



RIDAA

Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad
Nacional
de Quilmes

Chemes, Jorge

Transición energética y generación distribuida con energías renovables. Alcances y limitaciones del programa PROSUMIDORES en Santa Fe.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.

Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Chemes, J. (2026). *Transición energética y generación distribuida con energías renovables. Alcances y limitaciones del programa PROSUMIDORES en Santa Fe. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes* <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/6223>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Transición energética y generación distribuida con energías renovables. Alcances y limitaciones del programa PROSUMIDORES en Santa Fe.

TESIS DE MAestrÍA

Jorge Chemes

jorgechemes@yahoo.com.ar

Resumen

La tesis analiza la transición energética a partir del estudio de la generación distribuida con energías renovables (GDER) en la provincia de Santa Fe, tomando como caso empírico el programa PROSUMIDORES durante el período 2015–2020. El problema de investigación se organiza en torno al modo en que esta política pública subnacional contribuyó —o no— a una transición socio-técnica del sistema eléctrico santafesino, y a los factores que explican tanto sus logros como sus límites. El trabajo se inscribe en el campo de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología y de las transiciones a la sustentabilidad, articulando una triangulación conceptual entre la perspectiva multinivel, el análisis socio-técnico, la ecología política, las transiciones ecosociales, los sistemas tecnológicos sociales y las tecnologías para la inclusión social. Desde este encuadre, la GDER no es abordada como una innovación meramente técnica, sino como una configuración socio-técnica atravesada por disputas, aprendizajes, controversias regulatorias, relaciones de poder, formas de organización, mecanismos de acceso y capacidades institucionales que habilitan o restringen su apropiación social.

Los resultados muestran que PROSUMIDORES constituyó una experiencia pionera y singular en el contexto argentino, en un escenario en el que la GDER prácticamente no tenía desarrollo previo. El programa logró instalar el tema en la agenda pública provincial, habilitar marcos regulatorios innovadores y construir capacidades técnicas, institucionales y de aprendizaje que permitieron la emergencia de nuevos actores, prácticas y saberes vinculados a la generación distribuida. Sin embargo, estos avances no se tradujeron en una transformación estructural del régimen eléctrico ni en una democratización automática del sistema energético. La descentralización de la generación no implicó necesariamente una redistribución del poder ni una ampliación equitativa del acceso, ya que persistieron asimetrías territoriales, económicas e institucionales que limitaron la participación de amplios sectores de la población santafesina. Asimismo, el diseño del programa tendió a privilegiar

determinadas configuraciones tecnológicas y perfiles de usuarios, dejando en los márgenes a otros territorios, actores y fuentes renovables con potencial de desarrollo. En este sentido, el caso PROSUMIDORES muestra que las transiciones energéticas combinan innovaciones relevantes y logros parciales con procesos de exclusión y límites estructurales persistentes, y que su alcance depende de la capacidad de sostener, ampliar y reorientar las configuraciones socio-técnicas construidas.



Universidad
Nacional
de Quilmes

MAESTRÍA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

TÍTULO

**Transición energética y generación distribuida con energías renovables.
Alcances y limitaciones del programa PROSUMIDORES en Santa Fe.**

Autor:

Chemes, Jorge

Directores:

Dr. Santiago Garrido

Mg. Ing. Pablo Bertinat

AGOSTO DE 2025

•

Índice

Agradecimientos.....	9
1. Introducción y estado del arte	10
1.1. Introducción	10
1.2. Objetivos de la tesis	12
1.3. Estructura de la tesis	12
1.4. Estado del arte.....	14
1.4.1. Energía como objeto de la sociología	14
1.4.2. Análisis bibliométricos	16
1.4.3. Investigaciones relevantes para el caso de estudio	19
1.4.3.1. Aportes argentinos sobre GDER.....	20
1.4.3.2. Aportes regionales latinoamericana sobre GDER.....	24
1.4.3.3. Aportes críticos internacionales sobre GDER.....	27
1.4.4. Síntesis: aportes, tensiones y vacancias para esta investigación.....	30
2. Abordaje teórico y metodológico.....	34
2.1. Marco teórico	34
2.1.1. Abriendo la caja negra de las tecnologías.....	36
2.1.2. Transiciones en el campo CTS.....	39
2.1.2.1. Transiciones en los estudios sobre innovación.....	39
2.1.2.2. Transiciones a la sustentabilidad.....	41
2.1.3. Transición Socioecológica	48
2.1.3.1. Giro Ecoterritorial.....	49
2.1.3.2. Narrativas contemporáneas de la policrisis	51
2.1.3.3. Ecologismos.....	52
2.1.3.4. Transiciones energéticas y sus narrativas.....	54
2.1.4. Análisis socio-técnico	59
2.1.4.1. Grupos sociales relevantes, flexibilidad interpretativa y funcionamiento de la tecnología.	62
2.1.4.2. Relaciones problema-solución	63
2.1.4.3. Alianzas socio-técnicas, un modo de explicar el funcionamiento	64
2.1.4.4. Trayectorias y dinámicas, ampliando la base temporal	66
2.1.5. Sistemas tecnológicos sociales	67
2.2. Enfoque metodológico y diseño de la investigación.....	72
2.2.1. Análisis documental: fuentes primarias y secundarias	73
2.2.2. Entrevistas semiestructuradas	74
2.2.3. Observación participante	75
2.2.4. Estrategia de análisis y triangulación.....	75

2.2.5.	Consideraciones éticas	76
3.	Generación distribuida con energías renovables	78
3.1.	Conceptos y definiciones sobre GDER.....	78
3.2.	Posibilidades de generación distribuida con energías renovables.	79
3.3.	Funcionamiento de un sistema fotovoltaico	81
3.4.	Modelos y reconocimiento de inyección a red.	83
3.4.1.	Tarifa preferencial o FiT.	83
3.4.2.	Balance neto de energía o Net metering.	88
3.4.3.	Balance neto de facturación o Net Billing.	92
3.4.4.	Comparación de modelos.....	93
3.5.	Estado regional y nacional de la GDER	97
4.	El sistema eléctrico argentino y santafesino.....	103
4.1.	El mercado eléctrico mayorista en Argentina	103
4.2.	Distribución de electricidad en Santa Fe	108
4.2.1.	EPE: La Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe.....	108
4.2.2.	Organización interna y sistema de sucursales.....	109
4.2.3.	Infraestructura y demanda eléctrica	109
4.2.4.	Cooperativismo eléctrico en Argentina y Santa Fe.....	114
4.2.5.	Estructura tarifaria de la EPE.....	116
4.2.6.	El Valor Agregado de Distribución	121
4.2.7.	Valor agregado de distribución y GDER	124
5.	Generación distribuida con energías renovables en Santa Fe.....	127
5.1.	Primeros pasos para un procedimiento santafesino de interconexión	129
5.2.	Debates y controversias sobre el PRO 103-101.....	134
5.3.	El programa PROSUMIDORES.....	139
5.4.	Cambio de conducciones, campo propicio para PROSUMIDORES 2020.....	152
5.5.	Trayectoria socio-técnica del programa PROSUMIDORES	161
5.6.	Discontinuidad política, borrón y cuenta nueva.	163
6.	Conclusiones.....	165
6.1.	Trayectorias socio-técnicas, alianzas inestables y configuraciones excluyentes en torno a la GDER en Santa Fe	166
6.2.	Interacciones multinivel en la transición energética: complejidad, permeabilidades y configuraciones no lineales	171

6.3. Convergencias internacionales: resistencias de las distribuidoras y conflictos por el control del sistema eléctrico.....	174
6.4. Algunos interrogantes finales	178
Bibliografía	181

Índice de tablas y figuras.

Tabla 1: Resumen de vacancia identificados y aportes de la tesis.....	32
Tabla 2: Articulación conceptual	35
Tabla 3: Conceptos en el marco de las transiciones a la sustentabilidad.....	41
Tabla 4: Conceptos clave de la perspectiva multinivel.....	43
Tabla 5: Características de las narrativas de transición energética.....	59
Tabla 6: Síntesis de técnicas, recursos y fuentes	76
Tabla 7: Tipos de modelos FiT y países de implementación.....	87
Tabla 8: Modelos de reconocimiento de GDER en distintos países.....	97
Tabla 9: Comparación de densidad de usuarios de energía eléctrica por distribuidora.....	114
Tabla 10: Categorías de usuarios de EPE y su margen de potencia contratada.....	117
Tabla 11: Componentes del VAD.....	122
Tabla 12: Estudio comparativa de EPE de distintas normativas de GDER.....	131
Tabla 13: Normas solicitadas para inversores	132
Tabla 14: Parámetros eléctricos que deben cumplir los inversores	132
Tabla 15: Asignación de sentidos de GSR Fase 0	137
Tabla 16: Flexibilidad interpretativa de la fase 1.....	150
Tabla 17: Tipos de prosumidores para P2020.....	152
Tabla 18: Financiamientos disponibles en 2019 para acceder a PROSUMIDORES 2020 ...	154
Tabla 19: Interpretaciones de los GSER sobre la fase 2.....	159
Tabla 20: Grupos sociales relevantes y sus asignaciones de sentido.....	164
Figura 1: La energía como objeto sociológico. Seis agendas de investigación.....	15
Figura 2: Cuatro escenarios energéticos potenciales para la GDER.....	25
Figura 3: Red articulada de autores, potencialidades, limitaciones y vacancias	33
Figura 4: Transiciones a la sustentabilidad. Perspectiva multinivel.....	47
Figura 5: Triangulación teórica conceptual análisis socio-técnico	61
Figura 6: Trayectorias y dinámicas socio-técnicas	67
Figura 7: Cronología de TIS	69

Figura 8: Dos formas de concebir TIS	69
Figura 9: Tablero de Miro para diseño de entrevistas semiestructuradas	75
Figura 10: Esquema de modelos de GDER en Argentina.....	80
Figura 11: Composición de un SFV-ON	82
Figura 12: Tarifa fija básica.....	86
Figura 13: con ajuste por inflación	86
Figura 14: Modelo de tarifa inicial elevada	86
Figura 15: brecha del mercado spot.....	86
Figura 16: Modelo de prima fija	86
Figura 17: Modelo de prima variable.....	86
Figura 18: Cronología de marcos normativos de DG en América Latina y el Caribe.....	89
Figura 19: Marco del proceso de toma de decisiones regulatorias	91
Figura 20: Modelos de reconocimiento de GDER.....	94
Figura 21: Esquemas de reconocimiento a las energías renovables	96
Figura 22: Potencia FV instalada en GW por región 2013-2023.....	97
Figura 23: Potencia FV distribuida instalada por región	98
Figura 24: Relación de potencia instalada distribuida y centralizada en las américas	98
Figura 25: Evolución del rango de precios de sistemas FV residenciales y de piso.....	99
Figura 26: Precios indicativos de sistemas FV instalados por tipo.....	100
Figura 27: Estado GDER en Argentina. Adhesión, potencia y sectores.....	101
Figura 28: Actores del MEM y su relación con distribuidoras.....	104
Figura 29: Operatoria del mercado spot.....	106
Figura 30: Operatoria del mercado a término	107
Figura 31: Mapas de centrales de generación, transporte y transformación de energía	107
Figura 32: Representación de la Potencia Instalada en kVA en la Provincia de Santa Fe	110
Figura 33: Líneas y estaciones transformadores de EPE	111
Figura 34: Evolución de la potencia	112
Figura 35: Evolución de la energía	112
Figura 36: Evolución de energía por tipo de usuario	113
Figura 37: Distribución por usuario, consumo y facturación	114
Figura 38: Cooperativas eléctricas y red de EPE en la provincia de Santa Fe	116
Figura 39: Factura de la EPE para usuario residencial de energía eléctrica	118
Figura 40: Precios y coberturas en el MEM Residencial. 6/2025.....	119
Figura 41: Factura eléctrica con impuestos y sin descuentos por 265 kWh/mes (6/2025)....	120

Figura 42: Factura final eléctrica a usuarios residenciales por componentes (6/2025)	123
Figura 43: Instalación eólica conectada a la red. Puerto de Santa Fe.	129
Figura 44: Esquema de interconexión por potencia.....	130
Figura 45: Primera instalación de GDER, proyecto IRESUD	132
Figura 46: Diagramas unifilares provistos por PRO 103-101 para baja tensión.	133
Figura 47: Medidores instalados para sistema NB cumpliendo PRO 103-101	134
Figura 48: Esquema de facturación según PRO 103-101	135
Figura 49: Alianza socio-técnica de la etapa PRO103-101, fase 0.....	137
Figura 50: Diagramas problema-solución para la fase 0 de los GSR.	138
Figura 51: Instalaciones de GDER del proyecto PRIER	139
Figura 52: Instalaciones eólicas conectadas a la red en el proyecto PRIER.....	140
Figura 53: Evolución de prosumidores 2014-2018.....	142
Figura 54: Capacitaciones para instalador fotovoltaico.....	143
Figura 55: Primer cheque y factura recibido en 2017 por un PROSUMIDOR.	144
Figura 56: Cotización del dólar entre 2016 y 2019.....	145
Figura 57: Personas capacitadas por año en instalación de sistemas fotovoltaicos.	145
Figura 58: Tiempo de habilitación en días para ser PROSUMIDOR.....	146
Figura 59: Cantidad de usuarios conectados a la red por localidad.	146
Figura 60: Tramites realizados por sucursal de EPE para solicitud de PROSUMIDORES..	147
Figura 61: Alianza socio-técnica de la primera fase.	149
Figura 62: Diagramas problema-solución para la fase 1 de los GSR.	151
Figura 63: sitio web para centralizar trámites de PROSUMIDORES	152
Figura 64: Divulgación de PROSUMIDORES 2020 en redes sociales.....	153
Figura 65: Presentación pública de PROSUMIDORES 2020	153
Figura 66: Capacidad admisible de potencia fotovoltaica en nodos de la EPE	154
Figura 67: Crecimiento de potencia en kW instalado de GDER en Santa Fe.....	155
Figura 68: Cantidad de prosumidores y potencia instalada discriminada territorialmente....	156
Figura 69: Alianza socio-técnica de la segunda fase.	159
Figura 70: Diagramas problema-solución para la fase 2 de los GSR.	160
Figura 71: Trayectoria socio-técnica del período en estudio. Elaboración propia.	162

Lista de acrónimos

AEA	Asociación Electrotécnica Argentina
ALyC	América Latina y el Caribe
ASADES	Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente
AVERMA	Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente
CA	Corriente alterna
CADER	Cámara Argentina de Energías Renovables
CAMMESA	Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista S.A
CASES	Cámara Argentina de Energías Renovables, la Cámara Santafesina de Energía Solar
CC	Corriente continua
CELAR	Cooperativa de Provisión de Obras y Servicios Públicos Limitada de Armstrong
CES	Congreso de Energías Sustentables
CNEA	Comisión Nacional de energía atómica
CTI	Ciencia, tecnología e innovación
CTS	Ciencia, tecnología y sociedad
E-SSER	empleados de la misma secretaría
ECT	Economía del cambio tecnológico
EE	Eficiencia energética
EPE	Empresa provincial de la energía
ERA	Programa Energías Renovables para el Ambiente
ERMA	Energías Renovables y Medio Ambiente (revista publicada por ASADES)
ESCT	Estudios sociales de la ciencia y la tecnología
Exp	Expertos
FiT	Feed in tariff. Tarifa preferencia de la energía
FONARSEC	Fondo Argentino Sectorial
FV	Fotovoltaica
GDER	Generación distribuida con energías renovables
GEI	Gases de efecto invernadero
GSR	Grupos sociales relevantes
IEA	Agencia internacional de la energía
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
MEM	Mercado eléctrico mayorista
MLP	Perspectiva multi nivel. Multi-Level Perspective
NB	net billing
OES-UTN	Observatorio de energía y sustentabilidad de la Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rosario
P2020	Programa PROSUMIDORES 2020
PERMER	Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales
PRIER	proyecto “Generación distribuida con Energías Renovables. Aportes tecnológicos, sociales, ambientales y económicos de su aplicación en la Red Inteligente de Armstrong”
PUI	Práctica, usa e interacción
PyME	Pequeña y mediana empresa
SCOT	Construcción social de la tecnología. Social Construction of Technology
SecER	Secretario de energías renovables
SFV-ON	Sistemas fotovoltaicos conectados a red
SNM	Strategic Niche Management. Gestión estratégica de nicho
SSER	Subsecretaría de energías renovables
STS	Sistemas Tecnológicos Sociales
TAR	Teoría actor-red
TE	Transición energética
TIS	Tecnologías para la inclusión social
UNSAM	Universidad nacional general San Martín
VAD	Valor agregado de distribución

A Teresita Alfano

Mi maestra ambientalista
de la escuela primaria.

A Jorge Sáenz

Te hubiera gustado leer este recorrido
del que fuiste parte.

*Imagínese un rosal
a punto de abrir una rosa
en el instante preciso
en que la trompeta del ángel
anuncia el fin del mundo.
¿Se detendría el rosal?*

Leopoldo Marechal

Adán Buenosayres

Agradecimientos

A Pablo Bertinat, amigo, profesor, compañero de caminos múltiples, guía generoso, de esos que no señalan cuál es el camino. Por su compartir infinito. Por mostrar que se puede caminar con convicción ética y hacer de la técnica un espacio de militancia y afecto.

A Martín Orecchia, Ignacio Arraña, Nicolás Di Ruscio y Lisandro Arelovich, compañeros de ideas y de caminos, de proyectos y de sobremesas. Con ellos, los temas de esta tesis se hablaron y practicaron muchas veces antes de escribirse. Y quizás por eso, escribir fue también un acto colectivo.

Al Observatorio de Energía y Sustentabilidad de la UTN, comunidad de pensamiento y afecto que me formó desde 2007. A “La Chamuyera Tango Club”, a su cocina, sus aromas, sus copas y sus mesas compartidas, demolidas hoy por el metabolismo urbano. En esos espacios se gestaron muchas de las ideas que aquí se ordenan.

A la universidad pública, que me abrió sus puertas con becas, recursos y sostén. Y al campo nacional y popular que supo construirla y defenderla. Soy el primero de mi familia en completar la escuela secundaria, el primero en llegar a la universidad.

A ASADES, por haber sido el lugar donde encontré un lenguaje para mis preguntas. En 2012, un libro como premio "*Tecnología, desarrollo y democracia*", enmarcó un campo de inquietudes dispersas. Por entonces trabajaba con productores de la agricultura familiar en el norte del país; entre caminos de tierra y rutas eternas, aquel libro viajaba conmigo y sembraba dudas sobre lo que hacíamos en el territorio. En 2014, una charla de Hernán Thomas en ASADES encendió una búsqueda más precisa. Y desde entonces, Santiago Garrido —hoy director de esta tesis— ha estado presente, con generosidad, claridad y humildad, sosteniendo preguntas y procesos. Un muy especial agradecimiento hacia él.

A las trabajadoras y los trabajadores del Gobierno de Santa Fe, de la EPE, y a las empresas pioneras de energía solar en Santa Fe. Su disposición a compartir datos, experiencias y tiempo fue esencial para que este trabajo pudiera escribirse.

Y, al final de todo, a mi vieja. Que caminó y caminó para vender lo que sea. Que sigue caminando. Que me enseñó que la dignidad se camina a corazón abierto.

Capítulo 1

1. Introducción y estado del arte

1.1. Introducción

En las últimas dos décadas, la transición energética (TE) se ha instalado como un tema prioritario en la agenda pública, científica y tecnológica de América Latina. Este proceso ha sido impulsado, entre otros factores, por el agravamiento simultáneo de la crisis climática, energética y de justicia ambiental. Estas problemáticas, interpretadas de manera diversa por actores estatales, empresariales, sociales y académicos, han dado lugar a múltiples sentidos en disputa sobre qué implica transitar hacia un sistema energético sustentable.

En términos generales, pueden identificarse al menos dos grandes orientaciones discursivas. Por un lado, una visión centrada en la diversificación de la matriz energética a partir de fuentes renovables, sin alterar las estructuras existentes del sistema energético. Este enfoque, de orientación tecnocrática y productivista, tiende a mantener a la energía en el ámbito de la mercancía, priorizando la productividad sin modificar los patrones de consumo ni los modos de gobernanza. Por otro lado, se consolida una perspectiva que concibe la transición energética como parte de un cambio estructural más amplio: una transición del sistema energético en su conjunto, que implica transformar no solo las fuentes sino también las formas de producción, distribución, uso y control de la energía. Este enfoque, inscrito en las corrientes de las transiciones ecosociales, propone comprender la energía como un derecho y plantea una reconfiguración profunda de las relaciones entre tecnología, naturaleza y sociedad (Bertinat y Argento, 2022; Svampa, 2022).

