solar y disputas comerciales". *Portes. Revista Mexicana de Estudios sobre la Cuenca del Pacífico*. Vol. 11. N. 21. Pp 7-26

COSTANTINI, P; Di Paola, M. (2019). "Programa Renovar: éxito o fracaso?" Policy Brief. Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/06/FARN_Programa-RenovAr_Exit-o-fracaso.pdf Consultado el 22 de abril de 2020.

COTARELO, P (2015) "El nuevo paso hacia la relocalización energética" *Ecología política* N. 49. Pp 76-79

COUTURE, T; Pelz, S; Cader, C; Blechinger, P (2019). "Off-Grid Prosumers: Electrifying the Next Billion With PAYGO Solar". En: Sioshansi Fereidoon: *Consumer, Prosumer, Prosumer*. *How service innovations will disrupt the utility business model*. Elsevier.

COVARRUBIAS, A; Reiche, K (2000) "A case study on exclusive concessions for rural off-grid service in Argentina". En: *Energy Services for the World's poor. Energy and Development Report 2000*. Banco Mundial.

COWELL, R; Bristow, G; Munday, M (2011). "Acceptance, acceptability and environmental justice: the role of community benefits in wind energy development" *Journal of Environmental Planning and Management*

CUTRERA, M; Gottlieb, B; Battioni, M; Crisalle, R; Risso, G; Koropecski, R; Arce, R; Buitrago, R. (1998). "Estudio del comportamiento de los sistemas fotovoltaicos instalados en las escuelas rurales del Norte Santafesino". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol 2. N.2

D

DEFNEY, K (2005). *Beyond Oil. The view from Hubbert's peak* Hill and Wang.

DESHAIES, M; Mérenne-Shoumaker, B (2014). "Ressources naturelles, matières premières et géographie. L'exemple des ressources énergétiques et minières" *BSGLg*, 62, 2014, 53-61

DHAKAL, S. Minx; J.; Toth, A; Abdel-Aziz, M.J. Figueroa Meza, K. Hubacek, I.G.C. Jonckheere, Yong-Gun Kim, G.F. Nemet, S. Pachauri, X.C. Tan, T. Wiedmann (2022). "Emissions Trends and Drivers". En: IPCC (2022) *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.004

DI CARO, C; Perahia, R; Arbore, L (2017). "Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales". *Revista Argentina de Ingeniería*. Año 5. Vol. 9 Mayo 2017.

DI MEO, G (1998). "Géographie Sociale et Territoires". (1er ed). 320p. Paris: Nathan

DIRECCIÓN PROVINCIAL DE ENERGÍA DPE (2020). "Datos facturado anual. Año 2018". Disponible en: <http://www.dpe.gba.gov.ar/datosfacturadoanual.php> Consultado el 15 de junio de 2020.

DONATO, P (2016). " Redes inteligentes. La evolución de las redes eléctricas inteligentes: presente y futuro" *Revista Ingeniería Eléctrica*

DONATO, P; Carugati, I; Strack, J (2020). "Medidores inteligentes en Argentina: consideraciones para una implementación adecuada". *Ingeniería Eléctrica* N. 356. Pp 3-9.

DUPUY, G (1998). "El urbanismo de las redes. Teorías y métodos". Barcelona: Oikos-Tau. S.L. - Industrias gráficas y editorial.

DURÁN, J; Godfrin, E (2004) "Aprovechamiento de la energía solar en Argentina y en el mundo". *Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie Publicaciones Científicas N°1*.

DURÁN, J. C.; Socolovsky, Hernan Pablo; Raggio, D.; Godfrin, Elena María; Jakimczyk, J.; Martinez Bogado, Mónica Gladys ; Diaz, F. J.; Castro, N. E.; Pedro, G.; Sepúlveda, O.; Argañaraz, C.; Benítez, E.; Roldán, A.; Righini, R. (2014). "Proyecto IRESUD: interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica en ambientes urbanos. estado de avance a julio de 2014 y primeras mediciones en sistemas piloto". AVERMA.

DURÁN, J; Argañaraz, C; Pedro, G; Eyra, I; Godfrin, E; Ruótolo, A; Pedace, R; Benvenuto, J; Di Santo, J; Muñoz, S; Rinaldi, C (2017) "Generación fotovoltaica distribuida y redes inteligentes en la localidad de Centenario, provincia del Neuquén. Primeras etapas del proyecto". AVERMA.

DURÁN, R; Condori, M (2016). "Índice multidimensional de pobreza energética para Argentina: su definición, evaluación y resultados al nivel de departamentos para el año 2010." ASADES.

DURÁN, R; Condori, M (2019). "Evolución de la pobreza energética en Argentina durante el período 2002 - 2018. Oportunidades para las energías renovables". *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica: claves para el desarrollo* ISSN: 2422-6424

DURÁN, R; Condori, M. (2021). "Vulnerabilidad energética y socioeconómica en los hogares de Argentina". *Cuadernos Geográficos* 60 (1). Pp 5-28

E

EIA (2013) "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States". Washington, DC: U.S. Department of Energy

EISMAN, J (2017). "Energías Renovables y Acceso Universal en Iberoamérica". Revista de Obras Públicas N° 3584, 2017: 70-76.

EMELIANOFF, C; Wernert, C. (2019). "Local energy, a political resource: dependencies and insubordination of an urban "Stadtwerk" in France (Metz, Lorraine)". Local Environment, 24:11, 1035-1052.

EMPRESA PROVINCIAL DE LA ENERGÍA DE CÓRDOBA EPEC (2019) "Segunda etapa de la convocatoria a interesados en participar en desarrollo de energías renovables y otros proyectos en la provincia de Córdoba". Disponible en: <https://web.epec.com.ar/docs/generacion/Pliego2daEtapaConvocatoriaEPEC.pdf>. Consultado el 25 de febrero de 2020.

EMPRESA PROVINCIAL DE LA ENERGÍA DE CÓRDOBA EPEC (2020) <https://www.epec.com.ar/>

ENSINCK, G. (2020). "Danone, Galicia, Natura y otras empresas crean la Alianza Climática Argentina: ¿cuáles son sus objetivos?" En Energías Renovables, 18 de agosto de 2020. <https://energiasrenovables.com.ar/2020/08/18/danone-galicia-natura-y-otras-empresas-crean-la-alianza-climatica-argentinacuales-son-sus-objetivos/>

EPE (2020) Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe. epe.santafe.gov.ar

EPE (2023) "Informe Técnico. Audiencia pública para la actualización del valor agregado de distribución de la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe". [En línea]

EPEC (2021) "Segundo Reporte de Sustentabilidad" [En línea]

ESMAP (2022) "Off-Grid Solar Market Trends Report 2022: State of the Sector". [En línea]. Recuperado de: [World Bank Document](#)

EXNER, A., Lauk, C. & Zittel, W. (2015). Sold futures? The global availability of metals and economic growth at the peripheries: distribution and regulation in a degrowth perspective. Antipode, vol. 47(2), pp.342-359.

F

FABRIS, A; Sotelino, E. (1997) "Programas de Electrificación Rural en el Cono Sur de América Latina. Los recursos energéticos renovables y las políticas de electrificación rural". Reunión Regional sobre Biomasa para la producción de energía y alimentos. La Habana, Cuba, Noviembre, 1997.

FEDERACIÓN DE COOPERATIVAS DE ELECTRICIDAD Y SERVICIOS PÚBLICOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES FEDECOBA (2022) "Más de 30 inscriptos de cooperativas de electricidad comenzarán la Diplomatura en Energías Renovables" Notas de prensa. 18 de agosto de 2022.

FERGUSON, E (2009). "Are transition towns insurgent planning?". Artículo presentado en conferencia. Pp 39-41. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/237472822_Are_Transition_Towns_insurgent_planning

FERNANDEZ FUENTES, M. (2015). "Experiencias con sistemas fotovoltaicos de tercera generación en Argentina, Bolivia y Perú". Documento en línea. Disponible en: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00231.pdf>

FINQUELIEVICH, S; Feldman, P; Fischnaller, C. (2014). "Innovación socio-técnica en pequeñas localidades: resistencias y apropiación". En: Finkelievich, S (Comp.), Innovación abierta en la sociedad del conocimiento: redes transnacionales y comunidades locales. Buenos Aires: Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, UBA.

FORGET, M (2015) "Trajectoires territoriales d'un nouveau centre extractif mondialisé. L'exemple des Andes argentines septentrionales". *Revue de géographie alpine*.

FORGET, M; Bos, V; Carrizo, S (2021) "Nuevos territorios energéticos en los Andes y Alpes. Sobre las trayectorias de las transiciones" *Espaces et sociétés*.

FORNILLO, B (2017). "Hacia Una Definición De Transición Energética Para Sudamérica: Antropoceno, Geopolítica Y Posdesarrollo". *Prácticas de oficio*, v.2, n. 20, dic. 2017 - jun. 2018.

FORNILLO, B (2018a). "Hacia una definición de transición energética para sudamérica: antropoceno, geopolítica y posdesarrollo". *Prácticas de oficio*, v.2, n. 20

FORNILLO, B (2018b). "La energía del litio en Argentina y Bolivia: comunidad, extractivismo y posdesarrollo" *Colombia Internacional* (93): 179-201.

FRANCO, J; Belmonte, S; Sarmiento, N; Gonzalez, F; Discoli, C; Martini, I; Viegas, G; Barros, M; Chévez, P; Garrido, S; Schmukler, M; Lalouf, A; Escalante, K; Gongález, G. (2017). "Energías Renovables en Argentina: Visiones y perspectivas de los actores sociales. Hacia un análisis integral de los Sistemas Tecnológicos Sociales, desarrollo productivo y sustentabilidad socio-ambiental". Informe final Proyecto PIO-YPF.

FREBA (2022) Jornada de Generación Distribuida Renovable en Provincia de Buenos Aires. La Plata, 6 de julio de 2022.

FRESSOZ, J.B. (2014). "Pour une histoire désorientée de l'énergie". 25èmes Journées Scientifiques de l'Environnement: L'économie verte en question, 18 - 20 febrero 2014.

FURLÁN, A (2011). "La exclusión eléctrica en el partido de General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires". *Párrafos Geográficos*. Vol. 10. N°1.

FURLÁN, A (2017). "La transición energética en la matriz eléctrica argentina (1950-2014). Cambio técnico y configuración espacial". *Revista Universitaria de Geografía*.

GARRETA, F; Evans, J; Schiller, S(2000) "Instalaciones solares para agua caliente sanitaria. Diseño, montaje, aprendizaje y experiencia". Avances en Energías Renovables.

GARRIDO, S; Lalouf, A; Thomas, H (2012) "Políticas públicas para la inclusión social basadas en la producción de energías renovables. De las soluciones puntuales a los sistemas tecnológicos sociales". Avances en Energías Renovables. Vol 16

GARRIDO, S; Lalouf, A; Moreira, A (2014). "Tecnologías para la inclusión social y dinámicas desarrollo sustentable. Análisis socio-técnico de experiencias de desarrollo local basadas en el aprovechamiento de energías renovables". Astrolabio, N.12

GARRIDO, S; Belmonte, S; Franco, J; Discoli, C; Melisa Viegas, G; Martini, I; González, J; Barros, V; Escalante, K; Chévez, P; Sarmiento, N; González, F (2016). "Políticas Públicas Y Estrategias Institucionales Para El Desarrollo E Implementación De Energías Renovables En Argentina (2006-2016)" Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 20, pp 12.33-12.42

GUIDO, L; Carrizo, S (2016) "Innovaciones tecnológicas en redes eléctricas inteligentes: políticas públicas y experiencias locales en Argentina"; Université Toulouse. Institut Pluridisciplinaire Pour les Études sur les Amériques; L'Ordinaire des Amériques; 221; 12-2016; 1-11

GIELEN, D; Lyons, M (2022). "Critical materials for the energy transition: Rare earth elements" International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

GLOBAL SOLAR ATLAS <https://globalsolaratlas.info/map>

GOBIERNO DE SANTA FE (2013) "Manual de Energías Renovables para Municipios y Comunas de la Provincia de Santa Fe". Documento en línea.

GOBIERNO DE SANTA FE (2021). "ERA Colaborativo." Consultado en: <https://www.santafe.gov.ar/>

GOLDSTEIN, E; Kulfas, M; Margulis, D; Zack, G (2016), "Efectos macroeconómicos del sector energético en la Argentina en el período 2003-2014", Realidad Económica, 16 (298), Ciudad de Buenos Aires, Instituto Argentino para el Desarrollo Económico, pp. 32-79.

GRANDELL, L; Höök, M. (2015). "Assessing Rare Metal Availability Challenges for Solar Energy Technologies". Sustainability.

GROSSI GALLEGOS, H (2000). "Estado de conocimiento de la distribución de la irradiación global en Centro y Sudamérica." Congreso NUTAU'2000 (X Congreso Ibérico e V Congreso Ibero-Americano de Energía Solar). San Pablo, Brasil, 734-740.

GROSSI GALLEGOS, H;, y Righini, R (2007). "Atlas de Energía Solar de la República Argentina". Universidad Nacional de Luján.

GRUPO NAP (2007). "Energía Solar Fotovoltaica". Madrid: Sala Pano, Gabriel. Grupo de Nuevas Actividades Profesionales. Colegio oficial de ingenieros de telecomunicación.

H

HACHE, E; Carcanague, S; Bonnet, C; Seck, G; Simoën, M. (2019). "Vers une géopolitique de l'énergie plus complexe?" En: Carcanague, S; Hache, E: Géopolitique de la transition énergétique. *Revue Internationale et stratégique*. ISSN 1287-1672

HANSEN, T; Coenen, L (2015) "The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field". *Environmental innovations and societal transitions*. Pp 92-109

HEINSTEIN, P; Ballif, C; Perret-Aebi, L (2013) "Building Integrated Photovoltaics (BIPV): Review, Potentials, Barriers and Myths". *Green*.

HERNANDEZ, A (2022) "Geopolitics of the energy transition: Energy security, new dependencies and critical raw materials. Old wine in new bottles for the EU?" *Bruges Political Research Papers 87 / 2022*

HEWITT, R; Bradley, N; Baggio, A; Barlagne, C; Ceglaz, A; Cremadez, R; McKeen, M; Otto, I; Slee, R (2019) "Social Innovation in Community Energy in Europe: A Review of the Evidence". *Frontiers in Energy Research*.

HOPF, E; O'Brien, W; Downs, T; and Pim, A (2017) "Mitigating an Energy Utility Death Spiral in the United States: Applying Lessons from Germany". *International Development, Community and Environment (IDCE)*. 129.

HOPKINS, R. (2008) "The Transition Handbook: From oil dependency to local resilience". *Green Books*.

HUGHES, T. (1986). "The seamless web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera". *Social Studies of Science*. SAGE, London, Vol. 16

HUGHES, L; Bell, J "Compensating customer-generators: a taxonomy describing methods of compensating customer-generators for electricity supplied to the grid". *Energy Policy*, N° 34, (2006), Pp 1532-1539.

HURD, A.J., Kelley, R.L., Eggert, R.G. & Lee, M.H. (2012). Energy-critical elements for sustainable development. *MRS bulletin*, vol. 37(4), pp.405-410.

I

IBAÑEZ MARTÍN, M; Guzowski, C; Maidana, F (2020). "Pobreza energética y exclusión en Argentina: mercados rurales dispersos y el programa PERMER". *Reflexiones*; Vol 99, No 1

ICSG INTERNATIONAL COPPER STUDY GROUP (2021) "The world copper factbook 2021". ICSG. Disponible en: <https://icsg.org/wp-content/uploads/2021/11/ICSG-Factbook-2021.pdf>

IEA (2002) "Distributed generation in liberalised electricity markets". Paris: IEA Publications, Available at: <http://library.umac.mo/ebooks/b13623175.pdf>. Consultado el 18 de Junio de 2019.

IEA PVPS (2020) Annual Report 2020 Photovoltaic Power Systems Programme. Disponible en: <https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/04/IEA-PVPS-AR-2020.pdf>

IEA (2020). IEA, (2020). World Energy Model Part of World Energy Outlook Report — October 2020. <https://www.iea.org/reports/world-energy-model/stated-policies-scenario>

IEA (2022a) "World Energy Balances: Overview" Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview/world>. Consultado el 24 de mayo de 2022

IEA (2022b) "Data browser: Electricity generation by source, world 1990-2019". Disponible en: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/electricity>. Consultado el 24 de mayo de 2022

IEA (2022c) "The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions". World Energy Outlook Special Report. IEA Publications. Versión actualizada, marzo 2022.

IEA (2023a) "CO2 Emissions in 2022". IEA Publications.

IEA (2023b) "World Energy Investment 2023". IEA Publications.

INDEC (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010: censo del Bicentenario: resultados definitivos, Serie B n° 2. - 1a ed. - Buenos Aires.

INDEC (2017). Anuario estadístico de la República Argentina 2017. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Libro digital, PDF.

INDEC (2022) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Condiciones habitacionales. Resultados provisionales.

INDEC (2023a) Intercambio Comercial Argentino. Cifras estimadas de abril de 2023. Comercio Exterior Vol. 7 N°9. ISSN 2545-6644

INDEC (2023b) Origen Provincial de las Exportaciones. Primer semestre de 2023. Comercio Exterior Vol. 7 N°15. ISSN 2545-6636

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL IGN (2017). Capas SIG. Catálogo de Objetos Geográficos 2017. Disponible en: <https://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/InformacionGoespacial/CapasSIG>.

INSTITUTO ARGENTINO DE LA ENERGÍA IAE (2014) "La política energética como política de Estado. Consensos para una nueva política energética". Caratori (Ed.).

INSTITUTO ARGENTINO DE LA ENERGÍA IAE (2023) "Informe de tendencias energéticas. Abril 2023". Documento en línea.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL INTI (2020) <https://reproer.inti.gob.ar/cpp-listado.php>V

IPCC (1990) " First Assessment Report". Geneva: WMO, 1990.

IPCC (2021) "Climate change 2021. The physical science basis. Summary for policymakers". IPCC, Suiza. ISBN 978-92-9169-158-6

IRELAND, A (1958). "Geopolitics and oil development in the Middle East". Tulsa Geol. Soc. Digest, v. 26, p. 74-78

IRENA (2019) " A New World: The Geopolitics of the Energy Transformation" Global Commission on the Geopolitics of Energy Transformation. ISBN 978-92-9260-097-6

IRENA (2020a) "Renewable Power Generation Costs in 2019". International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2020b). "Off-grid Renewable Energy Statistics 2020". International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

IRENA (2021) "Renewable Power Generation Costs in 2020". International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA, (2021a). Renewable Energy Policies for Cities: Experiences in China, Uganda and Costa Rica, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2021b). "Latin America and the Caribbean". <https://www.irena.org/lac> Consultado el 12 de noviembre de 2021.

IRENA (2021c). Renewable capacity statistics 2021. International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi.

IRENA (2022) "Renewable power generation costs in 2021". International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2023). Renewable capacity statistics 2023. International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi-

IRENA e ILO (2022) "Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2022" Renewable Energy Abu Dhabi and International Labour Organization, Geneva.

ISE, A; Marino, D; Jacinto, G; Carrizo, S. (2017) "Experiencias de mejora en sistemas de cocción para poblaciones vulnerables". Congreso Internacional Aguas, Ambiente y Energía. UNCUYO. 11, 12, 13 de octubre 2017, Mendoza.

ISE, A; Carrizo, S; Forget, M. (2020) "Challenges of South American Energy Transitions". En: Guimaraes, L (Ed.) *The Regulation and Policy of Latin American Energy Transitions*. Elsevier.

ISE, A; Villalba, S; Clementi, L; Carrizo, S. (2020) "Extra long Argentinian lockdown: Revising the energy regime". *Global Transitions* ISSN: 2589-7918

ISE, A (2021) "Hacia la sostenibilidad energética en la Argentina del siglo XXI. Proyectos fotovoltaicos en territorios pampeanos". Tesis de Maestría en Energías Renovables y su Gestión Sustentable. UNNOBA.

ISE, A; Clementi, L; Carrizo, S (2021) "Modalidades pampeanas de transición energética: entre la incorporación de recursos renovables y la innovación social". *Estudios Socioterritoriales*. ISSN 1853-4392

J

JACINTO, G; Clementi, L; Carrizo, S; Nogar, G (2014). "Vientos para el cambio. Territorios, energía eólica y cooperativas de electricidad en el sur bonaerense". *Transporte y Territorio*, núm. 11, pp. 70-85

JÄGER-WALDAU, A (2019). "PV Status Report 2019" EUR 29938 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

JAGLIN, S; Verdeil, E (2013) "Énergie et villes des pays émergents: des transitions en question". *Flux* N° 93 – 94. Pp 7-18. ISSN 1154-2721

JOFFÉ, G (2020) "The geopolitics of energy security. A brief history" En: Joffé, G y Schofield, R (Ed.) *Geographic Realities in the Middle East and North Africa. State, Oil and Agriculture*. Londres: Routledge

JUNG, D; Salmon, A (2020). "Agrivoltaico: protección de cultivos, agua y clima con paneles fotovoltaicos". *Fraunhofer Chile*. Whitepaper Octubre 2020. [En línea]

JUNTUNEN, J (2014) "Prosuming Energy - User innovation and new energy communities in renewable Micro-Generation" Doctoral dissertation, Aalto University. 2014.

