

Tecnologías, comunicación y energía en la Argentina: Redes eléctricas inteligentes en la provincia de Santa Fe

Luciana Mónica Guido

<https://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/question/article/view/4858>

Cita sugerida: Guido, L. (2018). Tecnologías, comunicación y energía en la Argentina: Redes eléctricas inteligentes en la provincia de Santa Fe. *Question*, 1(60), e104. doi:<https://doi.org/10.24215/16696581e104>

Recibido: 18-07-2018 Aceptado: 15-09-2018

Tecnologías, comunicación y energía en la Argentina: Redes eléctricas inteligentes en la provincia de Santa Fe

Technologies, communication and energy in Argentina: Smart Grid in the province of Santa Fe

Luciana Mónica Guido lucianaguido@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0001-5229-394X>

Centro de Estudios Urbanos y Regionales;

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas/

Universidad Nacional de Quilmes (Argentina)

Resumen

En el siglo XXI el sector energético se ve permeado por cambios técnicos y por la multiplicación de diversas fuentes de energía que lo complejizan involucrando una gran cantidad de actores heterogéneos. Las Redes Eléctricas Inteligentes (REI), que asocian flujos de energía y tecnologías digitales toman protagonismo en agendas y debates locales e internacionales. Adoptar una REI no solo requiere cambios en infraestructura, sino que implica un cambio socio-técnico que afecta hábitos y dinámicas sociales de los usuarios. Se analiza el "Proyecto de Redes Inteligentes con Energías Renovables" de Armstrong, provincia de Santa Fe, Argentina, a partir de la recolección y el análisis de fuentes primarias y secundarias. Se sistematizan los principales elementos que definen a las REI así como se exploran las principales normativas



lanzadas en Argentina para profundizar en el caso particular de la provincia de Santa Fe y de la localidad de Armstrong.

Palabras clave: Tecnologías digitales; comunicación; energías renovables; territorio; políticas públicas.

Abstract

In the 21st century, the energy area is permeated by technical changes and by the multiplication of several sources of energy that complicate the sector involving a large number of different actors. The Smart Grids (SG), which associate energy flows and digital technologies, are important in local and international programs. To develop an SG need changes in structure and also needs a socio-technical change that modified the habits and social dynamics of the users. We studied The "Project of Smart Grids with Renewable Energies" of Armstrong, province of Santa Fe, Argentina, from the analysis of primary and secondary sources. This paper defines the SG as well as to explore the main regulations launched in Argentina to deep in the particular case of the province of Santa Fe and the town of Armstrong.

Keywords: Digital technologies; communication; renewable energies; territory; public policies.

La difusión de las tecnologías digitales para la generación y el uso “eficiente” de la energía, y las políticas e iniciativas para promocionar la incorporación de energías renovables (ER), avanzan en diversos países y regiones, aunque de manera heterogénea. En este contexto se expanden las Redes Eléctricas Inteligentes (REI). Dichas REI combinan la red eléctrica tradicional con las tecnologías digitales para conformar un nuevo modo de administrar los flujos de energía eléctrica y de información y así añadir datos derivados de los distintos nodos de la red eléctrica (Guido y Carrizo, 2016).

Se considera que la incorporación de una REI, si bien necesita cambios en la infraestructura y el equipamiento que integra el sistema de suministro de energía (tanto la generación de energía, la transmisión, la distribución y el consumo), también conllevan modificaciones en las formas de proveer y utilizar el recurso. Las REI dan al consumidor la información y las herramientas necesarias para tomar decisiones sobre el uso de la energía y volcar su excedente a la red eléctrica. En tal sentido se trataría de un cambio socio-técnico que trastoca los *habitus* (1), usos y dinámicas sociales del sistema energético de cada país (Guido, 2017).



En ese contexto, el sistema de Generación Distribuida (GD) pareciera posicionarse como nuevo paradigma, de modo que una comunidad o un individuo pueden generar parte de la energía que consumen utilizando ER.

El artículo propone indagar en un caso “precursor” en nuestro país: Proyecto de Redes Inteligentes con Energías Renovables (PRIER) implementado en la localidad de Armstrong, provincia de Santa Fe. En la actualidad el PRIER está a cargo de un consorcio público-privado integrado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), la Facultad Regional de Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN RR) y la Cooperativa de Provisión de Obras y Servicios Públicos y Crédito Limitada de Armstrong (CELAR).

El artículo parte de un relevamiento bibliográfico que resume los conceptos que definen a las REI y explora en las principales normativas lanzadas en la Argentina para profundizar en el caso de Santa Fe y la localidad de Armstrong. Se vuelcan los resultados obtenidos del trabajo de campo llevado a cabo en esa localidad a partir de observaciones participantes y entrevistas semi estructuradas a informantes calificados: autoridades del PRIER, autoridades de la Subsecretaría de ER de la provincia de Santa Fe y del INTI así como revisión de fuentes secundarias: planes y normativas tanto a escala nacional como provincial.

El trabajo se estructura del siguiente modo: luego de esta introducción, el punto 2 refiere a los enfoques teórico-metodológicos. El punto 3 da cuenta de las distintas aproximaciones conceptuales sobre las REI y el sistema de GD. En el cuarto punto se describen las principales legislaciones que rigen en la Argentina en materia de ER y las normativas específicas sobre las REI en el país y particularmente en la provincia de Santa Fe. En el quinto, se presenta el caso de Armstrong y el PRIER; se comentan las etapas de dicho proyecto para luego arribar a las reflexiones finales.