Un punto de contacto entre ambas visiones ha sido la promoción de la generación distribuida con energías renovables (GDER). Esta modalidad técnica y organizacional habilita a usuarios residenciales, comerciales o institucionales a autogenerar energía eléctrica y volcar sus excedentes a la red de distribución, modificando las jerarquías tradicionales del sistema eléctrico. En América Latina, y particularmente en Argentina, la GDER ha comenzado a desplegarse en el marco de programas de fomento público, desarrollos normativos y proyectos piloto impulsados desde distintos niveles del Estado.

En este contexto, la provincia de Santa Fe se destaca por ser pionera en el diseño e implementación de políticas de GDER. En 2013, la Empresa Provincial de la Energía (EPE) estableció el primer marco técnico-reglamentario del país. Poco después, en 2015, el Gobierno

provincial lanzó el programa PROSUMIDORES, primera política pública en Argentina que combinó incentivos económicos, financiamiento público y reconocimiento tarifario para fomentar la autogeneración renovable conectada a red.

Esta tesis analiza los alcances y las limitaciones del programa PROSUMIDORES entre 2015 y 2020, a partir de un enfoque socio-técnico orientado a comprender sus procesos de diseño, implantación, estabilización y cancelación. La elección de este caso responde, por un lado, al carácter pionero e innovador del programa, tanto en el plano normativo como institucional. Por otro lado, el recorte temporal coincide con un ciclo completo de formulación e implementación de política pública: en 2020, tras un cambio de signo político en el gobierno provincial, el programa fue discontinuado, lo que habilita un análisis retrospectivo de su trayectoria.

La investigación parte del supuesto de que el despliegue de la GDER no puede comprenderse exclusivamente como una dinámica confinada a nichos de innovación. Por el contrario, resulta necesario analizar cómo estas experiencias se insertan y reconfiguran en el entramado más amplio de relaciones entre actores, instituciones y estructuras que constituyen los regímenes energéticos. Asimismo, se exploran las formas en que estos procesos locales responden, reproducen o tensionan las condiciones estructurales más amplias del contexto político, económico y ambiental. En este sentido, el trabajo aporta a una comprensión más compleja de las transiciones energéticas, atendiendo a las influencias mutuas y co-constitutivas entre los niveles del sistema energético.

El estudio del caso PROSUMIDORES resulta relevante no solo para comprender las dinámicas locales de la GDER en Argentina, sino también para aportar insumos empíricos y conceptuales a procesos de co-diseño de tecnologías inclusivas, marcos normativos más democráticos y estrategias participativas de transición energética.

En este marco, el problema de investigación que orienta este trabajo puede sintetizarse en las siguientes preguntas: ¿Cuáles fueron las dinámicas socio-institucionales que marcaron el diseño e implementación del programa PROSUMIDORES? ¿Qué actores intervinieron, con qué intereses y qué tipos de alianzas socio-técnicas se conformaron? ¿Cuáles fueron las percepciones, sentidos y valoraciones construidas por distintos grupos sociales en torno a la GDER? ¿Qué formas de inclusión y exclusión se generaron a partir de las políticas implementadas? Y finalmente, ¿qué tipo de visión de transición energética expresa o reproduce el programa PROSUMIDORES?

1.2. Objetivos de la tesis

Los objetivos de esta tesis se estructuran en correspondencia con el problema de investigación planteado en la sección anterior, buscando operacionalizar desde una perspectiva socio-técnica las múltiples dimensiones implicadas en el diseño e implementación del programa PROSUMIDORES.

Objetivo general

Analizar los procesos de diseño e implementación del programa PROSUMIDORES en la provincia de Santa Fe entre 2015 y 2020, desde una perspectiva socio-técnica.

Objetivos específicos

- a. Identificar y caracterizar los actores, artefactos y grupos sociales relevantes que intervinieron en las distintas fases del programa PROSUMIDORES.
- b. Examinar los problemas identificados y las soluciones propuestas por los distintos grupos sociales involucrados en el programa.
- c. Reconstruir las alianzas socio-técnicas que se configuraron en las etapas de diseño, implementación y reformulación del programa.
- d. Reconstruir la trayectoria socio-técnica del programa PROSUMIDORES, reconociendo sus fases.
- e. Indagar las dinámicas de inclusión y exclusión generadas por el programa, considerando sus criterios de acceso.
- f. Explorar cómo el programa PROSUMIDORES se articuló, tensionó o fue condicionado por dinámicas del régimen energético dominante y del contexto estructural más amplio.

1.3. Estructura de la tesis

La presente tesis está organizada en seis capítulos, cada uno de los cuales contribuye al abordaje progresivo y multidimensional del objeto de estudio: los alcances y limitaciones del programa PROSUMIDORES en la provincia de Santa Fe, en el marco de los procesos de transición energética y generación distribuida con energías renovables (GDER). La estructura combina una estrategia analítica conceptual con una reconstrucción empírica situada, siguiendo una lógica coherente con los enfoques del campo Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y la ecología política.

El Capítulo 1 presenta la introducción general al tema, los interrogantes de investigación, los objetivos generales y específicos, la justificación del recorte espacio-temporal y una revisión del estado del arte en torno a los estudios sobre transiciones energéticas, políticas de

prosumidores y generación distribuida. Este capítulo también incluye la descripción de la estructura general de la tesis.

El Capítulo 2 desarrolla el marco teórico y metodológico de la investigación. Se presenta una articulación conceptual que combina distintas perspectivas sobre las transiciones socio-técnicas, la ecología política y el análisis constructivista de la tecnología, con el fin de comprender cómo se configuran los procesos de generación distribuida con energías renovables. Además, se introduce la noción de sistemas tecnológicos sociales para abordar críticamente las tecnologías orientadas a la inclusión. En cuanto al enfoque metodológico, se adopta un estudio de caso cualitativo centrado en el programa PROSUMIDORES de la provincia de Santa Fe. Se emplean técnicas como el análisis documental, las entrevistas semiestructuradas y la observación participante, integradas en una estrategia de triangulación que permite reconstruir trayectorias, actores y controversias relevantes en torno al desarrollo de la generación distribuida.

El Capítulo 3 introduce los conceptos técnicos, definiciones y modelos de la generación distribuida con energías renovables, explicando cómo funcionan los sistemas fotovoltaicos, las posibilidades de inyección a red y las diferencias entre tarifas preferenciales, balance neto de energía y balance neto de facturación. También se presenta el estado regional y nacional de la generación distribuida con energías renovables, permitiendo al comprender las bases técnicas y normativas necesarias para los análisis posteriores.

El Capítulo 4 describe el sistema eléctrico argentino y santafesino, detallando el mercado eléctrico mayorista, la estructura y funcionamiento de la Empresa Provincial de la Energía (EPE) y el rol del cooperativismo eléctrico en la distribución de energía. Se analizan los mecanismos de fijación de tarifas, los tipos de usuarios y el valor agregado de distribución, abordando su relación con la generación distribuida con energías renovables. Este capítulo contextualiza institucional y económicamente el entorno en el que se desarrolla el caso de estudio del programa PROSUMIDORES en Santa Fe.

El Capítulo 5 analiza en profundidad el caso del programa PROSUMIDORES en la provincia de Santa Fe, aplicando las herramientas del marco teórico socio-técnico. Se identifican los grupos sociales relevantes, las dinámicas de problema-solución, las alianzas socio-técnicas y las fases diferenciadas que estructuraron la trayectoria del programa entre 2013 y 2020. A partir de esta reconstrucción, se traza la trayectoria socio-técnica del programa, visibilizando los cambios en las configuraciones institucionales, los conflictos entre actores, las exclusiones generadas y los sentidos en disputa sobre la generación distribuida. Este análisis permite

comprender las tensiones entre innovación tecnológica, regulación estatal y acceso social a las energías renovables.

El Capítulo 6 presenta las conclusiones generales del trabajo. Se sistematizan los principales hallazgos conceptuales y empíricos de la investigación, se evalúan los aportes al campo de estudios sobre transiciones energéticas, y se discuten las limitaciones del enfoque adoptado. Finalmente, se proponen líneas futuras de investigación y se reflexiona sobre los desafíos de una transición energética inclusiva y territorialmente situada.

1.4. Estado del arte

En este apartado se sistematiza el estado del arte sobre la GDER, con especial atención a su abordaje desde las ciencias sociales y el campo CTS. Se identifican las formas en que este fenómeno ha sido trabajado en la literatura académica, destacando sus principales debates y discusiones, con el propósito de poner en diálogo esta investigación con la producción de conocimiento en distintos niveles de análisis.

Si bien gran parte de las investigaciones relevadas se inscriben en el campo de los estudios sobre transiciones energéticas, este trabajo prioriza aquellas contribuciones que abordan específicamente la GDER, entendida como una de las dimensiones centrales de las transiciones hacia matrices energéticas más sustentables. Este recorte permitió focalizar en las tensiones, oportunidades y resistencias que emergen en torno a la generación distribuida.

El recorrido de esta sección se organiza en cuatro apartados principales. En primer lugar, se analiza cómo la energía ha sido incorporada como objeto de estudio de las ciencias sociales y del campo CTS (1.4.1). En segundo lugar, se presentan los resultados de un análisis bibliométrico sobre la producción académica vinculada a GDER (1.4.2). En tercer lugar, se abordan los espacios académicos de difusión y debate donde se discuten estas temáticas (1.4.3). Finalmente, se examina una selección de investigaciones relevantes para el caso de estudio, focalizando primero en los aportes de estudios argentinos y latinoamericanos sobre GDER (1.4.4.1) y, luego, en enfoques críticos desarrollados en contextos internacionales (1.4.4.2), para concluir con una síntesis de aportes, tensiones y vacancias identificadas que justifican y orientan esta investigación (1.4.5).

1.4.1. Energía como objeto de la sociología

La energía, históricamente considerada un asunto técnico y tratada como una infraestructura que opera en segundo plano, ha co-sostenido la vida social sin ser cuestionada ni analizada en sus dimensiones políticas y sociales. Sin embargo, en las últimas décadas ha emergido como un objeto de creciente interés para las ciencias sociales. Ariztía, Boso y Tironi (2017) sostienen

que la energía debe entenderse como un fenómeno profundamente socio-técnico, atravesado por relaciones de poder, disputas políticas, prácticas cotidianas y procesos culturales que configuran su producción, circulación y consumo. Este desplazamiento implica reconocer que las transiciones energéticas no son neutras, sino que se constituyen a partir de controversias, conflictos y negociaciones que involucran a múltiples actores, tecnologías y territorios.

Los autores proponen seis agendas de investigación que conforman una hoja de ruta para las sociologías de la energía:

1. **Sistemas Socio-Técnicos**, que abordan las infraestructuras energéticas desde el campo de los estudios sociales de la ciencia y tecnología.
2. **Conflictos Energéticos**, que exploran controversias socioambientales desde la sociología medioambiental, de la acción colectiva y de los movimientos sociales.
3. **Ontología**, que recurre a la Teoría del Actor-Red y a los nuevos materialismos para examinar cómo las materialidades energéticas configuran lo social.
4. **Prácticas Cotidianas**, que analizan el uso, consumo y producción de energía en la vida diaria a partir de la sociología de la práctica, del consumo y de la ciencia y la tecnología.
5. **Economización**, que interroga los procesos de valuación y circulación de la energía en mercados y regulaciones desde la sociología económica y de la ciencia y la tecnología.
6. **Transiciones hacia la Sustentabilidad**, que estudian las transformaciones hacia regímenes de descarbonización desde la sociología medioambiental, la innovación responsable y los estudios de desarrollo.

Figura 1: La energía como objeto sociológico. Seis agendas de investigación



Fuente: (Ariztía et al., 2017)

Estas agendas permiten complejizar el carácter aparentemente neutro de los sistemas energéticos y abren la posibilidad de analizarlos como entramados donde se disputan sentidos,

se visibilizan desigualdades y se proyectan futuros posibles. Los autores insisten en que, para comprender las transiciones energéticas (y los procesos de GDER), es necesario considerar cómo las infraestructuras energéticas, las prácticas de uso, los procesos de mercantilización y las luchas por la sustentabilidad se articulan en escalas locales, nacionales y globales. Este enfoque resulta especialmente relevante en América Latina, donde las transiciones energéticas ocurren en contextos de desigualdad, concentración de infraestructura y tensiones entre políticas públicas, actores privados y comunidades.

Una parte significativa de la producción académica en Europa y en países anglosajones ha desarrollado sus análisis energéticos bajo los marcos conceptuales de los sistemas de innovación y de la teoría de las transiciones (Geels y Schot, 2007; Schot et al., 2016). Desde esta perspectiva, numerosos estudios plantean la transición energética como eje articulador de sus investigaciones, explicando los procesos de transformación de los sistemas energéticos a partir del examen de casos específicos en los que se observan cambios en las matrices energéticas, permitiendo identificar patrones, dinámicas y tensiones que configuran dichos procesos.

Tras situar la energía como objeto de análisis de las ciencias sociales, se examinan ahora las tendencias de producción académica sobre GDER mediante análisis bibliométricos, con foco en la identificación de vacancias.

1.4.2. Análisis bibliométricos

Desde 2014, Sovacool advertía que las ciencias sociales ocupaban un lugar periférico dentro de la producción de conocimientos sobre energía, al evidenciar un marcado contraste entre la escasa cantidad de publicaciones provenientes de disciplinas sociales en comparación con aquellas generadas desde áreas técnicas y de las ciencias naturales, especialmente en revistas de Europa y Estados Unidos (Sovacool, 2014). Este diagnóstico señalaba no solo una cuestión de volumen, sino también de centralidad temática, destacando que los estudios energéticos carecían de enfoques que integraran las dimensiones sociales, políticas y culturales en las transiciones energéticas, priorizando marcos tecnocráticos y economicistas. Este hallazgo resulta relevante para comprender por qué, a pesar del crecimiento del campo de estudios energéticos en la última década, la perspectiva de las ciencias sociales sigue siendo escasa.

Más recientemente, Sovacool (2022) sigue sosteniendo que las investigaciones sobre transiciones tendientes a la descarbonización y mitigación del cambio climático continúan sin integrar de manera sustancial perspectivas de justicia climática y energética. Propone, en este sentido, la necesidad de una ecología política que analice críticamente quiénes resultan

beneficiados y quiénes son excluidos en estos procesos. Asimismo, Jenkins et al. (2016), a partir de una revisión conceptual sobre justicia energética, señalan que, aunque se observa un avance en la articulación de esta perspectiva en el estudio de las transiciones energéticas, las ciencias sociales continúan siendo marginales dentro de este campo, tanto en términos de abordaje de las dimensiones distributivas y de reconocimiento como en la participación de las comunidades afectadas en la toma de decisiones energéticas. Ambos trabajos coinciden en destacar que las transiciones energéticas no son procesos neutros, sino que están atravesados por relaciones de poder que requieren un análisis socio-técnico riguroso.

De este modo, la revisión de estos trabajos permite concluir que existe una vacancia relevante para abordar las transiciones energéticas y la GDER con un enfoque CTS, incorporando dimensiones de justicia energética y participación ciudadana en contextos latinoamericanos, donde estas problemáticas adquieren características específicas.

En lo que respecta a América del Sur, el estudio de Chabla-Auqui et al. (2023) constituye un insumo clave para contextualizar el desarrollo de la GDER en la región durante la última década. Este trabajo bibliométrico revisa sistemáticamente literatura sobre GDER aplicada al autoconsumo residencial entre 2013 y 2023, utilizando el método PRISMA y bases como Scopus, Science Direct, IEEE Xplore, SciELO y Google Scholar, identificando inicialmente 503 publicaciones que, tras el filtrado, se redujeron a 87 referencias relevantes (13 artículos indexados, 11 no indexados, 13 tesis y 37 documentos legales). Se destaca un crecimiento sostenido de la producción académica desde 2018, con un pico en 2022, donde el 78% de los trabajos se concentran en el análisis de sistemas fotovoltaicos y un 54% en generación distribuida, mientras que solo el 16% aborda aspectos regulatorios y apenas el 8% trata la dimensión de justicia energética, mostrando la marcada predominancia de enfoques técnicos y económicos frente a los estudios sociales y CTS, que resultan minoritarios.

Regionalmente, Brasil lidera la producción académica, seguido de Colombia, Chile, México y Argentina. Los estudios se centran en casos de dimensionamiento de sistemas, análisis de factibilidad técnica y modelados de conexión a la red, con Brasil destacándose en optimización técnica y Colombia y Chile en regulación e incentivos. Se evidencia la carencia de investigaciones con participación ciudadana, análisis de gobernanza democrática de la energía o estudios de proyectos cooperativos, reflejando una vacancia crítica para el campo.

El artículo identifica factores promotores de la GDER, tales como la reducción de costos en tecnologías, avances en acumulación (baterías), conciencia ambiental, incentivos económicos y redes inteligentes. Entre las restricciones, se señalan marcos regulatorios fragmentados, escaso financiamiento, bajos niveles de alfabetización energética y limitaciones de

infraestructura. Además, se subrayan oportunidades en sistemas híbridos, redes inteligentes, comunidades energéticas, mejoras tarifarias y plataformas de gestión digital. En sus conclusiones, el estudio destaca que, pese al crecimiento de la GDER en la última década, persisten barreras estructurales que limitan su expansión y subraya la necesidad de fortalecer políticas públicas con enfoques interdisciplinarios e inclusivos, incorporando dimensiones sociales y de justicia energética para avanzar hacia una transición energética justa en la región. Este hallazgo se alinea con trabajos bibliométricos anteriores, como los de Sovacool (2014, 2022), quien identificó que la investigación en energía ha estado dominada por campos técnicos, con una presencia marginal de las ciencias sociales, situación que se refleja también en América Latina según Chabla-Auqui et al. (2023). Si bien se observa un crecimiento de investigaciones con enfoques sociales en los últimos años, la predominancia del abordaje técnico continúa siendo marcada, confirmando la vacancia y la relevancia de avanzar en estudios CTS sobre GDER en la región.

Con el objetivo de reforzar la identificación de vacancias en el campo, se realizó un análisis bibliométrico propio utilizando la base de datos OpenAlex por su acceso abierto. Se diseñó una estrategia de búsqueda con los términos “*distributed generation*”, “*distributed solar energy*” y “generación distribuida” en títulos y resúmenes, para el período 2010-2025, incluyendo artículos, capítulos de libros y libros completos. La búsqueda inicial arrojó 2701 registros, evidenciando un volumen significativo de publicaciones dominadas por trabajos de ingeniería eléctrica, simulaciones de micro redes, optimización de paneles, modelados de redes y estudios técnico-económicos, así como artículos de política energética con enfoques macroeconómicos o regulatorios. Tras un proceso de depuración manual y el uso de filtros automatizados con planilla de cálculos y VOSviewer, se identificaron redes de co-ocurrencia, autores relevantes y trabajos repetidos reduciendo el corpus a 150 publicaciones pertinentes para el cruce CTS-GDER.

De este corpus depurado, el 82% correspondió a artículos en revistas científicas, el 15% a capítulos de libros y el 3% a libros completos, lo que evidencia el rol central de los artículos revisados por pares en la difusión académica. Estados Unidos lideró con el 24% de las publicaciones, seguido por Reino Unido (15%), Alemania (10%), Países Bajos (9%) y Australia (8%). En América Latina, Brasil concentró el 38% de la producción regional, seguido de México (25%), Chile (15%), Argentina (12%) y Colombia (10%). Entre los autores más influyentes se identificaron Benjamin Sovacool (justicia energética), Frank Geels (transiciones socio-técnicas), Adrian Smith (innovación comunitaria) y David Hess (democratización energética), conformando referencias clave en el campo CTS-GDER. Las revistas destacadas

fueron *Energy Research & Social Science* (30% del corpus), *Energy Policy* (22%), *Technology in Society* (12%) y *Journal of Cleaner Production* (10%), operando como espacios de referencia para el debate sobre transiciones energéticas con enfoque social y político.

