

Innovaciones socio-técnicas en la transición energética argentina.

Hacia una red inteligente en Trenque Lauquen.

Socio-technical innovations in the Argentine energy transition

Towards a smart grid in Trenque Lauquen.

Carrizo, Silvina Cecilia¹; Ise, Alejandra^{1,2}; Clementi, Luciana³; Villalba, Sofía^{2,3}

silcarrizo@yahoo.com; alejandraise@conicet.gov.ar; lclementi@fch.uncen.edu.ar;
svillalba@fch.uncen.edu.ar;

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)¹

Centro de Estudios sobre Territorio, Energía y Ambiente (TEAM), Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA)²

Centro de Estudios Sociales de América Latina (CESAL) Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN)³

Enviado: 20/12/2022 / Aceptado: 21/06/2023

Carrizo, Silvina Cecilia; Ise, Alejandra; Clementi, Luciana; Villalba, Sofía. (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



Resumen

En el marco de una crisis social, ambiental y política diversos actores introducen cambios en las redes a través de proyectos de generación, nuevas infraestructuras, tecnologías y sistemas de gestión de la energía. Numerosos trabajos se centran en estudiar las transformaciones asociadas a la producción de energía, sin embargo, son escasos aquellos que además analicen la gestión de las redes eléctricas, entendidas como sistemas complejos, en permanente mutación, que comprenden flujos, infraestructura y actores. Con el fin de contribuir en esta temática, este trabajo busca reflexionar sobre las nuevas formas de gestionar, generar y/o consumir la energía que se abren para los actores locales, a partir de los avances tecnológicos y el desarrollo normativo, analizando los cambios introducidos en la red eléctrica de la localidad bonaerense de Trenque Lauquen. El caso de Trenque Lauquen refleja el avance de estrategias de innovación socio-técnica, las cuales promueven cambios en la relación de los actores con la energía tanto en la forma de gestionarla, generarla como consumirla.

Palabras claves: Red eléctrica; Telemedición; Actores locales; Usuarios-generadores

Abstract

In a context of social, environmental, and political crisis, many actors introduce changes in the electricity grid through generation projects, new infrastructures, technologies and energy management systems. Several studies focus on the transformations related to energy production. However, only a few analyze grid management as well. In this paper, electricity grids are understood as complex systems which are in permanent mutation and comprise flows, infrastructure and actors. In order to contribute to this issue, this paper seeks to reflect on new ways of managing, generating and/or consuming energy that open up for local actors as a result of technological advances and regulatory developments. The paper sets out to do so by analyzing the changes introduced in the electricity grid of Trenque Lauquen (Buenos Aires). The case of Trenque Lauquen reflects the advancement of socio-technical innovation strategies which promote changes in the relationship of actors with energy, in the way of managing, generating and consuming it.

Keywords: electricity grid; telemetering; Local actors; User-generators

Introducción

Ante estímulos y desafíos (inter)nacionales de descarbonización y justicia energética, actores locales tratan de encauzar en sus territorios, la transformación integral que implica la transición a un modelo sostenible (Guyet 2015; Bertinat 2016; Sovacool 2021; Melnyk et al. 2023, Mulvaney y Bazilian 2023; Otto et al. 2023). Esta induce el uso racional y eficiente de los recursos, la producción descentralizada de energías renovables y la participación social, con aprovechamiento de recursos poco explotados previamente y la entrada de nuevos actores al sistema. (Bridge et al, 2013; O'Brien et al, 2015; Chavrol, 2016; Sovacool, 2017; Bridge y Gailing, 2020; Hannon y Bolton, 2021). Modifica las formas de producir y consumir; la materialidad de los sistemas; los marcos regulatorios y los juegos de actores, en los cuales crecen las posibilidades de acción local (Thomas, 2008; Jaglin y Verdeil, 2013; Bertinat, 2018; Bailleul, 2019). Luego, la transición energética, privilegiando el consumo *in situ* y formas flexibles de administrar los recursos, requiere cambios en hábitos y conductas.

Las redes de energía -entendidas como sistemas complejos, compuestos por flujos, infraestructuras y actores- mutan permanentemente. La temporalidad de la transición a la sostenibilidad, proceso urgente pero lento, está ritmada por la inercia de los sistemas en operación, las prácticas arraigadas y regulaciones que tienden a permanecer (Lund, 2006; O'Connor, 2010; Smil, 2010; Sovacool, 2016). La espacialidad de los sistemas energéticos en contextos territoriales específicos, deriva en transiciones particulares (Schapira y Velut, 2013, Broggio et al., 2014; Hansen y Coenen, 2015; Carrizo y Velut 2018; Velut 2023).

En Argentina, resulta prioritario atender necesidades de territorios que permanecen al margen de las redes energéticas y/o con servicios precarios; al mismo tiempo, diversificar la matriz, disminuir la dependencia hidrocarburífera y cumplir con compromisos internacionales de descarbonización. Las asimetrías territoriales y los déficits en los servicios reflejan la necesidad de transitar hacia sistemas eficientes, modernos, equitativos y descentralizados (Carrizo y Forget, 2011; Durán y Condorí 2021; Svampa y Bertinat, 2022). Políticas públicas promueven la generación de energía renovable, con o sin conexión a red, que suscitan el interés de actores de la sociedad civil y del sector privado.