K

KAFLE, Y; Mahmoud, K; Morsalin, S; Town, G (2016). "Towards an internet of energy". Conference paper. Septiembre 2016. DOI: 10.1109/POWERCON.2016.7754036

KAZIMIERSKI, M (2020). "La energía distribuida como modelo post-fósil en Argentina". *Economía, Sociedad y Territorio*, Vol. XX, N. 63, 2020, 397-428.

KEOHANE, R; Nye, J (1989). "Power and interdependence". Harper Collins Publishers. 2da Edición.

KLITENIK, F; Mira, P; Moldovan, P (2009) "El mercado eléctrico argentino". Nota técnica N. 22. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.

KOTILAINEN, K (2020) "Energy Prosumers' Role in the Sustainable Energy System". En: Springer Nature Switzerland AG 2020 W. Leal Filho et al. (eds.), *Affordable and Clean Energy*, Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer.

KOUMPAROU, D (2018) "Energy transition: when energy politics meets community". 3rd HAEE Conference, Atenas.

KUNZE, C; Becker, S (2014). "Energy Democracy in Europe: A Survey and Outlook" Rosa Luxemburg Foundation Brussels Office

L

LANDEL, P; Durand, L; Régnier, Y; (2016) "Penser l'autonomie énergétique territoriale". En Bailleul, E: *Renouveler les politiques locales de l'énergie*. Cédis.

LAPEÑA, J (2022) "El sector energético en el centro de la política argentina". Perfil, 22 de julio de 2022.

LAZARD (2023) Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis—Version 16.0 Disponible en: <https://www.lazard.com/>

LEWIS, P. (1982). "Fuel poverty can be stopped". Bradford, United Kingdom: National Right to Fuel Campaign.

LIERNUR, J; Silvestri, G (1993) "El umbral de la metrópolis. Transformaciones técnicas y cultura en la modernización de Buenos Aires (1870-1930)". Editorial Sudamericana. Buenos Aires.

LIU, J; Huang, F; Wang, Z; Shuai, C (2021) "What is the anti-poverty effect of solar PV poverty alleviation projects? Evidence from rural China". *Energy* 218.

LORRAIN, D (2005). "Gigacity: The rise of technological networks in daily life". En: Coutard, O; Hanley, R; Zimmerman, R (Ed). *Sustaining urban networks. The social diffusion of large technical systems*. Routledge.

LUNA, F (2002) "Luces Argentinas. Una historia de la electricidad en nuestro país". EDESUR.

LUND, P. (2006). 'Market Penetration Rates of New Energy Technologies'. *Energy Policy*

MALANO, H; Bustos, G; Cantero, P; Fernandez Acevedo, C; Gazzera, F (2013). "Participación de la energía nuclear en la matriz de generación eléctrica". En: Devalis, S (Ed.) Matriz de recursos energéticos de la Provincia de Córdoba. 1ed, Córdoba: Copiar, 2013.

MANKOFF, J (2022). "Russia's war in Ukraine. Identity, history and conflict". Center for Strategic and International Studies.

MANSSON, A (2015) " A resource curse for renewables? Conflict and cooperation in the renewable energy sector". Energy research and social science. Pp 1-9.

MARKARD, J; Raven, R; Truffen, B. (2012) "Sustainability transitions: an emerging field of research and its prospects". Research Policy n° 41. pp 955-967

MARRADI, A; Marradi, N; Piovani, J (2007) "Metodología de las Ciencias Sociales". Buenos Aires: Emecé.

MARVIN, S; Perry, B (2005). "When Networks are destabilized: user innovation and the UK fuel crisis". En: Coutard, O; Hanley, R; Zimmerman, R (Ed). Sustaining urban networks. The social diffusion of large technical systems. Routledge.

MATHIEU, Nicole. "Mobiliser les sciences de la société pour penser et agir face au changement climatique." Working paper, Académie d'agriculture de France, Groupe de réflexion Climat et Agriculture (Académie d'Agriculture de France), 2015.

MEADOWS, D.H.; Meadows, D.L.; Randers, J; Behrens, W (1972). "The limits to growth". A report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York: Universe Books.

MEDINILLA, M (2021). "EPSE desarrolla un parque solar de 350 MW con módulos fotovoltaicos propios". Energía Estratégica, 5 de octubre de 2021.

MERENNE-SCHOUMAKER, B. (1997). "Géographie de l'énergie". Éditions Nathan.

MERENNE-SCHOUMAKER, B. (2013). "Les territoires face à la transition énergétique. Des opportunités mais aussi des contraintes". Lyon, 23 de enero de 2013.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO (2022) "Programa Energía Renovable para el Ambiente ERA". Gobierno de Santa Fe. Documento en línea. Disponible en: [PPT-ERA-ERA-colab-PLAN-RENOV-copia_compressed.pdf \(fecoi.org.ar\)](#)

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (2021) Cuarto Informe Bienal de Actualización de Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO (2022) "El Gobierno lanzó el Clúster Renovable Nacional para desarrollar energías a partir de fuentes sustentables". 18 de enero de 2022. <https://www.argentina.gob.ar/>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2019) "Síntesis de Información Estadísticas Universitarias 2018-2019". Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/>

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA MINEM (2017) "Plan de acción nacional de energía y cambio climático. Versión 1-2017" Presidencia de la Nación.

MINEM, 2016. "PERMER Proyecto de energías renovables en mercados rurales". Anexo III. Documento en línea. Disponible en: http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/mercado_electrico/estadisticosectorelectrico/2016/A3.PERMER_2016.pdf

MINEM Ministerio de Energía y Minería
<https://www.minem.gob.ar/www/833/25897/proyectos-adjudicados>

MINEM Concesiones de empresas distribuidoras
<http://datos.minem.gob.ar/dataset/distribucion-electrica-concesiones-de-empresas-distribuidoras>- Consultado el 24 de abril de 2020

MINISTERIO DEL INTERIOR, OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA (2019) "Bases para el Desarrollo Territorial" Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS (2016). "Argentina 2016. Política y Estrategia Nacional de Desarrollo Ordenamiento Territorial. Construyendo una Argentina equilibrada, integrada, sustentable y socialmente justa". Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Politica-Nacional-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial.pdf>. Consultado el 26 de agosto de 2020.

MOLINA, J; Rudnick, H (2011). "Expansión de la red para la integración de ERNC: ¿oportunidades para América Latina?" 9th Latin-American congress on electricity generation and transmission - CLAGTEE 2011

MONETA, C; Cesarín S (2012) "Reformas económicas, política industrial y empresas transnacionales chinas. Impactos en América Latina y el Caribe". En: Moneta, C; Cesarín, S (Comp.): Tejiendo redes. Estrategias de las empresas transnacionales asiáticas en América Latina. Eduntref.

MORAGUES J; Scheuer, W (1977) "conversion de energia solar en electricidad" Estudio de evaluación. Volumen I. Comisión Nacional de Energía Atómica.

MOREIRA, A. J. y Garrido, S. (2013). "Energías renovables, cooperativismo y desarrollo local. Un análisis socio-técnico de la experiencia de las cooperativas eléctricas en la Argentina.", X Jornadas de sociología de la UBA. 20 años de pensar y repensar la

sociología. Nuevos desafíos académicos, científicos y políticos para el siglo XXI, 1 a 6 de Julio de 2013.

MORGENTHAU, H (1986) "Política entre las naciones". Grupo Editor Latinoamericano.

MUNICIPALIDAD DE VILLA CURA BROCHERO (2022) "Se agregan dos nuevos perfiles a la búsqueda de personal para el parque solar". Disponible en: villacurabrochero.gov.ar

MURRAY, S (2016) "Solar PV can help China's poorest". [En línea]. ChinaDialogue.net

N

NACIONES UNIDAS (1997). Agenda for Development; United Nations: New York, NY, USA

NACIONES UNIDAS (2018) "The Sustainable Development Goals Report 2018" [En línea], Department of Economic and Social Affairs, United Nations, New York. Disponible en: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2018>.

NACIONES UNIDAS (2021). "Los jóvenes toman la COP 26 Y Glasgow para exigir acciones contra el cambio climático". Noticias ONU, 5 de noviembre de 2021. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2021/11/1499642> Consultado el 10 de noviembre de 2021.

NACIONES UNIDAS (2022) "Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2022". Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Naciones Unidas. Nueva York. ISBN: 9789210018111

NAKHLE, C (2020). "Oil in the energy transition age". Geopolitical Intelligence Services. Disponible en: <https://www.gisreportsonline.com/dr-carole-nakhle,4,expert.html>

NET ZERO TRACKER (2021). Energy and Climate Intelligence Unit, Data-Driven EnviroLab, NewClimate Institute, Oxford Net Zero.

NOSHAB, F (2003). "Control of oil: the real objective of US invasion of Iraq?" Strategic Studies. Vol. 23. N. 2 Special Issue. Pp 85-101

NURTON, J (2020) "Patenting trends in renewable energy" WIPO Magazine. Disponible en: https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2020/01/article_0008.html Consultado el 3 de mayo de 2021

O

O' BRIEN, K.; Eriksen, S; Inderberg, T; Sygna, L (2015). "Climate change and development Adaptation through transformation". Climate Change Adaptation and Development - Transforming Paradigms and Practices. Routledge.

OBSERVATORIO DE LA DEUDA SOCIAL ARGENTINA UCA (2022). "Documento estadístico: Desigualdades estructurales pobreza por ingresos y carencias no monetarias desde una perspectiva de derechos. Un escenario pre-post COVID-19 de crisis e incertidumbre". [En línea] Disponible en: https://wadmin.uca.edu.ar/public/ckeditor/Observatorio%20Deuda%20Social/Documentos/2022/2022-Observatorio-Documento-Estadistico_Pobreza.pdf

O'CONNOR, P. A. (2010). 'Energy Transitions'. The Pardee Papers, No. 12. Boston: Boston University, The Frederick S. Pardee Center for the Study of the Longer-Range Future. Available at: <<https://www.bu.edu/pardee/files/2010/11/12-PP-Nov2010.pdf>> (accessed 11 March 2016).
WorldCat

ODELL, P (1963). "An economic geography of oil". Routledge.

OEC OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY (s/f). "Lithium carbonates" <https://oec.world/en/profile/hs92/lithium-carbonates> Consultado el 16 de diciembre de 2021.

OEI (s/f). "“Luces para Aprender”: La energía eléctrica al servicio de la calidad educativa”

ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE LA ENERGÍA OLADE (2020) "Procesos competitivos para el financiamiento de proyectos de energías renovables. Situación en América Latina y el Caribe". Disponible en: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0441.pdf>

OLADE (2020). SIELAC OLADE. <http://sielac.olade.org/>

OLADE (2019). "Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019." Disponible en: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0433a.pdf> Consultado el 10 de noviembre de 2021.

OLIVERA DOLL, I (2023) "Las reservas netas de Argentina están en un mínimo histórico". Perfil, 10 de julio de 2023.

OTTAVIANELLI, E; Ibarra, M; Cadena, C (2013) "Uso de indicadores sociales en estudio de factibilidad de instalación de sistemas solares para generación de electricidad en localidades rurales. Provincia de Salta". XX Simposio Peruano de Energía Solar. Tacna, 11-15 de noviembre de 2013.

OVERLAND, I (2019) " The geopolitics of renewable energy: Debunking four emerging myths". Energy Research and Social Science 49. Pp 36-40.

P

PAOLONI, G; Bertinat, P; Pascual, C (s/f). "Energía Limpia. Caso: Energía Distribuida Armstrong". Programa Internacional de Cooperación Urbana. Unión Europea-América Latina y el Caribe. Disponible en:

https://iuc.eu/fileadmin/user_upload/Regions/iuc_lac/user_upload/Armstrong_-_Energ%C3%ADa_Distribuida_.pdf

PASCUAL, C; Elkind, J (2010) "Energy security: Economics, Politics, Strategies and Implications" Brookings Institution press.

PATEL, R; Nosal, L (2016) "Defining the resilient city". United Nations University Centre for Policy Research. Working Paper 6. ISBN: 978-92-808-9034-1

PELLING, M (2011) *Adaptation to Climate Change: From resilience to transformation*. NY: Routledge.

PÉREZ PEREZ, B (2023) "Comunidades energéticas en barrios patrimoniales: Comunidad Energética (CE) Barrios de La Alhambra (Granada)" *Revista de Estudios Andaluces*.

PERLIN, J (2002) "From space to Earth. The story of solar electricity". Harvard University Press

PERMER (1999) PERMER - Evaluación BIRF - Informe N° 17495-AR. (1999). World Bank - ProjeT Appraisal Document. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/271841468768697115/pdf/multi-page.pdf>

PERMER (2008): Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales. Manual de Operaciones. Marzo 2008.

PERMER (2019) Mecanismo De Registro Y Resolución De Reclamos Y Sugerencias (MRS). Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, Ministerio de Hacienda.

PERMER. Licitaciones. Ministerio de Energía y Minería (minem.gob.ar)

PERMER (2022) Informe de gestión 2022. [En línea] [informe_gestion_2022.pdf \(argentina.gob.ar\)](#)

PERMER (2023) Ministerio de Economía. Energía. PERMER. [Permer | Argentina.gob.ar](#)

PETOVEL, P (2021) "EPEC apuesta por los medidores inteligentes". Diario La Voz del Interior. 11 de junio de 2021.

PEULLEMEULLE, J (2016). "L'énergie citoyenne: les collectivités comme pierre angulaire des projets". En Bailleul, E: *Renouveler les politiques locales de l'énergie*. Cédis.

PIERROTI (2016). "Pasado y presente de las Rutas de la Seda, Asia Central y el Comercio internacional euroasiático". Universidad Católica del Uruguay. Disponible en: <https://ucu.edu.uy/sites/default/files/pdf/2016/pasado-y-presente-pierroti2.pdf>

PÍREZ, P (1995). "Actores sociales y gestión de la ciudad". *Ciudades* 28.

PÍREZ, P (2000). "Servicios urbanos y equidad en América Latina. Un panorama con base en algunos casos". Santiago de Chile: CEPAL.

PISTONESI, H (2000). "Sistema eléctrico argentino: los principales problemas regulatorios y el desempeño posterior a la reforma". *Recursos Naturales e Infraestructura*. CEPAL

PITRON, G (2018) "La guerre des métaux rares: la face cachée de la transition énergétique et numérique". Paris: Editions Les Liens qui Libèrent.

PLÁ, J; Bolzi, C; Martinez Bogado, M; Durán, J (2022) "Energía solar fotovoltaica. Generación distribuida en áreas urbanas". En: Coppari, N; Jensen, S; Iglesias, M; Cañadas, V (eds.): *Energía. Serie Futuros*. Fundación UNSAM Innovación y Tecnología. ISBN 978-987-48617-1-9

PLAN ESTRATÉGICO TERRITORIAL PET (2018). Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_estrategico_territorial_2018_baja.pdf. Consultado el 26 de agosto de 2020.

PLANETE ENERGIES (2016) Electricity Generation and Related CO2 Emissions. [En línea] [Electricity Generation and Related CO2 Emissions | Planète Énergies \(planete-energies.com\)](https://www.planete-energies.com) Consultado el 20 de abril de 2023.

POLISCANOVA, J. (2021). "Europe has overtaken China on electric cars. Three roadblocks stand in the way". Euractiv. 19 de marzo de 2021.

POLMAN, N., Slee, B., Kluvánková, T., Dijkshoorn, M., Nijnik, M., Gezik, V., et al.(2017)." Report D2. 1: Classification of Social Innovations for Marginalized Rural Areas". En: Deliverable of the project Social Innovation in Marginalised Rural Areas (SIMRA). Disponible en: <http://www.simrah2020.eu/wpcontent/uploads/2017/09/D2.1-Classification-of-SI-for-MRAs-in-the-target-region.pdf>

POVEDA BONILLA, R (2020). "Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile". *Recursos Naturales y Desarrollo*, N° 195 (LC/TS.2020/40), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

PRADOS, M. J. (2010) "¿Energías renovables o agricultura? Un análisis de la percepción ciudadana sobre los huertos y latifundios solares en Andalucía". *Nimbus*, n° 25-26, ISSN 1139-7136, 2010, 205-229

PREVOT-SCHAPIRA, M; Vélut, S. (2013)"Buenos Aires : l'introuvable transition énergétique d'une métropole fragmentée". En: *Flux*, N°93-94, Pp. 19-30.

R

RAFFESTIN, C (2011) "Por una geografía del poder". Colegio de Michoacan, Noviembre de 2011.

RAMAN, S (2013). "Fossilizing renewable energies". ESRC Seminar Series on Geographies of Energy Transition: Security, Climate, and Governance . Seminar 2: Scales of Energy Security: between Geopolitics and Governance. 7 May 2010, University of Birmingham

REN 21. (2011) "Renewables 2011. Global Status Report". Paris: REN 21 Secretariat.

REN 21. (2020) "Renewables 2020. Global Status Report". Paris: REN 21 Secretariat.

REN 21 (2022) "Renewables 2022. Global Status Report". Paris: REN 21 Secretariat.

REN 21 (2023) "Renewables 2023 Global Status Report collection, Renewables in Energy Demand". Paris: REN21 Secretariat. ISBN 978-3-948393-07-6

RIBÓ-PÉREZ, D; Herraiz-Cañete, A; Casamayor-Segarra, P; Del Castillo, K; Gómez-Navarro, T; Zelaya-Bonilla, S (2021) "Electrificación de la última milla del corredor seco mesoamericano. Solución del nexo agua-alimentación-energía". ENERLAC. Volumen V. Número 1. Junio, 2021 (10 - 33)

RIFKIN, J (2012) "The Third Industrial Revolution: How the Internet, Green Electricity, and 3-D Printing are Ushering in a Sustainable Era of Distributed Capitalism". World Financial Review. 3 de marzo de 2012. Pp 8-12

RIGHINI, R; Grossi Gallegos, H (2000). "Trazado de las cartas solarimétricas de la pampa húmeda empleando métodos geoestadísticos". Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente; vol. 4

RIGHINI, R; Aristegui, R. (2016) "Plantas fotovoltaicas: perjuicios por no evaluar convenientemente el recurso solar". Acta de la XXXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 4, pp. 08.69-08.76

RODRÍGUEZ, L; Ramosb, J; Delgado, M; Félix, J; Domínguez, S (2018). "Mitigating energy poverty: Potential contributions of combining PV and building thermal mass storage in low-income households". *Energy Convers. Manag.* 173, 65–80.

ROSAS-FLORES, J; Zenon-Olvera, E; Gálvez, D. (2019) "Potential energy saving in urban and rural households of Mexico with solar photovoltaic systems using geographical information system". *Renew. Sust. Energy Rev.* 116, 1–13.

ROTHKOPF, D (2009) "Is a Green World a Safe World? Not Necessarily. A Guide to the Coming Green Geopolitical Crises". Foreign Policy.

RUET, J (2016) "Un facteur déterminant de la géopolitique des matières premières: la stratégie industrielle de la Chine". *Annales des Mines - Responsabilité et environnement.* 2016/2 N° 82 | pages 16 à 23 ISSN 1268-4783

RUSSO, V. S. (2009). El Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER). Petrotecnia, 40-46.

SAGET, C; Vogt-Schilb, A; Luu, T. (2020) "El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe". Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Internacional del Trabajo.

SÁNCHEZ MOLINA, P (2020). "San Juan, en Argentina, tiene el primer parque solar del país habilitado para emitir bonos de carbono". En PV-Magazine, 17 de agosto de 2020. Disponible en: <https://www.pv-magazine-latam.com/2020/08/17/san-juan-en-argentina-tiene-el-primer-parque-solar-del-pais-habilitado-para-emitir-bonos-de-carbono/>

SAN JUAN, G; Viegas, G; Discoli, C; Pérez, F; Lamónica, M; Ruótolo, C; Güimil, A (2010) "Construcción y Ensayo de Colectores solares calentadores de aire utilizando materiales no habituales". Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol 14.

SCHMUKLER, M. (2018). "Electrificación rural en Argentina. Alcances y limitaciones del Programa de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) en la provincia de Jujuy". Trabajo final integrador. Universidad Nacional de Quilmes.

SCHWARZ, V; Glemarec, Y (2009). "Energy access and climate change mitigation: friends or foes?" En: Palosuo, E (Ed) Rethinking Development in a carbon-constrained world: Development cooperation and climate change. Ministry for Foreign Affairs of Finland. Helsinki. pp 57-70

SECRETARÍA DE ENERGÍA (2018). Datos Argentina - Energías renovables - Irradiancia normal directa

SECRETARÍA DE ENERGÍA, (2019a). "Guía del Recurso Solar" Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Secretaría de Gobierno de Energía, 2019. ISBN 978-987-47110-1-4

SECRETARÍA DE ENERGÍA, (2019b). "Energía solar fotovoltaica. Estado del Arte de la Tecnología de generación de energía eléctrica utilizando la luz solar". Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/energia_solar_fotovoltaica_-_octubre_2019.pdf

SECRETARÍA DE ENERGÍA, (2019c). "Redes de Distribución Eléctrica". Disponible en: <http://datos.minem.gob.ar/dataset/redes-de-distribucion-electrica-del-consejo-federal>. Consultado el 20 de julio de 2020.