Enfoque teórico y metodológico

El trabajo concibe a la REI como “red tecno-económica” basándose en algunos elementos de la teoría de Callon (1998: 2008), omitiendo algunos de sus fundamentos filosóficos y metodológicos. A partir del concepto de “actor-red” (2) Callon (2008) propone una definición tentativa de red tecno-económica entendida como el producto de un entramado de relaciones heterogéneas. Tales relaciones se entablan entre distintos actores individuales y colectivos (universidades, empresas, organismos públicos, investigadores, técnicos, etcétera) y entre éstos y múltiples artefactos (como los diferentes medidores “inteligentes”, concentradores, servidores, *software* embebido y diversos sistemas de gestión de bases de datos). Dar cuenta



de los distintos elementos que integran la REI permite indagar cómo se co-construye lo social y lo técnico en el área de relaciones que lo conforman. Tal proceso es cambiante y depende de cómo continúen las distintas redes de relaciones que se ven comprometidas.

Las redes tecno-económicas no son redes técnicas ni sociales, sino que: “(...) mezclan humanos y no-humanos, inscripciones de todo tipo, y dinero en todas sus formas (Thomas, 2008: 227).

Callon (2008) considera que una red tecno-económica está compuesta por intermediarios y actores. Un intermediario refiere a cualquier elemento que pasa de un actor a otro, y que constituye la forma de la relación construida entre ellos. Reconoce diferentes tipos de intermediarios: a. textos (libros, artículos, entre otros); b. artefactos tecnológicos (instrumentos científicos, máquinas, etcétera); c. seres humanos y sus habilidades (*skills; knowhow*); d. dinero. El segundo componente son los actores -cualquier entidad capaz de asociar los elementos listados-, que definen y construyen un mundo poblado de otras entidades, a las que otorgan una historia y una identidad, calificando las relaciones entre ellas. Así, “un actor se distingue del resto de los intermediarios porque tiene la capacidad de poner en circulación a otros intermediarios” (Thomas, 2008: 227). En tal sentido, la “acción” no se considera como la implementación de una intención sino como la posibilidad de conectar cosas.

En las redes tecno-económicas participan los diferentes actores-red conectados entre sí. De allí que las explicaciones de procesos de cambio adquieren un carácter complejo: “(...) Si graficáramos una red usando secuencias de puntos y líneas, deberíamos ver a cada punto como una red que a su vez es una serie de puntos colocados por sus propias relaciones” (Thomas, 2008: 228).

En virtud de poner en circulación a los intermediarios, los actores se auto-constituyen en “actor-red”. La operatoria de la puesta de circulación de intermediarios por parte de los actores es planeada a través del concepto de “traducción”:

La operación de traducción es realizada por una entidad A sobre una entidad B. Ambos, A y B, pueden ser actores o intermediarios, humanos o no humanos. El postulado A traduce B puede tener dos sentidos diferentes. Primero, que A provee a B de una definición. (...). La regla general es que un actor traduce a muchos otros, entre quienes establece relaciones. Volviendo a la notación precedente, podemos decir que A traduce a B, C, D y E (...)
(Callon, 2008: 228).



El concepto de “convergencia” es crucial para comprenderla dinámica interna de las redes tecno-económicas y refiere al grado de acuerdo generado por diversas traducciones y por los intermediarios que operan en ellas.

Una teoría del actor-red no puede ser universal dado que dependen de los procesos históricos. En tal sentido tiene una “geometría variable” y es indisociable de la red que lo define, y a la cual, junto con otros actores, contribuye a definir. Así, para Callon (2008), la historia constituye una parte necesaria del análisis.

De este modo, más allá de lo técnico, partimos de considerar a las REI como una red de flujos de relaciones que unen varios elementos heterogéneos (desde lo territorial a lo político, lo tecnológico, organizacional y económico). Cada elemento es eslabón de una cadena que avala el funcionamiento de la REI.

Aproximaciones conceptuales: tecnología, comunicación y energía

En la actualidad, adquiere relevancia el sistema de GD como una nueva configuración a través de la cual un individuo o comunidad pueden producir parte de la energía que utilizan por medio de ER. Este sistema se basa en la generación de energía eléctrica mediante la incorporación de muchas fuentes de generación localizadas cerca del consumidor que se conecta a la red de distribución eléctrica. Una de sus principales metas es optimizar el equilibrio de generación y consumo en pos de lograr eficiencias. En tal contexto las REI tendrían un lugar preponderante. El sistema de suministro eléctrico centralizado se compone por la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Está normativizado por un sistema de control centralizado que garantiza la explotación de los recursos de generación. Tanto la red de transporte como las subestaciones asociadas a ella, pueden estar operadas y gestionadas por un ente independiente de las compañías propietarias de las centrales y de las distribuidoras o comercializadoras de electricidad.

La GD (o *in situ*) consiste principalmente en la generación de energía eléctrica por medio de pequeñas fuentes de energía variadas en lugares lo más cercano a las cargas. Los avances en la GD van acompañados de la incorporación de las tecnologías de automatización e información en los niveles de distribución (Gil, Alvarez y Pedace, 2017).

El concepto de REI implica redes que transmiten información digital y energía en pos de permitir que los datos de consumo y generación en tiempo real se comuniquen entre diferentes nodos.



No solo se trata de un gran proyecto tecnológico: una REI tiene el potencial de cambiar la dinámica social del sistema energético (Goulden, 2014). Algunos trabajos recientes (Goulden, 2014; Guerassimoff y Maizi, 2013; Dupuy, 2011, entre otros) llaman la atención sobre el rol prominente que se espera que el usuario juegue dentro de estas redes.