De forma innovadora en Argentina, la Cooperativa eléctrica de Trenque Lauquen, al Oeste de la provincia de Buenos Aires, avanza desde 2013, en el tendido y gestión de una red inteligente, que alienta progresivamente el aprovechamiento descentralizado de la energía solar, a la vez que procura la eficiencia y el involucramiento de la comunidad.

Los sistemas de telemedición incorporados facilitan información, que permite tomar decisiones para una mejor gestión. La innovación socio-técnica se da en un interjuego de actores que, de forma articulada y sinérgica, buscan atender necesidades e intereses colectivos, desarrollando acciones que aprovechan las posibilidades que brinda la tecnología y reconfiguran prácticas sociales vinculadas a ella (Polman, Slee, Kluvánková et al. 2007; Marvin y Perry 2005).

La innovación incluye nuevas estrategias, ideas, iniciativas y organizaciones para empoderar y fortalecer a la sociedad y mejorar la calidad de vida. La reconfiguración de las prácticas resulta clave para una transición energética efectiva (Hannon y Bolton, 2021). Ellas viabilizan la bidireccionalidad en las redes eléctricas y suman inteligencia, ante la capacidad de registrar datos útiles para los usuarios y los distribuidores (Guido y Carrizo, 2016; Agencia Internacional de la Energía, 2021).

El objetivo de este trabajo es reflexionar sobre las nuevas formas de gestionar, generar y/o consumir la energía que se abren para los actores locales, a partir del paradigma de transición a la sostenibilidad, analizando los cambios introducidos en la red eléctrica de la localidad bonaerense de Trenque Lauquen. El trabajo integra avances de proyectos de investigación en curso¹, que tienen como hilo conductor el proceso de transición hacia la inclusión y sostenibilidad energética en Argentina.

Con un enfoque cualitativo, se recurrió a información secundaria de artículos científicos y antecedentes nacionales e internacionales, para elaborar un estado de situación sobre el tema de las redes inteligentes (Arslanian, 2010; Guido y Carrizo, 2016; Bouskela et al. 2016; Donato et al. 2018; Donato, 2021). Notas en portales periodísticos de Trenque Lauquen, brindaron conocimiento de acontecimientos locales y datos sobre posibles referentes a contactar. Documentos públicos de organismos oficiales (Secretaría de Energía de la Nación; Empresas de Energía provinciales, registros y memorias de las distribuidoras), constituyen fuentes secundarias consultadas. En noviembre del año 2021, se realizó trabajo de campo², con observaciones de terreno y entrevistas semi-estructuradas, para recolectar datos primarios. Se visitó al Consejo de Administración y el personal técnico en la sede central de la Cooperativa. También se entrevistó a funcionarios municipales, en el Concejo Deliberante. La información relevada a través de registros escritos y fotográficos, fue articulada a los análisis de

¹ PIP CONICET (2021-2023) "Oportunidades De Transición Ecológica y Solidaria Del Siglo XXI. Alternativas de energización territorial en Argentina". (Carrizo, dir). SIB UNNOBA (2022-2024) "Energización territorial para la transición NOBA" (Carrizo, dir).

² Cumpliendo los protocolos correspondientes, para evitar la propagación del virus SARS COV II.

artículos científicos, informes, normativas y memorias institucionales, bases de datos nacionales, provinciales, locales y documentos especializados.

El trabajo se estructura en dos apartados. El primero, aborda la innovación en la transición energética argentina, a partir de los avances en la aplicación de tecnologías digitales de información y comunicación en las redes y en generación distribuida. El segundo analiza la experiencia de la cooperativa de electricidad de Trenque Lauquen en telemedición inteligente, con usuarios generadores y otros desafíos socio-técnicos.

Innovación en la transición energética argentina

En el sistema centralizado fósil-dependiente, la energía queda en manos de pocos actores, producida en grandes instalaciones y transportada desde allí a centros de consumo distantes (Ise et al. 2021). En cambio, con la generación distribuida -en la que la energía es producida en los puntos de consumo o cercana a ellos y los flujos son bidireccionales-, los actores del territorio, como las cooperativas eléctricas y los usuarios, ven nuevas posibilidades de co-construir proyectos de energía; de aprovechar fuentes renovables, de valorizar recursos locales, de disponer de información para la toma de decisiones y de participar en la gestión eficiente de la energía (Carrizo y Jacinto 2018; Kazimierski, 2020; Páez, 2022). En la transición energética argentina, el aprovechamiento de recursos renovables es acompañado de este tipo de cambios, que favorecen el involucramiento activo de la sociedad.