El análisis de palabras clave permitió identificar cuatro núcleos temáticos: transiciones socio-técnicas, justicia energética, innovación comunitaria y participación, y políticas energéticas y gobernanza. Estos núcleos reflejan un creciente interés en procesos de transición energética con enfoque social y ciudadano. A pesar de este avance, se identificaron vacíos de investigación en estudios empíricos subnacionales en América Latina y limitaciones en la cobertura de OpenAlex en ciencias sociales de la región¹. Estos aspectos reafirman la importancia de investigaciones CTS sobre GDER que integren dimensiones de justicia y participación en la transición energética.

A continuación se realizará un análisis de las investigaciones más relevantes relacionadas con el objeto de estudio de esta tesis.

1.4.3. Investigaciones relevantes para el caso de estudio

En esta sección se presentan de forma integrada los trabajos relevantes identificados a partir del relevamiento bibliográfico y del análisis bibliométrico, con los cuales esta tesis dialoga críticamente. Estos aportes de investigaciones argentinas, latinoamericanas y de contextos anglosajones y europeos permiten comprender las múltiples dimensiones de la GDER y su articulación con las transiciones energéticas, abarcando desde perspectivas tecno-económicas hasta enfoques socio-técnicos y de justicia energética. Este recorrido prepara el terreno conceptual y empírico necesario para el análisis detallado del Programa PROSUMIDORES en Santa Fe.

Para comenzar este panorama, se retoman investigaciones que resultan significativas en el contexto argentino y latinoamericano, dado que permiten observar cómo se ha abordado la GDER desde marcos CTS y en el campo de estudios de transiciones energéticas en la región. En este sentido, la tesis de Schmukler (2018), aunque no aborda específicamente la GDER, constituye un antecedente valioso por analizar la electrificación rural con energías renovables desde una perspectiva CTS, desarrollada en la misma Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes, aportando elementos conceptuales y contextuales relevantes para este estudio. Por su parte, la tesis de maestría en Gestión Ambiental de Ochoa Di Masi (2018) y la tesis doctoral en Geografía de Kazimierski (2023)

¹ Actualmente, por recortes aplicados a institutos nacionales de ciencia y tecnología, no se cuenta con acceso a bases de datos privativas tales como *Scielo*, *Scopus*, entre otras.

resultan de especial importancia al abordar de forma directa el desarrollo de la GDER en Argentina y referenciar, con profundidad relativa, el caso Santa Fe, contribuyendo al análisis de políticas públicas, tensiones socio-técnicas y desafíos de la transición energética.

Asimismo, se destacan trabajos como el de Arraña et al. (2015), que realiza un análisis tecno-económico sobre la amortización de sistemas fotovoltaicos conectados a red en Santa Fe, y el de Recalde (2017), que examina barreras y mecanismos económicos para las energías renovables en el país. Los estudios de Garrido (2018, 2020) y de Clementi junto a Jacinto (2021) aportan perspectivas socio-técnicas sobre la GDER, con un enfoque en experiencias de cooperativas eléctricas. El artículo de Schaube et al. (2022) se incorpora en este recorrido al analizar los procesos de construcción de nichos de energías renovables descentralizadas en Argentina, abordando sus dinámicas, barreras y potencialidades desde la perspectiva de imaginarios socio-técnicos, mientras que el trabajo de Videla et al. (2023) ofrece un análisis normativo detallado de la GDER a nivel nacional y provincial.

En el plano regional, el trabajo de Lampis y Bermann (2022) aporta un análisis sobre políticas públicas y marcos normativos de la GDER en Brasil, mientras que el de Ochoa y Magar (2023) discute las tensiones entre descentralización y centralización de la energía, vinculándolas con el concepto de democracia energética, y brindando un marco conceptual útil para analizar la generación distribuida en América Latina.

Finalmente, se incluyen estudios de referencia del ámbito anglosajón, como los de Hess (2016), Trahan y Hess (2022), Sovacool et al. (2022) y Thombs (2019), que, desde enfoques como la justicia energética, las transiciones justas y el análisis multinivel, aportan marcos teóricos y resultados empíricos de relevancia que enriquecen esta investigación. Estos trabajos se consideran no solo por la relevancia de sus autores y el impacto de los espacios de publicación, sino también porque permiten contrastar y tensionar afirmaciones de estudios argentinos y latinoamericanos, aportando elementos de comparación para el análisis crítico.

A continuación, se profundiza en el desarrollo de algunos de estos trabajos, poniéndolos en diálogo para identificar sus aportes, tensiones y vacancias, que serán retomadas en las conclusiones de esta tesis (capítulo 6) tras el análisis en profundidad del caso del Programa PROSUMIDORES en Santa Fe.

1.4.3.1. Aportes argentinos sobre GDER

En el campo de los estudios sobre barreras de incorporación de energías renovables en Argentina, el trabajo de Recalde (2017) constituye una referencia central para comprender algunas de las condiciones estructurales que bloquean la transición energética en el país. Su

principal contribución radica en mostrar que el bajo desempeño de las políticas de promoción de energías renovables no se debe exclusivamente a fallas en el diseño de instrumentos, sino a la ausencia de un entorno confiable, transparente y predecible que brinde estabilidad a los inversores y actores del sector.

Para esta tesis, que se enfoca en la generación distribuida y en el Programa PROSUMIDORES en Santa Fe, el análisis de Recalde permite contextualizar las limitaciones macroinstitucionales que pueden condicionar también iniciativas exitosas a escala subnacional, mostrando que las barreras estructurales trascienden los niveles de gestión y afectan tanto las políticas nacionales como las experiencias locales.

Sin embargo, el abordaje de contexto realizado por Recalde, si bien riguroso en términos de economía institucional, presenta limitaciones al no incorporar un análisis socio-técnico de las trayectorias tecnológicas, los actores involucrados y las relaciones de poder en los regímenes energéticos. La falta de un enfoque que articule redes de actores, infraestructuras y dinámicas socio-técnicas impide captar de forma integral los mecanismos de bloqueo o las oportunidades que pueden surgir en contextos específicos para la generación distribuida.

En esta línea, el trabajo de Arraña et al. (2015), que analiza la rentabilidad de la inyección de energía fotovoltaica a red en Santa Fe, complementa el análisis de Recalde al mostrar de manera concreta, para el caso de estudio de dicha provincia, las dificultades y condiciones técnicas y económicas que enfrentan los proyectos de generación distribuida en un contexto provincial específico. Mientras Recalde expone las limitaciones del entorno macroinstitucional, Arraña et al. aportan evidencia empírica sobre los desafíos que implica implementar la generación distribuida en Santa Fe, evidenciando que las decisiones de inversión en sistemas fotovoltaicos se ven afectadas tanto por las políticas nacionales como por factores técnicos locales y condiciones tarifarias, lo que refuerza la necesidad de un análisis socio-técnico integrado en el estudio de la transición energética y de la generación distribuida en Argentina. Los trabajos de Garrido (2018, 2020) y de Clementi junto a Jacinto (2021) conforman un bloque de análisis clave para comprender los vínculos entre la GDER, las cooperativas eléctricas y las dinámicas de democratización energética en Argentina. Estos estudios abordan experiencias concretas de GDER en cooperativas, identificando tensiones, potencialidades y limitaciones en el marco de las transiciones energéticas, desde un enfoque socio-técnico y territorial.

El trabajo de Garrido (2018) analiza la experiencia de construcción de un sistema de generación alternativa en la cooperativa eléctrica de Armstrong, Santa Fe, resaltando cómo la GDER puede inscribirse en procesos de gestión democrática de la energía. La investigación destaca el rol de

las cooperativas como actores con capacidad de articular la participación ciudadana, la sostenibilidad y la innovación tecnológica, señalando las dificultades regulatorias y financieras que enfrentan para sostener estos proyectos en el tiempo. En línea con este análisis, Garrido (2020) profundiza sobre las potencialidades y limitaciones de los procesos de transición energética en Argentina, enfatizando que las cooperativas representan espacios con posibilidades de impulsar transiciones energéticas justas, aunque enfrentan las restricciones de un sistema energético centralizado y las tensiones que surgen al intentar democratizar las decisiones en el sector energético.

Por su parte, el estudio de Clementi y Jacinto (2021) complementa estas discusiones al analizar las oportunidades y desafíos de la energía eólica distribuida en Argentina, con un enfoque específico en el papel de las cooperativas eléctricas. El análisis destaca que, si bien existen condiciones favorables para el desarrollo de esta tecnología, como la disponibilidad de recursos y capacidades de aprovechamiento local, persisten desafíos vinculados a la articulación institucional, los costos iniciales de inversión y la integración con los sistemas de distribución. Al centrarse en casos de cooperativas que impulsan proyectos de energía eólica distribuida, Clementi y Jacinto aportan evidencia valiosa sobre las experiencias de democratización energética y las tensiones que surgen entre la centralización y la descentralización en el marco de las transiciones energéticas.

En conjunto, estos trabajos permiten observar cómo las cooperativas eléctricas en Argentina se constituyen en espacios de experimentación y resistencia en la transición hacia energías renovables, mostrando tanto su potencial democratizador como las barreras institucionales, económicas y regulatorias que enfrentan para consolidar modelos de GDER en un contexto de tensiones entre centralización y descentralización energética.

La tesis de Kazimierski (2023) constituye un aporte significativo para el análisis de la transición energética en Argentina desde la perspectiva de la GDER, preguntándose cómo los actores públicos, privados y sociales impulsan o bloquean estos procesos y en qué medida la GDER puede democratizar el acceso a la energía. El trabajo articula el enfoque multinivel de transiciones socio-técnicas (Geels, 2011) y las innovaciones de base (Seyfang y Smith, 2007), problematizando las tensiones entre transición técnica y política, y entre centralización y descentralización en el régimen energético argentino.

La tesis se destaca por su intento de articular escalas globales, nacionales y locales, incluyendo referencias a casos de Chile y Uruguay como experiencias de transición, buscando identificar aprendizajes y contrastes con el caso argentino. Sin embargo, esta amplitud de escalas genera tensiones metodológicas y conceptuales, ya que se extraen conclusiones de alcance amplio con

evidencias fragmentadas y sin una triangulación empírica suficiente para sostener afirmaciones de carácter general. Entre sus resultados, identifica que Argentina mantiene un esquema energético centralizado con una transición técnica limitada, que la GDER enfrenta barreras regulatorias y de mercado, y que Santa Fe se presenta como un caso pionero a través del Programa PROSUMIDORES, aunque su desarrollo depende en gran medida de decisiones políticas coyunturales.

Si bien la tesis aporta herramientas conceptuales valiosas, su análisis requiere una lectura crítica. Se identifican determinismos tecnológicos en expresiones como “el papel de las redes centralizadas tendería a reducirse en favor de las redes inteligentes” (Kazimierski, 2023 p.182) sin considerar las resistencias activas de actores incumbentes como plantea Hess (2016). Asimismo, afirma que la GDER “podría transformar de manera fundamental las relaciones de poder en la organización oligopólica del régimen fósil” (Kazimierski, 2023 p.10) sin contrastar con la persistencia de mecanismos de exclusión y desigualdad en experiencias internacionales (Sovacool et al, 2022). En su tratamiento del caso Santa Fe, la tesis minimiza las resistencias históricas de la distribuidora pública EPE, que solo avanzó en la integración de la GDER por impulso político coyuntural, sin profundizar en las complejas relaciones socio-técnicas y regulatorias locales (Chemes et. al, 2024).

Pese a estas limitaciones, la tesis de Kazimierski constituye un insumo conceptual relevante para esta investigación, aportando marcos analíticos que permiten articular la discusión sobre la GDER en Santa Fe y en Argentina con el enfoque de transiciones socio-técnicas, considerando su potencial democratizador, siempre que se complemente con evidencia empírica sobre las restricciones institucionales y las disputas de poder que condicionan en la práctica la transición energética.

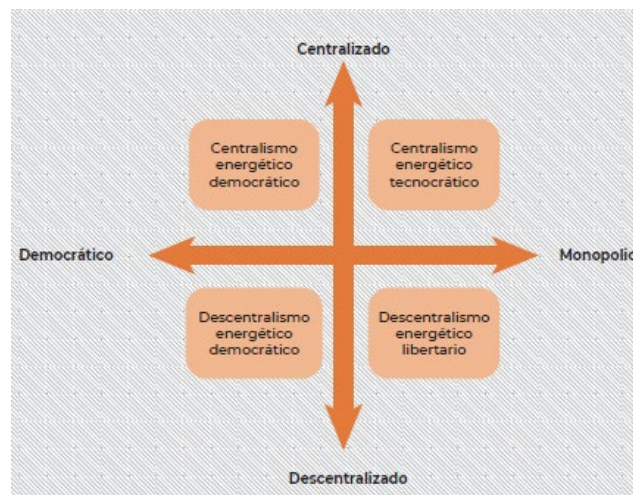
En sintonía con estas inquietudes, pero con un abordaje centrado en los aspectos técnicos y regulatorios, se encuentra la tesis de Ochoa Di Masi (2018), que analiza el alcance de un modelo de generación distribuida de energías renovables (GDER) con inyección a la red pública en Argentina, especialmente a partir de la Ley 27.424. Utiliza como metodología un estudio técnico-regulatorio, modelizaciones con datos de radiación solar y demanda eléctrica, y proyecciones de potenciales usuarios-residenciales. Del mismo modo que Kazimierski, abarca un amplio abanico de países y provincias, en este caso más ambicioso aún, estudiando casos internacionales (California, Brasil, Chile) y provinciales (Santa Fe, Salta, Mendoza, San Luis, Neuquén, Misiones) para identificar oportunidades y barreras. Concluye que el modelo de GDER puede contribuir al desarrollo sostenible, generar empleo local y fortalecer la seguridad energética, aunque depende de la reglamentación adecuada, incentivos claros y

participación ciudadana para su masificación. No obstante, la amplitud del abordaje, que incluye numerosos casos internacionales y provinciales, genera una gran cantidad de datos difíciles de integrar de manera consistente, aumentando la posibilidad de inconsistencias en el análisis. Al igual que en Kazimierski, la ausencia de triangulación mediante entrevistas o trabajo de campo para contrastar la información documental utilizada puede llevar a interpretaciones parciales y a conclusiones que no logran sostenerse con la solidez requerida. Por ejemplo, en el caso de Santa Fe, se generan interpretaciones erróneas como cuando sostiene que “el usuario que se transforma en Prosumidor será capaz de inyectar la energía generada que no haya sido utilizada a la red eléctrica” (Ochoa Di Masi, 2018, p. 52), siendo que en el modelo PROSUMIDORES se remunera la totalidad de la energía generada y no solo el excedente.

1.4.3.2. Aportes regionales latinoamericana sobre GDER

Tras estos aportes sobre el contexto argentino, resulta pertinente ampliar la mirada hacia otros enfoques latinoamericanos, observando cómo se aborda la GDER en distintos contextos y las interpretaciones sobre su potencial democratizador. En esta línea, el capítulo de Ochoa y Magar (2023) analiza la GDER como herramienta de democratización energética, explorando sus potencialidades para impulsar procesos de descentralización en sistemas energéticos históricamente centralizados, tanto en México como en América Latina. Con un marco teórico que se apoya en los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT), la justicia energética y el concepto de democracia energética, el texto recurre al modelo de Thombs (2019) para conceptualizar distintos escenarios de transición según la relación entre la escala del sistema energético (centralizado/descentralizado) y la estructura social (democrática/monopólica). En este sentido, Thombs propone una tipología de cuatro futuros energéticos: centralismo energético tecnocrático (caracterizado por sistemas centralizados controlados por expertos y grandes actores sin participación ciudadana), centralismo energético democrático (centralizado pero con control público y participación ciudadana en la toma de decisiones), descentralismo energético libertario (donde la energía es generada de forma descentralizada pero con lógica de mercado y sin participación comunitaria real) y descentralismo energético democrático (donde la generación descentralizada se combina con la participación activa de comunidades y el control democrático de la energía). Thombs destaca que las transiciones justas requerirán escenarios que combinen democracia con un balance entre centralización y descentralización para garantizar sostenibilidad social y ecológica.

Figura 2: Cuatro escenarios energéticos potenciales para la GDER



Nota: Fuente Ochoa y Magar (2023) a partir de Thombs (2019)

La metodología adoptada es ensayística y reflexiva, con base en revisión de literatura, datos de generación y consumo eléctrico y marcos regulatorios mexicanos, sin estudios de caso ni triangulación empírica. Entre sus conclusiones, plantea que la GDER puede contribuir a una transición justa y fortalecer la resiliencia comunitaria, siempre que se acompañe de reformas regulatorias y mecanismos de financiamiento que la integren como herramienta de bienestar social y ambiental. Sin embargo, este carácter conceptual y la ausencia de análisis empíricos limitan la solidez de las afirmaciones, recayendo, al igual que Kazimierski, en un cierto sesgo y determinismo tecnológico que asume un efecto democratizador lineal de la GDER, sin contemplar resistencias de actores incumbentes ni tensiones regulatorias que pueden bloquear o cooptar estos procesos. A pesar de estas limitaciones, el capítulo constituye un aporte valioso para la reflexión sobre GDER, democracia energética y políticas públicas en América Latina, aportando herramientas conceptuales para analizar, en esta tesis, las tensiones entre centralización y descentralización.

Andrea Lampis y Célio Bermann (2022), investigadores del Instituto de Energía y Ambiente de la Universidad de São Paulo, presentan en su artículo un análisis de la gobernanza de la transición energética en Brasil a partir de las narrativas de las políticas públicas sobre la generación distribuida con energías renovables. El estudio se centra en cómo las agencias regulatorias brasileñas construyen discursos institucionales que legitiman límites y controles sobre las energías distribuidas, abordando el fenómeno no desde una perspectiva técnica o económica, sino a partir de las formas en que las políticas configuran el papel del prosumidor y las posibilidades de participación.

Metodológicamente, el trabajo se basa en el análisis de documentos de política energética, utilizando como perspectiva analítica los ESCyT y el concepto de imaginarios sociotécnicos, mostrando cómo las narrativas institucionales contribuyen a mantener el control de la transición energética en el nivel central. Entre los hallazgos, se destaca que, aunque la GDER tiene potencial para democratizar el acceso y uso de la energía, el diseño de políticas y tarifas tiende a disciplinar y limitar su alcance, reduciendo al prosumidor a un actor económico racional más que a un sujeto político que pueda disputar el poder en el sistema energético.

El trabajo revela que la infraestructura y las reglas del sistema actúan como dispositivos de control, perpetuando las estructuras de poder y limitando la capacidad de la GDER de generar transformaciones democráticas profundas. Si bien el artículo ofrece un análisis sólido de las estrategias simbólicas de contención de las GDER, su falta de triangulación actores sociales relevantes limita la confrontación de las narrativas oficiales con las prácticas de los usuarios, empresas instaladoras, entre otros. Este análisis resulta valioso para esta investigación, ya que permite comprender cómo las políticas energéticas, presentadas como neutras y técnicas, en realidad configuran escenarios que pueden incluir o excluir actores, y cómo la adopción de tecnologías distribuidas no garantiza automáticamente procesos de democratización si no se transforman las estructuras de gobernanza que sostienen el sistema centralizado. A pesar de la limitación metodológica de basarse únicamente en documentos, el trabajo de Lampis y Bermann ofrece una perspectiva crítica y con menor determinismo que los estudios revisados previamente, articulando de manera clara las posibilidades y limitaciones de la GDER desde una perspectiva socio-técnica. Junto a los aportes de Garrido (2018, 2020), se convierte en una referencia importante para pensar la relación entre descentralización energética y democratización en el contexto de esta tesis.

Tras haber revisado autores argentinos y latinoamericanos que, en general, presentan perspectivas optimistas sobre el potencial de la generación distribuida con energías renovables como herramienta para promover transiciones energéticas justas y democratizadoras, resulta pertinente complementar esta mirada con estudios que aportan una problematización más rigurosa desde el campo CTS. Si bien algunos trabajos en la región han comenzado a señalar tensiones y limitaciones, persiste una tendencia a idealizar el rol de la generación distribuida, sin advertir con suficiente profundidad los mecanismos de exclusión, las resistencias de los regímenes socio-técnicos y las dinámicas que reproducen desigualdades en el acceso a las energías renovables.