SECRETARÍA DE ENERGÍA (2020a). "Programa Federal Quinquenal de expansión de obras de Infraestructura Energética". Secretaría de Energía. Ministerio de Desarrollo Productivo Presidencia de la Nación

SECRETARÍA DE ENERGÍA (s/f) "Introducción al quinquenio 1991-1995. La transformación del sector eléctrico argentino". [En línea]

SECRETARÍA DE ENERGÍA (2022). "Lineamientos para el desarrollo integral y sostenible del sector eléctrico al corto y mediano plazo". [En línea]. [Microsoft Word - Lineamientos para el desarrollo integral del sector eléctrico a mediano plazo 5.docx \(argentina.gob.ar\)](#)

SECRETARÍA DE ENERGÍA (2023a) "Generación Eléctrica. Centrales de generación" Datos Energía, data set. [Datos Energía - Generación Eléctrica - Centrales de generación \(energia.gob.ar\)](https://datos.energia.gob.ar)

SECRETARÍA DE ENERGÍA (2023b) "Energía Limpia para Hogares y Comunidades Vulnerables. Perfil del proyecto". [En línea]. [Presentación de PowerPoint \(argentina.gob.ar\)](https://energia.gob.ar)

SECRETARÍA DE ENERGÍA (2023c) "Generación Distribuida Reporte de Avance". [En línea] [Presentación de PowerPoint \(argentina.gob.ar\)](https://energia.gob.ar)

SERGEANT, A (2018) "Generación Distribuida: ¿en vísperas de una revolución copernicana?" Ensayo. Actualización de un ensayo publicado originalmente en la Revista Argentina de Derecho de la Energía, Hidrocarburos y Minería, n°17, mayo-julio de 2018, pp. 187-196.

SEYFANG, G; Smith, A (2007). "Grassroots Innovations for Sustainable Development: Towards a New Research and Policy Agenda". *Environmental Politics*, Vol. 16, No. 4, Pp 584 – 603.

SINGH, N (2020). "El listado de fábricas líderes que apostaron al desarrollo de la cadena de valor para el rubro eólico y solar en Argentina". En *Energía Estratégica*, 24 de enero 2020. Disponible en: <https://www.energiaestrategica.com/fabricas-rubro-eolico-y-solar-en-argentina/>. Consultado el 30 de enero de 2020.

SISTEMA NACIONAL DE MONITOREO DE BOSQUES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. <http://snmb.ambiente.gob.ar/develop>

SMIL, V. (2010). "Energy Transitions. History, requirement, prospects". Ed. Praeger.

SMITH, A; Stirling, A. (2010). "The Politics of Social-ecological Resilience and Sustainable Socio-technical Transitions". *Ecology and Society* 15(1): 11. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss1/art11/>

SIVARAM, V (2018). "Taming the sun. Innovations to harness solar energy and power the planet". The MIT press.

SOLAR POWER EUROPE (2022). *Global Market Outlook 2022-2026*

SOVACOOL, B (2017). "Contestation, contingency, and justice in the Nordic low-carbon energy transition". *Energy Policy*.

SOVACOOL, B (2017). "The History and Politics of Energy Transitions: Comparing Contested Views and Finding Common Ground". En: Arent, D; Arndt, C; Miller, M; Tarp, F; Zinaman, O (Ed.): *The Political Economy of Clean Energy Transitions*. Oxford University Press.

SOVACOOL, B (2012) "Deploying Off-Grid Technology to Eradicate Energy Poverty" *Science Vol. 338*.

SOVACOOL, B; Drupady, I (2012) "Energy Access, Poverty, and Development: The Governance of Small-Scale Renewable Energy in Developing Asia". Ashgate, New York, 2012.

SOVACOOL, B (2016). 'How Long Will It Take? Conceptualizing the Temporal Dynamics of Energy Transitions'. *Energy Research & Social Science*, 13: 202–15.

SOVACOOL, B, y Ratan, P (2012) "Conceptualizing the acceptance of wind and solar electricity". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16.

STRASCHNOY, J; Lamas, N; y Klas, S (2010) "Energía, Estado y sociedad. Situación energética argentina". UCES Vol XIV N° 2, 2010: 76-93.

STRIER, D; Durán, J; Eyra, I; Gil, S (2017) "Generación fotovoltaica en ambientes urbanos y suburbanos. Una oportunidad a potenciar en nuestro país". Cámara Argentina de la Construcción.

SUÁREZ, G; Arévalo, L; Brusco, V; Gigena, S; Porrini, L; Zuliani, F. (2015). "Territorios Articulados. Diseño e implementación de una metodología participativa de articulación público-privada con un abordaje a escala barrial a partir de un enfoque territorial". Informe final. Agencia para el Desarrollo Económico de la Ciudad de Córdoba (ADEC). Disponible en: adec.org.ar

SUBSECRETARÍA DE ENERGÍAS RENOVABLES. SSER (2018). "Generación de Empleo en Energías Renovables". [En línea]

SUBSECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE LA INVERSIÓN PÚBLICA (S/F). Documento en línea. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/planificacion_territorial_de_la_inversion_publica_fernando_alvares_de_celis.pdf

SZULECKI, K (2018) "Conceptualizing energy democracy", *Environmental Politics*, 27:1, 21-41, DOI: 10.1080/09644016.2017.1387294

T

TANÍDES, C (2013) "Escenarios energéticos (2013-2030) con políticas de eficiencia". Fundación Vida Silvestre Argentina.

TECHO (2016) "Relevamiento de asentamientos informales". Disponible en: http://relevamiento.techo.org.ar/downloads/informe_relevamiento_TECHO_2016.pdf

TECHO. TECHO Argentina. [En línea] 3 de julio de 2017. <http://www.techo.org.ar>.

TESSAMA, Z; Davis, M; Vilchis Tella, P; Lambe, F (2013). "Mainstreaming Sustainable Energy Access into National Development Planning: the Case of Ethiopia". Stockholm Environment Institute, Working Paper 2013-09

THEYS, J. (2017). "Des transitions a la transition ecologique. Debats et controverses autour de la notion de transition". Colloque Eduquer et former au monde de demain, 11 de abril de 2017.

TOFFLER, A (1980) "The third wave". New York :Morrow

TOLLEFSON, J (2022). "What the war in Ukraine means for energy, climate and food". Nature. 5 de abril de 2022.

TRINA SOLAR (2020) "Modules and Trackers". <https://www.trinasolar.com/>

TRINCAVELLI, S (2017) " La Generación Eléctrica Solar Fotovoltaica en Argentina, ¿bajo qué condiciones financieras sería rentable?" Universidad Torcuato Di Tella.

U

UMBACH, F (2018). " Energy Security in a Digitalised World and its Geostrategic Implications" Konrad-Adenauer-Foundation (KAS), Hongkong, Regional Project Energy Security and Climate Change Asia-Pacific (RECAP)

UNDP (2015) "World Energy Assessment: Energy and the challenge of sustainability". United Nations Development Programme: Nueva York. ISBN: 92-1-126126-0

UNEP (2015) "Natural Resources and Conflict: A guide for mediation practitioners". United Nations Department of Political Affairs and United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya

UNICEF (2022) Solar and Mains Powered Vaccine Refrigerators and Freezers. Industry Consultation 17 March 2022. [En línea] Disponible en: [unicef.org/supply/media/11611/file/cold-chain-industry-consultation-march-2022.pdf](https://www.unicef.org/supply/media/11611/file/cold-chain-industry-consultation-march-2022.pdf)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO UNRC (2019). "Tarifa eléctrica: los consumidores de Córdoba pagan más del doble que los de otras provincias". En línea. Disponible en: https://www.unrc.edu.ar/unrc/n_comp.cdc?nota=33978. Consultado en agosto 2020.

US DEPARTMENT OF ENERGY (s/f). "The history of solar". Disponible en: https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf

US EIA ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (2022) How much carbon dioxide is produced per kilowatt-hour of U.S. electricity generation? [En línea] [/www.eia.gov](https://www.eia.gov)

US EIA ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (2013) "Technically recoverable shale oil and shale gas resources: an assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States". Washington: US Department of Energy.

USGS UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (2023a) "Lithium Statistics and Information". Mineral Commodity Summary. 2023

USGS UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (2023b) "Silicon Statistics and Information". Mineral Commodity Summary. 2023

USICOM (2023) [En línea] [Comunidades Solares I | Energías Renovables | Usicom S.A.](#)

USINA DE TANDIL (2020) "Energías renovables: La Usina de Tandil presentó el proyecto Comunidades Solares". Disponible en: <https://www.usinatandil.com.ar/2020/12/15/energias-renovables-la-usina-de-tandil-presento-el-proyecto-comunidades-solares/> Consultado el 4 de abril de 2022.

UTE (2022) <https://portal.ute.com.uy/>

V

VAISALA (2020). "Global solar map". Disponible en: <https://www.vaisala.com/>

VAKULCHUK, R; Overland, I; Scholten, D (2020) "Renewable energy and geopolitics: A review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 122.

VARGAS, S; Martínez Granados, L (2018) "Estrategia de energización rural: innovación social para el desarrollo sostenible". En: Cuervo y Guerrero (Ed.): *Prospectiva en América Latina. Aprendizaje a partir de la práctica*. CEPAL, Serie Seminarios y Conferencias N°88

VARO, A (2019) "Energía y ciudadanía: (re)construcción de espacios locales de democratización". *Revista especializada en investigación jurídica*. Año 3, N. 5.

VILLALVA, S (2020). " Hidrocarburos No Convencionales en la Argentina del Siglo XXI Transformaciones y Desafíos en el Territorio Neuquino". Tesis Doctoral. FAU-UNLP.

W

WALKER, G; Devine-Wright, P (2008) "Community renewable energy: What should it mean?" *Energy Policy* 36. Pp 497–500

WALTZ, K (1988) "Teoría de la política internacional". Grupo Editor Latinoamericano.

WIPO WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (2019) "Patent Cooperation Treaty Yearly Review 2019. The International Patent System". Disponible en: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_901_2019.pdf

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). *Our Common Future*; Oxford University Press: New York, NY, USA, 1987.

WORLD ENERGY COUNCIL WEC (2019) . *World Energy Trilemma Index*. Disponible en; <https://trilemma.worldenergy.org> Consultado el 22 de noviembre de 2019.

Y

YADAV, P; Davies, P; Sarkodie, S (2019) “The prospects of decentralised solar energy home systems in rural communities: User experience, determinants, and impact of free solar power on the energy poverty cycle” *Energy Strategy Reviews* 26

Z

ZHANG, T; Wang, M; Yang, H (2018). “A Review of the Energy Performance and Life-Cycle Assessment of Building-Integrated Photovoltaic (BIPV) Systems” *Energies* 2018, 11, 3157; doi:10.3390/en11113157

ZICARI, J; Fornillo, B; Gamba, M (2019). “El mercado mundial del litio y el eje asiático. Dinámicas comerciales, industriales y tecnológicas”. En: Fornillo, B. (coord.): *Litio en Sudamérica. Geopolítica, Energía, Territorios*. Ed. El Colectivo.

Anexos

Anexo 1 Fuentes primarias consultadas

Sector público

Nación

- Dirección Nacional de Generación Eléctrica
- Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales PERMER
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial
- Universidad Tecnológica Nacional
- Universidad Nacional de Córdoba

Provincias

- Ministerio de Servicios Públicos de Córdoba
- Secretaría de Estado de la Energía de Santa Fe
- Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires
- Programa Provincial de Incentivo a la Generación Distribuida
- Comité de Energías de Córdoba

Municipios

- Rosario – Dirección de Ambiente
- San Carlos Sud – Jefe Comunal
- Lincoln - Dirección de Ambiente
- Arribeños – Delegado Municipal
- Chacabuco – Dirección Gestión Ambiental
- Junín – Dirección de Planificación
- Trenque Lauquen – Concejo Deliberante

Sector privado

Desarrolladores de Proyectos / construcción e instalación / proveedores

- Energy Solar Systems SRL
- FIASA
- Iris Energía Inteligente
- Fuad Hitt
- MI Ingesol
- Red Ar
- Alcaal
- Solar Miron
- DQD
- Grupo GIF

- MB Tec
- MEGA
- Instaladores particulares de energía solar fotovoltaica

Usuarios de instalaciones fotovoltaicas / Usuarios-generadores:

- MBS
- ICSSA
- Mc Cain
- Lácteos Vidal
- La Bragadense
- Don óleo
- Grupo Ferrari
- Rivara S.A.

Distribuidores de energía

- Empresa Provincial de la Energía de Córdoba
- Foro Regional Eléctrico de la Provincia de Buenos Aires
- EDEN Junín / Arribeños
- Cooperativas de Electricidad:
 - El Triunfo
 - Armstrong
 - Chacabuco
 - Huanguelén
 - Saladillo
 - Rojas
 - Luque
 - Arroyo Cabral
 - Bayauca
 - Trenque Lauquen
 - María Teresa
 - Pergamino

Sociedad civil

- Prosumidores en Santa Fe
- Usuarios-generadores en Córdoba y Buenos Aires
- Sociedad de Fomento - O'Higgins
- Movimiento Los Focolares - La Mariápolis
- Autoridades de instituciones educativas

Anexo 2: Publicaciones realizadas en el marco de la investigación doctoral

- Clementi, L; Ise, A; Villalba, S (2023) “Desafíos en la pospandemia COVID-19: ambiente, energía y territorios”. En: Di Nucci, J y Álvarez, A. *Territorios de la complejidad: por una Geografía resignificada*. Pp. 473-484. ISBN 978-950-658-606-5 Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Libro digital, PDF.
- Carrizo, S; Ise, A; Clementi, L; Villalba, S (2023) “Innovaciones socio-técnicas en la transición energética argentina. Hacia una red inteligente en Trenque Lauquen”. En *Proyección: estudios geográficos y de ordenamiento territorial*. Vol. XVII, (33). ISSN 1852 -0006, (pp. 152 – 170). Instituto CIFOT, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Clementi, L; Ise, A; Carrizo, S (2022) “El desafío de renovar la cooperación en América del Sur”. *Núcleos*. UNNOBA.
- Schaub, P; Ise, A; Clementi, L (2022). “Distributed photovoltaic generation in Argentina: An analysis based on the technical innovation system framework”. *Technology in Society*. Vol. 68. ISSN 0160-791X
- Ise, A; Clementi, L; Carrizo, S (2021) “Modalidades pampeanas de transición energética: entre la incorporación de recursos renovables y la innovación social”. *Estudios Socioterritoriales*. ISSN 1853-4392
- Villalba, S; Ise, A; Clementi, L (2021) “Unconventional Energy in Argentinian Andes: Territories of Dependence or Transition?” *Revue de Géographie Alpine*. ISSN 1760-7426
- Ise, A; Villalba, S; Clementi, L; Carrizo, S. (2020) “Extra long Argentinian lockdown: Revising the energy regime”. *Global Transitions* ISSN: 2589-7918
- Ise, A; Carrizo, S; Forget, M. (2020) “Challenges of South American energy transition: energy efficiency and distributed generation” En: Guimaraes, L (Ed.) *The Regulation and Policy of Latin American Energy Transitions*. Elsevier.
- Clementi, L; Ise, A; Berdolini, J; Yuln, M; Villalba, S; Carrizo, S. (2019) “El mapa de la transición energética argentina”. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. ISSN-0211-9803
- Clementi, L; Ise, A; Berdolini, J; Villalba, S; Carrizo, S (en edición) “Escenarios argentinos de sostenibilidad energética” En: *Configuración y reconfiguración socioterritorial de la Argentina en tiempos del bicentenario*. PUE del Instituto de

Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGEHCs – CONICET/UNCPBA)
(Resolución N° 2555/2016).

Anexo 3: Distribución del potencial fotovoltaico

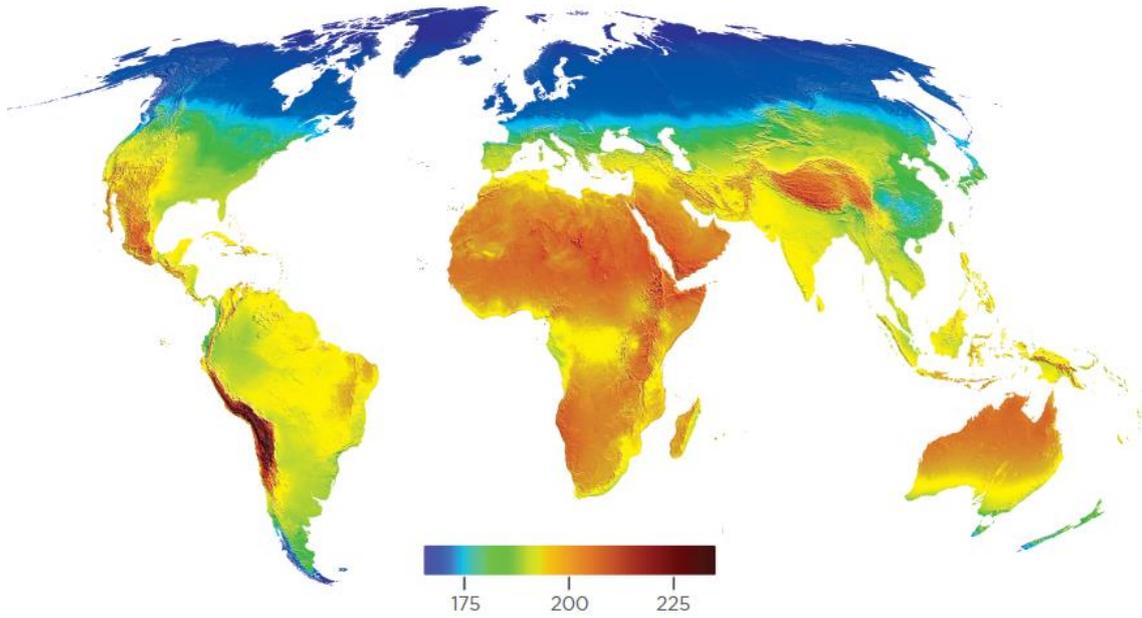


Figura 34: Irradiación global horizontal (W/m²). Fuente: Vaisala, 2020.

Anexo 4: Privatizaciones en los sectores de generación, transporte y distribución, años 1990.