Las REI se caracterizan por la integración de tecnologías digitales dentro de las redes físicas tradicionales. El futuro prevé el sistema eléctrico como un sistema de comunicación (Guerassimoff y Maizi, 2013).

Técnicamente, las REI se basan en el uso de sensores, de herramientas de medición y control, que se comunican de manera “bidireccional” sobre las redes, las centrales de producción de electricidad hasta los consumidores por medio de las líneas de transmisión y de distribución. Transmiten información a los consumidores, operadores y controladores de administración con el fin de responder de forma ágil a los cambios en la demanda de electricidad y los daños ocurridos en las líneas (Guerassimoff y Maizi, 2013).

Por medio de estas tecnologías digitales integradas a las REI una multitud de datos se mide en tiempo real sobre el estado de la red para posibilitar el flujo de energía entre productores y consumidores. Estas informaciones se transfieren a los sistemas de control y análisis de datos por medio de redes de telecomunicación y un *software* procesa la información recibida de forma automática.

Los sistemas de control y de análisis de datos son un conjunto de tecnologías destinadas a, por un lado, prevenir incidentes y limitaciones sobre la red de energía (parte de la red) y por otro, recoger y decodificar los datos de consumo/producción propios de los usuarios (parte de los consumidores). Las principales funciones de estos sistemas son coleccionar y analizar datos, seguidos de un diagnóstico. De tal modo se pueden distinguir: 1. Las aplicaciones operacionales como SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) que son sistemas de telegestión remota a gran escala para el tratamiento de una gran número de datos en tiempo real; 2. Los medidores “inteligentes” que reciben órdenes de los operadores de origen y también son capaces de la regulación local cuando sea necesario y 3. Los *software* de análisis de datos.



Aspectos normativos y contextuales: ER y REI en Argentina

La legislación argentina sobre las ER

A excepción de la hidroeléctrica –la ER más explotada en el país hasta el momento- el resto de las fuentes aparece en el escenario energético recién a mediados de la década de 1990, cuando comienzan a surgir marcos jurídicos de apoyo y promoción (3).

Las ER cobraron protagonismo últimamente ante la necesidad de reducir la emisión de gases de efecto invernadero y lograr la sustentabilidad de suministro eléctrico a largo plazo.

Un tercio de la matriz energética eléctrica argentina está integrada por energía hidráulica y un 63,3% por energía térmica. Las ER aún no logran porcentajes elevados de incorporación en la matriz mientras la generación de energía nuclear alcanza el 4,8% y las energías eólica y solar el 0,4% del total (Ministerio de Hacienda, 2016).

En 2015, se sanciona la Ley 27191 (que modifica a la Ley 17190) y en 2016 se reglamenta a través del Decreto 531/2016. El objetivo de esta ley es lograr una contribución de las ER hasta alcanzar el 8% del consumo de energía eléctrica nacional al 31 de diciembre de 2017, aumentando este porcentaje hasta alcanzar un 20% al 31 de diciembre de 2025. Para el cumplimiento de esta meta, la ley obliga a los grandes usuarios del mercado eléctrico a cumplir con los objetivos escalonados de participación de las ER. A tales efectos la ley prevé: autogenerar energía por medio de fuentes renovables y comprar energía a partir de contratos de provisión, comúnmente conocidos como PPA (*Power Purchase Agreement*).

Por otra parte, en 2016 se lanza el Programa “RenovAr” con el fin de promover la incorporación de ER en la matriz energética. Se realiza a través de un proceso de convocatoria abierta para la contratación en el Mercado Eléctrico Mayorista de energía eléctrica de ER. A 2018 el Programa tuvo tres rondas que totalizan 147 proyectos adjudicados. Según la tecnología a incorporar, los proyectos que entren a licitación deben tener un mínimo de entre el 25 y 35% de componentes nacionales.

Según datos oficiales del Ministerio de Hacienda (2016), el país cuenta con 700 MW de potencia renovable instalada, es decir un 2% de la matriz energética. La energía hidráulica de pequeña escala es la principal y, en segundo lugar, la energía eólica. Las proyecciones del Ministerio de Energía estiman que, para cumplir con las obligaciones asumidas se deberán instalar en la Argentina entre 9,4 y 11,3 GW de potencia renovable para 2025.

Este sucinto resumen del contexto de las ER muestra que en Argentina estarían dadas las condiciones para invertir en este tipo de energías así como para desarrollar alternativas tecnológicas que mejoren la eficiencia energética y propongan soluciones integradoras (Porello, 2017).



La legislación argentina sobre las REI

El “Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva ‘Argentina Innovadora 2020’” es uno de los primeros en ubicar las tecnologías digitales como transversales a todos los sectores productivos en especial el energético.

El Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) lanzó el “Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial” (FITS), un instrumento que apoya el desarrollo de capacidades de generación e incorporación de innovación tecnológica en sectores estratégicos del sistema productivo, con el objetivo de optimar su competitividad afianzando cadenas de valor. Propone la conformación de consorcios público-privados para financiar proyectos que brinden apoyo al sector productivo y además propongan el desarrollo de capacidades tecnológicas, entre otros. Abarca distintas áreas, como la energética. Están dirigidos a instituciones público y privadas sin fines de lucro, centros e institutos que se dediquen a la investigación y desarrollo (I+D) y firmas nacionales, siempre enraizados bajo un régimen de consorcio público privado.