Pese a estos aportes valiosos, la revisión evidencia una vacancia significativa: los estudios CTS sobre GDER en Argentina se reducen a pocos equipos que se repiten en publicaciones y

congresos, limitándose en triangulación de datos y abordajes socio-técnicos profundos, particularmente en el caso de la provincia de Santa Fe y el programa PROSUMIDORES, donde los trabajos existentes presentan inconsistencias conceptuales y metodológicas.

1.4.3.3. Aportes críticos internacionales sobre GDER

En este marco, se abordarán a continuación las contribuciones de investigadores provenientes de universidades de Estados Unidos y Europa, entre ellos Hess (*Vanderbilt University*), Sovacool (*University of Sussex* y *Aarhus University*) y Trahan (*Vanderbilt University*), cuyos estudios de caso y marcos analíticos ofrecen una perspectiva crítica y fundamentada sobre las resistencias de los actores incumbentes y las limitaciones estructurales que enfrenta la GDER. Estos trabajos resultan relevantes para comprender cómo la generación distribuida puede, en determinados contextos, cristalizar y profundizar brechas de acceso y reforzar el statu quo de los regímenes socio-técnicos, aportando elementos indispensables para matizar los discursos de democratización asociados a estas tecnologías y fortalecer el análisis crítico de esta tesis.

David Hess (2016) ofrece un aporte clave para el análisis crítico de la generación distribuida con energías renovables al estudiar cómo las empresas distribuidoras de energía en Estados Unidos resisten las expansiones de la energía solar distribuida, configurando tensiones y disputas políticas en las transiciones energéticas. Su marco teórico se apoya en el enfoque multinivel de transiciones socio-técnicas, complementado con la noción de conflictos nicho-régimen y un abordaje CTS con énfasis en las relaciones de poder.

Metodológicamente, el estudio se basa en una estrategia comparativa cualitativa apoyada en la revisión de 300 documentos, reportes de prensa, legislación y datos de un estudio sobre políticas de transición en gobiernos estatales y locales de EE.UU. Hess combina un análisis extenso de 38 controversias relevantes sobre GDER entre 2013 y 2015 en todo EE.UU. con estudios de caso detallados en cuatro estados (Arizona, Nevada, Hawái y Florida), explorando qué estrategias utilizan las distribuidoras para resistir la generación distribuida y cómo se entrelazan estas disputas con la política partidaria.

Hess identifica ocho estrategias de resistencia utilizadas por las distribuidoras eléctricas, representadas de la siguiente manera:

- **Cambios tarifarios:** Reducción del pago por inyección de energía a la red, utilizando argumentos de valor agregado de distribución (VAD) como mecanismo de contención. Frecuencia: Muy alta. Ejemplo: Arizona (APS).
- **Lobby político:** Influencia sobre reguladores y legisladores. Frecuencia: Muy alta. Ejemplo: *Edison Electric Institute*.

- **Cargos fijos adicionales:** Cobros mensuales a usuarios con paneles fotovoltaicos. Frecuencia: Alta. Ejemplo: Nevada (*NV Energy*).
- **Campañas mediáticas:** Desinformación sobre la equidad de la medición neta. Frecuencia: Alta. Ejemplo: Arizona, Nevada.
- **Límites de capacidad instalada:** Restricciones de potencia de los sistemas fotovoltaico. Frecuencia: Media. Ejemplo: Hawái (*Hawaiian Electric*).
- **Reconfiguración del modelo de negocio:** Propuestas para controlar la generación distribuida desde las distribuidoras. Frecuencia: Media-alta. Ejemplo: *Florida Power & Light*.
- **Límites de elegibilidad:** Exclusión de ciertos tipos de usuarios. Frecuencia: Media. Ejemplo: Varios estados.
- **Acceso limitado a información:** Falta de transparencia sobre datos y viabilidad. Frecuencia: Media. Ejemplo: Generalizado.

Asimismo, Hess destaca la resistencia técnica al almacenamiento con baterías, como en California, donde se impusieron medidores adicionales y cargos específicos que encarecen y limitan esta práctica, mostrando cómo las distribuidoras buscan disciplinar la expansión de la GDER y mantener las estructuras centralizadas del régimen socio-técnico.

Este análisis subraya que las políticas de transición energética deben reconocer estos mecanismos de resistencia y las relaciones de poder subyacentes para evitar que las transiciones se vean ralentizadas o fragmentadas por los intereses de actores relevantes que actúan para resguardar su posición en el régimen centralizado.

Resulta pertinente, luego del análisis de Hess (2016) sobre las resistencias de las distribuidoras eléctricas, complementar esta revisión bibliográfica observando cómo la GDER también puede excluir a determinados sectores sociales debido a barreras económicas, culturales y de acceso. En este sentido, se presenta el análisis de Sovacool et al. (2022) que permite comprender de forma más amplia las limitaciones que enfrentan ciertos grupos sociales dentro de los procesos de transición energética, más allá de la resistencia de los actores incumbentes.

El artículo de Sovacool et al. (2022) representa una contribución teórica y empírica relevante para el estudio de la GDER desde el campo CTS. Los estudios de casos concretos son centrales para lograr conclusiones que posean mayor solidez. El estudio se basa en un diseño cualitativo con elementos mixtos, que incluye la realización de 24 entrevistas semiestructuradas a residentes de distintos barrios de la ciudad de *Brighton & Hove* en Reino Unido. Las entrevistas fueron realizadas entre 2018 y 2019 y complementadas con observaciones en terreno y visitas técnicas. Seleccionaron cuatro zonas con perfiles socioterritoriales contrastantes: *Hangleton &*

Knoll (zona suburbana con alto índice de propiedad), *Coldean* (barrio mixto con programas de eficiencia energética), *Bevendean* (zona de clase trabajadora con bajo acceso a financiamiento) y *Whitehawk* (zona de vivienda social con intervenciones estatales).

Estas áreas permitieron capturar experiencias tanto de propietarios con acceso a energía solar distribuida como de inquilinos o residentes de viviendas sociales, frecuentemente excluidos de estos procesos. Además, se combinó este trabajo de campo con una revisión bibliográfica sobre justicia energética, transiciones tecnológicas y sociología de la energía, aportando una sólida triangulación de datos. La estrategia de análisis incluyó la codificación temática de entrevistas, con énfasis en categorías como participación en la toma de decisiones, conocimiento sobre el funcionamiento de los sistemas, percepción de los beneficios, barreras económicas, tipo de tenencia de la vivienda y condiciones sociodemográficas. Esta codificación permitió establecer patrones de exclusión relacionados con género, edad, nivel educativo, acceso digital y estructura familiar. Por ejemplo, se destacó que sólo el 8% de los inquilinos entrevistados manifestó interés en instalar paneles, frente al 67% de los propietarios; además, únicamente 1 de cada 5 personas mayores de 65 años pudo describir correctamente el funcionamiento del sistema instalado en su domicilio y la clasificación de 12 tipos de inequidades según cuatro dimensiones: demográfica, espacial, interespecie y temporal.

El análisis empírico mostró que la propiedad de la vivienda constituye el principal factor estructurante de acceso: el 100% de los usuarios entrevistados con paneles eran propietarios, mientras que los inquilinos quedaron excluidos por falta de control sobre el inmueble y por la inexistencia de mecanismos contractuales o financieros adecuados. En términos de ingresos, el costo estimado de instalación de paneles solares por hogar se ubicaba entre £4.000 y £7.000, lo cual resultó prohibitivo para aproximadamente el 70% de los residentes entrevistados sin paneles. La mayoría de los usuarios de energía solar eran hombres de entre 40 y 65 años, con ingresos superiores a la media, educación técnica o universitaria, y residencia estable.

Otros datos cuantificables revelan que sólo el 20% de los residentes de *Whitehawk* (zona de vivienda social) conocían el funcionamiento básico del sistema instalado, y que ninguno de ellos había participado del diseño o instalación del mismo. En *Coldean* y *Bevendean*, se reportaron tasas de fallas técnicas (principalmente inversores y conexiones) del orden del 30% al tercer año de uso. Además, el 25% de los usuarios entrevistados expresó dificultades para monitorear digitalmente el rendimiento del sistema, debido a limitaciones en conectividad o habilidades digitales.

Estos resultados permiten relativizar la supuesta neutralidad de la transición energética y subrayan la importancia de analizar quién puede participar, bajo qué condiciones, y con qué

consecuencias. A esto se suma a la observación de efectos estructurales invisibilizados, como la precariedad laboral en las cadenas de suministro de los paneles (particularmente en Asia), la contaminación asociada a la minería de litio y silicio, y la ausencia de políticas públicas de reciclado de residuos electrónicos.

Este giro hacia una justicia energética ampliada permite articular escalas locales, institucionales y globales, ofreciendo herramientas conceptuales y empíricas para pensar los programas de generación distribuida desde una lógica de equidad estructural. Es particularmente relevante para el caso argentino, y para esta tesis, en tanto permite revisar críticamente los alcances y limitaciones del Programa PROSUMIDORES en Santa Fe, aportando indicadores para evaluar su inclusividad, legitimidad social y capacidad redistributiva.

Los aportes internacionales críticos complementan esta revisión, brindando marcos analíticos y resultados empíricos que enriquecen la mirada sobre las transiciones energéticas y la GDER. Estos hallazgos permiten delinear vacancias que la presente investigación busca abordar.

1.4.4. Síntesis: aportes, tensiones y vacancias para esta investigación

A modo de cierre, este capítulo ha permitido recorrer de manera crítica estudios sobre GDER desde múltiples enfoques académicos focalizando sobre el campo CTS, relevando tanto aportes latinoamericanos y argentinos como los enfoques más recientes desarrollados por Hess (2016), Sovacool et al. (2022) y Trahan et al. (2022). Mientras que los estudios nacionales y regionales tienden a destacar las potencialidades democratizadoras de la GDER, estos trabajos críticos invitan a matizar esas visiones al mostrar las resistencias de los actores relevantes como las distribuidoras, las exclusiones derivadas de desigualdades sociales y económicas, y las nuevas formas de recentralización en los sistemas digitales de gestión energética.

Este balance permite comprender que la transición energética no es un proceso lineal ni neutral, sino un campo de disputas en el que la distribución de beneficios está tensionada por relaciones de poder, estructuras sociales y configuraciones tecnológicas. Asimismo, este recorrido ha permitido identificar vacancias relevantes para el campo CTS y para el análisis de las transiciones energéticas en Argentina y América Latina.

En primer lugar, se destaca que los estudios CTS sobre GDER en Argentina son escasos, fragmentados y se concentran en pocos equipos de investigación que se repiten en congresos y publicaciones, con limitados abordajes integrales y en profundidad. La mayoría de los trabajos adopta enfoques técnicos o tecnocráticos y carece de estudios que articulen dimensiones

socio-técnicas con análisis de justicia energética, resistencias de actores relevantes y disputas de poder que configuran la expansión de la generación distribuida en contextos periféricos.

En segundo lugar, se identificó una vacancia específica en relación con el caso de la provincia de Santa Fe y el Programa PROSUMIDORES, que si bien ha sido mencionado en tesis y artículos (Kazimierski, 2023; Ochoa Di Masi, 2018), carece de un análisis exclusivo y profundo que permita comprender su trayectoria, tensiones y potencialidades. Los trabajos existentes presentan debilidades conceptuales, errores en la interpretación de su funcionamiento (por ejemplo, en la remuneración de la energía generada) y liviandad metodológica por ausencia de triangulación de datos y trabajo de campo, lo que limita la solidez de sus conclusiones. Estas carencias evidencian la necesidad de abordar el caso PROSUMIDORES como un estudio de caso exclusivo y en profundidad, integrando dimensiones socio-técnicas, justicia energética y análisis de las alianzas, resistencias y disputas que modelaron su implementación.

Asimismo, la revisión ha mostrado que mientras los enfoques internacionales críticos ofrecen herramientas analíticas indispensables para comprender la transición energética como un campo de disputas, estas perspectivas están prácticamente ausentes en el análisis del caso argentino y del PROSUMIDORES, justificando su incorporación para evitar lecturas lineales y sesgos de determinismo tecnológico de la transición energética.

Concluyendo, la escasez de estudios CTS sobre GDER en Argentina, la superficialidad en la que ha sido abordado el caso PROSUMIDORES y la ausencia de análisis socio-técnicos críticos que integren dimensiones de justicia energética y resistencias institucionales, justifican la relevancia de esta investigación. Este trabajo se propone estudiar en profundidad el Programa PROSUMIDORES en Santa Fe, abordándolo desde una perspectiva CTS, con herramientas conceptuales y metodológicas que permitan comprender cómo se configura y disputa la transición energética en el territorio, aportando evidencia empírica rigurosa y fortaleciendo el campo de estudios de las transiciones energéticas en Argentina.

Para clarificar de manera sintética estos hallazgos y vacancias, se presenta la **Tabla 1** a modo de resumen, seguido de un esquema visual (**Figura 3**) que articula las conexiones conceptuales identificadas en este recorrido.

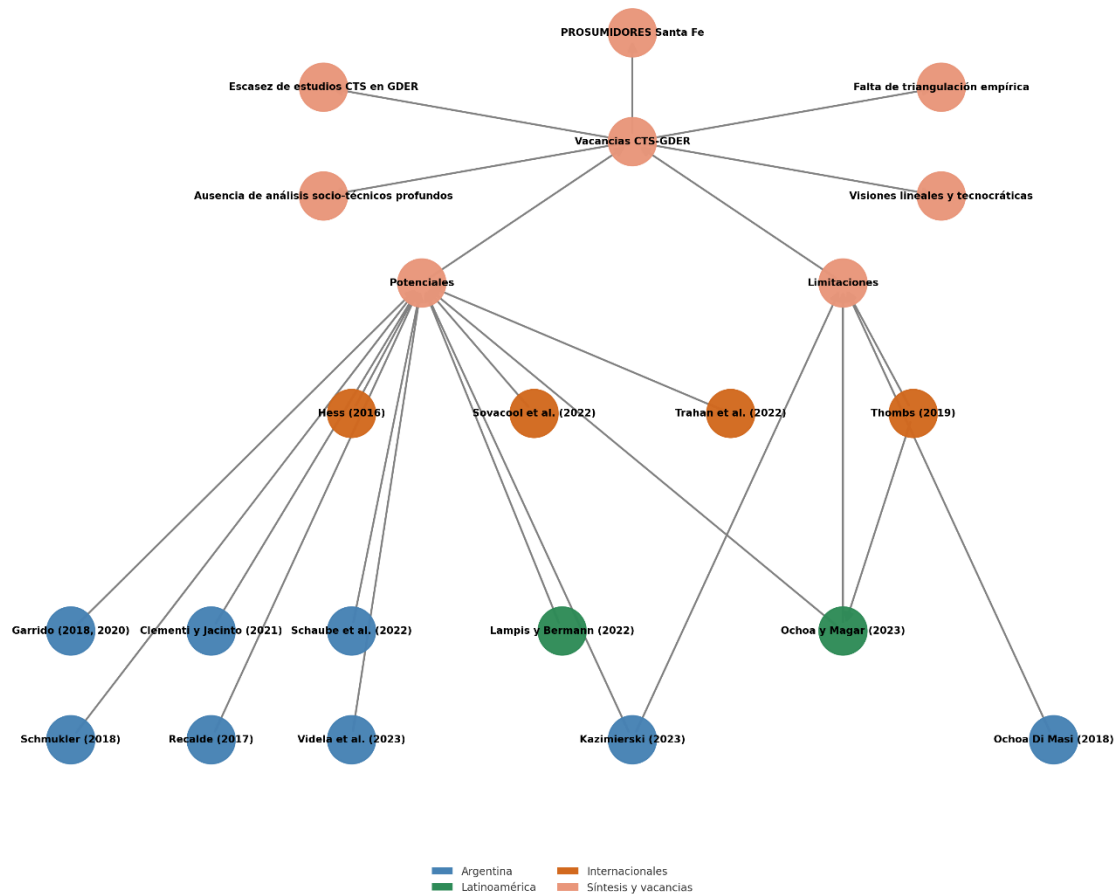
Tabla 1: Resumen de vacancia identificados y aportes de la tesis

Área	Vacancia identificada	Aporte de esta tesis
CTS y GDER en Argentina	Estudios escasos, abordaje de varios casos, con repetición de autores y sin análisis socio-técnico profundo	Abordaje CTS integral, con análisis socio-técnico profundo
Caso Santa Fe y Programa PROSUMIDORES	Mencionado superficialmente, con errores conceptuales y falta de triangulación de datos	Estudio de caso exclusivo, profundo en todo su ciclo 2015-2020, triangulación empírica y documental
Enfoques críticos internacionales	En Argentina, ausencia de articulación con resistencias de actores relevantes y exclusiones socioeconómicas Argentina	Integración de marcos críticos (Hess, Sovacool, Trahan) al análisis del PROSUMIDORES
Transición energética en contextos periféricos	Lecturas lineales y tecnocráticas, sin análisis de disputas y alianzas locales	Comprensión de la GDER en el marco de transiciones energéticas como campo de disputas en Santa Fe

Para facilitar la comprensión de las relaciones entre las investigaciones revisadas, se construyó un gráfico de red que articula los aportes, limitaciones y vacancias identificadas en el campo CTS sobre GDER (Figura 3). Este esquema organiza las referencias analizadas en la sección 1.4.4, diferenciándolas según su procedencia (Argentina, América Latina, internacional) y visibiliza de forma clara qué trabajos aportan marcos y resultados relevantes para esta investigación y cuáles presentan limitaciones, tales como determinismos tecnológicos, ausencia de triangulación empírica o interpretaciones parciales de los procesos de GDER. La red permite observar cómo estas contribuciones y restricciones alimentan la identificación de vacancias en los estudios CTS sobre GDER, las cuales justifican la relevancia y originalidad del análisis exclusivo y profundo que esta tesis realiza sobre el caso del Programa PROSUMIDORES en Santa Fe.

En la parte superior del gráfico se ubica el Programa PROSUMIDORES como objeto de estudio prioritario, y desde allí se despliegan las vacancias CTS-GDER detectadas, para luego descender hacia los nodos de “Potenciales” y “Limitaciones” que agrupan a los autores revisados. Esta disposición visual sintetiza el recorrido de la revisión bibliográfica, destacando las conexiones conceptuales y los aportes críticos que nutren el análisis posterior, y constituye una herramienta de síntesis que contribuye a clarificar la construcción del campo de estudio de esta investigación.

Figura 3: Red articulada de autores, potencialidades, limitaciones y vacancias



Fuente: elaboración propia con herramienta KUMO.

De este modo, el capítulo ha establecido las bases teóricas y empíricas necesarias para avanzar hacia el desarrollo del marco teórico y metodológico, donde se detallarán las herramientas conceptuales y estrategias analíticas que guiarán el análisis del Programa PROSUMIDORES en Santa Fe, articulando las perspectivas de transiciones sustentables y ecología política para abordar de forma rigurosa y situada mediante un análisis socio-técnico.

Capítulo 2

2. Abordaje teórico y metodológico

2.1. Marco teórico

Para atender el problema de investigación planteado se recurrió a una triangulación conceptual y empírica que combina enfoques provenientes de diversas disciplinas. Se propone un abordaje simétrico y multidimensional a cerca de la creación de agendas de transición energética y generación distribuida con energías renovables, producción de conocimientos, programas y políticas públicas y tecnologías orientadas a resolver problemas sociales y ambientales.

Para superar las limitaciones de los análisis centrados exclusivamente en el desarrollo de innovaciones tecnológicas, se adoptó, desde el campo de estudio de la ciencia, tecnología y sociedad (CTS), un enfoque de transiciones hacia la sustentabilidad (Elzen y Wieczorek, 2005; Smith y Stirling, 2010). Este marco permite comprender los procesos de transformación de amplios sectores de la producción y el consumo hacia regímenes más sustentables en términos económicos y ambientales, integrando tecnologías, prácticas sociales, infraestructuras, regulaciones, mercados y valores culturales. Dentro de este marco, se recurrió al análisis multinivel propuesto por Geels (2011) para examinar la interacción entre nichos de innovación, regímenes socio-técnicos y paisajes socio-técnicos en los procesos de cambio socio-técnicos. Esta perspectiva integra aportes de la teoría de la estructuración, la economía evolucionista y los estudios en CTS (Grin et al., 2010; Smith et al., 2010).