<p>Generación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 01/04/92 Privatización de Central Térmica Puerto (Ex-SEGBA en Cap. Fed.) • 29/05/91 Privatización de Central Térmica Costanera (Ex-SEGBA en Cap. Fed.) • 26/08/92 Privatización de Central Térmica Alto Valle (Ex-AyE en Neuquén) • 30/09/92 Privatización de Central Térmica Güemes (Ex-AyE en Salta) • 30/09/92 Privatización Central Térmica Dock Sud (Ex-SEGBA en GBA) • 05/10/92 Privatización Central Térmica Pedro de Mendoza (Ex-SEGBA en Cap. Fed.) • 22/12/92 Privatización de la Central Térmica Dique (Ex-SEGBA en GBA) • 02/02/93 Privatización de la Central Térmica Sorrento (Ex-AyE en Santa Fe) • 01/05/93 Ingreso de la Central Térmica de Filo Morado (Neuquén) • 18/05/93 Privatización de la Central Térmica San Nicolás (Ex-AyE en Buenos Aires) • 19/05/93 Privatización de centrales de AyE en NEA. Ingreso de Centrales Térmicas del NEA • 19/05/93 Ingreso de Piedra del Aguila perteneciente a HIDRONOR (primeros dos grupos, Comahue) • 21/05/93 Privatización de Centrales de AyE en NOA. Ingreso de Centrales Térmicas del NOA • 11/08/93 Privatización de Hidroeléctrica El Chocón (Ex-HIDRONOR, Comahue) • 11/08/93 Privatización de Hidroeléctrica Alicurá (Ex-HIDRONOR, Comahue) • 11/08/93 Privatización de Hidroeléctrica Cerros Colorados (Ex-HIDRONOR, Comahue) • 27/11/93 Ingreso de Central Térmica Agua del Cajón (Neuquén) • 09/12/93 Privatización del parque térmico de AyE en el sistema patagónico. Ingreso de Centrales Térmicas Patagónicas • 29/12/93 Privatización de Hidroeléctrica Piedra del Aguila (Ex-HIDRONOR Comahue) • 01/05/94 División de ESEBA - Ingreso de ESEBA Generación • 01/05/94 Ingreso de la Central Térmica Loma de la Lata (C.T. NEUQUEN, Neuquén) • 01/06/94 Privatización de las centrales hidroeléctricas Los Nihules de AyE. Ingreso de HINISA. Mendoza. • 11/07/94 Ingreso tercer grupo Central Hidroeléctrica Piedra del Aguila (Comahue) • 14/07/94 Privatización de centrales térmicas de zona litoral de AyE. Ingreso de Centrales Térmicas del Litoral. • 23/09/94 Ingreso primer grupo de Central Hidroeléctrica Yacyretá (Corrientes) • 19/10/94 Privatización de las centrales hidroeléctricas sobre el río Diamante de AyE. Ingreso de HIDISA (Mendoza) • 01/11/94 Privatización de centrales de Mendoza de AyE. Ingreso de Centrales Térmicas Mendoza. • 01/11/94 Privatización de Central Hidroeléctrica Florentino Ameghino (Ex-AyE, Chubut) • 12/11/94 Ingreso segundo grupo de Central Hidroeléctrica Yacyretá (Corrientes) • 29/12/94 Privatización de centrales hidro de Santiago del Estero de AyE. Ingreso de Hidroeléctrica Río Hondo • 23/01/95 Ingreso tercer grupo de Central Hidroeléctrica Yacyretá (Corrientes) • 01/02/95 Ingreso de Central Térmica Modesto Maranzana. (ARCOR, Córdoba) • 16/03/95 Ingreso de Central Térmica Roca (T.P.C., Río Negro). • 05/04/95 Ingreso cuarto grupo de Central Hidroeléctrica Yacyretá (Corrientes)
-------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • 15/06/95 Privatización de la Central Hidroeléctrica Futaleufú. (Ex-AyE, Chubut) • 16/06/95 Ingreso quinto grupo de Central Hidroeléctrica Yacypetá (Corrientes) • 27/08/95 Ingreso sexto grupo de Central Hidroeléctrica Yacypetá (Corrientes) • 11/10/95 Ingreso Central Térmica San Miguel de Tucumán. (Tucumán) • 07/11/95 Ingreso séptimo grupo de Central Hidroeléctrica Yacypetá (Corrientes) • 15/11/95 Ingreso Central Térmica Buenos Aires. (Capital Federal) • 30/11/95 Privatización de centrales hidroeléctricas de AyE. Ingreso de Hidroeléctrica Río Juramento. (Salta).
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • 17/07/93 Privatización de las redes de transporte de alta tensión de AyE, HIDRONOR y SEGBA. Ingreso de TRANSENER al MEM • 26/01/94 Privatización de sistemas de transmisión en alta tensión del NOA (Ex-AyE). Ingreso de TRANSNOA • 16/06/94 Privatización de sistemas de transmisión en alta tensión de Patagonia (Ex-AyE). Ingreso de TRANSPA • 15/11/94 Privatización de sistemas de transmisión en alta tensión de la región NEA de AyE. Ingreso de TRANSNEA. • 18/01/95 Privatización de sistemas de alta tensión de zona Cuyo de AyE. Ingreso de DISTROCUYO.
Distribución	<ul style="list-style-type: none"> • 01/09/92 Privatización parte de la distribución de Capital Federal y GBA atendida por SEGBA. Ingreso de EDENOR • 01/09/92 Privatización parte de la distribución de Capital Federal y GBA atendida por SEGBA. Ingreso de EDESUR. • 22/12/92 Privatización resto de la distribución en GBA de SEGBA. Ingreso de EDELAP • 01/01/93 Transferencia de servicios de distribución en la provincia de Tucumán por parte de Agua y Energía Eléctrica a EDE TSA. • 03/03/93 Privatización de SESLEP (Servicios de Distribución de la Provincia de San Luis). Ingreso de EDESAL. • 01/04/93 Transferencia de los servicios de distribución en la Provincia de La Rioja por parte de Agua y Energía Eléctrica a EPELAR. • 04/01/95 Privatización del servicio de distribución de energía en la provincia de Santiago del Estero a cargo de AyE. Ingreso de EDESE S.A. • 01/02/95 Privatización del servicio de distribución de energía en la provincia de Formosa a cargo de AyE. Ingreso de EDEFOR S.A. • 01/06/95 Privatización del servicio de distribución de energía en La Rioja. Ingreso de EDELAR S.A. • 04/08/95 Privatización del servicio de distribución de energía en Tucumán. Ingreso de EDET S.A.

Tabla 24: Cronología de privatizaciones en el sector eléctrico. Fuente: Secretaría de Energía (s/f).

Anexo 5: Leves nacionales

Ley 27.191 Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica (modificatoria de Ley 26.190/2006).

CAPÍTULO I

ARTÍCULO 1° — Sustitúyese el artículo 2° de la ley 26.190, “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”, por el siguiente:

Artículo 2°: Alcance - Se establece como objetivo del presente régimen lograr una contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el ocho por ciento (8%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2017.

ARTÍCULO 2° — Sustitúyense los incisos a) y b) del artículo 4° de la ley 26.190, “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”, por los siguientes:

- a) Fuentes Renovables de Energía: Son 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, de las corrientes marinas, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración, biogás y biocombustibles, con excepción de los usos previstos en la ley 26.093.
- b) El límite de potencia establecido por la presente ley para los proyectos de centrales hidroeléctricas, será de hasta cincuenta megavatios (50 MW).

ARTÍCULO 3° — Sustitúyese el artículo 7° de la ley 26.190, “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”, por el siguiente:

Artículo 7°: Régimen de Inversiones - Institúyese un Régimen de Inversiones para la construcción de obras nuevas destinadas a la producción de energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables de energía, que regirá con los alcances y limitaciones establecidos en la presente ley.

ARTÍCULO 4° — Sustitúyese el artículo 9° de la ley 26.190, “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”, por el siguiente:

Artículo 9°: Beneficios - Los beneficiarios mencionados en el artículo 8° que se dediquen a la realización de emprendimientos de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables de energía en los términos de la presente ley y que cumplan las condiciones establecidas en la misma, gozarán de los beneficios promocionales previstos en este artículo, a partir de la aprobación del proyecto respectivo por parte de la Autoridad de Aplicación, siempre que dicho proyecto tenga principio efectivo de ejecución antes del 31 de diciembre de 2017, inclusive. Se entenderá que existe principio efectivo de ejecución cuando se hayan realizado erogaciones de fondos asociados al proyecto por un monto no inferior al quince por ciento (15%) de la inversión total prevista antes de la fecha indicada precedentemente. La acreditación del principio efectivo de ejecución del proyecto se efectuará mediante declaración jurada presentada ante la Autoridad de Aplicación, en las condiciones que establezca la reglamentación.

Los beneficios promocionales aplicables son los siguientes:

1. Impuesto al Valor Agregado e Impuesto a las Ganancias. En lo referente al Impuesto al Valor Agregado y al Impuesto a las Ganancias, será de aplicación el tratamiento dispensado por la ley 26.360 y sus normas reglamentarias, que a estos efectos mantendrán su vigencia hasta la extinción del “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”, con las modificaciones establecidas a continuación:
 - 1.1. Este tratamiento fiscal se aplicará a la ejecución de obras de infraestructura, incluyendo los bienes de capital, obras civiles, electromecánicas y de montaje y otros servicios vinculados que integren la nueva planta de generación o se integren a las plantas existentes y conformen un conjunto inescindible en lo atinente a su aptitud funcional para la producción de energía eléctrica a partir de las fuentes renovables que se definen en el inciso a) del artículo 4° de la presente ley.
 - 1.2. Los beneficios de amortización acelerada en el Impuesto a las Ganancias y de devolución anticipada del Impuesto al Valor Agregado no serán excluyentes entre sí, permitiéndose a los beneficiarios acceder en forma simultánea a ambos tratamientos fiscales.
 - 1.3. El beneficio de la devolución anticipada del Impuesto al Valor Agregado, se hará efectivo luego de transcurrido como mínimo un (1) período fiscal contado a partir de aquél en el que se hayan realizado las respectivas inversiones y se aplicará respecto del Impuesto al Valor Agregado facturado a los beneficiarios por las inversiones que realicen hasta la conclusión de los respectivos proyectos dentro de los plazos previstos para la entrada en operación comercial de cada uno de los mismos.
 - 1.4. Respecto del beneficio de la amortización acelerada en el Impuesto a las Ganancias por las inversiones comprendidas en el presente régimen, los beneficiarios que las realicen podrán optar por practicar las respectivas amortizaciones a partir del período fiscal de habilitación del bien, de acuerdo con las normas previstas en los artículos 83 y 84, según corresponda, de la Ley de Impuesto a las Ganancias (t.o. 1997) y sus modificaciones, o conforme al régimen que se establece a continuación:
 - 1.4.1. Para inversiones realizadas antes del 31 de diciembre de 2016 inclusive:
 - 1.4.1.1. En bienes muebles amortizables adquiridos, elaborados, fabricados o importados en dicho período: como mínimo en dos (2) cuotas anuales, iguales y consecutivas.
 - 1.4.1.2. En obras de infraestructura iniciadas en dicho período: como mínimo en la cantidad de cuotas anuales, iguales y consecutivas que surja de considerar su vida útil reducida al cincuenta por ciento (50%) de la estimada.
 - 1.4.2. Para inversiones realizadas antes del 31 de diciembre de 2017, inclusive:
 - 1.4.2.1. En bienes muebles amortizables adquiridos, elaborados, fabricados o importados en dicho período: como mínimo en tres (3) cuotas anuales, iguales y consecutivas.
 - 1.4.2.2. En obras de infraestructura iniciadas en dicho período: como mínimo en la cantidad de cuotas anuales, iguales y consecutivas que surja de considerar su vida útil reducida al sesenta por ciento (60%) de la estimada.

Una vez optado por uno de los procedimientos de amortización señalados precedentemente, el mismo deberá ser comunicado a la Autoridad de Aplicación y a la Administración Federal de Ingresos Públicos, en la forma, plazo y condiciones que las mismas establezcan y deberá aplicarse —sin excepción— a todas las inversiones de capital que se realicen para la ejecución de los nuevos proyectos o para la ampliación de la capacidad productiva de los proyectos existentes, incluidas aquellas que se requieran durante su funcionamiento.

2. Compensación de quebrantos con ganancias. A los efectos de la aplicación de lo dispuesto en el artículo 19 de la Ley de Impuesto a las Ganancias (t.o. 1997) y sus modificaciones, por los beneficiarios del presente régimen, el período para la compensación de los quebrantos previsto en el segundo párrafo de la norma citada se extiende a diez (10) años.
3. Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta. Los bienes afectados por las actividades promovidas por la presente ley, no integrarán la base de imposición del Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta establecido por la ley 25.063, o el que en el futuro lo complemente, modifique o sustituya, desde el principio efectivo de ejecución de las obras, según se define precedentemente en este mismo artículo, extendiéndose tal beneficio hasta el octavo ejercicio inclusive, desde la

fecha de puesta en marcha del proyecto respectivo.

4. Deducción de la carga financiera del pasivo financiero. A los efectos de la aplicación del artículo 94 inciso 5) y artículo 206 de la ley 19.550 y sus modificatorias, podrán deducirse de las pérdidas de la sociedad los intereses y las diferencias de cambio originados por la financiación del proyecto promovido por esta ley.

5. Exención del impuesto sobre la distribución de dividendos o utilidades. Los dividendos o utilidades distribuidos por las sociedades titulares de los proyectos de inversión beneficiarios del presente régimen no quedarán alcanzados por el Impuesto a las Ganancias a la alícuota del diez por ciento (10%) establecida en el último párrafo del artículo 90 de la Ley de Impuesto a las Ganancias (t.o. 1997) y sus modificaciones, incorporado por la ley 26.893, en la medida que los mismos sean reinvertidos en nuevos proyectos de infraestructura en el país.

6. Certificado fiscal. Los beneficiarios del presente régimen que en sus proyectos de inversión acrediten fehacientemente un sesenta por ciento (60%) de integración de componente nacional en las instalaciones electromecánicas, excluida la obra civil, o el porcentaje menor que acrediten en la medida que demuestren efectivamente la inexistencia de producción nacional —el que en ningún caso podrá ser inferior al treinta por ciento (30%)—, tendrán derecho a percibir como beneficio adicional un certificado fiscal para ser aplicado al pago de impuestos nacionales, por un valor equivalente al veinte por ciento (20%) del componente nacional de las instalaciones electromecánicas —excluida la obra civil— acreditado.

A partir de la entrada en operación comercial, los sujetos beneficiarios podrán solicitar a la Autoridad de Aplicación, en los plazos y de acuerdo con el procedimiento que se establezca al efecto, la emisión del certificado fiscal, en la medida en que acrediten el porcentaje de componente nacional efectivamente incorporado en el proyecto.

El certificado fiscal contemplado en este inciso será nominativo y podrá ser cedido a terceros una única vez. Podrá ser utilizado por los sujetos beneficiarios o los cesionarios para el pago de la totalidad de los montos a abonar en concepto de Impuesto a las Ganancias, Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta, Impuesto al Valor Agregado, Impuestos Internos, en carácter de saldo de declaración jurada y anticipos, cuya recaudación se encuentra a cargo de la Administración Federal de Ingresos Públicos.

CAPÍTULO II

Segunda Etapa del Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Período 2018-2025.

ARTÍCULO 5° — Se establece como objetivo de la Segunda Etapa del “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica” instituido por la ley 26.190, con las modificaciones introducidas por la presente ley, lograr una contribución de las fuentes renovables de energía hasta alcanzar el veinte por ciento (20%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2025.

ARTÍCULO 6° — Los sujetos que reúnan los requisitos exigidos para ser beneficiarios del régimen instituido por la ley 26.190, con las modificaciones introducidas por la presente ley, cuyos proyectos de inversión tengan principio efectivo de ejecución entre el 1° de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2025, quedarán incluidos en el régimen mencionado y gozarán de los beneficios promocionales previstos en el artículo 9° de la citada ley, modificado por la presente, a partir de la aprobación del proyecto respectivo por parte de la Autoridad de Aplicación, con las modificaciones que se indican a continuación:

1. Para las inversiones realizadas entre el 1° de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2021, inclusive, el beneficio de la devolución anticipada del Impuesto al Valor Agregado se hará efectivo luego de transcurridos como mínimo dos (2) períodos fiscales contados a partir de aquél

en el que se hayan realizado las respectivas inversiones. Para las inversiones realizadas entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2025, inclusive, este beneficio se hará efectivo luego de transcurridos como mínimo tres (3) períodos fiscales contados del mismo modo.

2. Respecto del beneficio de la amortización acelerada en el Impuesto a las Ganancias por las inversiones comprendidas en el presente régimen, los beneficiarios que las realicen podrán optar por practicar las respectivas amortizaciones a partir del período fiscal de habilitación del bien, de acuerdo con las normas previstas en los artículos 83 y 84, según corresponda, de la Ley de Impuesto a las Ganancias (t.o. 1997) y sus modificaciones, o conforme al régimen que se establece a continuación:

2.1. Para inversiones realizadas entre el 1° de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2021, inclusive:

2.1.1. En bienes muebles amortizables adquiridos, elaborados, fabricados o importados en dicho período: como mínimo en cuatro (4) cuotas anuales, iguales y consecutivas.

2.1.2. En obras de infraestructura iniciadas en dicho período: como mínimo en la cantidad de cuotas anuales, iguales y consecutivas que surja de considerar su vida útil reducida al setenta por ciento (70%) de la estimada.

2.2. Para inversiones realizadas entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2025, inclusive:

2.2.1. En bienes muebles amortizables adquiridos, elaborados, fabricados o importados en dicho período: como mínimo en cinco (5) cuotas anuales, iguales y consecutivas.

2.2.2. En obras de infraestructura iniciadas en dicho período: como mínimo en la cantidad de cuotas anuales, iguales y consecutivas que surja de considerar su vida útil reducida al ochenta por ciento (80%) de la estimada.

2.3. Para inversiones realizadas con posterioridad al 1° de enero de 2026, inclusive, por proyectos con principio efectivo de ejecución anterior a dicha fecha:

2.3.1. En bienes muebles amortizables adquiridos, elaborados, fabricados o importados en dicho período: como mínimo en cinco (5) cuotas anuales, iguales y consecutivas.

3. Las disposiciones contenidas en el inciso 1) del artículo 9° de la ley 26.190, con las modificaciones introducidas por esta ley, no modificadas por los incisos 1) y 2) del presente artículo, se aplican en los términos allí previstos.

4. A los efectos de la aplicación de lo dispuesto en los incisos 1), 2) y 3) precedentes, la ley 26.360 y sus normas reglamentarias mantendrán su vigencia hasta la extinción de la Segunda Etapa del “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”, con las modificaciones establecidas en la presente ley.

5. Los beneficios promocionales previstos en los incisos 2), 3), 4), 5) y 6) del artículo 9° de la ley 26.190, modificado por la presente ley, se aplican en los términos allí previstos.

CAPÍTULO III

Fondo Fiduciario para el Desarrollo de Energías Renovables

ARTÍCULO 7° — Créase el Fondo Fiduciario Público denominado “Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables” en adelante, “FODER” o el “Fondo” el que se conformará como un fideicomiso de administración y financiero, que regirá en todo el territorio de la República Argentina con los alcances y limitaciones establecidos en la presente ley y las normas reglamentarias que en su consecuencia dicte el Poder Ejecutivo.

1. Objeto. El Fondo tendrá por objeto la aplicación de los bienes fideicomitados al otorgamiento de préstamos, la realización de aportes de capital y adquisición de todo otro instrumento financiero destinado a la ejecución y financiación de proyectos elegibles a fin de viabilizar la adquisición e instalación de bienes de capital o la fabricación de bienes u obras de infraestructura, en el marco de emprendimientos de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en los términos de la ley 26.190, modificada por la presente.

2. Desígnese al Estado nacional, a través del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, como

fiduciante y fideicomisario del Fondo y al Banco de Inversión y Comercio Exterior como fiduciario.

Serán beneficiarias las personas físicas domiciliadas en la República Argentina y las personas jurídicas constituidas en la República Argentina que sean titulares de un proyecto de inversión con los alcances definidos en el artículo 8° de la ley 26.190 que haya sido aprobado por la Autoridad de Aplicación.

3. Constitúyese el Comité Ejecutivo del “Fondo”, el cual estará integrado por el Secretario de Energía, dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios; el Secretario de Política Económica y Planificación del Desarrollo, dependiente del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas; y el Presidente del Banco de Inversión y Comercio Exterior, quienes podrán designar un miembro suplente con rango no menor a subsecretario o director, según sea el caso.

4. Recursos del Fondo. El FODER contará con un patrimonio que estará constituido por los siguientes bienes fideicomitados:

a) Los recursos provenientes del Tesoro Nacional que le asigne el Estado Nacional a través de la Autoridad de Aplicación, los que no podrán ser anualmente inferiores al cincuenta por ciento (50%) del ahorro efectivo en combustibles fósiles debido a la incorporación de generación a partir de fuentes renovables obtenido en el año previo, de acuerdo a como lo establezca la reglamentación.

b) Cargos específicos a la demanda de energía que se establezcan.

c) El recupero del capital e intereses de las financiaciones otorgadas.

d) Los dividendos o utilidades percibidas por la titularidad de acciones o participaciones en los proyectos elegibles y los ingresos provenientes de su venta.

e) El producido de sus operaciones, la renta, frutos e inversión de los bienes fideicomitados.

f) Los ingresos obtenidos por emisión de valores fiduciarios que emita el fiduciario por cuenta del Fondo. A tales efectos, el Fondo podrá solicitar el aval del Tesoro Nacional en los términos que establezca la reglamentación.

Instrúyese al Jefe de Gabinete de Ministros para que disponga las adecuaciones presupuestarias pertinentes, a través de la reasignación de partidas del Presupuesto Nacional, a los efectos de poner en ejecución lo dispuesto por la presente.

5. Instrumentos. Para el cumplimiento de su objeto, el FODER podrá:

a) Proveer fondos y otorgar facilidades a través de préstamos, adquisición de valores fiduciarios públicos o privados, en la medida que éstos fueran emitidos con el objeto exclusivo de la obtención de financiamiento para proyectos alcanzados por la presente.

b) Realizar aportes de capital en sociedades que lleven a cabo los proyectos y suscribir cualquier otro instrumento de financiamiento que determine la Autoridad de Aplicación, siempre y cuando permitan financiar proyectos con los destinos previstos en la presente ley.

c) Bonificar puntos porcentuales de la tasa de interés de créditos y títulos valores que otorgue o en los cuales intervengan entidades financieras u otros actores en el rol de proveedores de financiamiento. En este caso, el riesgo de crédito será asumido por dichas entidades, las que estarán a cargo de la evaluación de riesgo crediticio. No obstante ello, para el otorgamiento del beneficio se deberá contar con la aprobación de la elegibilidad previa del proyecto por parte del Comité Ejecutivo.

d) Otorgar avales y garantías para respaldar los contratos de compraventa de energía eléctrica a suscribir por la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA) o por la institución que sea designada por la Autoridad de Aplicación en representación del Estado nacional.

Los instrumentos que utilice el FODER para inyectar fondos en los proyectos elegibles podrán estar nominados en pesos o dólares estadounidenses, correspondiendo en este último caso su integración y pago en pesos.