En diciembre de 2017 se sanciona la Ley Nro. 27424 de Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la red eléctrica pública que habilita al usuario a convertirse en auto-generador de energía e inyectar el excedente de lo recolectado en la red de distribución eléctrica. Sin embargo aún no está regulado cómo será el procedimiento.

Las REI argentinas no crecieron de igual manera que las demandas energéticas, y la situación es variada según los territorios y regiones. Pese a vacantes normativos nacionales, algunas provincias, como Santa Fe, han avanzado en legislaciones provinciales sobre instalación o desarrollo de REI.

La legislación sobre ER y REI en la provincia de Santa Fe

En 2013, por Resolución Nro. 442 de la Empresa Provincial de Energía (EPE), la provincia de Santa Fe aprueba el tratamiento de solicitudes de generación en isla o en paralelo con la red de la Empresa.

En 2016 la Secretaría de Energía de la provincia crea el Programa “PROSUMIDORES” con el objetivo de incentivar la generación de energía distribuida renovable conectada a la red de baja tensión por usuarios de la EPE bajo condiciones técnicas y administrativas específicas (4). Está destinado a usuarios que revistan carácter de clientes de pequeñas demandas urbanas o rurales de la EPE. La denominación del programa refiere a usuarios que producen y consumen energía eléctrica, conectados a la red de distribución eléctrica.



El Programa viabiliza el pago de las instalaciones renovables, a través de una compensación monetaria. Dicha compensación dependerá de la energía generada durante un período determinado. Se prevé que las cooperativas eléctricas de la provincia puedan adherir en una segunda instancia del proyecto.

A su vez, Santa Fe se encuentra entre las seis (5) provincias que ya cuentan con normativa de GD.

El Proyecto de Redes Inteligentes con Energías Renovables en Armstrong, provincia de Santa Fe

La localidad de Armstrong se encuentra en la provincia de Santa Fe y cuenta con una población estimada en 11.181 habitantes según datos del último Censo de Población, Hogares y Viviendas de 2010. La CELAR posee 6091 usuarios y su consumo energético anual asciende a 29.055.075 kWh (Balance Cooperativo, 2016).

Orígenes del proyecto

En 2010, el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (6) estableció un acuerdo de cooperación en ER con el Departamento de Energía de Estados Unidos (“DOE”). En ese escenario se conforma el “Grupo Binacional de Trabajo Argentina-Estados Unidos” el cual posee un subgrupo destinado a las REI (ADEERA, 2013). Al mismo tiempo, se han compuesto grupos de trabajo entre la Secretaría de Energía (7), la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA), el INTI y la Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina (ADEERA). Uno de los principales objetivos de dichos grupos versa sobre desarrollar experiencias en la planificación, instalación, operación y mantenimiento de las redes así como también fomentar la inserción de ER, la prueba e incorporación de diversas tecnologías y el fomento de experiencias en pos de posibilitar futuras regulaciones.

El subgrupo de trabajo de REI, junto con la Secretaría de Energía de la Nación (SE), CAMMESA, ADEERA y el INTI creó una Comisión para estudiar los aspectos relacionados con tecnologías digitales y energía. En 2012 se realizaron diversos encuentros y conferencias con especialistas en el tema y hacia fines de ese año, por iniciativa de la SE, empezó el estudio de un proyecto integrador con las siguientes líneas de trabajo: desarrollar experiencias en la



planificación, instalación, operación y mantenimiento de REI; incentivar la incorporación de energías renovables; testear distintas tecnologías; etcétera (MINCYT, 2013a).

Si bien se eligió la ciudad de Armstrong, en la provincia de Santa Fe, como el primer emplazamiento para un proyecto con REI y GD, no pareciera haber un motivo concreto que fundamente tal elección. En tal sentido, una de las autoridades de CELAR comenta: “Había otras posibilidades, pero se eligió Armstrong porque era algo de tamaño mediano/chico; también porque era una Cooperativa y no iba a tener procesos burocráticos largos...” (Autoridad CELAR/PRIER, 2016). Esto lo refuerza un investigador de la UTN RR que también participó desde los inicios del PRIER:

Hay una motivación entre el DOE, el Secretario de Energía de la Argentina y otros actores, de estudiar la cuestión de las REI. Se decide hacer una experiencia piloto en algún lado...se plantea la posibilidad de introducir GD, entonces ahí empezamos a participar con la UTN Rosario (Autoridad del PRIER, comunicación personal, 2016).

El proyecto apunta a promover la participación activa del usuario, en pos de acercar la generación al consumo, y a diversificar la matriz energética nacional. El propósito es que coexista la red convencional con la REI y que esta última administre la inyección de ER, integrando la energía solar y posteriormente la eólica (8) en el tendido eléctrico.

Durante la gestación del proyecto participó el INTI, luego se sumó la CELAR (9) y posteriormente, en diciembre de 2013, se incorpora la UTN RR convocada para integrar el consorcio público-privado, requisito para presentarse en la convocatoria FITS-FONARSEC de ese mismo año (10). La UTN aportaría, además, un *know how* en materia de GD.

El PRIER se divide en dos etapas. La primera, se caracteriza por el desarrollo e implementación de REI mientras que la segunda se vincula al desarrollo de GD. En efecto, durante los primeros años del proyecto se abocaron a la implantación de tecnologías “maduras” a nivel mundial: telecontrol y tele supervisión de la red de media y baja tensión, y la medición inteligente AMI (11) en clientes industriales, comerciales y residenciales.

La segunda etapa se centra en la inclusión de generación renovable, programas de eficiencia energética y gestión integral de la red.