Con el propósito de abordar las críticas dirigidas a los sesgos en el tratamiento de las relaciones de poder presentes en los estudios multinivel, se recurrió al campo de la ecología política, particularmente al desarrollo del enfoque de las transiciones ecosociales (Bertinat et al., 2020; Bertinat y Chemes, 2022; Bertinat y Argento, 2022; Svampa, 2022).

Además, en este articulado conceptual, se incorporó el análisis socio-técnico (Thomas, 2008, 2012a; Thomas y Santos, 2016) que apunta a evitar los reduccionismos monocausales derivados de los abordajes deterministas sociales o tecnológicos (Thomas, 2008). El análisis socio-técnico se nutre de los enfoques constructivistas en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (ESCT). En particular, la Construcción Social de la Tecnología (*Social Construction of Technology* o programa SCOT) (Bijker y Pinch, 1987; Bijker, 1995) y la Teoría del Actor-Red (TAR) (Callon, 1992; Latour, 1992) permiten analizar la co-construcción de tecnologías y sociedades, identificando los actores relevantes y las dinámicas de estabilización de innovaciones. A su vez el análisis socio-técnico se nutre de la economía del aprendizaje (*learning economy*) desde la economía del cambio tecnológico (Lundvall y Johnson, 1994;

Jensen et al., 2007), que ofrece una dimensión fundamental para comprender los procesos de adquisición y difusión de conocimientos en la transición energética. Este enfoque destaca el papel del aprendizaje interactivo, el conocimiento tácito y codificado, y la importancia de las redes de innovación en la consolidación de nuevas configuraciones tecnológicas y organizacionales.

Asimismo, se integraron las nociones de sistemas tecnológicos sociales y tecnologías para la inclusión social (Thomas, 2009; Thomas y Fressoli, 2009; Thomas, 2012a; Thomas et al., 2015b, 2020), que aportan un enfoque orientado a la co-producción del conocimiento, el desarrollo inclusivo y la apropiación social de tecnologías, clave para entender las dinámicas de acceso y uso de energías renovables en distintos contextos interactuando con programas de desarrollo y políticas públicas.

De esta manera, la triangulación teórica propuesta combina el enfoque de transiciones hacia la sustentabilidad como marco general, el análisis multinivel de transiciones como herramienta central para estudiar los procesos de cambio, las transiciones ecosociales para atender a las relaciones de poder, el análisis socio-técnico y los enfoques constructivistas como herramientas para examinar la dinámica socio-técnica del objeto de estudio, los sistemas tecnológicos sociales como un eje de análisis clave en el desarrollo de innovaciones con impacto socioambiental, y la economía del aprendizaje como un complemento esencial para entender los procesos de construcción y apropiación del conocimiento en estos cambios.

Tabla 2: *Articulación conceptual*

Enfoque Teórico	Autores Claves	Conceptos Principales
Transiciones socio-técnicas	Grin et al. (2010), Smith et al. (2010)	Dinámica multinivel, cambios institucionales, sostenibilidad
Análisis multinivel de transiciones	Geels (2011)	Nicho-región-paisaje, dinámicas de cambio, estabilización de innovaciones
Transiciones ecosociales	(Bertinat et al., 2020; Bertinat y Chemes, 2022; Bertinat y Argento, 2022; Svampa, 2022)	Transición ecosocial, transición corporativa, transición popular.
Análisis socio-técnico	Thomas (2008, 2012), Thomas y Santos (2015)	Dinámicas y trayectorias socio-técnicas. Alianzas socio-técnicas. Relaciones problema-solución.
Construcción Social de la Tecnología (SCOT)	Pinch y Bijker (1987), Bijker (1995)	Flexibilidad interpretativa, grupos sociales relevantes.
Teoría del Actor-Red (ANT)	Callon (1992), Latour (1992)	Inscripción, traducción, simetría entre humanos y no humanos, redes socio-técnicas
Tecnologías para la inclusión social	Thomas (2009, 2012), Thomas y Fressoli (2009), Thomas et al. (2020), Thomas, Juárez, Picabea (2015)	Co-producción del conocimiento, desarrollo inclusivo, apropiación social de tecnologías
Economía del aprendizaje	Lundvall y Johnson (1994), Jensen et al. (2007)	Aprendizaje interactivo, conocimiento tácito y codificado, innovación basada en redes

2.1.1. Abriendo la caja negra de las tecnologías

Las tecnologías poseen un rol clave en los procesos de cambio social; definen el rol y conductas de actores, influyen en las dinámicas de distribución social, en los costos de producción y en el acceso a bienes y servicios; además, pueden dar lugar a problemáticas sociales y ambientales, así como contribuir a su mitigación o agravamiento. Por lo tanto, abordar cuestiones como la pobreza, la exclusión y el subdesarrollo requiere considerar el rol de la tecnología en múltiples ámbitos, incluyendo la producción de alimentos, la vivienda, el transporte, la energía, el acceso al conocimiento y los bienes culturales, el ambiente y la organización social.

Por ello, toda tecnología tiene una dimensión política, ya que, contrario a lo que suele sostener el sentido común, ninguna tecnología es neutral. Algunas contribuyen directamente a la concentración del poder, la acumulación de riqueza y el mantenimiento de estructuras sociales jerárquicas. Otras, por el contrario, promueven la distribución equitativa de los recursos, el acceso colectivo a bienes y servicios, la democratización del poder y una mayor participación en la toma de decisiones (Thomas, 2012b; Thomas et al., 2012; Thomas y Santos, 2016).

Las ciencias sociales suelen abordar la relación entre tecnología y sociedad desde enfoques lineales y deterministas: o bien postulan que la tecnología es el factor que impulsa el cambio social (determinismo tecnológico), o bien sostienen que es la sociedad la que define el desarrollo tecnológico (determinismo social). En la práctica, estas perspectivas generan una división rígida entre los problemas sociales y los tecnológicos, estableciendo marcos conceptuales que operan como lenguajes separados y con escasa interconexión (Garrido, 2011). La única manera de superar esta tensión determinista es mediante enfoques que busquen comprender la complejidad inherente a los procesos de cambio tecnológico. Estas aproximaciones teóricas rechazan distinciones preestablecidas entre lo tecnológico, lo social, lo económico y lo científico, y en su lugar proponen el concepto de lo socio-técnico (Thomas, 2008 p. 218-219), entendido como un "tejido sin costuras" (*seamless web*) (Hughes, 1986).

El desarrollo de un artefacto tecnológico no puede entenderse únicamente como un avance técnico, ya que en su génesis intervienen factores sociales, políticos y económicos. Según Pinch (1997), el mayor desafío en este tipo de análisis es evidenciar cómo los artefactos tecnológicos incorporan en su diseño y funcionamiento elementos de la sociedad que los produce. Para ello, propone una operación heurística basada en la evidencia empírica: "abrir la caja negra de la tecnología"² (Thomas, 2008) con el objeto de discutir los conceptos que

² Rosenberg (1982) introduce el concepto de caja negra para cuestionar la visión tradicional y lineal de la tecnología predominante en la economía, que la concibe como una entidad cerrada, neutral y ajena a la sociedad.

relacionan a la tecnología como un paquete cerrado, con ello se alude a aquellos sistemas tecnológicos que se transfieren como paquetes cerrados, donde tanto los artefactos como los conocimientos técnicos y demás componentes llegan integrados, sin posibilidad de ser desagregados o adaptados localmente para su desarrollo parcial o total. Este enfoque conlleva una fuerte dependencia respecto del proveedor de la tecnología, ya que quien la adquiere o utiliza queda excluido de los procesos de diseño, adaptación o mantenimiento (Ferrer, 1974).

Tecnologías y su pluralidad conceptual.

En este panorama complejo planteado, es necesario establecer qué se entenderá como tecnología para el desarrollo de la investigación. El término "tecnología" suele asociarse exclusivamente con una tecnología específica, como las tecnologías de la información y la comunicación, o, en el mejor de los casos, con máquinas, instrumentos y dispositivos. Otra acepción ampliamente difundida la define como "conocimiento científico aplicado" (Bunge, 1966). La dimensión artefactual tiende a desplazar de la atención a las otras dimensiones tecnológicas, y ello genera y justifica el desarrollo explicativo basado en dos universos, uno tecnológico y otro social, independientes y sin relación. Esta diferenciación es la base epistemológica de los abordajes deterministas (tecnológico y social) (Thomas y Santos, 2016). Para llevar a cabo un análisis socio-técnico de los procesos de co-construcción entre actores y elementos materiales, es fundamental abandonar la visión unificada de "la Tecnología" y reconocer la diversidad de "tecnologías" en sus múltiples manifestaciones. En este sentido, Langdon Winner (1977) propone una diferenciación en tres niveles que permite comprender mejor esta pluralidad. En primer lugar, identifica las tecnologías de producto, es decir, los artefactos físicos con una función técnica específica, como máquinas, herramientas e instrumentos, que suelen ser los más asociados con la idea de tecnología. En segundo lugar, plantea las tecnologías de proceso, que incluyen el conjunto de habilidades, métodos, procedimientos y rutinas mediante los cuales las personas llevan a cabo diversas actividades técnicas. Finalmente, considera las formas de organización, que abarcan tanto arreglos técnicos y productivos como estructuras sociales y políticas, desde fábricas y equipos de investigación hasta normativas, sistemas monetarios y políticas públicas.

Esta concepción de la tecnología posibilita establecer conexiones entre estos tres niveles y ayuda a desarrollar análisis no lineales. Permite comprender cómo los artefactos se integran en los procesos y cómo, en conjunto, configuran distintas formas de organización. Además, esta

En contraste, este enfoque propone examinar su interior para comprender cómo se vincula con la sociedad que la desarrolla, utiliza o incluso rechaza.

perspectiva sitúa a las tecnologías dentro de un contexto socio-histórico, asignándoles un papel específico dentro de un entramado de relaciones sociales determinadas.

Por otro lado, para Thomas y Santos (2016), el término “tecnologías” puede abordarse a través de tres dimensiones interrelacionadas. En primer lugar, se presentan como artefactos, la dimensión más evidente, que remite a objetos materiales, ya sean tangibles o intangibles. Debido a su materialidad, esta dimensión tiende a concentrar la atención y a eclipsar otras formas en las que la tecnología se manifiesta. En segundo lugar, las tecnologías también se constituyen como conocimientos, dado que resultan de la combinación de saberes diversos: conocimientos tecnológicos preexistentes y emergentes, saberes ancestrales y tradicionales, conocimientos formales y tácitos, e incluso conocimientos científicos que han sido transformados, parametrizados y operacionalizados para su integración en sistemas tecnológicos. Finalmente, la tercera dimensión corresponde a las prácticas, es decir, el conjunto de acciones que implican el uso y la apropiación de tecnologías en distintos ámbitos de la vida cotidiana, afectando el trabajo, la comunicación, el transporte, el entretenimiento y la forma en que comprendemos el mundo. Esta dimensión incorpora los procesos de aprendizaje no solo como una forma de conocimiento, sino como una dinámica en la que los sujetos aprenden tanto a través del uso de tecnologías (al producirlas, comprarlas, adoptarlas, adaptarlas y utilizarlas) como en interacción con otros (Jensen et al., 2007; Lundvall y Johnson, 1994). En este proceso, no solo emergen nuevas tecnologías o se resignifican las existentes, sino que los propios actores sociales se transforman. Aunque analíticamente diferenciables, estas dimensiones son de manera entrelazada: “conocimientos que generan (y se incorporan en) artefactos que son utilizados y operados en ciertas prácticas, que implican aprendizajes, que generan nuevos conocimientos y nuevos artefactos” (Thomas y Santos, 2016, p. 16).

Por tanto, se entenderá como tecnología todos los artefactos, los procesos y las formas de organización que se despliegan como acciones (cognitivas, materiales y prácticas) realizadas conscientemente por los humanos para alterar o prolongar el estado de las cosas con el objetivo de que desempeñen un uso o función situado y constituido en forma particular dentro de configuraciones socio-técnicas.

A partir de esta concepción plural de la tecnología, resulta pertinente abordar cómo los procesos de transformación en las formas de producción, consumo, organización social y en el despliegue de tecnologías de energías renovables, que se inscriben en los procesos de transición socio-técnica han sido pensados desde distintas corrientes que articulan tecnología y cambio estructural. En este marco, el enfoque de Transiciones hacia la Sustentabilidad ofrece una perspectiva analítica para comprender cómo se modifican, mantienen o disputan las

configuraciones socio-técnicas que organizan la vida social y material. Seguidamente, se explora cómo esta línea teórica permite pensar las transiciones como procesos co-construidos, conflictivos y multiescalares, en los que las tecnologías no son simples herramientas, sino elementos constitutivos de regímenes que pueden ser transformados.

2.1.2. Transiciones en el campo CTS

2.1.2.1. Transiciones en los estudios sobre innovación

El origen de los estudios de transición a la sustentabilidad se vincula a los estudios sobre innovación tecnológica en los que se articulan aportes de la economía evolucionista neo-schumpeteriana y los estudios CTS.

Los estudios sobre innovación agrupan diversas perspectivas teóricas dedicadas al análisis del cambio tecnológico. Dentro de estas corrientes, la economía evolucionista surgió como una crítica a los supuestos del modelo neoclásico, que consideraba a los agentes económicos como actores plenamente racionales enfocados en la maximización de renta. Frente a esta visión, los economistas evolucionistas adoptaron una perspectiva inspirada en la biología evolutiva, postulando que el cambio tecnológico es un proceso caracterizado por la variación y la selección (Nelson y Winter, 1977). En este marco, las innovaciones tecnológicas emergen como nuevas opciones dentro de un sistema, y aquellas que logran adaptarse al entorno terminan por consolidarse, mientras que las demás desaparecen.

Inspirándose en la teoría de la evolución biológica, los economistas evolucionistas propusieron un modelo en el que la innovación ocurre a través de un proceso análogo a la selección natural. En este sentido, las tecnologías pueden entenderse como variaciones (mutaciones) y aquellas que resultan exitosas en su entorno competitivo se consolidan, mientras que otras desaparecen (Dosi, 1982). Inicialmente, estos estudios consideraban a las empresas como los actores centrales en el desarrollo tecnológico. Sin embargo, hacia la década de 1970, diversos investigadores comenzaron a señalar que los procesos de selección no solo dependen de las decisiones empresariales, sino que están influenciados por regulaciones y prácticas sociales más amplias (Freeman y Pérez, 1988).

En este contexto, surgió el enfoque coevolucionista, que explora la interacción mutua entre las tecnologías y las instituciones. Esta perspectiva permitió reconocer que el cambio tecnológico no es un fenómeno exclusivamente interno a las firmas, sino que implica un complejo entramado de relaciones sociales, económicas y normativas. Para dar cuenta de estos procesos, Nelson y Winter (1977) introdujeron la noción de "régimen tecnológico", que alude a un conjunto de reglas formales e informales que estructuran la acción de los actores dentro de un sector determinado. Estas reglas incluyen, entre otras cosas, estándares de productos, métodos

de producción, prácticas de uso y división de roles entre los diferentes participantes del proceso tecnológico.

A finales de la década de 1980, investigadores de la Universidad de *Twente*, entre ellos Van den Belt y Rip (1987), identificaron una limitación en la economía evolucionista de orientación neo-schumpeteriana: su énfasis en la selección tecnológica mantenía un sesgo determinista, dejando de lado la agencia de los actores sociales. Para superar esta limitación, desarrollaron el modelo cuasi-evolucionista, que combinaba elementos de la evolución biológica con la coevolución entre tecnología y sociedad. Un aporte clave de este enfoque fue la introducción del concepto de nichos de innovación, entendidos como espacios protegidos donde las nuevas tecnologías pueden desarrollarse sin estar sometidas de inmediato a las presiones del mercado dominante (Kemp et al., 1998).

En este marco, Rip y Kemp (1998) formularon una primera versión del enfoque multinivel, en el cual el cambio tecnológico se conceptualizaba como un proceso ascendente (*bottom-up*) que iba desde los nichos de innovación hasta los regímenes tecnológicos, en interacción con un nivel superior denominado *landscape* (paisaje) tecnológico. Este concepto inicial hacía referencia a condiciones estructurales de gran escala, como tendencias macroeconómicas, cambios geopolíticos o crisis energéticas, que influían en la dirección del cambio tecnológico. Siguiendo esta lógica, Van der Ende y Kemp (1999) definieron la transición tecnológica como el proceso mediante el cual una innovación radical desarrollada en un nicho logra consolidarse y reemplazar gradualmente un régimen tecnológico establecido. En este contexto, la gestión estratégica de nichos se convirtió en un aspecto central para promover cambios tecnológicos sostenibles (Schot y Geels, 2008).

En 2002, Frank Geels propuso una reformulación de este enfoque multinivel, alterando su lógica *botón-up*. Retomando la metáfora de "tejido sin costuras" de Hughes (1986), Geels enfatizó que las transiciones tecnológicas no son procesos lineales en los que las innovaciones emergen en los nichos y escalan progresivamente hasta transformarse en regímenes dominantes. En su lugar, planteó que las transiciones son el resultado de interacciones dinámicas y recíprocas entre los tres niveles: nichos, regímenes y paisaje (Geels, 2002). Además, en su reformulación conceptual, Geels amplió la noción de "régimen tecnológico" hacia "régimen socio-técnico", argumentando que el mantenimiento y transformación de los regímenes no solo dependen de factores tecnológicos y económicos, sino también de prácticas sociales, normativas y redes de actores y amplía el enfoque de los ingenieros y técnicos a otros actores (usuarios, *policy makers*, organizaciones sociales, proveedores, científicos, banco de inversión). Mantiene la metáfora de "paisaje socio-técnico" asociada a procesos de gran

alcance como los cambios de los precios del petróleo, crecimiento económico, guerras, emigración, coaliciones políticas, valores culturales, problemas ambientales entre otros.

Para ilustrar esta perspectiva, Geels (2005) analizó el caso de la transición de la navegación a vela a la navegación a vapor en el siglo XIX. Según su reconstrucción, la tecnología del barco a vapor se desarrolló en nichos específicos, como el transporte fluvial y los remolcadores portuarios, antes de expandirse a la navegación oceánica. Sin embargo, este proceso no fue un simple ascenso lineal, sino que estuvo condicionado por múltiples factores del paisaje socio-técnico, incluyendo disputas geopolíticas y la apertura del canal de Suez. Con esta reformulación, Geels consolidó una visión compleja del cambio tecnológico, en la que los tres niveles del modelo multinivel influyen mutuamente en la configuración de nuevas trayectorias socio-técnicas.

Tabla 3: Conceptos en el marco de las transiciones a la sustentabilidad

Año	Teoría/Concepto	Autores Principales	Descripción Unificada
1982	Régimen tecnológico	Nelson y Winter	Introducen el concepto de "régimen tecnológico" como un conjunto de reglas formales e informales que estructuran la innovación. Reemplaza el énfasis en la empresa como único actor de la innovación, incluyendo reglas e instituciones.
1987-1992	Modelo cuasi-evolutivo	Van den Belt y Rip	Critican el determinismo de la economía evolucionista y enfatizan el papel de las expectativas e interacciones sociales en la innovación. Introduce la coevolución de factores tecnológicos y sociales, superando el determinismo del cambio tecnológico.
1996	Perspectiva multinivel (1ros desarrollos)	Rip y Kemp	Introducen el análisis de nichos de innovación y la transición tecnológica desde nichos hacia regímenes. Agrega el concepto de nichos de innovación como espacios protegidos para tecnologías.
1998	Gestión estratégica de nichos	Kemp, Schot y Hoogma	Sistematizan un modelo normativo para promover transiciones tecnológicas a partir de la gestión de nichos de innovación. Propone la gestión activa de nichos para fomentar innovaciones radicales.
1999	Transición tecnológica	Van der Ende y Kemp	Definen la transición tecnológica como un proceso de cambio estructural en los regímenes tecnológicos. Plantea la necesidad de estudiar las trayectorias de cambio en los regímenes.
2002	Régimen socio-técnico y enfoque multinivel	Geels	Amplía el concepto de régimen tecnológico a "régimen socio-técnico", incorporando múltiples actores. Utiliza la metáfora del "tejido sin costuras" y aplica el modelo multinivel al caso de la navegación a vapor. Expande la visión del cambio tecnológico al incluir factores culturales, políticos y económicos en el régimen socio-técnico.