La Autoridad de Aplicación de la presente ley determinará los términos y condiciones de los instrumentos y cómo se administrarán y otorgarán las líneas de crédito y avales o garantías

previstos en este apartado, los cuales deberán ser aprobados por el Comité Ejecutivo.

Los instrumentos deberán otorgarse prioritariamente a los emprendimientos que acrediten fehacientemente mayor porcentaje de integración de componente nacional. A tales efectos, el Fondo bonificará la tasa de interés de acuerdo con lo previsto en el apartado c) solamente a aquellos proyectos que acrediten el porcentaje de integración nacional fijado en el primer párrafo del inciso 6) del artículo 9° de la ley 26.190, modificado por el artículo 4° de la presente, de acuerdo con lo que determine la Autoridad de Aplicación.

6. Tratamiento impositivo. Tanto el FODER como el Fiduciario, en sus operaciones relativas al FODER, estarán eximidos de todos los impuestos, tasas y contribuciones nacionales existentes y a crearse en el futuro. Esta exención contempla los impuestos de las leyes 20.628, 25.063, 25.413 y 23.349 y otros impuestos internos que pudieran corresponder.

7. Autoridad de Aplicación. La Autoridad de Aplicación del Fondo será designada por el Poder Ejecutivo, y estará facultada para dictar las normas reglamentarias, aclaratorias, modificatorias y complementarias que resulten pertinentes y aplicar las sanciones que correspondan. Autorízase a la Autoridad de Aplicación a delegar funciones en una dependencia de rango no menor a Subsecretaría.

8. Facúltase al Ministerio de Economía y Finanzas Públicas a aprobar el Contrato de Fideicomiso, dentro de los treinta (30) días de la publicación de la presente ley en el Boletín Oficial.

9. Facúltase al titular del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas o a quien éste designe en su reemplazo, a suscribir el Contrato de Fideicomiso con el fiduciario.

CAPÍTULO IV

Contribución de los Usuarios de Energía Eléctrica al Cumplimiento de los Objetivos del Régimen de Fomento

ARTÍCULO 8° — Establécese que todos los usuarios de energía eléctrica de la República Argentina deberán contribuir con el cumplimiento de los objetivos fijados en la ley 26.190, modificada por la presente, y en el Capítulo II de esta ley, del modo dispuesto en este Capítulo. A tales efectos, cada sujeto obligado deberá alcanzar la incorporación mínima del ocho por ciento (8%) del total del consumo propio de energía eléctrica, con energía proveniente de las fuentes renovables, al 31 de diciembre de 2017, y del veinte por ciento (20%) al 31 de diciembre de 2025. El cumplimiento de estas obligaciones deberá hacerse en forma gradual, de acuerdo con el siguiente cronograma:

1. Al 31 de diciembre de 2017, deberán alcanzar como mínimo el ocho por ciento (8%) del total del consumo propio de energía eléctrica.
 2. Al 31 de diciembre de 2019, deberán alcanzar como mínimo el doce por ciento (12%) del total del consumo propio de energía eléctrica.
 3. Al 31 de diciembre de 2021, deberán alcanzar como mínimo el dieciséis por ciento (16%) del total del consumo propio de energía eléctrica.
 4. Al 31 de diciembre de 2023, deberán alcanzar como mínimo el dieciocho por ciento (18%) del total del consumo propio de energía eléctrica.
 5. Al 31 de diciembre de 2025, deberán alcanzar como mínimo el veinte por ciento (20%) del total del consumo propio de energía eléctrica.
- El consumo mínimo fijado para la fecha de corte de cada período no podrá ser disminuido en el período siguiente.

ARTÍCULO 9° — Los Grandes Usuarios del Mercado Eléctrico Mayorista y las Grandes Demandas que sean Clientes de los Prestadores del Servicio Público de Distribución o de los Agentes Distribuidores, con demandas de potencia iguales o mayores a trescientos kilovatios (300 kW) deberán cumplir efectiva e individualmente con los objetivos indicados en el artículo precedente. A tales efectos, podrán autogenerar o contratar la compra de energía proveniente de diferentes fuentes renovables de generación a fin de cumplir con lo prescripto en este artículo. La

compra podrá efectuarse al propio generador, a través de una distribuidora que la adquiera en su nombre a un generador, de un comercializador o comprarla directamente a CAMMESA bajo las estipulaciones que, para ello, establezca la Autoridad de Aplicación.

Los contratos suscriptos por los sujetos indicados en el párrafo anterior no podrán fijar un precio promedio mayor a ciento trece dólares estadounidenses o su equivalente en moneda nacional, por cada megavatio-hora comercializado entre las partes (US\$ 113/MWh). Cumplidos dos (2) años desde la entrada en vigencia de la reglamentación de la presente ley y hasta la finalización de la Segunda Etapa del “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”, la Autoridad de Aplicación podrá modificar el precio máximo establecido precedentemente si las condiciones de mercado lo justifican, aplicable para los nuevos contratos que se celebren.

ARTÍCULO 10. — A los efectos de lo establecido en el artículo anterior no son aplicables a los Grandes Usuarios y a las Grandes Demandas comprendidos en el mismo ni a los generadores que utilicen las fuentes renovables de energía, ninguna norma vigente al momento de la entrada en vigencia de la presente ley o que se dicte en el futuro, que de cualquier manera limite, restrinja, impida o prohíba, transitoria o permanentemente, la celebración de los contratos de suministro previstos en el artículo 6° de la ley 24.065.

ARTÍCULO 11. — Por los incumplimientos en las obligaciones de consumo de la porción de energía eléctrica renovable correspondiente a los porcentajes indicados en el artículo 8°, los Grandes Usuarios del Mercado Eléctrico Mayorista y las Grandes Demandas que sean Clientes de los Prestadores del Servicio Público de Distribución o de los Agentes Distribuidores, como penalidad por dicho incumplimiento deberán abonar sus faltantes a un precio equivalente al Costo Variable de Producción de Energía Eléctrica correspondiente a la generación cuya fuente de combustible sea gasoil de origen importado, calculado como el promedio ponderado de los doce (12) meses del año calendario anterior a la fecha de incumplimiento.

El monto a aplicar como penalidad será determinado por la Autoridad de Aplicación. La reglamentación establecerá el procedimiento a seguir para determinar la existencia del incumplimiento y, en su caso, la aplicación de la penalidad, respetando el derecho de defensa de los sujetos obligados.

ARTÍCULO 12. — A los efectos del cumplimiento de los objetivos fijados en el artículo 8° por parte de toda la demanda de potencia menor a trescientos kilovatios (300 kW), la Autoridad de Aplicación dispondrá las medidas que sean conducentes para la incorporación al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), de nuevas ofertas de energía eléctrica de fuentes renovables que permitan alcanzar los porcentajes y los plazos establecidos en el citado artículo.

Asimismo, la Autoridad de Aplicación instruirá a CAMMESA o al ente que considere pertinente a diversificar la matriz de energías renovables a fin de viabilizar el desarrollo de distintas tecnologías y la diversificación geográfica de los emprendimientos y aprovechar el potencial del país en la materia. A los efectos indicados, no será de aplicación a los contratos de compraventa de energía eléctrica de fuentes renovables que celebren CAMMESA o el ente que considere pertinente la Autoridad de Aplicación el precio máximo establecido en el segundo párrafo del artículo 9° ni el que en el futuro lo reemplace por decisión de la Autoridad de Aplicación.

La energía eléctrica de fuentes renovables proveniente de los contratos de abastecimiento existentes a la fecha de entrada en vigencia de la presente ley, será considerada como parte del cumplimiento de este objetivo.

CAPÍTULO V

Incrementos Fiscales

ARTÍCULO 13. — Los beneficiarios del régimen instituido por la ley 26.190, con las modificaciones introducidas por la presente ley, cualquiera sea la fecha en que sus proyectos se inicien y desarrollen, podrán trasladar al precio pactado en los contratos de abastecimiento de energía renovable celebrados, los mayores costos derivados de incrementos de impuestos, tasas, contribuciones o cargos nacionales, provinciales, municipales o de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires producidas con posterioridad a la celebración de dichos contratos.

En los contratos celebrados por CAMMESA o por el ente designado por la Autoridad de Aplicación, el generador tendrá derecho a solicitar el reconocimiento de un nuevo precio de la energía suministrada cuando se produzcan incrementos en impuestos, tasas, contribuciones o cargos nacionales, provinciales, municipales o de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. A tales efectos, deberá suministrar a CAMMESA o al ente designado por la Autoridad de Aplicación, antes del último día hábil de cada mes, la información necesaria para evaluar el ajuste del valor de la energía suministrada.

CAPÍTULO VI

Régimen de Importaciones

ARTÍCULO 14. — Los sujetos titulares de todos los proyectos de inversión que reúnan los requisitos exigidos para ser beneficiarios del régimen instituido en la ley 26.190, con las modificaciones introducidas por la presente ley, cualquiera sea la fecha en que se inicien y desarrollen, estarán exentos del pago de los derechos a la importación y de todo otro derecho, impuesto especial, gravamen correlativo o tasa de estadística, con exclusión de las demás tasas retributivas de servicios, por la introducción de bienes de capital, equipos especiales o partes o elementos componentes de dichos bienes, nuevos en todos los casos, y de los insumos determinados por la Autoridad de Aplicación, que fueren necesarios para la ejecución del proyecto de inversión.

Las exenciones o la consolidación de los derechos y gravámenes se extenderán a los repuestos y accesorios nuevos necesarios para garantizar la puesta en marcha y desenvolvimiento de la actividad, los que estarán sujetos a la respectiva comprobación de destino, el que deberá responder al proyecto que motivó dichos requerimientos.

Las exenciones o la consolidación de los derechos y gravámenes se extenderán también a la importación de bienes de capital, partes, componentes e insumos destinados a la producción de equipamiento de generación eléctrica de fuente renovable y a bienes intermedios en la cadena de valor de fabricación de equipamiento de generación eléctrica de fuente renovable tanto cuando su destino sea la venta dentro del país como la exportación, siempre que se acredite que no existe producción nacional de los bienes a importar. La Autoridad de Aplicación determinará la forma de dar cumplimiento a la acreditación requerida.

ARTÍCULO 15. — Los bienes de capital, partes, accesorios e insumos que se introduzcan al amparo de la liberación de los derechos y gravámenes establecida en el artículo anterior, sólo podrán ser enajenados, transferidos o desafectados de la actividad objeto del beneficio, una vez concluido el ciclo de la actividad que motivó su importación o su vida útil si fuera menor. En caso de ser reexportada o transferida a una actividad no comprendida en este régimen, deberá procederse al pago de los derechos, impuestos y gravámenes que correspondan a ese momento.

ARTÍCULO 16. — Los beneficios establecidos en el presente Capítulo tendrán vigencia hasta el 31 de diciembre de 2017.

CAPÍTULO VII

Acceso y Utilización de Fuentes Renovables de Energía

ARTÍCULO 17. — El acceso y la utilización de las fuentes renovables de energía incluidas en el artículo 4° de la ley 26.190, modificado por la presente ley, no estarán gravados o alcanzados por ningún tipo de tributo específico, canon o regalías, sean nacionales, provinciales, municipales o de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, hasta el 31 de diciembre de 2025. Lo dispuesto en el párrafo anterior no obsta a la percepción de canon o contraprestación equivalente por el uso de tierras fiscales en las que se instalen los emprendimientos.

CAPÍTULO VIII

Energía Eléctrica Proveniente de Recursos Renovables Intermitentes

ARTÍCULO 18. — La energía eléctrica proveniente de recursos renovables intermitentes tendrá, para su despacho eléctrico, un tratamiento similar al recibido por las centrales hidroeléctricas de pasada.

ARTÍCULO 19. — No será exigencia el respaldo físico de potencia de la autogeneración con energía renovable ni de los contratos de energía renovable que celebren los sujetos comprendidos en el artículo 9° de esta ley.

La Autoridad de Aplicación dispondrá de los mecanismos para asegurar la reserva de potencia asociada a la generación renovable, cuyo costo será soportado por todo el sistema.

CAPÍTULO IX

Cláusulas Complementarias

ARTÍCULO 20. — La Autoridad de Aplicación deberá difundir del modo más amplio posible la información correspondiente a las ofertas de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables de energía.

ARTÍCULO 21. — Invítase a las provincias y a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a adherir a la presente ley y a dictar en sus respectivas jurisdicciones, aquellas que aún no lo hayan hecho, su propia legislación destinada a promover la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables de energía.

En la ley de adhesión, las provincias deberán invitar expresamente a las municipalidades de sus respectivas jurisdicciones a adherir a la presente y a dictar la legislación pertinente con la finalidad de promoción indicada en el párrafo anterior.

ARTÍCULO 22. — Comuníquese al Poder Ejecutivo nacional.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONGRESO ARGENTINO, EN BUENOS AIRES, A LOS VEINTITRÉS DÍAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO DOS MIL QUINCE.

— REGISTRADO BAJO EL N° 27191 —

AMADO BOUDOU. — JULIÁN A. DOMÍNGUEZ. — Juan H. Estrada. — Lucas Chedrese.

Lev 27.424/2017 Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

ARTÍCULO 1°.- La presente ley tiene por objeto fijar las políticas y establecer las condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red, y establecer la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades propias de las provincias.

ARTÍCULO 2°.- Declárase de interés nacional la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables con destino al autoconsumo y a la inyección de eventuales excedentes de energía eléctrica a la red de distribución, todo ello bajo las pautas técnicas que fije la reglamentación en línea con la planificación eléctrica federal, considerando como objetivos la eficiencia energética, la reducción de pérdidas en el sistema interconectado, la potencial reducción de costos para el sistema eléctrico en su conjunto, la protección ambiental prevista en el artículo 41 de la Constitución Nacional y la protección de los derechos de los usuarios en cuanto a la equidad, no discriminación y libre acceso en los servicios e instalaciones de transporte y distribución de electricidad.

ARTÍCULO 3°.- A los efectos de la presente ley, se denomina:

- a) Balance neto de facturación: al sistema que compensa en la facturación los costos de la energía eléctrica demandada con el valor de la energía eléctrica inyectada a la red de distribución conforme el sistema de facturación que establezca la reglamentación;
- b) Energía demandada: a la energía eléctrica efectivamente tomada desde la red de distribución en el punto de suministro del domicilio del usuario-generador;
- c) Energía inyectada: a la energía eléctrica efectivamente entregada a la red de distribución en el punto de suministro del domicilio del usuario-generador, de acuerdo al principio de libre acceso establecido en la ley 24.065, artículo 56, inciso e);
- d) Ente regulador jurisdiccional: al ente regulador, o autoridad de control, encargado de controlar la actividad de los prestadores del servicio público de distribución de energía eléctrica en cada jurisdicción;
- e) Equipos de generación distribuida: a los equipamientos y sistemas destinados a la transformación de la energía primaria de fuentes renovables en energía eléctrica para autoconsumo, y que se conectan con la red de distribución a fin de inyectar a dicha red el potencial excedente de energía generada;
- f) Equipo de medición: al sistema de medición de energía eléctrica homologado por la autoridad competente que debe ser instalado a los fines de medir la energía demandada, generada y/o inyectada a la red de distribución por el usuario-generador, siendo dichas mediciones almacenadas independientemente para su posterior lectura;
- g) Fuentes de energías renovables: a las fuentes de energía establecidas en el artículo 2° de la ley 27.191, Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica;
- h) Generación distribuida: a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, por usuarios del servicio público de distribución que estén conectados a la red del prestador del servicio y reúnan los requisitos técnicos que establezca la regulación para inyectar a dicha red pública los excedentes del autoconsumo;
- i) Prestador del servicio público de distribución de energía eléctrica o distribuidor: a la figura

creada por el artículo 9° de la ley 24.065, Régimen de Energía Eléctrica, responsable de abastecer la demanda eléctrica de usuarios finales en su zona de competencia; j) Usuario-generador: al usuario del servicio público de distribución que disponga de equipamiento de generación de energía de fuentes renovables en los términos del inciso h) precedente y que reúna los requisitos técnicos para inyectar a dicha red los excedentes del autoconsumo en los términos que establece la presente ley y su reglamentación. No están comprendidos los grandes usuarios o autogeneradores del mercado eléctrico mayorista.

ARTÍCULO 4°.- Todo usuario de la red de distribución tiene derecho a instalar equipamiento para la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables hasta una potencia equivalente a la que éste tiene contratada con el distribuidor para su demanda, siempre que ésta se encuentre en el marco del artículo 6° de la presente ley y cuente con la autorización requerida.

El usuario de la red de distribución que requiera instalar una potencia mayor a la que tenga contratada para su demanda deberá solicitar una autorización especial ante el distribuidor, conforme lo defina la reglamentación de la presente.

ARTÍCULO 5°.- Todo usuario-generador tiene derecho a generar para autoconsumo energía eléctrica a partir de fuentes renovables y a inyectar sus excedentes de energía eléctrica a la red de distribución reuniendo los requisitos técnicos que establezca la reglamentación.

ARTÍCULO 6°.- A los fines de la presente ley, la reglamentación establecerá diferentes categorías de usuario-generador en función de la magnitud de potencia de demanda contratada y capacidad de generación a instalar.

ARTÍCULO 7°.- A partir de la sanción de la presente, todo proyecto de construcción de edificios públicos nacionales deberá contemplar la utilización de algún sistema de generación distribuida proveniente de fuentes renovables, conforme al aprovechamiento que pueda realizarse en la zona donde se ubique, previo estudio de su impacto ambiental en caso de corresponder, conforme a la normativa aplicable en la respectiva jurisdicción.

La autoridad de aplicación efectuará un estudio gradual de los edificios públicos nacionales existentes y propondrá al organismo del que dependen la incorporación de un sistema de eficiencia energética, incluyendo capacidad de generación distribuida a partir de fuentes renovables de acuerdo a los mecanismos aquí previstos.

CAPÍTULO II Autorización de conexión

ARTÍCULO 8°.- La conexión del equipamiento para la generación distribuida de origen renovable por parte del usuario-generador, para su autoconsumo con inyección de sus excedentes a la red, deberá contar con previa autorización. La misma será solicitada por el usuario-generador al distribuidor. El distribuidor deberá expedirse en el mismo plazo que la reglamentación local establezca para la solicitud de medidores y no podrá rechazar la solicitud si se tratare de instalación de equipos certificados. Cumplido el plazo o rechazada la solicitud, el usuario-generador podrá dirigir el reclamo al ente regulador jurisdiccional.

ARTÍCULO 9°.- Para el otorgamiento de las autorizaciones previstas en este capítulo el ente regulador jurisdiccional dispondrá la realización por el distribuidor de una evaluación técnica y de seguridad de la propuesta de instalación de equipos de generación distribuida del interesado, la que deberá ajustarse a la reglamentación de la presente. La misma deberá formalizarse dentro de los plazos previstos en cada jurisdicción para la instalación de medidores.

La reglamentación contemplará las medidas que deberán verificarse a efectos de garantizar la seguridad de las personas y de los bienes, así como la seguridad y continuidad del servicio suministrado por el distribuidor de energía eléctrica. En todos los casos deberá garantizarse al usuario-generador su participación en el proceso de autorización, por sí o a través del técnico que autorice.

ARTÍCULO 10.- Una vez aprobada la evaluación técnica, el usuario-generador y el distribuidor suscribirán un contrato de generación eléctrica bajo la modalidad distribuida de acuerdo a los lineamientos generales que determine la reglamentación de la presente. Se contemplará en el instrumento cualquier bonificación adicional que recibirá por el ahorro de consumo, por la energía que utilizará en los períodos que no inyecte a la red, como así también la forma en que se determinará el valor de su aporte a la red.

ARTÍCULO 11.- Una vez obtenida la autorización por parte del usuario-generador, el distribuidor realizará la conexión e instalación del equipo de medición y habilitará la instalación para inyectar energía a la red de distribución. Los costos del equipo de medición, su instalación y las obras necesarias para permitir la conexión a la red deberán ser solventados por el usuario-generador siempre que aquellos no constituyan una obligación de los distribuidores en el marco de la ley 24.065 y/o de los respectivos contratos de concesión. Los mismos no podrán significar costos adicionales para los demás usuarios conectados a la misma red de distribución.

El costo del servicio de instalación y conexión, en ningún caso podrá exceder el arancel fijado para cambio o instalación de medidor tal como la solicitud de un nuevo suministro o de un cambio de tarifa.

En caso de controversias, el usuario-generador podrá dirigir el reclamo al ente regulador jurisdiccional.