Primera etapa: adquisición de medidores “inteligentes” y talleres participativos

La primera etapa contó con aportes no reembolsables de la SE más aportes directos de la CELAR (Autoridad INTI/PRIER, 2017) y se destinó a la adquisición de 1000 medidores



inteligentes y equipamiento para el mejoramiento de la red de media tensión. Se llamó a concurso para adquirir dichos medidores y desarrollar las interfaces de *software* entre los sistemas AMI y el sistema de facturación existente en la cooperativa eléctrica. Se seleccionaron cuatro proveedores aportando cada uno un concentrador de datos y un *software* de gestión de la red de medidores.

Se eligieron diferentes tecnologías de comunicación entre los medidores y concentradores con el objetivo de evaluar el rendimiento en situaciones urbanas reales. En agosto de 2015 se completó la instalación de los medidores, concentradores y *software* AMI. Se llamaron a licitación a empresas proveedoras de medidores “inteligentes” y se adjudicaron la instalación a las siguientes firmas: 311 son de la empresa CIRCUTOR (12); el Grupo ELSTER (13) aporta 285; HEXING (14) tiene instalados 241 y la empresa argentina DISCAR (15) 188.

En el proceso de selección de los medidores inteligentes participaron todos los actores integrantes del proyecto y se ponderó la multiplicidad de marcas, tanto nacionales como extranjeras. Todos tienen un *software* propietario embebido y los servidores están alojados en los países que los comercializan y desarrollan. Así lo explican dos de los actores implicados: “En general se buscó lo más económico, pero se priorizó la multiplicidad de marcas. Había cuatro subestaciones que abastecer, así que justo ofertaron cuatro marcas (...)” (Autoridad CELAR/PRIER, 2016). La autoridad de UTN agrega: “Participaron todos: CAMMESA, SE, ADEERA... Hubieron reuniones de trabajo para saber qué oferta había y se decidió entre todos”. Para la CELAR “la única marca argentina era DISCAR, pero ellos ensamblan los componentes. No hay ninguna netamente nacional” (Autoridad del PRIER, comunicación personal, 2016).



Gráfico 1: Medidores inteligentes incorporados en Armstrong. Fuente: INTI 2017.

En el Gráfico 1 se observan coloreadas las áreas de la ciudad de Armstrong donde instalaron medidores para la prueba piloto de funcionamiento. Cada una de ellas está alimentada por subestaciones con distintos transformadores. Los medidores de las empresas DISCAR, HEXING y ELSTER tiene un funcionamiento similar: cada uno está vinculado a un concentrador que almacena todos los datos recabados en los medidores y se comunica a través de Internet con el servidor de cada una de las empresas. Sin embargo, la firma CIRCUTOR no solo almacena los datos de los medidores en sus concentradores, sino que se puede acceder a los mismos ingresando a un sitio *web* sin pasar por el servidor. Asimismo, al tener un protocolo de funcionamiento estándar de la Alianza PRIME (16) (*PowerLine Intelligent Metering Evolution*) se asegura la interoperabilidad de los equipos de distintos proveedores.

En relación a las compatibilidades entre medidores, una autoridad del INTI comenta: “Son cuatro empresas diferentes con lo cual complejiza más el tema del funcionamiento y la integración de los distintos protocolos. Cada medidor inteligente tiene una forma diferente de informar (...) (Autoridad del PRIER, comunicación personal, 2017).

Durante 2016 se realizaron diversos talleres y una “usina de ideas” para integrar la experiencia en la comunidad y promover la participación de los usuarios quienes, a su vez, se ofrecieron como voluntarios para la instalación gratuita de paneles fotovoltaicos (17) en los techos de las viviendas (18). Como fruto del trabajo colectivo realizado en la “Usina de Ideas”, en diciembre de 2016 se firmó un “Acuerdo Ciudadano por un futuro sustentable y una gestión democrática de la energía”: “el proyecto en sí no sólo tiene aristas técnicas sino también sociales, económicas, normativas, de políticas de energía, tarifarias” (Autoridad del PRIER, comunicación personal, 2016).



Segunda etapa: hacia la generación distribuida

En 2015 resultaron ganadores de la convocatoria FITS FONARSEC 2013 que les permitió adquirir parte de los paneles fotovoltaicos (de techo y de piso) para llevar adelante la segunda etapa del proyecto vinculada a la GD.

El subsidio recibido por la ANPCYT-MINCYT fue de \$14.419.680 mientras que el consorcio público-privado aportó el 48% restante de los montos requeridos para la obra por un total de \$28 millones.

Mediante la adjudicación del FTIS, entre 2016 y 2017 se efectuaron instalaciones de paneles fotovoltaicos tanto en el techo de la Cooperativa como también en 50 viviendas particulares que se habían ofrecido como “voluntarias” en los distintos talleres participativos y también en el área industrial de la localidad. Se prevé la compra e instalación de pequeños aerogeneradores. Se instaló una planta fotovoltaica de suelo de 220 kWp (19) de paneles fotovoltaicos con inversores ABB (20) más una planta de 200 kW para poder ser inyectados alrededor de 5 o 6 hs. promedio por día. Cuentan con 50 instalaciones por techo entre 1,5 y 2 kWp.