De redes inteligentes

En Argentina, dado el progresivo aumento de la demanda de electricidad y la falta de una planificación integral que promueva nuevas inversiones en infraestructura y equipamiento, el sistema opera prácticamente a capacidad plena, viéndose superado en ciertos períodos³ (Clementi y Carrizo, 2016; Muras et al. 2015). Por ende, resulta una necesidad incorporar nuevas tecnologías, que mejoren la calidad de los servicios y efficienten las redes. En esto, pueden contribuir las redes inteligentes o *smart grids*, que al conjugar la red eléctrica tradicional⁴ con tecnologías digitales de información y comunicación, recolectan e integran datos de los componentes del sistema y permiten coordinar las diferentes necesidades y capacidades (Agencia Internacional de la Energía, 2021). Esto puede modificar la gestión de la energía, en función de las

³ Esta situación se hace evidente en verano, cuando debido a las altas temperaturas el consumo aumenta y las centrales no logran abastecer los picos de demanda en distintos puntos del país. El Área Metropolitana de Buenos Aires es una de las más afectadas, donde a inicios del 2022 cerca de 700.000 usuarios se vieron afectados por cortes (Ente Nacional Regulador de la Electricidad, 2022)

⁴ Un sistema centralizado de generación de energía, transmitida y distribuida mediante flujos unidireccionales, medidos con equipos analógicos o electromecánicos, de conexión y desconexión manual de los usuarios.

condiciones e intereses de los territorios (Geels, 2002; Guerassimoff, 2013; Guido, 2016).

En el país, existen experiencias desarticuladas de medición inteligente o *smart metering*, la que es capaz de informar parámetros relacionados con la calidad de producto y servicio, de programar y actualizar sistemas remotamente y de interactuar con equipamiento del usuario⁵ u otros dispositivos de la red eléctrica (Arslanian, 2010). Se han instalado medidores inteligentes tanto en áreas rurales, como semiurbanas y urbanas para facilitar los procesos de lectura de consumo de los usuarios y la conexión/desconexión de los clientes (Donato et al. 2018). Algunas experiencias de incorporación de medición inteligente son promovidas por el Estado, nacional o provincial, en coordinación con actores privados y académicos (Tabla N°1). Entre ellas se destaca la experiencia pionera en la localidad de Armstrong, Santa Fe, que surge de un convenio entre la Cooperativa de Electricidad local, la Secretaría de Energía de la Nación, la Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina (ADEERA) y Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) como parte de un proyecto piloto. Otras iniciativas provienen de cooperativas eléctricas, que manifiestan la voluntad del distribuidor por incorporar tecnología que facilite y logre mayor eficiencia en sus operaciones⁶.

Tabla N°1. Primeras experiencias de medición inteligente en Argentina

Experiencia	Cantidad de medidores inteligentes	Operador	Fondos	Participantes
Provincia de Córdoba	50.000 (objetivo 200.000)	Empresa Provincial de Energía (EPEC)	EPEC	EPEC
General San Martín (Mendoza)	5.000	Empresa Distribuidora de Electricidad del Este (EDESTE)	Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (ANPCyT)	EDESTE, Empresa Mendocina de Energía (EMESA) y Universidad Tecnológica Nacional (UTN)
Centenario, Aluminé y San Martín de los Andes (Neuquén)	5.000	Ente Provincial de Energía del Neuquén (EPEN)	EPEN	EPEN
Barrio Grand Bourg (Salta)	1.500	Empresa Distribuidora de Electricidad de Salta (EDESA)	Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) y EDESA	Universidad Católica de Salta, EDESA y Secretaría provincial de Energía

⁵ Dispositivos inteligentes permiten que el usuario vea su consumo en tiempo real a través de un portal web y acceda a datos estadísticos históricos e indicadores de demanda.

⁶ Ejemplos de estos casos son las cooperativas eléctricas cordobesas de Justiniano Pose (3.800 medidores inteligentes instalados), de Vicuña Mackenna (2.400 medidores) y de Tío Pujio (1.700 medidores).

Armstrong (Santa Fe)	1.000	Cooperativa Eléctrica de Armstrong (CELAR)	CELAR y Aporte No Reintegrable de la Secretaría de Energía	CELAR, UTN e Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
Caucete (San Juan)	500	Instituto de Energía Eléctrica (REID) y Distribuidora Eléctrica de Caucete (DECSA)	REID - DECSA	REID y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICET)

Fuente: elaboración propia en base a artículos de prensa, documentación pública y datos de informantes calificados de 2022.

Con generación distribuida

En Argentina, avanza paulatinamente la generación distribuida, entendida como la producción de electricidad a partir de fuentes renovables, por parte de usuarios particulares que la emplean para cubrir sus necesidades y cuentan con la posibilidad de inyectar excedentes a la red. En 2017, Nación establece un régimen que la fomenta, creando así la figura del usuario-generador con un rol activo en la red (Ley 27.424) (Porcelli y Martínez, 2018). 13 provincias⁷ y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires han adherido a ese régimen. Algunas provincias pioneras se adelantaron al régimen nacional. Entre éstas se destaca Santa Fe, que en 2013 aprobó el procedimiento para gestionar solicitudes de generación en isla o en paralelo a la red de la Empresa Provincial de la Energía (Resolución N° 442). Tres años después introdujo el programa Prosumidores⁸ (Decreto N° 1.565) para incentivar, mediante una tarifa preferencial, la instalación de equipos de generación fotovoltaica por parte de usuarios de la red bajo un sistema *feed in tariff*. Otras provincias, como Salta y Mendoza, también han avanzado en la habilitación de la generación distribuida, de manera temprana. Esta última adhirió al régimen nacional, mientras que la primera no lo ha hecho. La Provincia de Buenos Aires define posteriormente su adhesión al régimen nacional, sancionando su ley en el año 2022 (Ley 15.325), la que reglamenta en 2023 (Resolución N°463). Hasta esta definición se dieron experiencias con acuerdos particulares entre los distribuidores eléctricos y los usuarios-generadores. Las distintas trayectorias normativas ilustran parte de la heterogeneidad de situaciones o condiciones que se da en materia de generación distribuida, en las provincias, y también al interior de las mismas.