CAPÍTULO III Esquema de facturación

ARTÍCULO 12.- Cada distribuidor efectuará el cálculo de compensación y administrará la remuneración por la energía inyectada a la red producto de la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables bajo el modelo de balance neto de facturación en base a los siguientes lineamientos:

- a) El usuario-generador recibirá una tarifa de inyección por cada kilowatt-hora que entregue a la red de distribución. El precio de la tarifa de inyección será establecido por la reglamentación de manera acorde al precio estacional correspondiente a cada tipo de usuario que deben pagar los distribuidores en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) conforme el artículo 36 de la ley 24.065, y sus reglamentaciones;
- b) El valor de la tarifa de inyección de cada usuario-generador regirá a partir del momento de la instalación y conexión por parte del distribuidor del equipo de medición correspondiente;
- c) El distribuidor reflejará en la facturación que usualmente emite por el servicio de energía eléctrica prestado al usuario-generador, tanto el volumen de la energía demandada como el de la energía inyectada por el usuario-generador a la red, y los precios correspondientes a cada uno por kilowatt-hora. El valor a pagar por el usuario-generador será el resultante del cálculo neto entre el valor monetario de la energía demandada y el de la energía inyectada antes de impuestos. No podrán efectuarse cargos impositivos adicionales sobre la energía aportada al sistema por parte del usuario-generador. Facúltase a la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) a dictar las normas complementarias necesarias para instrumentar y regular los aspectos impositivos correspondientes a lo establecido en el presente inciso;
- d) Si existiese un excedente monetario por los kilowatt-hora inyectados a favor del usuario-

generador, el mismo configurará un crédito para la facturación de los periodos siguientes. De persistir dicho crédito, el usuario-generador podrá solicitar al distribuidor la retribución del saldo favorable que pudiera haberse acumulado en un plazo a determinar por la reglamentación, que no será superior a seis (6) meses. El procedimiento para la obtención del mismo será definido en la reglamentación de la presente;

e) En el caso de un usuario-generador identificado como consorcio de copropietarios de propiedad horizontal o conjunto inmobiliario, el crédito será de titularidad de dicho consorcio de copropietarios o conjunto inmobiliario;

f) Mediante la reglamentación se establecerán mecanismos y condiciones para cesión o transferencia de los créditos provenientes de la inyección de energía entre usuarios de un mismo distribuidor.

El distribuidor no podrá añadir ningún tipo de cargo adicional por mantenimiento de red, peaje de acceso, respaldo eléctrico o cualquier otro concepto asociado a la instalación de equipos de generación distribuida.

CAPÍTULO IV Autoridad de aplicación

ARTÍCULO 13.- La autoridad de aplicación será designada por el Poder Ejecutivo nacional y tendrá las siguientes funciones:

- a) Establecer las normas técnicas y administrativas necesarias para la aprobación de proyectos de generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables por parte del usuario-generador. Para elaborar las normas técnicas deberá contemplar, como mínimo: la seguridad de las personas y los bienes, la continuidad y calidad del servicio, la calidad del producto y la potencia permitida para cada usuario-generador definiendo su método de cálculo. En todos los casos tanto las normas para la regulación y certificación de equipos como las locales que fijen los requerimientos a los instaladores serán basadas en las disposiciones IRAM o similares;
- b) Establecer las normas y lineamientos para la autorización de conexión a la red que será solicitada por el usuario-generador al distribuidor;
- c) Establecer los requisitos y plazos relativos a la información que deberá suministrar el distribuidor y/o ente regulador jurisdiccional;
- d) Desempeñarse como fiduciante de acuerdo a lo dispuesto por el capítulo V de la presente;
- e) Elaborar conjuntamente con otros ministerios políticas activas para promover el fomento de la industria nacional de equipamiento para la generación distribuida a partir de energías renovables, como para la adquisición e instalación de equipamiento por parte de los usuarios-generadores;
- f) Promover la radicación de industrias para la fabricación de equipamiento para la generación distribuida a partir de fuentes renovables en agrupamientos industriales existentes o a crearse;
- g) Establecer en conjunto con otros ministerios la política de capacitación y formación que requiera la industria;
- h) Establecer el valor de la tarifa de inyección;
- i) Aplicar mediante la reglamentación los beneficios promocionales apropiados para el desarrollo de la generación distribuida conforme lo establecido en el Capítulo VI;
- j) Establecer los lineamientos generales de los contratos de generación eléctrica bajo la modalidad distribuida a los que deberán suscribir el distribuidor y el usuario-generador;
- k) Establecer a través de normas IRAM o similares, los criterios atinentes a la certificación de equipos y sistemas de generación distribuida teniendo en cuenta su calidad, instalación y rendimiento;
- l) Evaluar el diseño y ejecución de un programa para la implementación de generación distribuida en los edificios públicos nacionales, estableciendo el aporte mínimo obligatorio de los sistemas a instalar;
- m) Establecer mecanismos y condiciones para cesión o transferencia de los créditos provenientes de la inyección de energía entre usuarios de una misma red de distribución;
- n) Establecer los mecanismos para adecuar a la presente ley la situación de aquellos

equipamientos de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables que, al momento de entrada en vigencia de ésta, se encontraran ya integrados a la red de distribución.

ARTÍCULO 14.- Corresponderá a los entes reguladores jurisdiccionales fiscalizar en sus áreas de competencia el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la presente ley.

ARTÍCULO 15.- La presente ley, sus reglamentaciones, las normas técnicas como así también los requerimientos que establezca con carácter general la autoridad de aplicación regirán en todo el territorio nacional. Las disposiciones locales jurisdiccionales que se dicten deberán procurar no alterar la normal prestación en el Sistema Interconectado Nacional y en el Mercado Eléctrico Mayorista.

CAPÍTULO V

Fondo Fiduciario para el Desarrollo de la Generación Distribuida

ARTÍCULO 16.- Créase el fondo fiduciario público denominado Fondo para la Generación Distribuida de Energías Renovables en adelante, FODIS o el Fondo el que se conformará como un fideicomiso de administración y financiero, que regirá en todo el territorio de la República Argentina con los alcances y limitaciones establecidos en la presente ley y las normas reglamentarias que en su consecuencia dicte el Poder Ejecutivo.

ARTÍCULO 17.- El Fondo tendrá por objeto la aplicación de los bienes fideicomitados al otorgamiento de préstamos, incentivos, garantías, la realización de aportes de capital y adquisición de otros instrumentos financieros, todos ellos destinados a la implementación de sistemas de generación distribuida a partir de fuentes renovables.

ARTÍCULO 18.- Designase al Estado nacional, a través de la autoridad de aplicación, como fiduciante y fideicomisario del Fondo y el banco público seleccionado por el fiduciante como fiduciario.

Serán beneficiarias las personas humanas domiciliadas en la República Argentina y las personas jurídicas registradas en el país cuyos proyectos de generación distribuida hayan obtenido aprobación por parte de las autoridades del Fondo y que cumplan con lo establecido en la reglamentación de la presente.

ARTÍCULO 19.- El FODIS contará con un patrimonio que estará constituido por los siguientes bienes fideicomitados:

a) Los recursos provenientes del presupuesto nacional aprobado anualmente por el Congreso de la Nación, los que no podrán ser inferiores al cincuenta por ciento (50%) del ahorro efectivo en combustibles fósiles debido a la incorporación de generación distribuida a partir de fuentes renovables obtenido en el año previo, de acuerdo a la estimación que efectúe la autoridad de aplicación;

b) El recupero del capital e intereses de las financiaciones otorgadas;

c) El producido de sus operaciones, la renta, frutos e inversión de los bienes fideicomitados, las contribuciones, subsidios, legados o donaciones que sean aceptadas por el FODIS;

d) Los recursos provenientes de aportes de organismos multilaterales de crédito;

e) Los ingresos obtenidos por emisión de valores fiduciarios que emita el fiduciario por cuenta del Fondo. A tales efectos, el Fondo podrá solicitar el aval del Tesoro nacional en los términos que establezca la reglamentación.

Para el primer año de entrada en vigencia de la presente ley se destinará al FODIS un presupuesto de pesos quinientos millones (\$ 500.000.000). El Jefe de Gabinete de Ministros dispondrá las adecuaciones presupuestarias pertinentes a los efectos de poner en ejecución lo aquí dispuesto, a través de la reasignación de partidas del presupuesto nacional correspondientes al año de entrada

en vigencia de la presente. Déjase establecido que a partir del segundo año de vigencia del presente régimen, se deberán incluir en el cupo total de asignación presupuestaria los montos que fueran otorgados en el año inmediato anterior y que resulten necesarios para la continuidad o finalización de los proyectos aprobados y en ejecución.

ARTÍCULO 20.- En cualquier momento durante la vigencia del FODIS, las partes del contrato de fideicomiso podrán estructurarlo mediante distintos fideicomisos públicos, integrados, con los bienes fideicomitados previstos en el artículo anterior, con el siguiente destino específico y exclusivo:

- a) Financiar los instrumentos establecidos en el artículo 21 y garantizar el cobro de los mismos;
- b) Garantizar el repago de financiaciones otorgadas por terceros conforme a la presente; y c) Emitir valores representativos de deuda.

Los bienes fideicomitados que integren dichos fideicomisos no podrán aplicarse al pago de obligaciones distintas a las previstas en cada uno de ellos, garantizando la separación de los patrimonios para resguardar la correcta actuación del FODIS en cumplimiento de sus fines.

ARTÍCULO 21.- Para el cumplimiento de su objeto, el FODIS podrá implementar los instrumentos que se enumeran a continuación, con el fin de viabilizar la adquisición e instalación de bienes de capital previstos en la presente ley:

- a) Proveer fondos y otorgar facilidades a través de préstamos;
- b) Bonificar o subsidiar puntos porcentuales de la tasa de interés de créditos que otorgue o en los cuales intervengan entidades financieras u otros proveedores de financiamiento. En este caso, el riesgo de crédito será asumido por dichas entidades, las que estarán a cargo de la evaluación de riesgo crediticio;
- c) Otorgar incentivos a la inyección de energía generada a partir de fuentes renovables y/o bonificaciones para la adquisición de sistemas de generación distribuida a partir de energía renovable que se establezcan en la reglamentación.
- d) Financiar actividades de difusión, investigación y desarrollo relacionadas a las posibles aplicaciones de este tipo de tecnologías. Se otorgará preferencia en la asignación de financiamiento a aquellos emprendimientos de investigación que se encuentren radicados en regiones del país con menor desarrollo relativo.

ARTÍCULO 22.- Tanto el FODIS como el fiduciario, en sus operaciones relativas al FODIS, como así también los débitos y/o créditos correspondientes a las cuentas utilizadas por los fondos fiduciarios públicos que se estructuran en el marco del FODIS y al fiduciario en sus operaciones relativas a dichas cuentas, estarán eximidos de todos los impuestos, tasas y contribuciones nacionales existentes y a crearse en el futuro. Esta exención contempla los impuestos de las leyes 20.628, 25.063, 25.413 y 23.349 y otros impuestos internos que pudieran corresponder.

ARTÍCULO 23.- La autoridad de aplicación estará facultada para dictar las normas reglamentarias, aclaratorias, modificatorias y complementarias que resulten pertinentes para la administración del Fondo, y de aplicar las sanciones que correspondan, así como también de reemplazar al fiduciario.

ARTÍCULO 24.- Facúltase a la autoridad de aplicación a suscribir el contrato de fideicomiso con el fiduciario.

CAPÍTULO VI Beneficios promocionales

ARTÍCULO 25.- La autoridad de aplicación establecerá los instrumentos, incentivos y beneficios a fin de promocionar la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, los que se implementarán a través del FODIS, correspondiendo a los usuarios-generadores que acrediten fehacientemente el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente ley y sus reglamentaciones.

La definición de dichos instrumentos, incentivos y beneficios se realizará teniendo en cuenta, entre otros, los criterios siguientes: el costo de la energía generada y/o inyectada, la potencia instalada, el valor de mercado de los equipamientos, diferenciación por tecnologías, diferencia horaria y/o condiciones regionales.

ARTÍCULO 26.- El Fondo establecerá beneficios promocionales en forma de bonificación sobre el costo de capital para adquisición de sistemas de generación distribuida de fuentes renovables. Dicha bonificación será establecida en función de la potencia a instalar según lo establezca la reglamentación de la presente para cada tecnología. Al menos un tercio de los montos afectados a los instrumentos, incentivos y beneficios que establezca deberán destinarse a emprendimientos residenciales de vivienda unifamiliar, pudiendo afectarse el sobrante no utilizado el próximo ejercicio fiscal a otros fines.

ARTÍCULO 27.- El Fondo deberá instrumentar un precio adicional de incentivo respecto de la energía generada a partir de fuentes renovables, independientemente de la tarifa de inyección establecida en la presente. Dicho precio de incentivo será fijado por tiempo limitado y sus valores ajustados de acuerdo a lo que se establezca en la reglamentación y normas complementarias, en base a los costos evitados para el sistema eléctrico en su conjunto. Este precio de incentivo será fijado de manera proporcional para todos los aportantes al sistema conforme la energía generada y no podrá afectar en más de un veinte por ciento (20%) los recursos del Fondo.

ARTÍCULO 28.- La autoridad de aplicación podrá instrumentar un beneficio promocional en forma de certificado de crédito fiscal para ser aplicado al pago de impuestos nacionales, por un valor a establecer a través de la reglamentación de la presente y teniendo en cuenta los criterios indicados en el artículo anterior. El monto total del certificado de crédito fiscal no podrá superar en ningún caso el cincuenta por ciento (50%) del costo de combustible fósil desplazado durante la vida útil del sistema de generación distribuida, de acuerdo a la estimación que efectúe la autoridad de aplicación.

El certificado de crédito fiscal será nominativo e intransferible, pudiendo ser aplicado por los beneficiarios al pago de la totalidad de los montos a abonar en concepto de impuesto a las ganancias, impuesto a la ganancia mínima presunta, impuesto al valor agregado, impuestos internos, en carácter de saldo de declaración jurada y anticipos, cuya recaudación se encuentra a cargo de la Administración Federal de Ingresos Públicos.

Se establece para el ejercicio del año de entrada en vigencia de la presente ley un cupo fiscal de pesos doscientos millones (\$ 200.000.000) para ser asignado a los beneficios promocionales previstos en el presente artículo. Los beneficios serán asignados de acuerdo con el procedimiento que establezca la reglamentación a tal efecto.

En caso que el cupo fiscal previsto en el párrafo anterior no sea asignado en su totalidad en el ejercicio de entrada en vigencia de la presente, el mismo se transferirá automáticamente al siguiente ejercicio.

ARTÍCULO 29.- La autoridad de aplicación establecerá beneficios diferenciales prioritarios para la adquisición de equipamiento de generación distribuida a partir de fuentes renovables de fabricación nacional, siempre y cuando los mismos cumplan con los requisitos de integración de valor agregado nacional que establezca la reglamentación. En estos casos, los beneficios se

establecerán tomando como base, el porcentaje de valor agregado nacional y serán como mínimo un veinte por ciento (20%) superiores a lo establecido mediante el régimen general.

ARTÍCULO 30.- La vigencia del régimen de promoción se establece por doce (12) años a contar desde la reglamentación, con independencia de los plazos crediticios que sean establecidos por la autoridad de aplicación, prorrogables por igual término por el Poder Ejecutivo nacional.

ARTÍCULO 31.- No podrán acogerse a los instrumentos y beneficios promocionales que disponga el FODIS mencionados en el presente capítulo las personas que se encuentren dentro de alguna de las siguientes situaciones:

- a) Declarados en estado de quiebra, respecto de los cuales no se haya dispuesto la continuidad de la explotación, conforme a lo establecido en la ley 24.522 y sus modificaciones, según corresponda;
- b) Querellados o denunciados penalmente por la entonces Dirección General Impositiva, dependiente de la ex Secretaría de Hacienda del entonces Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, o la Administración Federal de Ingresos Públicos, entidad autárquica en el ámbito del Ministerio de Economía y Producción, con fundamento en la ley 24.769 y sus modificaciones, según corresponda, a cuyo respecto se haya formulado el correspondiente requerimiento fiscal de elevación a juicio con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente ley y se encuentren procesados;
- c) Denunciados formalmente o querellados penalmente por delitos comunes que tengan conexión con el incumplimiento de sus obligaciones tributarias o la de terceros, a cuyo respecto se haya formulado el correspondiente requerimiento fiscal de elevación a juicio con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente ley y se encuentren procesados;
- d) Las personas jurídicas, —incluidas las cooperativas— en las que, según corresponda, sus socios, administradores, directores, síndicos, miembros de consejos de vigilancia, o quienes ocupen cargos equivalentes en las mismas, hayan sido denunciados formalmente o querellados penalmente por delitos comunes que tengan conexión con el incumplimiento de sus obligaciones tributarias o la de terceros, a cuyo respecto se haya formulado el correspondiente requerimiento fiscal de elevación a juicio con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente ley y se encuentren procesados.

El acaecimiento de cualquiera de las circunstancias mencionadas en los incisos precedentes, producido con posterioridad al acogimiento al presente régimen, será causa de caducidad total del tratamiento acordado en el mismo.

CAPÍTULO VII

Régimen de fomento de la industria nacional

ARTÍCULO 32.- Créase el Régimen de Fomento para la Fabricación Nacional de Sistemas, Equipos e Insumos para Generación Distribuida a partir de fuentes renovables, en adelante FANSIGED, en la órbita del Ministerio de Producción u organismo que lo reemplace en el futuro.

El presente Régimen es de aplicación en todo el territorio de la República Argentina y tendrá vigencia por diez (10) años a partir de la sanción de la presente, prorrogables por igual término por el Poder Ejecutivo nacional.

ARTÍCULO 33.- Las actividades comprendidas en el FANSIGED son: investigación, diseño, desarrollo, inversión en bienes de capital, producción, certificación y servicios de instalación para la generación distribuida de energía a partir de fuentes renovables.

ARTÍCULO 34.- Son integrantes del FANSIGED los siguientes instrumentos, incentivos y beneficios:

- a) Certificado de crédito fiscal sobre la inversión en investigación y desarrollo, diseño, bienes de capital, certificación para empresas fabricantes. El mismo será de carácter nominativo y transferible por única vez y tendrá una vigencia de cinco (5) años contados a partir de su emisión. El certificado de crédito fiscal será aplicado al pago de impuestos nacionales, por la totalidad de los montos a abonar en concepto de impuesto a las ganancias, impuesto a la ganancia mínima presunta, impuesto al valor agregado, impuestos internos, con excepción de aquellos gravámenes con destino a la seguridad social, en carácter de saldo de declaración jurada y anticipos, cuya recaudación se encuentra a cargo de la Administración Federal de Ingresos Públicos, por un valor a establecer a través de la reglamentación de la presente. El certificado de crédito fiscal no podrá aplicarse al pago de deudas anteriores a la fecha de emisión del mismo. Los eventuales saldos a favor no darán lugar a reintegros o devoluciones por parte del Estado nacional;
- b) Amortización acelerada del impuesto a las ganancias, por la adquisición de bienes de capital para la fabricación de equipos e insumos destinados a la generación distribuida de energía a partir de fuentes renovables, con excepción de automóviles. Dichas amortizaciones serán practicadas a partir del período fiscal de habilitación del bien, de acuerdo con las normas previstas en el artículo 84 de la Ley de Impuesto a las Ganancias, texto ordenado en 1997 y sus modificaciones, en las condiciones que fije la reglamentación;
- c) Devolución anticipada del impuesto al valor agregado por la adquisición de los bienes aludidos en el inciso b). Será acreditado contra otros impuestos a cargo de la Administración Federal de Ingresos Públicos, en el plazo, las condiciones y las garantías que establezca la reglamentación de la presente ley;
- d) Acceso a financiamiento de la inversión con tasas preferenciales. La autoridad de aplicación pondrá a disposición las líneas de financiamiento FONAPYME Inversión Productiva, FONDEAR Energías Renovables, y las líneas de inversión productivas impulsadas por el Ministerio de Producción o el órgano que un futuro lo reemplace. Los requisitos para el acceso a las líneas de financiamiento antes mencionadas serán aquellos definidos en las bases y condiciones de las mismas;
- e) Acceso al Programa de Desarrollo de Proveedores, con el objetivo de fortalecer las capacidades del sector productivo, a través de la promoción de inversiones, la mejora en la gestión productiva de las empresas, el incremento de la capacidad innovativa, la modernización tecnológica, con el propósito de sustituir importaciones y promover la generación de empleo calificado. Las empresas que cumplan con los criterios del Programa podrán acceder a sus líneas de beneficios de asistencia financiera a tasa subsidiada, asistencia técnica y aportes no reembolsables.

La autoridad de aplicación establecerá el porcentaje mínimo de composición de materias primas e insumos nacionales exigibles para los beneficiarios de este régimen, no pudiendo ser menores al veinticinco por ciento (25%) durante los primeros tres (3) años de vigencia de la ley y de un cuarenta por ciento (40%) a posteriori.

ARTÍCULO 35.- Podrán adherir al presente régimen las micro, pequeñas y medianas empresas constituidas en la República Argentina que desarrollen como actividad principal alguna de las incluidas en el artículo 33 de la presente ley.

Quedan excluidas de los beneficios establecidos en los incisos a), b) y c) del artículo 34, las medianas empresas tramo dos según la ley 25.300 y sus modificatorias; y las personas jurídicas, constituidas conforme las leyes societarias de la Nación Argentina o del extranjero, cuyo capital social, en proporción superior al veinticinco por ciento (25%), sea de titularidad de personas físicas o jurídicas de nacionalidad extranjera.