2.1.2.2. Transiciones a la sustentabilidad

La crisis de petróleo de 1973 y los debates sobre los límites del desarrollo (Bertinat, 2011) convirtieron lentamente la transición energética en un tema de agenda pública, política y de ciencia y tecnología, tomando mayor auge en los últimos veinte años (Garrido y Recalde, 2022). El cambio climático se consolidó como un eje central en las discusiones sobre el desarrollo tecnológico y social, impulsando la necesidad de repensar transformaciones estructurales que vayan más allá del ámbito energético (Raven y Verbong, 2009). En este marco, y con el propósito de diferenciar estos procesos de otros tipos de transiciones, surgió el concepto de “transición hacia la sustentabilidad”. Esta noción se define como “una

transformación en la que tecnologías, instituciones, organizaciones y subsistemas sociales y económicos se co-construyen para reconfigurar los sistemas en favor de alternativas ambientales y socialmente sostenibles, caracterizadas por su orientación hacia objetivos específicos y su capacidad, al menos parcial, de ser gestionadas y dirigidas” (Geels, 2011; Kemp y van Lente, 2011).

A lo largo del siglo XXI, investigadores de Europa Occidental han desarrollado y promovido el estudio de las “transiciones hacia la sustentabilidad” como un enfoque para analizar esta problemática. Estas investigaciones se fundamentan en un marco analítico de tipo multinivel, antes descrito, diseñado para examinar cómo sectores estratégicos pueden transformarse hacia configuraciones más sostenibles desde una perspectiva económica y ambiental (Smith y Stirling, 2010). En esta línea, el enfoque de transiciones a la sustentabilidad plantea una visión sistémica del cambio, integrando dimensiones como la evolución tecnológica, las prácticas sociales, las infraestructuras, las regulaciones normativas, el desarrollo de mercados y la construcción de valores culturales (Elzen y Wieczorek, 2005).

Dentro del campo de las transiciones hacia la sustentabilidad, destacan dos enfoques analíticos que comparten algunos elementos fundamentales: la Perspectiva Multinivel (*Multi-Level Perspective*, MLP) y la Gestión Estratégica de Nichos (*Strategic Niche Management*, SNM). Ambos marcos conceptuales estudian los procesos de transición socio-técnica a partir de la interacción entre tres niveles: nicho, régimen socio-técnico y paisaje socio-técnico.

Desde la óptica de la perspectiva multinivel, las transiciones no siguen una trayectoria lineal, sino que emergen como resultado de la interdependencia entre estos tres niveles analíticos: los nichos, donde surgen innovaciones radicales; los regímenes socio-técnicos, que representan la configuración dominante; y el paisaje socio-técnico, entendido como un entorno externo que ejerce influencia sobre las dinámicas de cambio (Rip y Kemp, 1998; Geels, 2002, 2005). En este marco, el régimen socio-técnico ocupa un rol central en la definición del cambio, ya que las transiciones se conceptualizan como el reemplazo de un régimen por otro. Así, los nichos y el paisaje se consideran categorías subordinadas, en tanto su relevancia radica en la relación que establecen con el régimen: los nichos como espacios de innovación emergente y el paisaje como un conjunto de factores estructurales que afectan las interacciones entre estos niveles (Geels, 2011).

En la Tabla 4 se desarrollan los principales conceptos y relaciones del régimen socio-técnico, los nichos de innovación y el paisaje socio-técnico.

Tabla 4: *Conceptos clave de la perspectiva multinivel*

Concepto	Descripción
Régimen Socio-Técnico	El “régimen socio-técnico” se puede definir como el conjunto de reglas e instituciones (formales e informales), valores culturales y prácticas sociales que orientan las actividades de grupos sociales capaces de reproducir diversos elementos de un sistema socio-técnico determinado. Los regímenes están conformados por rutinas cognitivas, creencias compartidas, capacidades y competencias, formas de vida, prácticas de la vida cotidiana, arreglos institucionales, normas, regulaciones y contratos legales (Geels, 2011). Un régimen socio-técnico puede estar compuesto por siete dimensiones interconectadas: tecnología, prácticas de los usuarios y aplicaciones (mercado), sentidos simbólicos, infraestructura, estructura industrial, políticas y conocimientos científicos y tecnológicos (Schot, 1998). Los regímenes se caracterizan por su estabilidad y, en general, su resistencia al cambio. Por este motivo, los procesos de transición (transformación del régimen) suelen llevar mucho tiempo. Esto se debe a los procesos de agencia, estabilización y clausura generados cuando se consolida un régimen asociado a determinadas tecnologías y sus reglas formales e informales asociadas. En este nivel solo se pueden desarrollar innovaciones incrementales, que representan pequeños ajustes que se acumulan en trayectorias estables (y refuerzan las reglas de juego vigentes).
Nichos de Innovación	En los nichos se realizan las innovaciones radicales que se desvían de los regímenes existentes. Los actores vinculados en los nichos (investigadores, desarrolladores, financiadores, promotores) se involucran con la expectativa de que sus innovaciones puedan insertarse eventualmente en los regímenes e incluso permitan su reemplazo. Estos son “espacios protegidos” en los que no se aplican las reglas del mercado que prevalecen en los regímenes. Estas nuevas innovaciones pueden ganar mayor influencia en aplicaciones particulares, zonas geográficas específicas o mercados protegidos. Esta protección puede estar dada por: políticas de promoción, subsidios, cuestiones geopolíticas, entre otros. Por tanto se pueden tomar riesgos. Los nichos son centralmente espacios de experimentación y aprendizajes, y para ello cuentan con normas y prácticas al margen de las dominantes en los regímenes socio-técnicos (Berkhout et al., 2004). Los nichos son cruciales para las transiciones porque proporcionan las bases para un cambio sistémico. Es por este motivo que muchos de los estudios sobre transiciones se concentraron en el análisis de las innovaciones de nicho, por ejemplo la gestión estratégica de nichos (Kemp et al., 1998). Otro aspecto central es la construcción de las condiciones de nicho que lo convierte en un espacio protegido de las reglas del régimen. Estas condiciones se pueden dar a partir de determinadas normativas específicas (políticas públicas de protección), el respaldo de instituciones que promueven actividades de I+D o de comunidades entusiastas, o también organizaciones que operan por fuera de las reglas de mercado (en términos

	de maximización de renta) como puede ser el caso de cooperativas o movimientos sociales.
Paisaje Socio-Técnico	El Paisaje socio-técnico se refiere a los elementos de gran escala que pueden influir y afectar la dinámica de los regímenes socio-técnicos e incluso en los nichos, y donde los actores que participan en los procesos de cambio no tienen capacidad de influir o gobernar (Rip y Kemp, 1998). Geels sostiene que el nivel del paisaje, que tiene similitudes con el concepto de Larga Duración propuesto por el historiador Fernand Braudel (1958), ya que involucra aspectos técnicos y base material que sostiene a la sociedad, pero también incluye tendencias demográficas, ideologías políticas, valores sociales y patrones macroeconómicos (Geels, 2011). La principal diferencia que señala Geels entre el concepto de Larga Duración y el paisaje socio-técnico del abordaje multinivel, es que mientras Braudel lo aplicaba a grandes procesos de cambio lento, los fenómenos asociados al paisaje socio-técnico pueden provocar impacto inmediato. Entre los ejemplos usuales de paisaje socio-técnico se cuenta el cambio climático global (entendido como uno de los procesos de cambio lento) o las repercusiones generadas por fenómenos como el accidentes de la industria nucleoelectrónica o la pandemia del COVID-19 (se contarían entre los de efecto inmediato).

Fuente: Elaboración propia

Procesos de transición

Como ya fue descripto, en sus primeras etapas, los estudios sobre transiciones tendían a presentar un enfoque *bottom-up*, lo que se atribuía a la influencia de la economía evolucionista. Este marco teórico entiende el cambio como un proceso impulsado por la aparición y adopción de innovaciones tecnológicas que conducen a la sucesión de distintos paradigmas o regímenes tecnológicos. En particular, los estudios centrados en la gestión estratégica de nichos mantenían este enfoque, al asumir que las transiciones ocurrían cuando las innovaciones emergentes en los nichos se insertaban en los regímenes establecidos y, posteriormente, influían en la transformación del paisaje socio-técnico. En este contexto, varios estudios sobre “transiciones hacia la sostenibilidad” han priorizado el análisis de innovaciones de nicho con un perfil ambientalmente sostenible, mientras que los regímenes han sido representados como barreras a superar (Geels, 2011).

A pesar de estas perspectivas, Geels, ha relativizado esta visión. Si bien reconoce la presencia de dicho sesgo en numerosos estudios, subraya la importancia de considerar no solo las innovaciones de nicho, sino también la alineación con procesos de cambio más amplios. En este sentido, enfatiza la necesidad de incluir en el análisis las dinámicas que tienen lugar en los otros niveles del modelo multinivel, es decir, en los regímenes y el paisaje socio-técnico (Geels, 2002). De manera complementaria, Geels y Schot (2007) destacan que el objeto central de la perspectiva multinivel es el estudio de las interacciones entre los distintos niveles, y en este

marco proponen cuatro trayectorias de transición: transformación, reconfiguración, sustitución tecnológica y des-alineamiento/re-alineamiento.

- El camino de **transformación** ocurre cuando las presiones del paisaje socio-técnico afectan tanto al régimen socio-técnico como a los nichos de innovación, pero sin que las innovaciones emergentes estén aún lo suficientemente desarrolladas como para integrarse plenamente en el régimen por su propio peso. En estos casos, aunque las innovaciones de nicho no logran establecerse de manera directa, sus experiencias pueden ser reinterpretadas y ajustadas al régimen existente, aunque muchas veces de una manera más atenuada o parcial (Smith, 2007). Un ejemplo de este tipo de transformación se observa en la forma en que las políticas de adaptación y mitigación del cambio climático generan modificaciones dentro de los regímenes socio-técnicos, respondiendo a presiones externas sin necesariamente adoptar innovaciones radicales.
- La **reconfiguración** ocurre cuando las presiones del paisaje socio-técnico impactan en el régimen, que responde impulsando el desarrollo de nuevos nichos e innovaciones. En este proceso, las innovaciones no reemplazan inmediatamente al régimen existente, sino que son incorporadas como soluciones complementarias para abordar problemas específicos a nivel local. Con el tiempo, la acumulación de estos cambios puede generar modificaciones más profundas, llegando incluso a transformar la arquitectura fundamental del régimen³.
- En la **sustitución tecnológica**, las innovaciones desarrolladas en los nichos alcanzan un nivel de desarrollo que les permite competir con las tecnologías establecidas, especialmente cuando la presión del paisaje socio-técnico genera tensiones dentro del régimen. Estas tensiones pueden abrir una ventana de oportunidad (Perez, 1988) para que las innovaciones emergentes logren desplazar al régimen dominante y dar lugar a un cambio sistémico. Otra posibilidad es que las innovaciones de nicho adquieran un impulso interno significativo (ya sea por inversiones económicas, una creciente

³ Las vías de transformación y reconfiguración permiten entender que los procesos de transición no siempre conllevan una transformación radical del sistema. A diferencia de cambios históricos de gran magnitud, como la Revolución Industrial a finales del siglo XVIII o la consolidación del fordismo, con la expansión del motor de combustión interna y los hidrocarburos, las transiciones pueden darse de manera más gradual. Kanger y Schot (2018) denominan a estos cambios estructurales profundos "Deep Transitions", caracterizados por un reordenamiento económico de gran escala. Sin embargo, las transiciones en términos de modificaciones en los regímenes socio-técnicos pueden manifestarse como ajustes en la configuración del sistema, permitiendo la incorporación de nuevas reglas, instituciones y prácticas sociales sin desplazar completamente a las preexistentes dentro del mismo régimen.

demanda de los consumidores, apoyo político o entusiasmo cultural) permitiéndoles sustituir al régimen sin depender directamente de presiones externas.

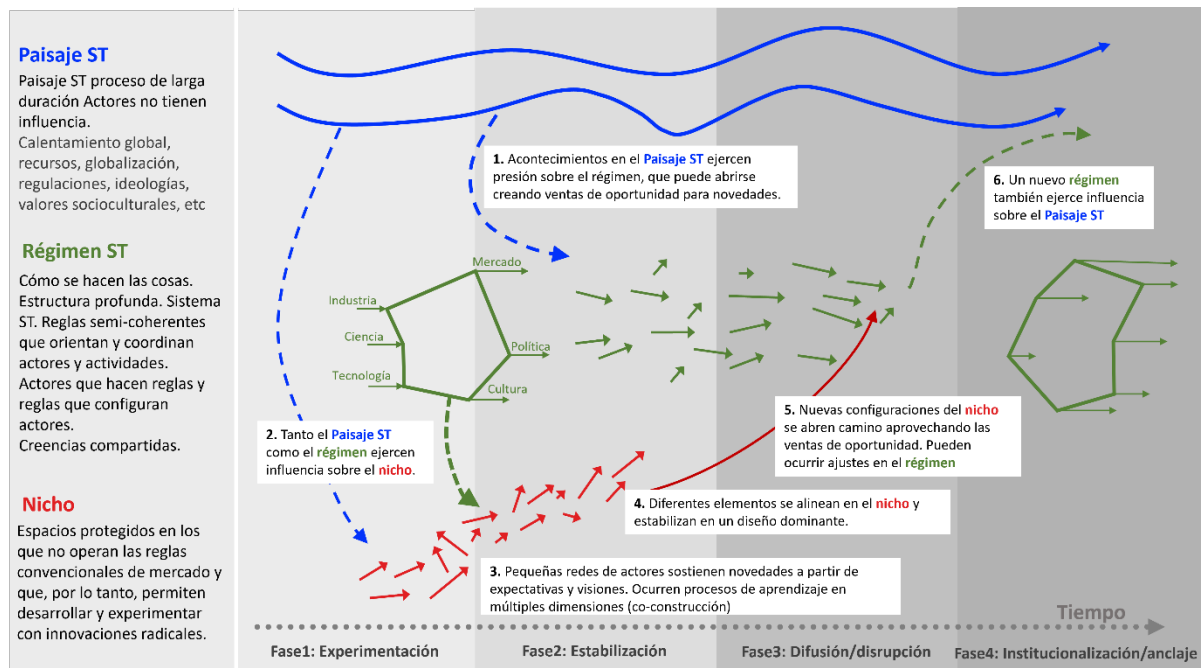
- El proceso de *des-alineamiento* y *re-alineamiento* ocurre cuando el régimen socio-técnico existente se desintegra, generando un escenario donde emergen diversos nichos que conviven y compiten entre sí. Con el tiempo, esta dinámica da lugar a la estabilización de un nuevo régimen, estructurado a partir de las innovaciones que logran consolidarse.

Para cualquiera de estas vías de transición, los trabajos que aplican la MLP proponen procesos expresados en trayectorias de cuatro fases:

- 1) **Experimentación:** este concepto se refiere a la dinámica propia de los nichos, donde se desarrollan innovaciones radicales y se llevan a cabo procesos de aprendizaje. En paralelo, dentro del régimen socio-técnico, surgen innovaciones incrementales que optimizan tecnologías ya establecidas. Ambos procesos pueden verse influenciados por las presiones del paisaje, impactando tanto en los nichos como en los regímenes. Esta fase se caracteriza por la coexistencia de dinámicas opuestas: mientras que las innovaciones de nicho buscan a futuro desafiar y transformar el régimen dominante, las innovaciones incrementales intentan reforzar su estabilidad y continuidad.
- 2) **Estabilización:** en esta etapa, las innovaciones desarrolladas en los nichos alcanzan un cierto grado de desarrollo, aunque aún no resultan plenamente atractivas según los criterios dominantes en los regímenes socio-técnicos. Estos criterios pueden estar relacionados con costos, comodidad y desempeño. No obstante, comienzan a surgir nichos de mercado específicos, donde estas innovaciones encuentran un espacio para su adopción, al tiempo que se exploran nuevas funcionalidades y posibles aplicaciones.
- 3) **Difusión y Disrupción:** En este nivel las innovaciones de nicho comienzan a penetrar en el régimen. Comienzan a competir en algunos rubros. Consiguen el apoyo de actores poderosos.
- 4) **Institucionalización y anclaje:** En esta fase ya se constituye un nuevo régimen socio-técnico.

Todas estas fases implican dinámicas simultáneas en los tres niveles que conforman el análisis (Figura 4).

Figura 4: Transiciones a la sustentabilidad. Perspectiva multinivel.



Fuente: Elaboración propia a partir de (Geels, 2011)

Los estudios sobre transiciones han sido objeto de críticas por omitir las relaciones de poder. Estas críticas se enfocan, por un lado, en el enfoque descriptivo de algunos trabajos que examinan la gobernanza de las transiciones, y por otro, en cómo la dimensión del poder se aborda exclusivamente a través de una visión tradicional de relaciones políticas, centrada en el acceso a recursos financieros o el control de estructuras estatales. No obstante, algunas críticas han subrayado la necesidad de considerar otras formas de poder, como las propuestas por el constructivismo social de la tecnología, que ha tenido una gran influencia en la MLP. Desde esta perspectiva, el poder se vincula con la capacidad de actores sociales determinados para establecer las condiciones en las que una tecnología opera en un contexto particular. Este poder, que Bijker (1995) llama "semiótico", no solo se refleja en la configuración de las tecnologías, sino también en las relaciones entre actores, reglas y artefactos, lo que lo convierte en una forma de poder relacional (Geels, 2011).

En esta misma línea, una de las críticas frecuentes hacia los estudios de Transiciones es su énfasis excesivo en los modelos de la economía de la innovación, los cuales están estrechamente vinculados a las dinámicas del mercado como la única lógica racional. Así, la adopción de una nueva tecnología, como podría ser el caso de los sistemas de GDER, depende de su éxito en términos de rentabilidad en comparación con las tecnologías hegemónicas.

Como alternativa, algunos autores proponen explorar otras formas de innovación. En Seyfang y Smith (2007), los autores analizan las "grassroots innovation" como las innovaciones

sociales desarrolladas a nivel comunitario como procesos de generación de soluciones *bottom-up* adecuadas a situaciones locales y basadas en intereses y valores de esas comunidades. Basados en esta definición, los autores proponen distinguir *grassroots innovation* orientadas al desarrollo local de las innovaciones dirigidas al mercado y la generación de ganancia.

A su vez, en dicho trabajo se diferencia entre innovación convencional basada en las reglas de mercado y las *grassroots innovations* desarrolladas por mutuales, cooperativas y empresas sociales. Este tipo de innovaciones son desarrolladas en el marco de nichos en los que las reglas y los incentivos difieren de las reglas de mercado. Por esta razón, los autores enfatizan que estas instituciones son mucho más abiertas a procesos de experimentación y no tienen miedo a tomar mayores riesgos. En este mismo sentido y sobre el final de este capítulo se abordan los Sistemas Tecnológicos Sociales (STS)

A lo largo de dos décadas, el campo de los estudios sobre transiciones ha crecido sostenidamente desarrollando múltiples trabajos de investigación sobre sectores clave como energía, agricultura, vivienda o transporte. En este marco se desarrollaron nuevos debates y reflexiones para profundizar en temas como las relaciones de poder en los procesos de transición, la gobernanza, equidad y justicia a nivel local, regional y global, entre otros (Avelino y Rotmans, 2009).

2.1.3. Transición Socioecológica

Si bien el enfoque de transiciones a la sustentabilidad ofrece un marco sólido para pensar los cambios estructurales, puede ser ampliado para captar las dimensiones conflictuales y los sentidos disputados de la transición. En este sentido, la perspectiva de la transición ecosocial aporta herramientas conceptuales clave para incorporar una lectura crítica y situada del cambio. El marco conceptual desarrollado desde la ecología política para el análisis de las transiciones energéticas se construye a partir de una triangulación teórica basada en los aportes de Maristella Svampa y Joan Martínez Alier. Esta triangulación articula tres ejes conceptuales centrales: el giro ecoterritorial (Svampa, 2019a), las narrativas de colapso (Svampa, 2018) y las categorías de ecología de los pobres y de los ricos (Alier, 2021). De esta combinación teórica surgen las nociones de transición energética popular y transición energética corporativa, que han sido sistematizadas mediante el análisis de discursos provenientes de gobiernos, empresas y movimientos sociales (Bertinat et al., 2020; Bertinat y Chemes, 2022; Svampa y Bertinat, 2022).