⁷ Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Chubut, Córdoba, Corrientes, La Rioja, Mendoza, Misiones, Rio Negro, San Juan, Tierra del Fuego y Tucumán.

⁸ Durante el año 2019 el programa alcanzó 1 MW de potencia instalada a partir de usuarios generadores residenciales, comerciales e industriales. Posteriormente sufrió discontinuidades y modificaciones en su implementación.

Del total de usuarios-generadores conectados bajo el régimen nacional -1.212- (Fig. N°1), Córdoba concentra 632, lo que equivale a más de la mitad (Secretaría de Energía de la Nación, 2023). En cantidad de usuarios-generadores el segundo lugar lo ocuparía la Provincia de Buenos Aires con 320 usuarios-generadores, clientes de las empresas EDENOR y EDESUR, que también se reparten los 86 ubicados en la Ciudad de Buenos Aires⁹. A aquellos usuarios metropolitanos, se sumarían otros que tienen acuerdos con otras empresas distribuidoras o cooperativas, pero que no han sido registrados en las estadísticas nacionales. La generación distribuida se encuentra en expansión: de enero de 2022 a abril de 2023, la potencia instalada aumentó más de un 100% (Secretaría de Energía de la Nación, 2023). Córdoba reúne 10.417 kW de los 22.014 kW que se han registrado de usuarios-generadores en el país.

Fig. N°1. Generación distribuida en las provincias adheridas a la ley nacional, abril 2023



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Secretaría de Energía de la Nación, 2023

Trenque Lauquen tras la innovación

El paradigma de las redes inteligentes contribuye a reflexionar sobre conceptos novedosos, como son las redes de servicios públicos inteligentes y los pueblos inteligentes (De los Ríos, 2020; Cabello, 2022; UNDP, 2023). Estos aprovechan las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para mejorar la gestión y la eficiencia de los servicios, y abren la red inteligente a la ciudadanía, con capacitación,

⁹ Los usuarios generadores de Trenque Lauquen están habilitados mediante acuerdos particulares con el distribuidor, por ende, no se encuentran contabilizados por las estadísticas nacionales.

acompañamiento e involucramiento de la comunidad en la puesta en práctica de las posibilidades tecnológicas (Bouskela et al. 2016; Donato, 2021). En Trenque Lauquen, se iría en esa dirección, con innovaciones técnicas y cambios en las prácticas institucionales y sociales concomitantes.

Con inteligencia

La experiencia de Trenque Lauquen se destaca entre aquéllas que, en el país, mudan de redes tradicionales a redes inteligentes. Seleccionada¹⁰ en 2013, para acoger un proyecto piloto de medición inteligente, promovió cambios que van más allá de lo tecnológico, con participación activa de distintos actores y una visión integral, equitativa. Progresivamente suscitó el interés local y otorga protagonismo a la distribuidora de electricidad, una cooperativa creada en 1933, por vecinos que buscaban mejorar el servicio que ofrecía la CIADE -Compañía Anglo Argentina de Electricidad-¹¹ y que desde entonces recorre un camino de desafíos, crecimiento y diversificación.

La Cooperativa Limitada de Provisión de Servicios Eléctricos, Obras y Servicios Públicos, Asistenciales, Vivienda y consumo de Trenque Lauquen (Cooptl) se identifica con la frase “*gente con energía*” y su lema es brindar servicios de calidad a todos sus asociados. Gestiona la distribución de la electricidad a 25.000 usuarios, situados en la ciudad cabecera con 36.000 habitantes, en localidades menores¹² o esparcidos en el espacio rural, que incluye 100.000 hectáreas del partido vecino de Guaminí. Cuenta con una red de 220 km de líneas de 33 kV y de 2.400 km de líneas rurales de 13,2 kV (Fig. N°2), conectada al sistema provincial¹³ desde 1960.

La cooperativa progresivamente sumó los pueblos rurales, favoreciendo el sector agropecuario y también el arraigo de la población. Incorporó servicios sociales, de telecomunicaciones y ventas de artículos para el hogar. El compromiso de la cooperativa con la comunidad se refleja también en los beneficios que brinda a familias con escasos recursos, para la formación de profesionales. Desde 1985, otorga 20 becas por año para estudios terciarios o universitarios y ofrece pasantías y prácticas laborales a los estudiantes de la Escuela de Educación Secundaria Técnica N° 1 y de la sede regional de la Universidad Tecnológica Nacional, en Trenque Lauquen.