ARTÍCULO 36.- El FANSIGED contará con un cupo fiscal anual para la asignación del beneficio de certificado de crédito fiscal según lo que la ley de presupuesto general de la administración nacional fije a tal fin.

Se establece para el ejercicio del año de entrada en vigencia de la presente ley un cupo fiscal de pesos doscientos millones (\$ 200.000.000) para ser asignado a los beneficios promocionales

previstos en el presente capítulo. Los beneficios serán asignados de acuerdo con el procedimiento que establezca la reglamentación a tal efecto.

En caso que el cupo fiscal previsto en el párrafo anterior no sea asignado en su totalidad en el ejercicio de entrada en vigencia de la presente, el mismo se transferirá automáticamente al ejercicio siguiente.

ARTÍCULO 37.- Los beneficios otorgados en dicho régimen se entregarán bajo la condición de aprobación de los estándares de seguridad y calidad establecidos en la reglamentación de la presente. El incumplimiento de las condiciones establecidas en el presente párrafo dará lugar a la pérdida de los beneficios y a la restitución de los fondos asignados más sus intereses.

CAPÍTULO VIII Régimen sancionatorio

ARTÍCULO 38.- El incumplimiento por parte del distribuidor de los plazos establecidos respecto de las solicitudes de información y autorización, así como de los plazos de instalación de medidor y conexión del usuario-generador será penalizado y resultará en una compensación a favor del usuario-generador según las sanciones establecidas por el ente regulador jurisdiccional, no pudiendo ser las mismas inferiores, en su valor económico, a lo establecido para penalidades por demoras en la conexión de suministro de usuarios a la red.

CAPÍTULO IX Disposiciones complementarias

ARTÍCULO 39.- Derógase el artículo 5° de la ley 25.019, sustituido por el artículo 14 de la ley 26.190.

ARTÍCULO 40.- Invítase a las provincias y a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a adherir a la presente ley y dictar las normas reglamentarias para la aplicación de la presente en el ámbito de su competencia.

ARTÍCULO 41.- Comuníquese al Poder Ejecutivo nacional.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONGRESO ARGENTINO, EN BUENOS AIRES, A LOS TREINTA DIAS DEL MES DE NOVIEMBRE DEL AÑO DOS MIL DIECISIETE.

— REGISTRADA BAJO EL N° 27424 —

MARTA G. MICHETTI. — EMILIO MONZO. — Eugenio Inchausti. — Juan P. Tunessi.

Anexo 6: Centrales con habilitación comercial en MATER, noviembre de 2023

Centrales Habilitadas Comercialmente - SOLARES:

Periodo de Asig.	Proyecto	RAZÓN SOCIAL SOLICITUD	Potencia Asignada PLENA [MW]	Potencia Asignada REF A [MW]	Potencia Habilitada TOTAL [MW]	PDI ID	PROVINCIA	CORREDOR	TEC
1° Trim. 2018	P.S. PARQUE DE LOS LLANOS	EMPRESA FEDERAL DE ENERGIA S.A. (EFESA)	12		12	4081	LA RIOJA	NOA	SFV
1° Trim. 2018	P.S. SOLAR DE LOS ANDES	GENERADORA SOLAR SANTA ROSA S.A.	5		5	6170	MENDOZA	CUYO	SFV
1° Trim. 2018	P.S. TAMBERÍAS	LATINOAMERICANA DE ENERGÍA S.A.	3		2.7	6302	SAN JUAN	CUYO	SFV
1° Trim. 2018	P.S. LOS DIAGUITAS	LATINOAMERICANA DE ENERGÍA S.A.	2		1.8	6440	SAN JUAN	CUYO	SFV
2° Trim. 2018	P.S. PARQUE DE LOS LLANOS - A	EMPRESA FEDERAL DE ENERGIA S.A. (EFESA)	8		8	4081	LA RIOJA	NOA	SFV
2° Trim. 2018	P.S. CURA BROCHERO	P.S. CB MATER S.A.	8		8	5142	CÓRDOBA	CENTRO	SFV
2° Trim. 2018	P.S. ANCHIPURAC	ENERGÍA PROVINCIAL S.E.	3		3	6384	SAN JUAN	CUYO	SFV
2° Trim. 2018	P.S. ULLUM SOLARGEN 2	SOLARGEN ULLUM S.A.	6.5		7	6412	SAN JUAN	CUYO	SFV
3° Trim. 2018	P.S. Chepes	Ledlar SAPEM	2		2	4081	LA RIOJA	NOA	SFV
3° Trim. 2018	P.S. La Cumbre II	Diaser Energía S.A.S.	4		4	5017	SAN LUIS	CENTRO	SFV
2° Trim. 2021	P.S. SIERRAS DE ULLUM	GENNEIA S.A.	58		58	6413	SAN JUAN	CUYO	SFV
2° Trim. 2021	P.S. ZONDA I	YPF ENERGÍA ELÉCTRICA S.A.	45		45	6311	SAN JUAN	CUYO	SFV
3° Trim. 2021	P.S. ZONDA I	YPF ENERGÍA ELÉCTRICA S.A.	8		55	6311	SAN JUAN	CUYO	SFV
4° Trim. 2021	P.S. SIERRAS DE ULLUM	GENNEIA S.A.	6		20	6413	SAN JUAN	CUYO	SFV
4° Trim. 2021	P.S. CAÑADA HONDA IV	ENERGÍAS SUSTENTABLES S.A.	5		0.71	6341	SAN JUAN	CUYO	SFV
3° Trim. 2022	P.S. CURA BROCHERO	PARQUE SOLAR CURA BROCHERO S.A.U.	17		17	5142	CÓRDOBA	CENTRO	SFV
TOTALES			193	0	249				

Centrales de Autogeneración Habilitadas Comercialmente:

Tipo	Proyecto	RAZÓN SOCIAL SOLICITUD	Potencia Habilitada TOTAL [MW]	PROVINCIA	CORREDOR	TEC
AG	P.E. ALUAR II	ALUAR ALUMINIO ARGENTINO S.A.I.C.	93.6	CHUBUT	PATAGONIA	EOL
AG	P.S. TIERRA SANTA	AGRITUR SAN LUIS S.A.	0.5	SAN LUIS	CENTRO	SFV
AG	P.S. CEMENTOS AVELLANEDA LA CALERA	CEMENTOS AVELLANEDA S.A.	22.0	SAN LUIS	CENTRO	SFV
TOTALES			116			

Fuente: CAMMESA, 2023c. Informe MATER, noviembre 2023.

Anexo 7: Generación Distribuida (Ley 27.424). Reporte de avance noviembre 2023.

	Usuarios-Generadores [Cantidad]	Potencia Usuarios-Generadores [KW]	Tramites en curso [Cantidad]	Potencia Tramites en curso [KW]
CÓRDOBA	741	12.749,	126	3.696,3
BUENOS AIRES	433	7.391,2	256	4.835
CABA	111	2.882,2	38	633,7
SAN JUAN	74	2.581,6	31	1.250,2
MENDOZA	46	1.654,2	4	157,5
LA PAMPA	43	543,6	22	425,1
CHACO	25	381,7	22	373,8
LA RIOJA	10	369,9	11	489
RIO NEGRO	24	357,6	28	319,5
ENTRE RIOS	3	250,9	19	197,9
NEUQUÉN	13	245,9	9	192,3
CHUBUT	13	167,9	4	111,8
CORRIENTES	11	123,7	7	1.407,5
CATAMARCA	8	104,4	6	482,5
TOTAL	1.555	29.804	583	14.572

Tabla 25: Generación Distribuida. Reporte de avance noviembre 2023. Fuente: Secretaría de Energía, 2023b

Anexo 8: Municipios miembro de la RAMCC, por provincia

Provincia	Municipio	Provincia	Municipio	Provincia	Municipio
Buenos Aires	9 de julio	Córdoba	Almafuerte	Santa Fe	Arequito
	Adolfo Alsina		Alejo Ledesma		Armstrong
	Ayacucho		Alta Gracia		Arteaga
	Bahía Blanca		Anisacate		Avellaneda
	Balcarce		Arias		Bombal
	Bragado		Bellville		Cañada Rosquin
	Caseros		Camilo Aldao		Ceres
	Chacabuco		Carnerillo		Chañar Ladeado
	Coronel Pringles		Casa Grande		Chovet
	Coronel Suárez		Colonia Vignaud		Coronel Domínguez
	Florentino Ameghino		Córdoba		Correa
	General Alvarado		Cruz Alta		El Trébol
	General Alvear		Despeñaderos		Firmat
	General Lamadrid		Devoto		Fuentes
	General Lavalle		El Tío		General Lagos
	General Viamonte		Estación Juárez Celman		Hersilia
	General Villegas		Etruria		La Rubia
	Guamini		General Cabrera		Maggiolo
	Ituizangó		Hernando		Malabrigo
	Junín		Idiazábal		Pérez
	Las Flores		Isla Verde		Piamonte
	Lincoln		Justiniano Posse		Rafaela
	Lobería		La Cumbre		Ramona
	Lobos		La Falda		Reconquista
	Mercedes		La Francia		Rosario
	Morón		Laborde		Rufino
	Olavarría		Llambi-Campbell		San Carlos
	Pergamino		Los Chañaritos		San Carlos Sud
	Pilar		Los Surgentes		San Jerónimo Sud
	Quilmes		Marcos Juárez		San José de la Esquina
	Ramallo		Mendiolaza		San Lorenzo
	Rauch		Monte		San Vicente
	Saladillo		Monte Buey		Santa Fe
	San Antonio de Areco		Monte de los Gauchos		Santo Tomé
San Carlos	Oliva	Sauce Viejo			
San Cayetano	Oncativo	Soldini			
San Isidro	Río Cuarto	Sunchales			
San Justo	Sacanta	Theobald			
Suipacha	San Antonio de Arredondo	Totoras			
Tandil	San Guillermo	Venado Tuerto			
Tornquist	San Javier	Vera			
Trenque Lauquen	San Javier y yacanto	Villa Constitución			
Tres Arroyos	Ticino	Villa Eloisa			
Tres de Febrero	Tránsito	Villa Gobernador Galvez			
Vicente López	Villa Allende	Villa Ocampo			
Villarino	Villa Carlos Paz	Wheelwright			
	Villa de Soto				

Tabla 26: Municipios miembros RAMCC. Elaboración propia en base a datos RAMCC, 2022.

Anexo 9: Extractos de prensa sobre hechos de vandalismo en el parque solar de O'Higgins

Noticias 15 de noviembre de 2022 by Cech

Hurto y destrucción de transformador en O'higgins



La Cooperativa Eléctrica de Chacabuco realizó una denuncia por el **hurto del bobinado de cobre de un transformador que fue totalmente destruido en la localidad de O'higgins**. El hecho ocurrió en el Parque Fotovoltaico en la noche del lunes 14 de noviembre. Para cometer el delito además fue **cortado el alambrado perimetral** que rodea las instalaciones. El caso está siendo investigado luego de la denuncia radicada en sede policial. Esto se suma a otros casos de similares características registrados en 2022.



Fuente: Cooperativa Eléctrica de Chacabuco, 2022.

Otra vez robaron el transformador del parque solar fotovoltaico de O'Higgins

El aparato, que está valuado en 18 mil dólares, había sido colocado a principios del mes de marzo y comenzó a funcionar esta semana. Los delincuentes, tras romper una parte del alambrado perimetral, ingresaron al predio y cometieron el hecho delictivo.

Por Redacción Democracia | 0 Comentario(s) | 31 de marzo de 2023 10:38

En la madrugada de ayer, el parque fotovoltaico de la localidad de O'Higgins sufrió un nuevo robo de su transformador. El mismo, había sido colocado a principios de mes en reemplazo del sustraído en octubre del 2022.

Los delincuentes, tras romper una parte del alambrado perimetral, ingresaron al predio y cometieron el robo del aparato valuado en 18 mil dólares. Según los reportes de la Policía Local, se calcula que el hecho ocurrió entre las 3:00 y las 6:00 de la madrugada.

“Hace cuatro meses que nos robaron uno y hace 15 días volvimos a colocar el nuevo transformador que desde el día lunes estaba en funcionamiento. Indigna mucho la situación, porque además de la pérdida económica, esto genera mucho daño ambiental”, expresó Eduardo López, presidente de la Sociedad de Fomento de O'Higgins, dueños del predio donde se encuentra el parque.

En ese sentido, explicó que “toda la rotura del transformador que realizan para llevar los cables de cobre derrama mucho aceite que es contaminante. Esa tierra hay que removerla y se la llevan a Zárate para su posterior reemplazo. Eso cuesta alrededor de 20 millones de pesos”.

Por último, López aseguró que se trata de delincuentes que “claramente saben lo que hacen, porque lo primero que hicieron fue desconectar los fusiles y luego continuaron trabajando. Lo tiraron al suelo, lo abrieron y ahí le sacaron los cables” y dijo “el primer transformador tenía seguro; así que estimamos que este también lo tiene”.

Por su parte, Miguel Ángel Fiori, Concejero de la Cooperativa Eléctrica de O'Higgins sostuvo que “esto es algo que no debería suceder en el pueblo, pero no es un hecho aislado. Ya es el tercero que nos roban y más allá de que es una pérdida económica muy grande, la situación da mucha impotencia”, y reclamó “necesitamos cámaras de seguridad que estén monitoreadas desde la Comisaría, porque nos roban a la noche, no a cualquier hora”.

Al respecto, el Secretario de Seguridad de Chacabuco, Darío Ciminelli en diálogo con Democracia dijo que “César Lucci, delegado de la localidad se comunicó en forma inmediata con él y se puso a disposición junto con la comisaría local, a cargo del Subcomisario Principal, Diego Roza para que de intervención la fiscalía de Chacabuco y la investigación del hecho”.

Cabe resaltar que el Parque Fotovoltaico se encuentra ubicado en un predio de la Sociedad de Fomento de la localidad, sobre un camino de tierra hacia Chacabuco, aledaño a la planta depuradora de cloacas.

El mismo está instalado desde el año 2018 y nació producto de un convenio entre el Foro Regional Eléctrico (FREBA), el Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida (PROINGED) y la Cooperativa Eléctrica de Chacabuco.

Fuente: diario Democracia, 2023

Glosario

Autoconsumo: consumo de la energía generada por los equipos de generación renovable instalados por el usuario-generador

Balance neto de energía: (o medición neta) sistema de compensación a la generación distribuida que permite al usuario-generador usar su propia generación para compensar su consumo al permitir que su medidor eléctrico “retroceda” cuando genera electricidad por encima de su demanda

Balance neto de facturación: (o facturación neta) sistema de compensación al usuario-generador mediante el cual se compensa en la facturación los costos de la energía eléctrica demandada con el valor de la energía eléctrica inyectada a la red de distribución. De esta manera, el valor neto del usuario depende tanto de la energía producida y consumida, como de las tarifas de inyección y de consumo.

Energía: a) capacidad para producir trabajo b) bien necesario para obtener otros, tales como: iluminación, calefacción, cocción, etc.

Energías renovables: fuentes de energía no fósiles. Incluyen energía eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, geotérmica, mareomotriz, undimotriz, de las corrientes marinas, hidráulica (hasta 50 MW), biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración, biogás y biocombustibles (Ley 27.191/2015).

Energía solar fotovoltaica: resultado de la conversión directa, mediante efecto fotovoltaico, de la energía solar en energía eléctrica (Moragues y Scheuer, 1977).

Generación distribuida: generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, por usuarios del servicio público de distribución que estén conectados a la red del prestador del servicio y reúnan los requisitos técnicos que establezca la regulación para inyectar a dicha red pública los excedentes del autoconsumo (Ley 27.424/2017).

Prosumidor: a) aquél que es a la vez productor y consumidor de un bien o servicio; b) usuario del servicio eléctrico que genera energía renovable en forma particular y se encuentra adherido al programa “Prosumidores” de la provincia de Santa Fe.

Sistema energético: conjunto de infraestructuras, tecnologías, normas y prácticas que permiten la provisión y el acceso a servicios energéticos.

Proyecto fotovoltaico: instalación de equipos de generación fotovoltaica, de baja, mediana o gran escala, en conexión o no con la red, en contexto urbano o rural, en estado de diseño, construcción, u operación.

Sostenibilidad: principio o ideal regulatorio por el cual se tiende al uso de los recursos, y la satisfacción de las necesidades, sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras.

Territorio: espacio apropiado por un grupo humano

Territorios pampeanos: territorios comprendidos en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe.

Usuario-generador: usuario del servicio público de distribución que disponga de equipamiento de generación de energía distribuida, que reúna los requisitos técnicos para inyectar a dicha red los excedentes del autoconsumo (Ley 27.424/2017).

Usuario-generador individual: un único Usuario con un equipamiento de Generación Distribuida de fuentes renovables mediante el cual genere energía para su autoconsumo e inyecte sus excedentes a la red de distribución (Resolución 608/2023).

Usuario-generador comunitario: un grupo de DOS (2) o más usuarios del servicio público con Puntos de Suministros diferentes cuyas demandas sean abastecidas por el mismo Distribuidor y que declaren de manera previa ante la distribuidora la administración en conjunto de un Equipo de Generación Distribuida de energía renovable (Resolución 608/2023).

Usuario-generador comunitario virtual: un grupo de DOS (2) o más usuarios con las mismas características que los Usuarios Generadores Comunitarios, pero cuya demanda e inyección total esté monitoreada en tiempo real por medidores cuyas características tecnológicas lo permitan (Resolución 608/2023).

Acrónimos y siglas

ADEERA Asociación de Distribuidores de Energía de la República Argentina

ATEERA Asociación de Transportistas de Energía de la República Argentina

CAMMESA Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista

EDELAP Empresa Distribuidora La Plata S.A.

EDEN Empresa Distribuidora de Energía Norte S.A.

EDENOR Empresa Distribuidora Norte S.A.

EDES Empresa Distribuidora de Energía Sur S.A.

EDESUR Empresa Distribuidora Sur S.A.

ENARSA Energía Argentina S.A.

ENERFE Santa Fe Gas y Energías Renovables SAPEM

ENRE Ente Regulador Eléctrico

EPESF Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe

ERSEP Ente Regulador de Servicios Públicos

FREBA Foro Regional Eléctrico de Buenos Aires

GEI Gases de Efecto Invernadero

GENREN Programa de Generación Eléctrica Renovable

GENERFE Programa de Generación de Energías Renovables

GUDI Grandes Usuarios de Distribución

GUH Grandes Usuarios Habilitados

GUMA Grandes Usuarios Mayores

GUME Grandes Usuarios Menores

GUPA Grandes Usuarios Particulares

IRENA Agencia Internacional de Energía Renovable

IEA Agencia Internacional de la Energía

IPCC Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

MEM Mercado Eléctrico Mayorista

NDC: *Nationally Determined Contributions*, Contribuciones determinadas a nivel nacional

ONU: Organización de Naciones Unidas

OPEP: Organización de Países Exportadores de Petróleo

PERMER Proyecto de Energías Renovables para Mercados Rurales

PLAC: Plan Local de Acción Climática

PNTE: Plan Nacional de Transición Energética a 2030

PROINGED Programa de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida

RAMCC Red Argentina de Municipios Contra el Cambio Climático

SADI Sistema Argentino de Interconexión

SHS: *Solar Home Systems*. Sistemas solares domésticos.

SIN Sistema Interconectado Nacional

USD: Dólar estadounidense

Unidades de medida

Gt: (Gross tonnage) toneladas brutas

GW: Unidad de potencia, equivalente a 1.000 MW

kW: kilowatt. Unidad de potencia, equivalente a 1.000 W

kWh: kilowatt hora. Unidad de energía, expresada en unidades de potencia por tiempo. Equivalente a 1.000 Wh

MW: Megawatt. Unidad de potencia, equivalente a 1.000.000 W

MWh: Megawatt hora. Unidad de energía, expresada en unidades de potencia por tiempo. Equivalente a 1.000.000 Wh

W: Watt. Unidad de potencia, equivalente a 1 *julio* por segundo.

Wh: Watt hora. Unidad de energía, expresada en unidades de potencia por tiempo. Equivalente a 3600 *julios*.

Wp: Watt pico. Potencia generada a insolación pico, es decir con el Sol en el cénit y ausencia de nubes.