El enfoque de la transición ecosocial puede entenderse como una perspectiva crítica y holística que busca abordar simultáneamente las múltiples dimensiones de la crisis contemporánea. Esta

concepción de transición no se limita a los aspectos técnicos de la sustitución de fuentes energéticas, sino que propone análisis y estrategias de carácter sistémico. Este enfoque parte del diagnóstico de una crisis civilizatoria (o policrisis) inscrita en los marcos conceptuales del antropoceno y el capitaloceno (Lander, 2011; Moore, 2016; Aráoz y César, 2016; Acosta, 2018; Svampa, 2019b; Leff, 2021), donde el componente ambiental se entrelaza con una conjunción sinérgica de las fallas estructurales de la racionalidad de la modernidad: crisis económica y financiera; de seguridad y justicia; ecológica, ambiental, climática y epidemiológica; ontológica, moral y existencial.

En este marco, resulta necesario indagar cómo estas concepciones críticas de la transición se expresan en los territorios concretos a través de prácticas de resistencia, construcción y disputa. Una de las contribuciones más significativas en esta dirección es el concepto de giro ecoterritorial, que permite comprender las luchas socioambientales no solo como conflictos por recursos, sino como expresiones de proyectos civilizatorios alternativos.

2.1.3.1. *Giro Ecoterritorial*

Un punto clave para comprender el modo en que se territorializan las transiciones ecosociales es el concepto de giro ecoterritorial. A partir del estudio de diversas resistencias frente a conflictos socioambientales en contextos de neoextractivismo, Svampa (2019) identifica cuatro matrices político-ideológicas: indígena campesina comunitaria, populista movimientista, clasista tradicional y narrativa autonomista. La autora advierte que, pese a sus diferencias, existe un lenguaje común de valoración sobre la territorialidad entre las luchas indígena-campesinas y las autonomistas. En esa convergencia se fundamenta el giro ecoterritorial, que se articula alrededor de tres tópicos centrales: el buen vivir (en kichwa: *sumak kawsay*, en aymara: *suma qamaña*, en guaraní: *ñandareko*), los debates sobre el derecho a la naturaleza y la noción de bienes comunes.

La autora entiende al giro ecoterritorial como una tendencia en constante transformación y que no puede encuadrarse en ideas acabadas; así debe analizarse caso por caso los procesos de luchas para ver que formas asumen. También plantea que estos tópicos se relacionan estrechamente con lo que movimientos ambientalistas denominan justicia ambiental o justicia socio ambiental, “enfoque que enfatiza la desigualdad de los costos ambientales, la falta de participación y de democracia, el racismo ambiental hacia los pueblos originarios, la injusticia de género y la deuda ecológica” (Svampa, 2019a, p.54). De este modo plantea:

“los diferentes tópicos del giro ecoterritorial dan cuenta de la emergencia de una nueva gramática de las luchas, de la gestación de un lenguaje alternativo de fuerte resonancia al interior del espacio latinoamericano de las luchas, de un marco común

de significaciones que articula luchas indígenas y nuevas militancias territoriales-ecológicas y feministas, que apuntan a la expansión de las fronteras del derecho, en clara oposición al modelo dominante” (Svampa, 2019, p57).

El giro ecoterritorial se inscribe en una crítica profunda al paradigma moderno, articulando diversas corrientes que cuestionan las lógicas de desarrollo antropocéntricas y fragmentadas. La noción de buen vivir, en este sentido, promueve un corrimiento hacia cosmovisiones relacionales, desafiando el crecimiento económico ilimitado y proponiendo formas comunitarias de organización y producción (Svampa, 2019a).

En este horizonte, cobran relevancia los derechos de la naturaleza como expresión jurídica de un cambio ontológico más amplio. Esta idea no se limita a disputas legales, sino que interpela la matriz epistémica que niega agencia al mundo no humano. Como advierte Zaffaroni (2011, p. 72), incorporar la naturaleza como sujeto de derecho inaugura una ruptura difícil de imaginar desde dentro del paradigma vigente. De modo complementario, Boff (1996, p. 25) señala que se abre paso una nueva sensibilidad planetaria, que busca superar los dualismos clásicos entre naturaleza y cultura, razón y emoción, o humano y no humano.

Otro tópico fundamental dentro del giro ecoterritorial es la concepción de los bienes naturales como bienes comunes. Para Svampa, lo común refiere a las luchas contra los procesos neoextractivistas y la mercantilización de la naturaleza. Esta noción implica una redefinición de las relaciones sociales, poniendo en valor formas de cooperación, uso y goce común. Las nuevas resistencias, en este marco, se manifiestan mediante la emergencia de espacios de comunidad y formas de sociabilidad que reivindican la producción y reproducción de lo común más allá del Estado y el mercado (Svampa, 2019a, p.56).

Para abordar esta complejidad, Boaventura de Sousa Santos propone una epistemología del Sur que permita repensar la realidad desde cinco ecologías: de saberes, de temporalidades, de reconocimientos, de transescalas y de productividades (Santos, 2009). Estas herramientas resultan clave para comprender las luchas ecoterritoriales como prácticas que resisten, pero también que imaginan y ensayan modos alternativos de habitar y de conocer.

Así, el giro ecoterritorial no solo implica una reconfiguración política, sino también epistémica y ontológica, en la que confluyen cosmovisiones indígenas, marcos legales innovadores y propuestas metodológicas que buscan descolonizar la comprensión de la relación sociedad-naturaleza.

Estos desarrollos conceptuales permiten dar paso al análisis de las representaciones y narrativas contemporáneas que buscan interpretar la crisis civilizatoria en curso. En este marco, resulta

pertinente explorar las diferentes narrativas que abordan la policrisis desde diversas posiciones ideológicas y estratégicas.

2.1.3.2. Narrativas contemporáneas de la policrisis

En el trabajo *Imágenes del fin: Narrativas de la crisis socioecológica en el Antropoceno*, Svampa (2018) a partir de analizar una amplia bibliografía sintetiza en tres narrativas que se encuentran en rededor del abordaje de las policrisis y el colapso civilizatorio. Así plantea la narrativa colapsistas, la narrativa capitalista-tecnocrática y la narrativa de transición socioecológica.

La narrativa colapsistas se refiere a la idea de que la civilización humana está en un camino inevitable hacia el colapso debido a la crisis ambiental, que algunos consideran incluso mayor amenaza que guerras o pandemias. En esta visión, se argumenta que el ecocidio y los impactos negativos del cambio climático están llevando a una reducción drástica de la población humana. Jared Diamond (2005), en su libro *Collapse: How societies choose to fail or succeed*, ofrece un análisis de las civilizaciones pasadas que colapsaron, enfocándose en factores como la sobresaturación de recursos y la vulnerabilidad de las sociedades a cambios críticos. La narrativa colapsistas, sin embargo, se fundamenta en datos científicos y no se relaciona necesariamente con creencias apocalípticas, sino que utiliza evidencia de disciplinas como la climatología, paleontología y ecología para argumentar sus puntos. Esta narrativa plantea una visión pesimista y alarmante del futuro, sugiriendo que sin cambios sustanciales, el desmantelamiento de la actual civilización es una posibilidad real.

La narrativa capitalista-tecnocrática se enfoca en la búsqueda de soluciones dentro del marco del capitalismo y la “modernización tecnológica”. Este enfoque sugiere que los problemas socioecológicos pueden ser resueltos mediante innovaciones y avances tecnológicos, sin cuestionar la estructura del sistema capitalista que los ha generado dichos problemas. Incluye la implementación de tecnologías denominadas “verdes” y políticas de responsabilidad social corporativa que buscan minimizar el impacto ambiental sin alterar fundamentalmente el modelo de desarrollo actual. Sin embargo, se critica esta narrativa por ser superficial y por no abordar las raíces del problema, que incluyen la mercantilización de la naturaleza y la insostenibilidad inherente a los sistemas capitalistas. Por ejemplo, proyectos de geoingeniería integran esta narrativa, Svampa destaca la propuesta de manipulación climática mediante técnicas como la inyección de aerosoles estratosféricos para reflejar la luz solar y disminuir el calentamiento global, con el mismo fin, los proyectos de instalar grandes superficies reflectoras en el espacio exterior para reflejar la radiación solar, o las centrales de generación de energía solar extraterrestres.

En la narrativa de transición socioecológica, surge como respuesta a los límites de las dos narrativas anteriores. En lugar de esperar un colapso inevitable o confiar en la tecnocracia, esta narrativa propone un camino hacia alternativas sostenibles y equitativas. Se enfoca en la necesidad de repensar y reestructurar las sociedades en relación con la naturaleza, impulsando cambios que atraviesen tanto la esfera económica como social. Este enfoque se nutre de las ideas de Bruno Latour (2018) y su análisis sobre la modernidad y la interdependencia de las relaciones sociales y naturales. Movimientos como "*transition towns*" en Reino Unido que promueven la agroecología, el decrecimiento y el consumo consciente son ejemplos de cómo esta narrativa se traduce en acciones concretas, buscando una vida más armónica con el ambiente. Se articula desde perspectivas anticapitalistas, feministas y de clases subalternas, enfatizando un enfoque holístico que vincula justicia social y ambiental. La aspiración es hacia una sociedad poscapitalista que pueda vivir de manera más sostenible, reconociendo la interdependencia entre todos los seres en el planeta (Svampa, 2018).

Estas narrativas contemporáneas del fin no solo se expresan en el plano del pensamiento crítico y las propuestas de transformación estructural, sino que también encuentran eco y disputa en los diversos movimientos ambientalistas que actúan en el presente. Comprender cómo estos movimientos configuran sus posicionamientos frente a la crisis civilizatoria permite avanzar en el análisis de los intereses sociales, económicos y políticos que subyacen a sus propuestas. En este marco, las categorías de ecologismo de los ricos y ecologismo de los pobres propuestas por Martínez Alier ofrecen claves analíticas fundamentales para diferenciar las formas de acción y los sentidos atribuidos a la naturaleza, anticipando así los modos en que dichas visiones inciden en las distintas narrativas de transición energética que serán abordadas más adelante.

2.1.3.3. *Ecologismos*

En el marco de las múltiples respuestas sociales ante la crisis socioecológica, los enfoques ecologistas ofrecen lecturas contrastantes sobre el vínculo entre sociedad y naturaleza. Uno de los aportes más significativos en este campo es el desarrollado por Joan Martínez Alier en su libro *El ecologismo de los pobres* (2002), donde a partir de estudios de casos sobre conflictos ambientales en diversas regiones del planeta, propone una tipología que distingue entre diferentes formas de activismo ambiental: el ecologismo de los pobres y el ecologismo de los ricos.

Dentro del ecologismo de los ricos, se encuentra el "culto a la vida silvestre", que se enfoca en la conservación de ecosistemas y la biodiversidad, promoviendo la preservación de la naturaleza en su estado prístino. Este enfoque, típicamente adoptado en países desarrollados,

valora la vida silvestre y la protección del medio ambiente sin considerar las necesidades de las comunidades locales que dependen de esos ecosistemas. Este tipo de ecologismo es criticado por ignorar las realidades sociales y económicas de las poblaciones que viven en cercanía a zonas protegidas, a menudo excluyéndolas de decisiones que afectan directamente sus vidas y medios de subsistencia. Esto puede resultar en una postura elitista que prioriza la preservación a expensas de la justicia social.

En contraste, el "culto a la ecoeficiencia" propone que la innovación tecnológica y la mejora en el uso de recursos pueden minimizar el impacto ambiental sin exigir cambios radicales en el modelo económico capitalista. Este enfoque busca hacer más sostenibles los procesos de producción mediante la introducción de tecnologías "limpias" y prácticas "verdes", defendiendo la idea de que la sostenibilidad puede lograrse dentro del marco del crecimiento económico. Sin embargo, se critica esta visión por ser una "falsa solución", ya que, a menudo, se prioriza la tecnología sobre necesidades socioeconómicas más profundas, dejando inalteradas las estructuras que perpetúan la desigualdad y la explotación. La dependencia de avances tecnológicos puede generar una desconexión con las cuestiones sociales relacionadas con la justicia y la equidad.

El ecologismo de los pobres, por su parte, ofrece una crítica contundente a estas corrientes. Este enfoque se centra en la equidad y la distribución justa de bienes, enfatizando que las comunidades más vulnerables son las que sufren de manera desproporcionada las consecuencias de la degradación ambiental. Este movimiento aboga por que estas comunidades tengan representación en la toma de decisiones que les afectan, reconociendo que las luchas por la justicia ambiental son inseparables de las luchas por derechos sociales, económicos y políticos. Tal intersección se traduce en una reivindicación de la voz de los grupos históricamente marginados, buscando su empoderamiento en la discusión de políticas ambientales que han sido diseñadas sin su participación.

El autor sistematiza esta categorización contrastando las características fundamentales de cada enfoque. En primer lugar, se distingue claramente entre los intereses y motivaciones que impulsan al ecologismo de los ricos frente a los del ecologismo de los pobres. En este sentido, el autor argumenta que mientras que el ecologismo de los ricos suele centrarse en la conservación y la sostenibilidad desde una perspectiva tecnocrática y elitista, el ecologismo de los pobres enfatiza la justicia social y la equidad. Esta dualidad se manifiesta en cómo ambos enfoques hacen frente a los desafíos ecológicos, generando una tensión entre la conservación natural y las necesidades humanas. Así, el autor propone que el ecologismo de los pobres no solo reconoce la interconexión entre humanos y naturaleza, sino que también busca la

restitución del control local sobre los recursos naturales, transformando así las dinámicas de poder existentes.

A través de esta comparación, se observa que el ecologismo de los ricos ocupa un espacio que promete soluciones a problemas ambientales dentro del marco de desarrollo capitalista, mientras que el ecologismo de los pobres propone una crítica más amplia que incluye tanto dimensiones ambientales como sociales. Este ecologismo desafía las nociones tradicionales de desarrollo, subrayando que la lucha por la justicia ambiental debe ir de la mano con un enfoque en la equidad social.

2.1.3.4. Transiciones energéticas y sus narrativas.

Transición energética corporativa

La narrativa de la transición energética (TE) corporativa se motoriza a partir de concebir una crisis ambiental derivada de los impactos del cambio climático. En ese contexto, esta narrativa persigue fundar un nuevo ciclo de acumulación capitalista, lo que Argento y Kazimierski (2021; 2022) denominan “acumulación por conservación y desfossilización”⁴.

La TE corporativa no es solo empresarial, esta narrativa puede tener diversos adeptos, como empresas multinacionales, Estados (países, provincias, regiones, municipios), instituciones y organizaciones que ven en este camino el único posible o, el más rápido, para responder a la urgencia de la crisis climática a partir de la descarbonización (Bertinat et al., 2020), instaurando un pensamiento abismal según Santos (2009) en su desarrollo de las epistemologías del Sur.

Según la clasificación de Martínez Allier (2002), estas narrativas se enmarcan en el universo del ecologismo de los ricos, particularmente en el culto a la ecoeficiencia o, según Svampa (2018), en la narrativa capitalista-tecnocrática. A partir de un discurso de urgencia inmediata ante el colapso ambiental (pensamiento abismal), la narrativa de la TE corporativa responsabiliza a toda la humanidad por el cambio climático y no distingue responsabilidades ni grados de impacto en cuanto a las acciones a implementar para mitigar el cambio climático. Así, la TE corporativa coloca a la energía en la esfera del mercado y concibe solo una dimensión física y mecanicista de ella, busca transformar solo la matriz energética (reemplazar fuentes fósiles por renovables), persigue maximizar la productividad económica de los

⁴ Argento y Kazimierski para conceptualizar la acumulación por desfossilización toman la idea de acumulación por desposesión de Harvey (2004) donde la finitud territorial puso un freno a la expansión primitiva del mercado capitalista, la desposesión es la lógica por la cual se crearon nuevos mercados, cuya transición fue de una lógica extensiva a una intensiva. También articulan con la idea de acumulación por conservación de Büscher y Fletcher (2015), que en el marco de una crisis y limitaciones ambientales, se construyen estrategias con las que el capitalismo busca monetizar los recursos naturales aún no mercantilizados para su preservación. Con estos marcos y ante los límites biofísicos que plantea el cambio climático, “la acumulación por desfossilización se perfila como el mecanismo mediante el cual el capitalismo busca monetizar el desmantelamiento de su núcleo productivo fósil hacia otro totalmente renovado” (Argento y Kazimierski, 2022, p. 11).

proyectos de energías renovables e instalar grandes centrales de generación de energía en sitios geográficos donde el recurso es más abundante.

Como demuestran Bertinat y Chemes (2022), la TE corporativa se orienta a dotar de energía a un modelo de desarrollo de crecimiento ilimitado, ya que su objetivo no es modificar las lógicas de consumo, sino sustituir fuentes de energía para seguir consumiendo y continuar con el movimiento de la maquinaria de concentración de riqueza y poder con un marcado determinismo tecnológico.

En la transición energética corporativa, la mayoría de los elementos (artefactos, proyectos, normativas, investigación y desarrollo, etc.) son controlados por corporaciones transnacionales o potencias mundiales, o bien funcionan en favor de estas, complejizando los sistemas y la cotidianeidad con la excusa de la eficiencia, y limitando así la posibilidad de democratizar el uso de la energía y la tecnología (Bertinat y Chemes, 2022, p. 135).

En este marco, juegan un rol central la propiedad y el control de acceso a los bienes comunes, las fuentes energéticas, los materiales y las tecnologías necesarias. La concentración del sistema energético es una característica inherente a este tipo de narrativas. Grandes empresas, no solo privadas, sino en muchos casos públicas (Petrobras, YPF, PMEX, etc) son las empresas más grandes de América Latina (Abraham et al., 2019; Bertinat y Kofman, 2019). Este acceso a materiales o fuentes energéticas se impone en el Sur Global con una marcada relación neocolonial por parte del Norte Global (Kucharz, 2021). Solo algunas de estas prácticas son la producción (o proyectos) de hidrógeno verde en África o América Latina para su exportación a Europa (Proaño, 2021; Bertinat y Chemes, 2025), o el extractivismo de la madera balsa en Ecuador para la industria eólica (Bravo et al., 2021), entre otras prácticas, donde la situación bélica entre Ucrania y Rusia aceleró estas prácticas neocolonialistas. En este sentido Escobar (2004) señala que la violencia y la inestabilidad en el Tercer Mundo son subproductos de un sistema que prioriza los intereses de las élites del Norte Global.

Así, la transición energética corporativa se asienta en la idea del “desarrollo sustentable”, en continuar en el camino del crecimiento sin límites, intercambiando recursos fósiles por renovables y alta tecnología, sin modificar las lógicas de producción y consumo, ni cuestionar la distribución o el acceso a la energía de las poblaciones, o la participación ciudadana en los procesos de toma de decisión (Bertinat y Chemes, 2022, p. 136).

El fin último de los actores que impulsan esta visión de la transición energética es liderarla. Así lo expresa un representante de la empresa de energía danesa DONG Energy (Sykes, 2017):

“Nuestra ambición es impulsar la transición del sistema energético y liderar la transformación ecológica. Y eso no es solo un reto tecnológico, también es un reto humano

(...) ¿Cómo conseguimos que el público para el que construimos nuestros parques eólicos o los que viven cerca de donde se instalarán acepten este cambio en su paisaje? (...) Necesitaremos que la gente adopte comportamientos o productos que son buenos para la sociedad y buenos para el medio ambiente, pero que no necesariamente tienen un beneficio directo y visible para los individuos cuyo comportamiento estamos pidiendo cambiar”

Desde esta visión, no se cuestionan los conflictos socioambientales que se generan, sino que se busca cómo permear los valores culturales de las comunidades, imponiendo la perspectiva de las empresas para la transición energética.