La planta fotovoltaica de piso se colocó en un terreno cedido por la Municipalidad en el área industrial de Armstrong. Los paneles son de Amerisolar (21) y ALDAR (22) y tienen 880 x 250 Wp (23); 40 mesas con 22 módulos cada uno cubriendo un área de 4000 m² aproximadamente. Los paneles fotovoltaicos instalados están conectados a las redes de la CELAR. En este sentido, la Cooperativa Eléctrica no solo es distribuidora de energía, sino que también se convierte en generadora dentro de la misma localidad. Si bien se trata de una proporción “pequeña” de energía a producir, una de las autoridades del PRIER sostiene “todo el dinero que la CELAR se ahorre será invertido en el mismo proyecto” (Autoridad del PRIER, comunicación personal, 2016). Esta alternativa permitirá que la energía solar generada alivie los picos de consumo que se producen, especialmente en verano.

A su vez, se han instalado paneles fotovoltaicos de 1,5 kW sobre el edificio de la CELAR (Res. EPE Nro. 442/13) posibilitando la conexión de fuentes de generación renovable a la red de baja tensión.

En febrero de 2017 las autoridades del PRIER firmaron un “convenio de adhesión” al programa de incentivos “PROSUMIDORES” dependiente de la Secretaría de Energías y de la Subsecretaría de Energías Renovables de Santa Fe, el cual garantiza incentivos de inyección de energía “limpia” a alrededor de 50 viviendas que participarán de esta experiencia (Gubinelli, 2017).



Reflexiones finales

En 2010, el MINPLAN actuó como actor que enroló a la SE con el DOE, y, posteriormente, a CAMMESA, el INTI y ADEERA, para llevar adelante un proyecto de REI en el país. Tales actores, luego pasan a ser intermediarios al enrolar a la cooperativa eléctrica de la localidad de Armstrong quien participa en los orígenes del PRIER. Cada uno de los actores involucrados en la red que forma el PRIER le han ido otorgando diferentes significados a la implementación del Programa que van en consonancia con los propósitos que persiguen sus instituciones de pertenencia. De esa manera, desde la CELAR se identificó a la UTN RR para que integrara el proyecto dado su conocimiento (*know how*) en materia de GD. Así, esa Universidad pasa a ser un intermediario de la red. Esto ocasionó, a su vez, que se añadiera una nueva etapa en el PRIER vinculada a desarrollar este tipo de generación eléctrica y de ese modo la UTN RR deja su rol de intermediario para convertirse en un actor. La red se complejiza y adquiere nuevos significados y traducciones en función de la incorporación de nuevos actores e intermediarios. Por un lado, para la UTN RR el PRIER debe orientarse al desarrollo de la GD; por el otro, la CELAR amplía su rol: además de distribuidora también se convierte en generadora de electricidad. No solo cambia la figura de la Cooperativa, también su papel dentro de la red técnico-económica que conforma el PRIER.

El abordaje actor-red resalta que la acción depende de una cadena de elementos en la que varía la fuerza de los eslabones. Los actores pueden fortalecerse (en algún curso particular de la acción) en la medida que desde el punto de vista de acción en cuestión ganan credibilidad como voceros de categorías de personas estratégicas. Y al contrario, se debilitan cuando la representatividad establecida decae, por ejemplo, como resultado del cuestionamiento de un actor competente. En ese sentido, la CELAR ha sido uno de los principales actores que dieron origen al proyecto PRIER. No obstante, su poder se debilitó conforme el protagonismo creciente de la UTN RR en el proyecto. La Universidad no solo cuenta con un acervo de conocimiento sobre GD sino que además enrola dinero para la implementación de la segunda etapa del PRIER a través del FITS, que se integra a la red como intermediario. A medida que la UTN RR se incorpora a la red, el proceso de traducción de la REI adquiere otro significado: el desarrollo de una REI ya no es el objetivo principal del proyecto en Armstrong sino que se impone otra forma de concebirlo más vinculado con la GD que con aspectos tecnológicos. Así, al enrolarse la generación dispersa de energía, se integran a la red paneles fotovoltaicos y usuarios (por medio de talleres y “usina de ideas”) que actúan como intermediarios. De esa



manera, el PRIER forma parte de la traducción, es decir, se le adscribe una nueva identidad y se complejiza su funcionamiento.

La experiencia de desarrollo del PRIER aún se encuentra en una fase experimental y está ligada a las diversas traducciones que tanto los actores (públicos y privados) como intermediarios (presupuesto destinado al proyecto, medidores inteligentes, paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, entre otros) integrantes de la red realicen las cuales son viables siempre y cuando exista presupuesto que posibilite su implementación y un marco legal adecuado que facilite su desarrollo. A su vez, el Programa lejos de lograr una “convergencia”, se ve permeado por su adhesión a “PROSUMIDORES”, el que traducirá otros significados al PRIER y, por ende, a su funcionamiento.

Si bien se registran instrumentos de financiamiento por medio de Fondos Sectoriales del MINCYT para promover el desarrollo de REI, recién a fines de 2017 el país cuenta con una ley que regula la generación distribuida en todo el territorio; sin embargo tal normativa aún se encuentra en proceso de implementación. Contrariamente de lo que acontece a escala nacional, distintas provincias argentinas poseen procedimientos que normativizan la generación distribuida en sus territorios y habilitan la posibilidad de implementar REI. En el caso particular de la provincia de Santa Fe, los instrumentos regulatorios diseñados contemplan los cambios que requiere el funcionamiento de las REI, como por ejemplo la nueva figura del usuario/generador o la integración amplia de la GD, entre otros.

La participación de ER no convencionales, como la eólica y solar, a pesar de su alto potencial, sigue siendo menor en el país. No obstante, parecieran surgir nuevas trayectorias territoriales en torno a ellas, las cuales podrían convertirse no solo en oportunidades de desarrollo local y transformaciones en la estructura de distribución, sino también en nuevos “actor-red”.