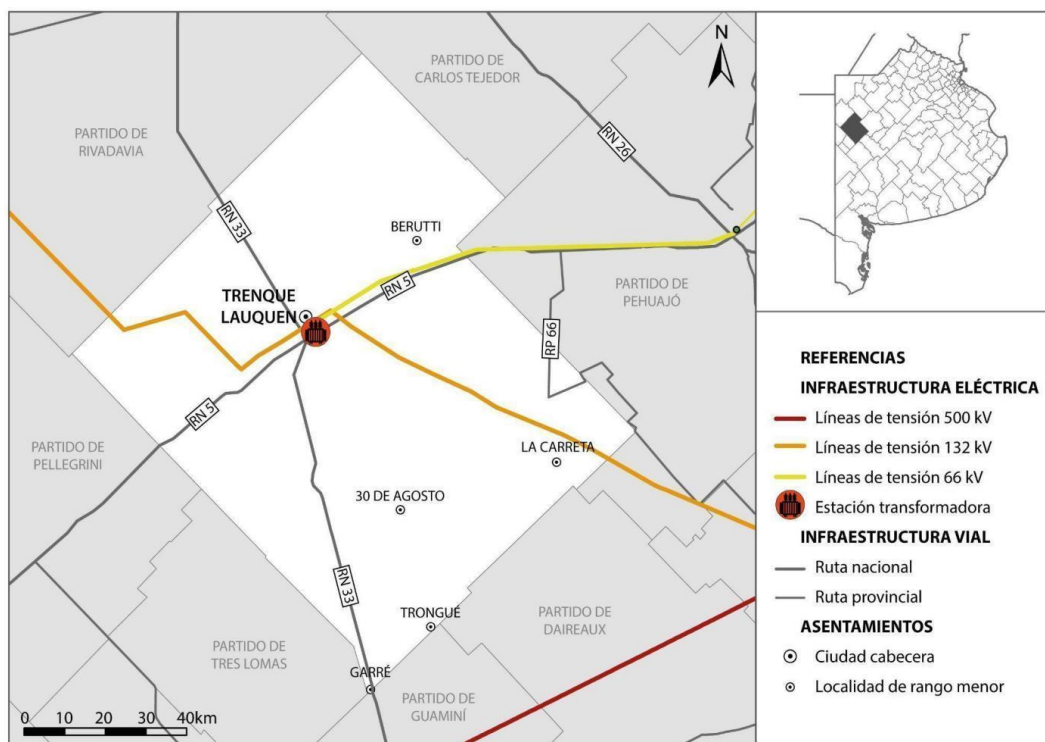
¹⁰ Fue seleccionada por el Grupo de Trabajo compuesto por la Secretaría de Energía de la Nación, la Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina ADEERA, el Instituto de Tecnología Industrial INTI y la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. CAMMESA.

¹¹ En 1913, la localidad contaba con 220 conexiones y brindaba un servicio acotado, algunas horas por día.

¹² Treinta de Agosto, Beruti, Girodías, La Carreta y Garré

¹³ La conexión se concreta por contrato con DEBA Dirección de Energía de la Provincia de Buenos Aires. Durante años, la cooperativa mantuvo los equipos de generación en reserva, para casos de emergencia. Sin embargo, dejó de generar su propia energía ante la creciente demanda, los altos costos y la obsolescencia de los equipos.

Fig. N°2: Localización del partido y ciudad de Trenque Lauquen.



Fuente: elaboración propia.

Frente a los desafíos técnicos en las formas de gestionar la energía, la cooperativa incorpora un sistema SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) para monitoreo remoto de las instalaciones e infraestructuras y un Sistema de Información Geográfica para tener digitalizados y georeferenciados los elementos de la red, incluidos los usuarios. El monitoreo remoto se complementa con la telemedición, a través de equipos incorporados en 20 subestaciones, y el recambio de medidores para empezar a conformar una red de telemedición inteligente. La tecnología incorporada permite registrar distintos parámetros eléctricos, como tensión y potencia, analizar el funcionamiento del sistema, mantener el control de la calidad de servicio, calcular flujos de carga y caída de tensión, optimizar el uso de los equipos y planificar futuras expansiones de la red. El poder detectar inconvenientes rápidamente otorga mayor eficiencia e inmediatez en la resolución de problemas y en la operación de las maniobras requeridas (Cooperativa de Electricidad de Trenque Lauquen, 2021).

Con 1.000 equipos adquiridos, la Cooperativa inició su instalación en el año 2020, en la Ciudad cabecera, donde se emplaza la estación transformadora telemedida¹⁴ y existe una mayor densidad de usuarios. A fines de 2021, 3.200 medidores inteligentes han

¹⁴ Fueron adquiridos a través de un préstamo de la modalidad FEDEI (Fondo Especial para el Desarrollo Eléctrico del Interior) del Consejo Federal de la Energía de la Secretaría de Energía de la Nación

sido instalados en el partido, a usuarios residenciales, comercios y pequeños talleres (Fig. N° 3). Además, se colocaron más de 100 medidores para alumbrado público en las localidades de Trenque Lauquen y 30 de Agosto (101 y 6 respectivamente), lo que implica que el 72% del alumbrado es telemedido. Se proyecta continuar con 1.000 medidores más en la localidad de Trenque Lauquen y en Beruti (Cooperativa de Electricidad de Trenque Lauquen, 2021). La incorporación de estos medidores requirió la adquisición de un nuevo software para la facturación, debido al volumen de datos que recolecta el equipo. La nueva tecnología permite reducir tiempos, costos y errores de medición de los consumos; realizar cortes del servicio en forma remota a pedido del usuario, frente a una emergencia o eventual falta de pago, evitando el envío de una cuadrilla; y limitar el consumo al usuario. Potencialmente, permitiría interactuar de otras formas con el usuario, para determinar modalidades de consumo racionales.