Índice de contenido

Introducción.....	11
Problemática.....	15
Objetivos e hipótesis.....	20
Marco conceptual.....	22
Estado del arte.....	31
Consideraciones metodológicas.....	43
Justificación.....	48
Contexto de la investigación.....	50
Estructura.....	53
Parte I: En pos de la sostenibilidad.....	57
Capítulo 1: En el cambio global.....	61
1.1 Recurso histórico, tecnología de punta.....	64
1.2 Por tendencias descarbonizadoras.....	71
1.3 Contra la pobreza.....	81
Capítulo 2: En la geopolítica energética.....	89
2.1 Recurso de poder.....	91
2.2 Protagonismo chino.....	96
2.3 Desafíos en América Latina.....	100
Capítulo 3: Renovabilización argentina.....	111
3.1 Planes y propuestas nacionales.....	113
3.2 Un sistema eléctrico en crisis.....	117
3.3 (Im)pulsos normativos.....	129
Conclusiones: Nuevos rumbos.....	139
Parte II: En transición energética.....	141
Capítulo 4: Fases fotovoltaicas.....	145

4.1 Energización de población aislada	147
4.2 Apoyo al Sistema Interconectado Nacional.....	156
4.3 Solarización de usuarios en red	166
Capítulo 5: A la medida pampeana.....	175
5.1 Deficiencias en el servicio	177
5.2 Disponibilidad de recursos	184
5.3 Condiciones limitantes	193
Capítulo 6: Tres perfiles provinciales.....	207
6.1 Santa Fe, Estado promotor	209
6.2 Buenos Aires, actores en articulación.....	216
6.3 Córdoba, cooperación multiescalar	223
Conclusiones: Estrategias disímiles, caminos convergentes.....	231
Parte III: Al amanecer solar.....	233
Capítulo 7: Modalidades energéticas.....	237
7.1 Sobre el sendero tradicional	240
7.2 Atendiendo déficits.....	248
7.3 Hacia un nuevo paradigma energético.....	258
Capítulo 8: Hacia territorializaciones fotovoltaicas	270
8.1 Nuevas iniciativas institucionales.....	274
8.2 En pos del crecimiento agroindustrial	284
8.3 En co-construcción	294
Capítulo 9: Comunidades energéticas	302
9.1 Armstrong, pionero y participativo	305
9.2 O'Higgins y Mariápolis, tendiendo puentes	314
9.3 Luque, crear comunidad	325
Conclusiones: Actores locales con protagonismo creciente.....	334
Reflexiones finales: Co-constructores de la transición.....	336

Referencias documentales	344
Anexos	374
Glosario	406
Acrónimos y siglas	408
Unidades de medida	410
Índice de figuras, gráficos, imágenes	416
Índice de mapas	422
Índice de tablas	426

Índice de figuras, gráficos, imágenes

Figura 1: Elementos presentes en la definición de transición. Elaboración propia en base a Theys, 2017.....	24
Figura 2: Del espacio al territorio, de la materia al recurso. Elaboración propia.....	26
Figura 3: Elementos constitutivos de los proyectos energéticos comunitarios. Elaboración propia.....	28
Figura 4: Ideales en pos de la sostenibilidad. Elaboración propia.....	30
Figura 5: Líneas de investigación y partes de la tesis. Elaboración propia.....	31
Figura 6: Sistema eléctrico centralizado y distribuido. Elaboración propia.....	38
Figura 7: Etapas de la estrategia metodológica. Elaboración propia.....	44
Figura 8: Participación en proyectos de investigación y extensión. Elaboración propia.....	51
Figura 9: La transición: dinámicas de cambio global. Elaboración propia.....	59
Figura 10: Fuerzas de cambio. Elaboración propia en base a IRENA, 2019.....	63
Figura 11: Desarrollo de la tecnología fotovoltaica en el mundo. Elaboración propia.....	64
Figura 12: Aplicaciones de la fotovoltaica para aliviar la pobreza. Elaboración propia.....	82
Figura 13: Metas en el camino a la sostenibilidad energética. Elaboración propia en base a documentos oficiales y normativa nacional.....	116
Figura 14: Actores del sistema eléctrico argentino. Elaboración propia.....	123
Figura 15: Evolución de los impulsos normativos en el camino de la transición energética argentina. Elaboración propia.....	130
Figura 16: La transición energética. Dinámicas de cambio nacional y provincial. Elaboración propia.....	143
Figura 17: Generación distribuida comunitaria. Elaboración propia.....	171
Figura 19: Diferencias en el valor del kWh consumido e inyectado. Elaboración propia en base a cuadros tarifarios vigentes, noviembre 2023.....	204
Figura 18: Representación generación fotovoltaica durante las horas de sol, parte de autoconsumo e inyección de excedentes. Elaboración propia.....	204
Figura 20: Cronología fotovoltaica argentina. Elaboración propia.....	232
Figura 21: Territorios en transición. Dinámicas de cambio local. Elaboración propia.....	235
Figura 22: Diferentes proyectos, dos modelos de sistema. Elaboración propia.....	239
Figura 23: “Cascada” de eventos relacionados al surgimiento de parques solares comunitarios en Córdoba. Elaboración propia.....	263

Figura 24: “Mamushka de la transición energética”. Elaboración propia.....	267
Figura 25: actores detrás del proyecto El Triunfo. Elaboración propia.....	297
Figura 26: Actores detrás del proyecto de Armstrong. Elaboración propia.	313
Figura 27: Comunidad energética Armstrong, proceso y resultado. Elaboración propia.	314
Figura 28: Comunidad energética O’Higgins. Elaboración propia.	324
Figura 29: Actores detrás del proyecto O’Higgins-La Mariápolis. Elaboración propia	325
Figura 30: Actores detrás del proyecto de Luque. Elaboración propia.	332
Figura 31: Comunidad energética Luque. Elaboración propia.....	332
Figura 32: De lo dado a lo construido: amanecer solar pampeano. Elaboración propia.	335
Figura 33: Procesos en pos de la sostenibilidad energética en territorios pampeanos. Elaboración propia.....	339
Figura 34: Irradiación global horizontal (W/m ²). Fuente: Vaisala, 2020.	378
Gráfico 1: Matriz de generación eléctrica mundial, 2020. Elaboración propia en base a IEA, 2022a.....	14
Gráfico 2: Cantidad de registros internacionales en tecnologías renovables y solar fotovoltaica bajo PCT, para el período 2002-2019. Elaboración propia en base a Nurton, 2020.	69
Gráfico 3: Evolución del LCOE (promedio) de generación fotovoltaica, eólica y de ciclo combinado, durante 2009-2022. Elaboración propia en base a Lazard, 2023.....	71
Gráfico 4: Evolución de la generación a partir de fuentes renovables en la matriz eléctrica mundial para el período 2000-2019. Elaboración propia en base a IEA, 2022b.	72
Gráfico 5: Oferta energética total y matriz de generación eléctrica, a nivel mundial, en 2020. Elaboración propia en base a datos de IEA, 2022a.	73
Gráfico 6: Emisiones de GEI por sector en 2019. Elaboración propia en base a Dhakal et al., 2022.	74
Gráfico 7: Participación por país en la producción y el procesamiento de principales materiales de la transición. Elaboración propia en base a IEA, 2022c.....	94
Gráfico 8: Producción de celdas fotovoltaicas en 2019, participación por país. Fuente: Elaboración propia en base a Jäger-Waldau, 2020.....	97

Gráfico 9: Ranking de países con mayor potencia instalada en energía solar fotovoltaica, en 2022. Elaboración propia en base a IRENA, 2023.	98
Gráfico 10: Potencia instalada para generación eléctrica en América Latina y América del Sur, por fuente. Elaboración propia en base a OLADE, 2021.....	101
Gráfico 11: participación en el total de la potencia instalada en solar fotovoltaica en América del Sur. Elaboración propia en base a IRENA, 2023.....	103
Gráfico 12: matriz de generación eléctrica de los países de América del Sur, por fuente. Fuente: elaboración propia en base a OLADE, 2021.	104
Gráfico 13: matriz de generación eléctrica de los países de América Latina, por fuente. Fuente: elaboración propia en base a OLADE, 2021.	104
Gráfico 14: Evolución de la matriz de generación eléctrica argentina 1970-2020. Elaboración propia en base a datos de Secretaría de Energía, Serie Generación asociada a redes 1970-2012, e informes anuales de CAMMESA.....	124
Gráfico 15: Matriz de potencia instalada para generación eléctrica (izq.), y potencia instalada en fuentes renovables (der.). Elaboración propia en base a CAMMESA, 2023a.	127
Gráfico 16: Evolución de la potencia instalada en tecnología fotovoltaica en Argentina 2010-2022. Elaboración propia en base a informes de CAMMESA.	157
Gráfico 17: proyectos fotovoltaicos en el total de adjudicados en licitaciones GENREN y Renovar. Elaboración propia.	159
Gráfico 18: participación de empresas de capitales nacionales y extranjeros en las rondas de licitaciones del programa Renovar (en cantidad de proyectos y potencia adjudicada). Elaboración propia.....	163
Gráfico 19: Participación de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe en total de la demanda eléctrica nacional. Elaboración propia en base a datos de ADEERA, 2022	179
Gráfico 20: Participación en la demanda eléctrica, por tipo de usuario, en Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, en el año 2021. Elaboración propia en base a datos de ADEERA 2022.	180
Gráfico 21 : Costo total instalado promedio de proyecto fotovoltaico de gran escala, para el período 2010-2020. Elaboración propia en base a datos de IRENA, 2022	198
Gráfico 22: Estructura de costos de un proyecto fotovoltaico para Argentina en 2021. Elaboración propia en base a IRENA, 2022.....	199

Imagen 1: Prototipos de paneles fotovoltaicos desarrollados por Frits, sobre un techo neoyorquino. Fuente: Chu y Tarazano, 2019.	65
Imagen 2: (izq.): Edificio de servicios públicos, Aquisgrán, Alemania. Fuente: Heinstei et al., 2013. (der.): Edificio 4 Times Square, Nueva York. Fuente: US Department of Energy, s/f.....	67
Imagen 3: Tejas solares patentadas por SolarCity Corporation en 2018. Fuente: Chu y Tarazano, 2019.	68
Imagen 4: Manifestación de jóvenes en reclamo de medidas climáticas en el marco de la COP 26, Glasgow. Fuente: ONU, 2021.	80
Imagen 5: Escuelas 25 de Mayo y Lutti, ambas electrificadas por la provincia de Córdoba. Fuente: Agotegaray et al, 2018.....	153
Imagen 6: Planta Solar San Juan I. Fuente: EPSE.....	158
Imagen 7: Parque fotovoltaico Bayauca. Fuente: cooperativa eléctrica de Bayauca. ...	254
Imagen 8: cartelería tras alambrado perimetral que rodea al parque solar Bayauca, sobre última calle del pueblo.....	255
Imagen 9: Transformador de Bayauca, sobre ruta 188.....	255
Imagen 10: disposición de los paneles, parque solar Huanguelén	256
Imagen 11: cartelería frente a parque solar Huanguelén.	256
Imagen 12: Sistema SCADA, Cooperativa de Trenque Lauquen.	261
Imagen 13: Planta fotovoltaica Arribeños	281
Imagen 14: Parque solar Tres Arroyos.	282
Imagen 15: Barrio solar San Carlos Sud	282
Imagen 16: Jardín de infantes prosumidor, San Carlos Sud.....	283
Imagen 17: Medidor inteligente en vivienda, Trenque Lauquen.....	283
Imagen 18 Planta solar El Triunfo, Lincoln.	290
Imagen 19: Instalación fotovoltaica en La Bragadense, sede Bragado. Fuente: FIASA	291
Imagen 20: Instalación fotovoltaica en La Bragadense, sede Chivilcoy.....	292
Imagen 21: Instalación fotovoltaica en Don Óleo, Chazón.....	293
Imagen 22: instalación fotovoltaica en planta de MEGA, Lincoln.	298
Imagen 23: Entrada a Armstrong, Santa Fe.....	305
Imagen 24: Instalación fotovoltaica domiciliaria en Armstrong.....	312
Imagen 25: Planta fotovoltaica de Armstrong.....	313

Imagen 26: Cartelería con información histórica, ubicada al ingreso a la capilla en La Mariápolis.....	316
Imagen 27: Planta fotovoltaica de O'Higgins.	321
Imagen 28: Especificaciones técnicas en el reverso de los módulos, planta fotovoltaica O'Higgins	322
Imagen 29: Instalación fotovoltaica en Jardín de Infantes N.902, O'Higgins.	323
Imagen 30: Planta fotovoltaica en La Mariápolis.....	323
Imagen 31: Colector solar sobre el techo de la capilla, La Mariápolis.	324
Imagen 32: Cooperativa de Servicios Públicos de Luque.	328
Imagen 33: Parque solar de Luque.	330
Imagen 34: alumnos de 6° Grado de la Escuela Dolores Moyano Díaz, visitando la planta solar comunitaria. Fuente: Cooperativa de Servicios Públicos Luque, 2022.	330
Imagen 35: Estación Ecosustentable en Luque.	333

Índice de mapas

Mapa 1: Distribución mundial de la potencia instalada en energía solar fotovoltaica. Elaboración propia en base a IRENA, 2023.....	16
Mapa 2: Sistema Argentino de transporte en alta tensión. Elaboración propia en base a TRANSENER (2021).....	120
Mapa 3: Centrales de generación eléctrica. Elaboración propia en base a Secretaría de Energía, 2023a.....	126
Mapa 4: (izq) PERMER I. Potencia instalada y cantidad de usuarios por tipo. Elaboración propia. (der.) PERMER II. Potencia total adjudicada en licitaciones 2016-2021, usuarios a alcanzar por tipo. Elaboración propia.....	151
Mapa 5: Proyectos fotovoltaicos adjudicados en licitaciones nacionales (izq.). Proyectos según estado de avance (der.) Elaboración propia.....	160
Mapa 6: proyectos fotovoltaicos adjudicados en licitación nacional REN MDI. Elaboración propia.....	165
Mapa 7: Evolución de la potencia instalada por usuarios-generadores bajo el marco de la Ley 27.424. Elaboración propia.....	168
Mapa 8: Infraestructura en redes de transporte eléctrico, estaciones y subestaciones transformadoras. Elaboración propia en base a datos base de IGN, Catálogo de Objetos Geográficos, 2017.....	181
Mapa 9: Puntos de generación forzada. Fuente: CAMMESA, 2022.....	182
Mapa 10: Viviendas con energía eléctrica o gas por red para cocinar, en territorios pampeanos. Elaboración propia en base a INDEC, 2022.....	183
Mapa 11: Distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria (kWh/m ²) correspondiente a los meses de enero y julio. Fuente: Grossi Gallegos y Righini, 2007.....	186
Mapa 12: Distribución del recurso fotovoltaico, niveles de IGH (kWh/m ²). Fuente: Global Solar Atlas, 2023.....	187
Mapa 13: Irradiación Normal Directa en Argentina, y estaciones solarimétricas. Elaboración propia en base a datos de Secretaría de Energía, 2018.....	188
Mapa 14: Infraestructura de transporte terrestre, aéreo e hídrico y líneas de transporte eléctrico. Elaboración propia en base a datos IGN, Catálogo de Objetos Espaciales versión 2.0.....	190

Mapa 15: Distribuidores del servicio eléctrico en Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba. Elaboración propia.....	209
Mapa 16: Licitación provincial parques solares y eólico, localización proyectada. Elaboración propia.....	215
Mapa 17: Establecimientos educativos alcanzados por PROINGED para recibir equipamiento fotovoltaico conectado a la red, por universidad participante. Elaboración propia.....	222
Mapa 18: Proyectos fotovoltaicos adjudicados en licitaciones Renovar e infraestructura eléctrica. Elaboración propia.	241
Mapa 19: Localización prevista para el proyecto fotovoltaico Arroyo Cabral. Fuente: Elaboración propia en base a datos de IGN (2017) y Secretaría de Energía (2019c). .	243
Mapa 20: Ubicación del P.S. Cura Brochero, con respecto a sitios turísticos. Elaboración propia.....	245
Mapa 21: Categorías de bosques. Fuente: Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques de la República Argentina.	246
Mapa 22: PERMER Licitación Pública Internacional y Nacional para la provisión de kits solares domiciliarios, con cantidad de kits licitados por jurisdicción. Elaboración propia en base a datos PERMER.....	251
Mapa 23: PERMER Licitaciones de equipamiento fotovoltaico para establecimientos educativos y edificios públicos. Fuente: elaboración propia en base a datos PERMER.	251
Mapa 24: Proyectos fotovoltaicos pampeanos por modalidad de transición. Elaboración propia.....	269
Mapa 25: Proyectos pampeanos por tipo de actor, y actor protagónico destacado.	273
Mapa 26: Municipios pampeanos involucrados en iniciativas de la RAMCC. Elaboración propia en base a RAMCC, 2022.....	277
Mapa 27: parques solares comunitarios cordobeses. Elaboración propia.	281
Mapa 28: Localización de El Triunfo y tendido eléctrico. Elaboración propia en base a datos de IGN (2017) y Secretaría de Energía, (2019c).....	289
Mapa 29: Ubicación del parque fotovoltaico El Triunfo. Elaboración propia.	289
Mapa 30: Localización de Don Óleo, Chazón, Córdoba. Elaboración propia.	293
Mapa 31: Localización de Armstrong. Elaboración propia en base a datos IGN (2017).	308
Mapa 32: Planta Urbana de Armstrong y área industrial. Elaboración propia.....	308

Mapa 33: Distribución de medidores inteligentes en Armstrong. Elaboración propia.	309
Mapa 34: Localización de O'Higgins, entre los partidos de Junín y Chacabuco. Elaboración propia.....	316
Mapa 35: Distribución eléctrica de la cooperativa de Chacabuco. Elaboración propia.	317
Mapa 36: Ubicación de los proyectos fotovoltaicos en O'Higgins/La Mariópolis. Elaboración propia.....	322
Mapa 37: Ubicación de Luque, y flujos de energía. Elaboración propia.	329

Índice de tablas

Tabla 1: Mecanismos de compensación a la energía generada por el usuario-generador. Elaboración propia en base a Hugues y Bell, 2006; Yamamoto, 2012.	38
Tabla 2: Tres generaciones de celdas fotovoltaicas. Elaboración propia en base a Zhang et al., 2018; Benda y Cerná, 2020.	68
Tabla 3: Experiencias internacionales de implementación fotovoltaica en comunidades vulnerables. Elaboración propia.	84
Tabla 4: Programas de provisión de energía eléctrica a población aislada mediante equipamiento fotovoltaico en América Latina. Elaboración propia.	106
Tabla 5: Normativa, mecanismos, y estado de avance de la generación distribuida en países de América Latina. Elaboración propia.	107
Tabla 6: Propuestas y medidas nacionales en materia climática y energética. Elaboración propia.	114
Tabla 7: Características del sistema distribuido según Ley 27.424. Elaboración propia en base a normativa.	136
Tabla 8: Proyectos adjudicados en licitaciones GENREN y Renovar. Elaboración propia.	159
Tabla 9: Movilidad en la propiedad de los proyectos fotovoltaicos adjudicados en Renovar. Elaboración propia.	162
Tabla 10: Provincias con normativa para regular la autogeneración con conexión a red. Elaboración propia.	173
Tabla 11: Indicadores para evaluar recurso fotovoltaico y potencial de generación. Valores anuales para las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba. Elaboración propia en base a datos de Grossi Gallegos y Righini (2007), Global Solar Atlas (2023) y Secretaría de Energía (2019b).	185
Tabla 12: Potencia instalada para generación eléctrica, por provincia y tecnología. Elaboración propia en base a datos de CAMMESA (Base Informe Anual 2022), PROINGED y Secretaría de Energía, 2023c.	193
Tabla 13: Costo de equipamiento para instalación fotovoltaica de 1.5 kW, sin incluir IVA (21%). Fuente: elaboración propia en base a lista de precios proporcionados por empresa FIASA, agosto de 2023.	197

Tabla 14: Tarifas eléctricas en Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe para usuarios de tipo residencial, de nivel 3 -ingresos medios-. Elaboración propia en base a cuadros tarifarios vigentes en 2023.	203
Tabla 15: Normativa provincial de estímulo a la generación renovable en Santa Fe. Elaboración propia.....	210
Tabla 16: Normativa provincial de estímulo a la generación renovable en Buenos Aires. Elaboración propia.....	217
Tabla 17: Plantas fotovoltaicas en provincia de Buenos Aires, en el marco de PROINGED. Elaboración propia.	220
Tabla 18: Normativa provincial de estímulo a la generación renovable en Córdoba. Elaboración propia.....	224
Tabla 19: Licitaciones PERMER para provisión de equipos fotovoltaicos off-grid en las provincias de Buenos Aires,	250
Tabla 20: Caracterización de los sistemas energéticos para un nuevo paradigma y su identificación en los territorios pampeanos. Elaboración propia.	265
Tabla 21: Proyectos fotovoltaicos pampeanos, por modalidad de transición. Elaboración propia.....	269
Tabla 22: Proyectos en co-construcción, participación de diferentes actores. Elaboración propia.....	300
Tabla 23: Proyectos energéticos comunitarios analizados. Elaboración propia.....	304
Tabla 24: Cronología de privatizaciones en el sector eléctrico. Fuente: Secretaría de Energía (s/f).	380
Tabla 25: Generación Distribuida. Reporte de avance noviembre 2023. Fuente: Secretaría de Energía, 2023b.....	401
Tabla 26: Municipios miembros RAMCC. Elaboración propia en base a datos RAMCC, 2022.	402