El sistema de producción y distribución de energía sufre nuevos desafíos sociales, económicos, tecnológicos y ambientales para la puesta en valor sostenible de los recursos. Así pues, las REI posibilitarían tanto la explotación de ER como una expansión territorial en regiones marginales y un eventual desarrollo hacia un sistema energético nacional sustentable. El crecimiento incipiente de las REI provoca nuevas dinámicas y trayectorias territoriales que se observan en la valoración de recursos antes desatendidos, inclusión de nuevos actores e intermediarios, promoción de tecnologías específicas, oportunidades de desarrollo regional, y cambios en la generación, distribución y utilización de productos energéticos, como también en las propias prácticas sociales.



Notas

- (1) Refiere a un sistema de disposiciones “estructuradas y estructurantes”, más que un simple hábito se trata de un conjunto de principios de percepción, valoración y de actuación asociados al lugar que ocupan los individuos dentro de la estructura social (Bourdieu, 2007).
- (2) Teoría del Actor-Red (ANT-*Actor Network Theory*) pertenece al campo de los estudios sociales de la ciencia y B. Latour y M. Callonson sus principales exponentes.
- (3) 1998 Ley Nro. 25019 promueve régimen de apoyo a la energía eólica y solar. En 2006 la Ley 26190 estableció que el 8% del consumo eléctrico nacional provenga de ERA 10 años. Se modifica por Ley 27191 de 2015, extiende el término para alcanzar el 8% al año 2017 y precisa que para 2020 el porcentaje deberá ser de 20% (Clementi y Carrizo, 2016).
- (4) Al 2016 había cuatro personas conectadas según este Programa: uno en la localidad de Roldán, otro de Las Rosas, en El Trébol y en Santa Fe (Asesora de la Subsecretaría de Energías Renovables de la provincia de Santa Fe, 2016).
- (5) Junto a la provincia de Santa Fe se encuentran las de Mendoza, Salta, San Luis, Neuquén y Misiones que en la actualidad cuentan con normativa de generación distribuida de energía proveniente de fuentes renovables (*Clean energy news*, 2016).
- (6) Creado durante el mandato de Néstor Kirchner (2003-2007) y que dejara de funcionar con la asunción del gobierno de Mauricio Macri (diciembre de 2015).
- (7) Esta Secretaría asume rango de Ministerio en 2015. En 2016, el nuevo gobierno reglamentó la Ley 27191/2015 (Decreto 531) que modifica la Ley 26190/2006, con el objetivo de dar un nuevo impulso a la generación eléctrica a partir de fuentes renovables.
- (8) Utiliza la fuerza del viento o energía cinética para generar electricidad.
- (9) En 2013 se firmó un convenio entre la Secretaría de Energía, ADEERA y el INTI y en octubre se firmó el convenio entre la CELAR y la Secretaría de Energía para dar marcha a la primera parte del PRIER (Autoridad del INTI/PRIER, 2017).
- (10) Para ello se firma un convenio entre el Rector de la UTN, el Presidente del INTI y las autoridades de CELAR en pos de conformar un consorcio público-privado.
- (11) Infraestructura de medición avanzada (IMA) (*Advanced Metering Infrastructure* o AMI) refiere a los sistemas que miden, recolectan y analizan el uso de la energía e interactúan con dispositivos como los medidores inteligentes de electricidad, de gas o de agua.
- (12) CIRCUTOR: empresa española que diseña y fabrica equipos en pos de lograr eficiencia energética (<http://circutor.es/es/empresa>).
- (13) El Grupo Elster forma parte de la firma Honey Well, empresa multinacional de Estados Unidos con sede en diversos países entre ellos Argentina; referente en tecnología de la medición para las empresas de distribución eléctrica en la Argentina y Sudamérica.
- (14) HEXING: compañía multinacional china. Ofrece una variedad de equipos eléctricos y una solución relevante para las empresas de energía globales (<http://www.hxgroup.cn/en/>).
- (15) DISCAR: empresa argentina que forma parte del *Cluster Córdoba Technology* que tiene como misión “ser una empresa especializada en proveer sistemas y servicios innovadores para Redes Inteligentes de energía eléctrica” (<http://www.discar.com/>).
- (16) PRIME (*Power Line Intelligent Metering Evolution*) arquitectura de telecomunicaciones pública, abierta y no propietaria que admite funcionalidades AMM y permite la construcción de REI. El objetivo es establecer un conjunto



completo de estándares internacionales que permitan la total interoperabilidad entre equipos y sistemas de diferentes proveedores. (<http://www.prime-alliance.org/>).

(17) Se obtiene mediante la captura de la luz y el calor que emite el sol y puede transformarse en energía eléctrica o térmica.

(18) Los talleres participativos con usuarios de Armstrong fueron en septiembre, noviembre y diciembre. En el primer encuentro se convocó a la presentación voluntaria de techos particulares para la instalación de paneles fotovoltaicos. En el segundo taller realizado en noviembre, se presentaron 79 voluntarios para que se instalaran paneles fotovoltaicos en el techo de sus viviendas pero por cuestiones presupuestarias quedaron seleccionados 50.

(19) Kilovatio de pico. La "Potencia Pico" es la máxima que alcanza un panel o conjunto de paneles en las horas de máxima exposición solar.

(20) <https://new.abb.com/power-converters-inverters/es/solar>

(21) Amerisolar: marca americana con instalaciones de fabricación y producción en China, Taiwan y Estados Unidos (<https://es.weamerisolar.eu/>).