Fig. N°3: Medidor inteligente, instalado en vivienda de Trenque Lauquen



Fuente: Archivo de las autoras. Noviembre 2021

Hacia prácticas sustentables

La municipalidad a lo largo de la década de 2000 estimula la investigación y el desarrollo de energías renovables en el partido (Ordenanzas N°2047/01 y 4939/19), medidas de uso racional y eficiente de la energía (Ordenanza N°3013/08) y el fomento de la generación distribuida (Resolución N°436/17). En 2017 Trenque Lauquen participó de un encuentro sobre ciudades inteligentes “*Smart Cities Buenos Aires*” donde se expusieron ejes estratégicos tales como “innovación digital y desarrollo económico”, “ciudades equitativas y gobierno abierto”.

Progresivamente crece el interés de los usuarios de electricidad en devenir usuarios-generadores, para producir energía renovable, que cubra sus necesidades y les evite

gastos, a la vez que les otorgue otro rédito económico por la energía que puedan inyectar a la red. Ante ello, a partir de 2020, la Cooperativa firma convenios particulares y reconoce al usuario el valor monetario de la energía inyectada, al valor que la adquiere de CAMMESA, descontándolo de la factura de electricidad. La energía consumida de la red o inyectada en ella es cuantificada por el medidor bidireccional, que reemplaza el medidor convencional.

A noviembre de 2021, había en Trenque Lauquen habilitados 5 prosumidores: tres residenciales -uno rural¹⁵ y dos urbanos-, un comercio y un edificio público. El comercio consiguió el primer acuerdo particular de la Cooperativa. Se trata de un comercio de productos comestibles, que realizó una instalación de 18.8 kW (Cooperativa de Electricidad de Trenque Lauquen, 2021). Respecto al edificio público, se trata de la sede del Concejo Deliberante de Trenque Lauquen. Fue el interés en promover la sostenibilidad, lo que llevó a instalar paneles fotovoltaicos con una potencia de 14.28 kW (Fig. N° 4). Los mismos comenzaron a funcionar en abril de 2021. También se procura eficientizar los consumos y tomar medidas para aspirar a una certificación internacional de sostenibilidad. En este camino, se ha recambiado la totalidad de las luminarias por luces LED y se instalaron células fotoeléctricas en el estacionamiento.

Fig. N°4: Instalación solar en el edificio del Concejo Deliberante de Trenque Lauquen



Fuente: Archivo de las autoras. Noviembre 2021

La cooperativa, periódicamente, difunde pautas para el uso racional y eficiente de la energía a través de su sitio web y de boletines informativos, con datos sobre el consumo

¹⁵ El usuario rural, ubicado en la zona de Mari Lauquen, instaló 12 paneles fotovoltaicos que suman 3,36 kW de potencia.
Vol. XVII – Año 2023 – pp. 152 – 170 - Artículo Libre- Proyección

de los electrodomésticos¹⁶. En el sector agroindustrial, implementó una segmentación de tarifas por horarios y brindó capacitación a fin de adecuar procesos productivos en los horarios donde la tarifa es menor y así evitar picos de consumo local. Los productores lácteos fueron asesorados, se adaptaron y se beneficiaron con reducciones en sus costos eléctricos y la cooperativa con una disminución de la demanda eléctrica en las horas de mayor consumo. Otras empresas adoptan prácticas productivas más eficientes. Por ejemplo, la planta elaboradora de productos lácteos La Serenísima -el usuario con mayor consumo para la cooperativa- asumió el compromiso de una gestión sustentable en toda su cadena de valor y procesos industriales. Entre los ejes de trabajo de la planta se estableció el uso eficiente de la energía, por lo que trabajó en la certificación de la Norma ISO 50.001 de Sistemas de Gestión de la Energía, adoptando medidas como la automatización y sectorización de la iluminación, la modificación de los puntos de seteo de las cámaras frigoríficas, la identificación de pérdidas de los sistemas de aire comprimido, entre otras medidas (La Serenísima, 2020).

En el ámbito de la construcción, crece la tendencia entre los desarrolladores inmobiliarios de ofrecer opciones de vivienda sostenible. El proyecto Acacias V¹⁷ en la localidad busca construir un edificio sustentable que incorpora “atributos de sustentabilidad” tales como: aberturas con doble vidrio, iluminación LED, instalaciones para recuperar el agua de lluvia y condensación y pre-instalaciones para equipamiento solar térmico y solar fotovoltaico. Plantea, además, una instalación fotovoltaica *on-grid* para abastecer el consumo eléctrico de las áreas comunes. El interés por adquirir propiedades de estas características manifiesta una curva de aprendizaje ascendente por parte de los habitantes de Trenque Lauquen que, cada vez más informados, comienzan a inclinarse por prácticas sustentables.

Reflexiones finales

Las transiciones energéticas son procesos lentos que requieren la adopción de fuentes, tecnologías y prácticas alternativas a las tradicionales. Implican innovaciones socio-técnicas en las formas de producir, consumir y gestionar la energía. Si bien las políticas públicas para promover cambios regulatorios y técnicos son motores de transición, las iniciativas de los actores locales y los cambios en prácticas con claves para su puesta en marcha. Argentina avanza en esa dirección, para la transformación de las redes energéticas y sus territorios. Además de incorporar recursos renovables, introduce

¹⁶ <https://www.cooptl.com.ar/servicios/energia-electrica/uso-racional-energia/>

¹⁷ De la empresa desarrolladora Grupo GIF, se enmarca en una tríada de proyectos de similares características, a completarse en las localidades de Chivilcoy y Santa Rosa.

cambios que modifican las formas de generar y consumir la energía, con una lógica de participación activa de la sociedad, en la que ciudadanos y actores diversos del territorio toman protagonismo. Iniciativas pioneras, aunque desarticuladas entre sí, jalonan el camino emprendido, con una lógica de cambio “de abajo hacia arriba” pero atentas y sensibles a las políticas de fomento y medidas de apoyo que ofrecen los Estados. En materia de generación, las acciones innovadoras suelen anteceder a las normas, aun cuando ha habido provincias y municipios que procedieron tempranamente a estimular o regular los cambios. La experiencia de Trenque Lauquen muestra cómo cooperativa, Estado, tecnología y usuarios convergen en la misma dirección de cambio. La adopción del sistema de telemedición y telesupervisión eficientizó la tarea de la cooperativa y permitió generar conocimiento sobre el funcionamiento de la red, mientras la incorporación de medidores inteligentes favorece la interacción más fluida y cercana del usuario con la red. Los casos crecientes de usuarios-generadores conectados a la red de la cooperativa dan un paso más hacia la bidireccionalidad de los flujos de energía y hacia un sistema distribuido. Profundizar en la gestión y procesamiento de los datos, para el acceso de los usuarios en tiempo real, y en la implementación de tarifas diferenciadas por horarios serían acciones que podrían aportar mayor eficiencia en los servicios. En Trenque Lauquen, innovan co-construyendo una red inteligente, que refleja compromiso con la sostenibilidad, al viabilizar la eficientización en la gestión de los recursos y la participación de los usuarios con generación renovable, tendientes a la descarbonización y la inclusión social que demanda la transición.

Referencias Bibliográficas

- Agencia Internacional de la Energía. (noviembre de 2021). *Smart Grids. More efforts needed. Tracking Report*. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/smart-grids>
- Arslanian, G. (2010). *Desarrollo de una red eléctrica inteligente en Argentina*. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Bailleul, E. (2019). "Le territoire et ses acteurs, fragile pilier de la transition énergétique française". *Revue Internationale et stratégique N. 113. Pp 107-117*.
- Bertinat, P. (2016). Transición energética justa. Pensando la democratización energética. Friedrich-Ebert-Stiftung
- 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*.
- Bouskela, M.; Casseb, M. B.; De Luca, C.; Facchina, M. (2016). *La ruta hacia las Smart Cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- 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*. 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.
- Cabello, S. (2022). "El camino de desarrollo de las ciudades inteligentes Una evaluación de Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México y São Paulo". Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/86), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Carrizo, S. C.; Forget, M. (2011). Aprovechamiento eléctrico de Buenos Aires y desigualdades regionales entre la metrópolis y el Noreste argentino; Universidade de Brasilia; *Sustentabilidade em Debate*; 2; 1; 33-50
- Carrizo S. C.; Jacinto, G. (2018). Co-construcciones de redes energéticas. Acciones colectivas territoriales en Argentina, siglo XXI, *Confins* 34: <https://doi.org/10.4000/confins.12801>

Carrizo, S. C.; Velut, S. (2018). Energy Transitions and Regional integration in South America. In Cargnin, A.; Rückert, A.; de Oliveira Lemos, B. *Territorial Planning and La Plata Basin Borders*. Letra1

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.

Clementi, L., Carrizo, S. (2016). Diversificar la generación en la emergencia eléctrica argentina del siglo XXI: viejos protagonistas, nuevas metas y dinámicas territoriales. *Energética*, 31-43.

Cooperativa de Electricidad de Trenque Lauquen. (2021). *Memoria y Balance 2020/2021*.

De los Ríos, B. M. G. (2020). Ciudades inteligentes, más que tecnología. *Cultura Económica*, 38(100), 39-65.

Donato, P. (2021). Las redes eléctricas inteligentes en Argentina: una cuestión estratégica para la presente década. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías Emergentes en el Desarrollo de las STEM*, 3-19.

Donato, P.; Carugati, I.; Strack, J.; Maestri, S.; Orallo, C.; Hadad, M.; Funes, M. (2018). Overview of the status of smart metering systems in Argentina and future perspectives. *IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)*, 1-7.

Durán, R.J.; Condorí, M.A. (2021). Vulnerabilidad energética y socioeconómica en los hogares de Argentina. *Cuadernos Geográficos* 60(1), 5-28
<http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v60i1.14102>

Ente Nacional Regulador de la Electricidad (2022). *Información sobre el evento ocurrido en el área de concesión de EDENOR S.A.* Obtenido de |Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/informacion-sobre-el-evento-ocurrido-en-el-area-de-concesion-de-edenor>

Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research policy*, 1257-1274.

Guerassimoff, G. (2013). *Smart grids-Beyond the concept, how to make grids smarter*. Paris: Presses de l'Ecole des mines.