(22) ALDAR S. A.: empresa argentina que brinda soluciones energéticas sustentables. Comenzó en 1992, concentrando su actividad en la comercialización, diseño e instalación de sistemas solares fotovoltaicos.

(23) *Watt pico* (Wp), representa la potencia eléctrica que entrega el panel fotovoltaico.

Bibliografía

Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina (ADEERA) (2013).

La Revista de ADEERA, 12(35), diciembre.

Bourdieu, P. (2007). *El sentido práctico*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Callon, M. (1998). El proceso de la construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico. En Domenech, M. y Tirado, F. *Sociología Simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: Gedisa.

Callon, M. (2008). La dinámica de las redes tecno-económicas. En Thomas, H. y Buch, A. (comp.). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Clean energy news (2016). Seis provincias con normativa de generación distribuida de energías renovables. Recuperado en <https://bit.ly/2oDa0my>

Clementi, L. y Carrizo, S. (2016). Diversificar la generación en la emergencia eléctrica Argentina del siglo XXI: viejos protagonistas, nuevas metas y dinámicas territoriales. *Energética*, pp.31-44, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1470/147050091005.pdf>

Decreto 531 (30 de marzo de 2016). Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Presidencia de la Nación, Argentina. Recuperado de <https://bit.ly/2A24U98>



- Dupuy, G. (2011). Fracture et dépendance: l'enfer des réseaux? En Flux Cahiers scientifiques internationaux Réseaux et territoires enfermes réseaux?, 83, enero-marzo, Paris Association MÉTROPOLIS.
- Gil, G., Alvarez, M. y Pedace, R. (2017). De renovables y generación distribuida. *Fundación Ambiente y Recursos Naturales*, pp. 115-131. Recuperado de: <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/Gil-Pedace.pdf>
- Guerassimoff, G. y Maizi, N. (2013). *Au-delà du concept, comment rendre les réseaux plus intelligents*. Paris: Presses des Mines.
- Goulden, M. et al. (2014). Smart grids, smart users? The role of the user in demand side management. *Energy Research & Social Science*, 2, University of Nottingham, United Kingdom, pp. 21-29. Recuperado de <https://bit.ly/2yugdEQ>
- Gubinelli, G. (15 de febrero de 2017). Redes inteligentes: hoy se firmará importante convenio para que avance el PRIER. Recuperado de <https://bit.ly/2OgxeNF>
- Guido, L. y Carrizo, S. (2016). Innovaciones tecnológicas en “redes eléctricas inteligentes”: políticas públicas y experiencias locales en Argentina. *L'Ordinaire des Amériques*, 221. Recuperado de <https://journals.openedition.org/orde/3134>
- Guido, L. (2017). Aplicación de tecnologías de información y comunicación en el sector energético: redes eléctricas “inteligentes” en Argentina. XXXI Congreso ALAS Las encrucijadas abiertas de América Latina. La sociología en tiempos de cambio, Universidad de la República Uruguay, Montevideo, del 3 al 8 de diciembre. Recuperado de http://alas2017.easyplanners.info/opc/tl/4539_luciana_guido.pdf
- Inauguran planta para generar energía solar en Armstrong (11 de septiembre de 2017). *Rosario3*. Recuperado de <https://bit.ly/2y64sFp>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina (INDEC) (2010). Censo de Población, Hogares y Viviendas de 2010. Recuperado de <https://bit.ly/2h7LHMG>
- Ley 25019. InfoLEG Información Legislativa, Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Presidencia de la Nación, Argentina, 23 de septiembre de 1998. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/50000-54999/53790/texact.htm>
- Ley 26190. InfoLEG Información Legislativa, Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Presidencia de la Nación, Argentina, 6 de diciembre de 2006. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/120000-124999/123565/norma.htm>
- Ley 27191. InfoLEG Información Legislativa, Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Presidencia de la Nación, Argentina, 23 de septiembre de 2015. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>



- Ley 27424. InfoLEG Información Legislativa, Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Presidencia de la Nación, Argentina, 27 de diciembre de 2017. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/305000-309999/305179/norma.htm>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) (2013a). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva “Argentina Innovadora 2020”.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) (2013b). Perfil de propuesta: desarrollo de sistemas de redes inteligentes de transmisión y distribución de electricidad, con interconexión de generación con fuentes renovables de energía, y/o mejoramiento de la eficiencia de las redes eléctricas existentes. Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Recuperado de <https://bit.ly/2IMLhEH>
- Ministerio de Hacienda (25 de diciembre de 2016). Informe de cadenas de valor “Energías Renovables”. 1(25). Recuperado de <https://bit.ly/2RCcCxi>
- Porello, Nicolás (2017). Contexto de las energías renovables en la Argentina. *Revista Desafíos Y-TEC*, 4(11), pp.62-67. Recuperado de <https://bit.ly/2IKRfpr>
- Proyecto PRIER Carta Pioneros (2016). Recuperado de <http://www.igc.org.ar/Documentos/PRIER/PRIER-CartaPioneros.pdf>
- Resolución Nro. 442. Empresa Provincial de Energía de la Provincia de Santa Fe, 2 de octubre de 2013. Recuperado de <https://bit.ly/1FosFpL>
- Secretaría de Estado de la Energía de la Provincia de Santa Fe (2016). Programa PROSUMIDORES “Tarifa promocional para la inyección de generación renovable distribuida en baja tensión”, Santa Fe. Recuperado de <https://bit.ly/2dYjGTD>
- Thomas, H. (2008): “Estructuras cerradas versus procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico” en Thomas, H. y Buch, A. (coords.). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.