Guido, L.; Carrizo S. C. (2016). Innovaciones tecnológicas en "redes eléctricas inteligentes": políticas públicas y experiencias locales en Argentina. *L'Ordinaire des Amériques* 221, pp. 20. <http://orda.revues.org/3134>.

Guyet, R. (2015). Précarité énergétique et justice énergétique : un droit à l'énergie est-il pensable ? Dans L'Europe en Formation 4 n° 378, 126-145

Hannon, M.; Bolton, R. (2021). Energy innovation and the sustainability transition. Handbook of Energy Economics and Policy, 303–362.

Hansen, T.; Coenen, L. (2015). "The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field". *Environmental innovations and societal transitions*. 92-109

Ise, A.; Clementi, L.; Carrizo, S. (2021). Modalidades pampeanas de transición energética: entre la incorporación de recursos renovables y la innovación social. *Espacios Socioterritoriales*, 2-24.

Jaglin, S.; Verdeil, E. (2013). Énergie et villes des pays émergents: des transitions en question. *Flux*, 7-18.

Kazimierski, M. (2020). La energía distribuida como modelo post-fósil en Argentina. *Economía, sociedad y territorio*, 397-428.

La Serenísima. (2020). *9no Reporte de Sustentabilidad. Contribuyendo con un desarrollo sustentable*. Obtenido de La Serenisima: <https://www.lausina.org/mastellone/pdf/Mastellone-RS2020.pdf>

Lund, P. (2006). 'Market Penetration Rates of New Energy Technologies'. *Energy Policy*

Magoja E. (2022). El camino de la justicia energética en Argentina: desafíos y riesgos de las energías renovables en el desarrollo de la sustentabilidad ambiental, económica y social. *Revista de la Facultad de Derecho*, (53), ene-jun

Marvin, S.; Perry, B. (2005). When Networks are destabilized: user innovation and the UK fuel crisis. . . En Coutard, O.; Hanley, R.; Zimmerman, R. *Sustaining urban networks. The social diffusion of large technical systems*. Routledge.

Melnyk A.; Cox H.; Ghorbani A.; Hoppe T. (2023). Value dynamics in energy democracy: An exploration of community energy initiatives. *Energy Research & Social Science* 102 103163 <https://www.sciencedirect.com/journal/energy-research-and-social-science/vol/102/suppl/C>

Mulvaney, D.; Bazilian, M. (2023). Price volatility, human rights, and decarbonization challenges in global solar supply chains. *Energy Research & Social Science* 102, 103167, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103167>

Muras, R.; Melamud, A.; Ortolani, N.; Martínez De Vedia, R.; Einstos, A. (2015). *Los subsidios energéticos en Argentina*. Asociación Argentina de Presupuesto (ASAP) Instituto Argentino de la Energía "Gral. Mosconi"

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. <https://www.bu.edu/pardee/files/2010/11/12-PP-Nov2010.pdf>

Otto D.; Chilvers J.; Trdicova K. (2023). A synthetic review of the trust-participation nexus: Towards a relational concept of trust in energy system transformations to net zero, *Energy Research & Social Science* 101, 103140, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103140>.

Páez, A. (2022). Transición energética adecuada: Crítica y propuestas conceptuales. *El Catoblepas*, (198), 11.

Polman, N.; Slee, B.; Kluvánková, T.; Dijkshoorn, M.; Nijnik, M. (2007). En *Report D2. 1: Classification of Social Innovations for Marginalized Rural Areas. Deliverable of the project Social Innovation in Marginalised Rural Areas*.

Porcelli, A.; Martínez, A. (2018). Una inevitable transición energética: el prosumidor y la generación de energías renovables en forma distribuida en la legislación argentina nacional y provincial. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 4-49.

Prevot-Schapira, M.; Vélut, S. (2013). "Buenos Aires : l'introuvable transition énergétique d'une métropole fragmentée". *Flux*, N°93-94, 19-30.

Secretaría de Energía de la Nación (2023). *Generación Distribuida en Argentina. Evolución de trámites. Conexión de usuario generador*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_de_avance_abril_-2023.pdf

Smil, V. (2010). "Energy Transitions. History, requirement, prospects". Ed. Praeger.

Sovacool B. K. (2021). Who are the victims of low-carbon transitions? Towards a political ecology of climate change mitigation, *Energy Res. Soc. Sci.* 73 101916.

Sovacool, B. K. (2017). "The History and Politics of Energy Transitions: Comparing Contested Views and Finding Common Ground". In: Arent, D; Arndt, C; Miller, M; Tarp, F; Zinaman, O. (Ed.): *The Political Economy of Clean Energy Transitions*. Oxford University Press.

Svampa, M.; Bertinat, P. comp. (2022). *La transición energética en la Argentina: Una hoja de ruta para entender los proyectos en pugna y las falsas soluciones*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Siglo XXI. 284 p.

Thomas, H. (2008). Estructuras cerradas vs. procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico. En H. y. Thoma, *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. (217-262). Bernal: Editorial de la Universidad.

UNDP (2023). "Smart cities". [Smart Cities | United Nations Development Programme \(undp.org\)](https://www.undp.org)

Velut S. (2023). Vers une nouvelle carte énergétique de l'Amérique latine. *Problèmes d'Amérique latine* 1 (N° 123), 29-43 <https://www.cairn.info/revue-problemes-d-amerique-latine-2023-1-page-29.htm>