Transición energética popular

Al igual que la TE corporativa, la narrativa popular de la TE da cuenta de una crisis, pero en este caso, no solo ambiental. Plantea una crisis civilizatoria, enmarcada en el antropoceno y capitaloceno (Escobar, 2004; Lander, 2011; Moore, 2016; Aráoz & César, 2016; Acosta, 2018; Svampa, 2019b; Leff, 2021), donde el componente ambiental es uno más entre otros, una conjunción sinérgica de las fallas de la racionalidad de la modernidad: crisis económica y financiera; de seguridad y justicia; ecológica, ambiental, climática y epidemiológica; ontológica, moral y existencial (Escobar, 2004; Santos, 2009). Así, el planteo de cambio requiere de una transición socioecológica (Svampa, 2022), donde la TE sea un elemento, un sub sistema de un todo más complejo.

Desde la ecología política, la TE popular se asienta sobre la idea del ecologismo de los pobres o ecologismo popular (Martínez Alier, 2002) y sobre la narrativa de transición socioecológica (Svampa, 2018). En este marco, existe la narrativa del colapso ambiental, de la necesidad de cambiar de forma urgente, pero también existe una diferencia en la relativización del tiempo o del modo de la transición energética para los pueblos del Sur global o enmarcado en el pensamiento post abismal (Santos, 2009), fundado en las mayores responsabilidades de los países del Norte global en cuanto al aporte de gases de efecto invernadero: la denominada deuda ecológica.

Con ello, no fundamenta la necesidad de seguir consumiendo combustibles fósiles, sino que promueve la idea de que la velocidad de la transición debe propender a generar condiciones de equidad socioambiental, con inclusión social, cuidando la vida y con proyectos de menor escala, para fomentar el desarrollo endógeno de proyectos con dinámicas de participación ciudadana y democratización de la energía que no prioricen únicamente maximizar los rendimientos económicos.

Así, proyectos de menor escala de potencia, próximos a los centros de consumo son implementados por hogares, pymes, cooperativas y/o Estados provinciales o municipales, por tanto también toman énfasis los debates sobre la propiedad de la energía.

Esta narrativa plantea una agenda de decrecimiento del consumo de energía con justicia socioambiental, y entiende que no es factible una economía de crecimiento ilimitado, siendo que existen estudios que dan cuenta de la finitud de los bienes comunes naturales (minerales para la transición) para la fabricación de tecnología de energías renovables; además estos minerales se encuentran en sitios con alto estrés hídrico y la cantidad existente en el planeta no son suficientes para sostener un crecimiento indefinido de la demanda de energía (Valero, 2019; IEA, 2021; Turiel, 2021).

La Agencia Internacional de la Energía arroja valores de extracción de minerales muy altos para lograr emisiones cero a 2050. Para ello es necesario multiplicar 42 veces la extracción de litio, por 25 el grafito, por 21 el cobalto, por 19 el níquel y por 7 las tierras raras (IEA, 2021, p. 11)

Más allá de los límites físicos, si hipotéticamente hubiera minerales infinitos, según Simon Michaux (2021) no alcanzan los tiempos para construir las centrales de energías renovables para lograr reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Para mantener las condiciones de vida en el planeta, hacen falta 221.594 nuevas plantas eléctricas para abastecer de energía eléctrica a todo el planeta reemplazando la totalidad de los combustibles fósiles. Planificar una transición energética sin contemplar nuevas lógicas de producción y consumo es indispensable. Así, la TE popular coloca la energía en la esfera de los derechos y como herramienta de distribución de la riqueza. Por lo que habrá países que deberán decrecer drásticamente y otros crecer en su consumo de energía. En este contexto, la transición popular no es solo física (de fuentes de energía, de matriz energética), sino del sistema energético (Bertinat et al., 2014), entendido como un sistema complejo, heterogéneo y conformado por múltiples elementos, además de los físico-artefactuales, y teniendo en cuenta la existencia de subsistemas económicos, sociales, ambientales, demográficos, infraestructurales, culturales, ontológicos, etc. Esta concepción holística de transición del sistema energético sienta la base para pensar la energía de un modo complejo, dejando en claro la fragilidad de la fragmentación disciplinar para pensar desde el Sur las transiciones energéticas (Chemes, 2023).

De este modo el posicionamiento de la narrativa de transición energética popular se alinea con el planteo propuesto Blaser (2019) respecto a lo que denomina “enfoque político conceptual o político racional” de los conflictos medioambientales. La transición energética, en relación al planteo de Blaser, pretende poner en dialogo los pluriversos o lo que Escobar (2004) enmarca

en la heterogeneidad del tercer mundo, “un compromiso con sostener el devenir de mundos diversos y parcialmente conectados a pesar del empobrecimiento generado por el universalismo dominante” (Blaser, 2019 p.76). Generar estos espacios de vínculos dialógicos es complejo, ya que para el paradigma hegemónico y su lugar ontológico enmarcado “entre el techo de demandas culturales racionales, el piso de preocupaciones medioambientales racionales, y entre las paredes de la izquierda y la derecha se establece el espacio de la política racional. Más allá de este espacio lo que queda es lo irracional” (Blaser, 2019 p.67) y allí es donde se encuentran las ontologías de pueblos originarios que resisten al avance de las fronteras extractivistas para la transición energética como se mostró anteriormente. Traer estas cuestiones de la diversidad ontológica de la narrativa de transición energética popular de forma explícita es central, ya que como plantea Blaser (2019, p.70), se puede llevar el conflicto al ámbito epistemológico en lugar del campo ontológico:

“[...] aun cuando uno busque empoderar supuestas ‘demandas irracionales’ al traerlas dentro de la política racional como diferencias culturales, la movida termina reforzando la presunción de un mundo y múltiples perspectivas sobre él. En otras palabras las presunciones ontológicas centrales de la modernidad salen fortalecidas. Este rebote sucede porque un conflicto ontológico (es decir un conflicto acerca de lo que hay) es tratado como si fuera un conflicto epistemológico (es decir un conflicto entre diferentes perspectivas sobre lo que ya se ha establecido que hay).”

Propiciar los ámbitos para potenciar la participación social en los procesos energéticos es uno de los desafíos de mayor relevancia en la construcción de procesos de creación de políticas energéticas inclusivas y populares, así Rafael Escobar Portal plantea que “la participación, más allá de ser una mera posición ideológica, constituye un proceso que está influenciado por los aspectos políticos, económicos, sociales y culturales de las sociedades, especialmente en las que se encuentran en vías de desarrollo, donde muchas veces se prioriza la supervivencia frente a una propuesta que genere una visión más integradora” (Escobar Portal, 2006).

De este modo, “La transición energética popular se configura como un proceso de democratización, desprivatización, descentralización, desconcentración, desfosilización, despatriarcalización y descolonización del pensamiento para la construcción de nuevas relaciones sociales, congruentes con los derechos humanos y con los derechos de la naturaleza” (Bertinat y Chemes, 2022, p. 138). En la Tabla 5 se sintetizan las dimensiones de cada una de las narrativas expuestas.

Tabla 5: Características de las narrativas de transición energética

	TE corporativa	TE popular
CRISIS	Ambiental	Civilizatoria
ENERGÍA CÓMO	Mercancía capitalista	Derecho
ECOLOGÍA POLÍTICA	Ecologismo de los ricos	Ecologismo de los pobres
	Narrativa Tecnocrática capitalista	Narrativa Transición socio-ecológica, anticapitalista
SUSTENTABILIDAD	Débil	Fuerte / super fuerte
DESARROLLO	Crecimiento infinito	Decrecimiento con justicia socioambiental
POTENCIAR	Acumulación de capital	Distribución de la riqueza
TRANSFORMACIÓN	Matriz energética	Sistema energético heterogéneo
CAMBIO	Individual y liderazgo	Colectivo y con justicia socioambiental
TIEMPO	Urgente sin importar cómo	Urgente, pero con los tiempos del sur para el sur

Fuente: elaboración propia

2.1.4. Análisis socio-técnico

En el marco de las transiciones hacia la sustentabilidad, este trabajo aborda el caso de la generación distribuida con energías renovables (GDER) en la provincia de Santa Fe como expresión de una transición energética en construcción. Para su análisis, se retoma la perspectiva multinivel (MLP), que permite observar las interacciones entre nichos de innovación, regímenes socio-técnicos y el paisaje estructural más amplio. No obstante, comprender en profundidad lo que ocurre dentro de estos niveles (y en particular en los nichos y régimen) requiere “abrir la caja negra” de las tecnologías.

En este sentido, el análisis socio-técnico ofrece herramientas conceptuales para indagar no solo qué tecnologías son adoptadas, sino cómo y por qué ciertas opciones logran imponerse sobre otras. Este enfoque permite identificar los actores involucrados, los intereses en disputa, los procesos de interpretación y apropiación tecnológica, así como los factores sociales, económicos y culturales que inciden en el desarrollo, circulación y consolidación de los artefactos técnicos. Así, se torna posible entender la adopción de determinadas soluciones energéticas no como hechos neutros o puramente técnicos, sino como procesos sociohistóricamente situados.

El análisis socio-técnico (Thomas, 2008; 2012; Thomas y Santos, 2015) estructura una triangulación conceptual entre los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (ESCT) donde adopta un rol central en el abordaje en clave de la Construcción Social de la Tecnología (*Social Construction of Technology* o Programa SCOT), la teoría del actor red (TAR) (Akrich, 1992; Bijker y Law, 1992; Callon, 1998, 2001, 2008; Latour, 1992; Law, 1987, 2002) y la economía del cambio tecnológico (ECT), en particular los conceptos de trayectoria y aprendizaje (Arrow, 1962; Dosi, 1988; Freeman, 1995; Lundvall, 1988, 2011; Lundvall y Johnson, 1994; Rosenberg, 1982; Von Hippel, 1976).

Más recientemente, investigadores del Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes, a partir de estudios de casos de base empírica y teórica (Aguar, 2009; Becerra, 2015; Fressoli, 2010; Garrido, 2011; Thomas y Santos, 2016; Schmukler, 2018; Bortz, 2018) han aportado evidencia de la capacidad analítica descriptiva del análisis socio-técnico y han incorporado conceptos para salvar sesgos y limitaciones que poseen postulados de la SCOT y TAR de modo aislados, denominándolo “nuevas conceptualizaciones socio-técnicas” (Thomas, 2008).

Los enfoques constructivistas (SCOT y TAR) propicios para analizar el proceso socio-técnico por el cual una nueva tecnología es desarrollada desde su inicio, presentan como problema metodológico la dificultad de analizar procesos diacrónicos o el seguimiento de una tecnología durante un período de tiempo amplio (Thomas, 2008). Ante dicha dificultad, fueron triangulados con las conceptualizaciones de trayectorias y aprendizajes. Con ello se logra dar cuenta de procesos incrementales de cambio tecnológico y adecuación derivados de procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades, y que construyen el funcionamiento de una tecnología. Así estas “nuevas conceptualizaciones socio-técnicas” dispone de los conceptos de trayectoria y dinámicas socio-técnicas entre otros conceptos como el de alianza socio-técnica y adecuación socio-técnica.

El concepto de adecuación socio-técnica integra todo un corpus de conceptos derivados de las triangulaciones y resultados de investigaciones tales como dinámicas y trayectorias, procesos de transducción, estilos socio-técnico, resignificación, relaciones problema-solución, alianzas socio-técnicas, construcción de funcionamiento/no funcionamiento. Así, como la define Hernán Thomas (2008), “la adecuación socio-técnica es un proceso auto-organizado e interactivo de integración de un conocimiento, artefacto o sistema tecnológico en una dinámica o trayectoria socio-técnica, socio-históricamente situada”.

Para analizar los procesos de adecuación socio-técnica, resulta pertinente recurrir a herramientas conceptuales desarrolladas por la economía del cambio tecnológico, particularmente aquellas vinculadas a los procesos de aprendizaje identificados por la escuela neoschumpeteriana, que analizan el cambio tecnológico a partir de procesos de construcción y acumulación de capacidades. Estas categorías ofrecen claves para comprender con mayor precisión los procesos de innovación y la incorporación de tecnologías en distintas formas.

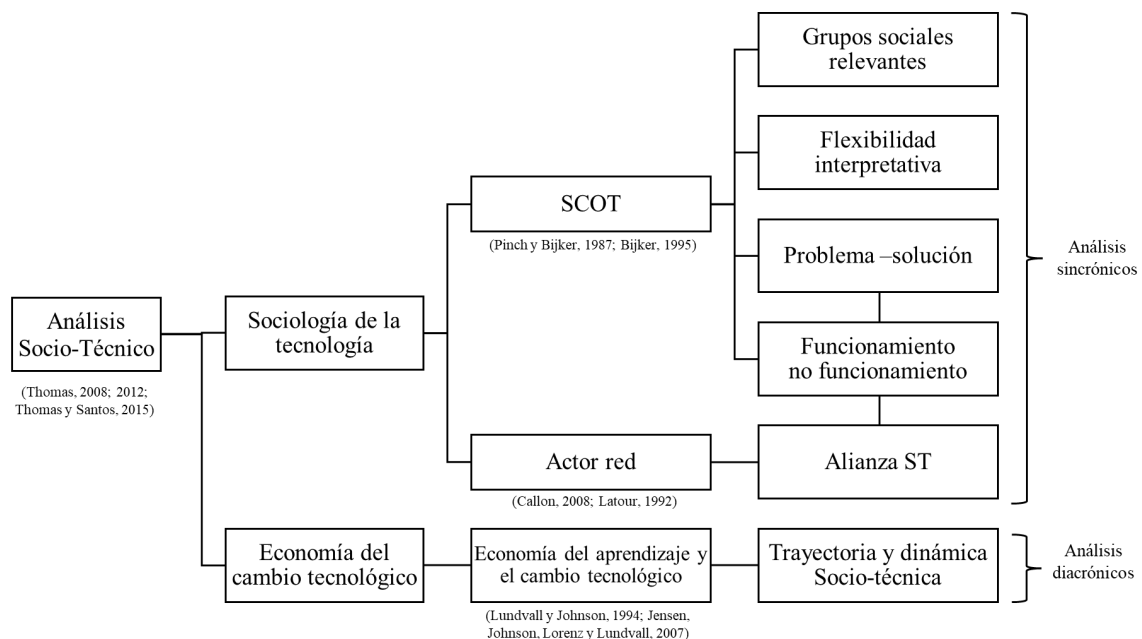
Se identifican dos formas principales de aprendizaje y generación de cambio tecnológico. Por un lado, el modo Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) y el de Práctica, Uso e Interacción (PUI). El primero se asocia a la producción y aplicación de conocimiento científico y tecnológico, y se vincula con aprendizajes de carácter formal, que producen saberes

codificados y explícitos. El modo PUI se fundamenta en aprendizajes informales basados en la experiencia, y se relaciona con la construcción de competencias tácitas, contextualmente situadas y difícilmente transferibles (Jensen et al., 2007). Estos fueron estudiados y desarrollados por diversos autores, el “aprendizaje por la práctica” (*learning by doing*), refiere a mejoras en el desempeño de una tecnología a partir de su propia producción (Arrow, 1962); el “aprendizaje por el uso” (*learning by using*), alude a una utilización más eficiente que puede optimizar el rendimiento o incluso dar lugar a una tecnología nueva (Rosenberg, 1982); y el “aprendizaje por interacción” (*learning by interacting*), destaca las dinámicas entre fabricantes y usuarios que pueden derivar en modificaciones en productos, procesos o esquemas organizacionales (Lundvall, 1985, 1995). Estas formas de aprendizaje pueden observarse en distintos niveles, desde actores individuales hasta instituciones, territorios o Estados.

Esta investigación recurre principalmente a las nociones de flexibilidad interpretativa, Grupos Sociales Relevantes (GSR), Alianza socio-técnica, trayectoria y dinámica socio-técnica, relaciones problema-solución y construcción de funcionamiento/no funcionamiento. Todo ello con el objeto de poder describir y explicar lo que acontece con la generación distribuida con energías renovables en Santa Fe en el marco del estudio multinivel de transiciones hacia la sustentabilidad, concretamente en los nichos y los regímenes socio-técnicos.

En la Figura 5 se estructuran las matrices teóricas utilizadas en la triangulación, sus principales autores y conceptos. Seguidamente se definirán los conceptos utilizados en la presente investigación.

Figura 5: Triangulación teórica conceptual análisis socio-técnico



Fuente: Elaboración propia

2.1.4.1. Grupos sociales relevantes, flexibilidad interpretativa y funcionamiento de la tecnología.

Desde la perspectiva del enfoque SCOT, desarrollado a mediados de los años ochenta, Wiebe Bijker y Trevor Pinch introducen dos nociones fundamentales para comprender cómo ciertas tecnologías logran consolidarse por sobre otras alternativas: la flexibilidad interpretativa y los grupos sociales relevantes (GSR). Estos autores sostienen que tanto los conocimientos como los artefactos no pueden ser concebidos como entidades aisladas, autosuficientes ni de validez universal, ya que su significado y funcionalidad dependen de las interpretaciones construidas por los actores involucrados en diversas redes sociales, tecnológicas, económicas, ideológicas y culturales.

En este marco, Bijker y Pinch (1987) plantean que un artefacto puede adquirir sentidos diversos en función de los problemas que intenta resolver, y que esos problemas son definidos de manera particular por diferentes grupos sociales. Los GSR, más que simples actores, son colectivos (individuales o institucionales) que comparten una interpretación específica sobre una tecnología, en contraste con otros grupos que le atribuyen sentidos distintos. Así, estos grupos se diferencian por las significaciones que otorgan a las tecnologías. Esta categoría resulta especialmente útil para analizar el desarrollo tecnológico como un proceso intrínsecamente social, rompiendo con las visiones que lo abordan como una evolución técnica autónoma.

A partir de esta noción, los autores introducen el concepto de flexibilidad interpretativa, que permite identificar cómo una misma tecnología puede ser interpretada de múltiples maneras por distintos GSR, revelando su carácter abierto y disputado. De este modo, es posible pensar la existencia de diferentes versiones de un mismo artefacto, dado que las expectativas y definiciones de problemas varían según el grupo que los construye (Bijker, 1995, p.75).

Un aporte clave de este enfoque es la idea que se desprende de que el “funcionamiento” (o “no funcionamiento”) de una tecnología no es una propiedad objetiva o intrínseca del artefacto. Así, el desempeño de una tecnología se configura como un proceso contingente, moldeado por condiciones sociales, culturales y técnicas (Pinch y Bijker, 1987; Bijker, 1995).

No obstante, mientras que Pinch y Bijker se concentran en los procesos de atribución de sentido para explicar el funcionamiento, una reformulación del concepto propuesta por Thomas (2008) para el análisis socio-técnico amplía esta mirada incluyendo también las propiedades y condiciones materiales de los artefactos. Esta revisión permite considerar no solo su dimensión semiótica, sino también su constitución material.

A diferencia del planteo inicial, de carácter más estático, desde el análisis socio-técnico el funcionamiento se comprende como el resultado de un proceso dinámico y sucesivo, en el que las tecnologías son ajustadas a configuraciones socio-técnicas específicas, socio-históricamente situadas (Bortz et al., 2018). Así, el funcionamiento de una tecnología emerge de la interacción auto-organizada de múltiples elementos heterogéneos como condiciones materiales, sistemas, conocimientos, regulaciones, financiamiento y prestaciones, entre otros. En esta línea, el análisis del funcionamiento y no funcionamiento debe ser abordado de manera simétrica (Thomas et al., 2006). Desde esta perspectiva, el funcionamiento no debe ser considerado como lo que explica la adopción de una tecnología, sino como lo que necesita ser explicado. Es decir, se trata de comprender por qué se considera que una tecnología funciona. Esta construcción se despliega desde el momento mismo de su concepción y diseño, como parte de un proceso continuo.

Este enfoque conduce a incorporar otro conjunto de conceptos para comprender el cambio tecnológico: la clausura y la estabilización. La primera refiere a la resolución de la flexibilidad interpretativa mediante el surgimiento de consenso entre diferentes GSR; mientras que la segunda alude al proceso mediante el cual una interpretación se vuelve dominante, estabilizando la trayectoria del artefacto. El grado de clausura se vincula con la reducción de las múltiples interpretaciones posibles, y el nivel de estabilización con la aceptación del artefacto por parte de los grupos sociales relevantes⁵.

Estas instancias permiten abordar la dimensión del poder en los procesos tecnológicos. Según Bijker (1995), la clausura y estabilización revelan la existencia de relaciones de poder, entendidas en términos relacionales e interactivos como “la capacidad de un actor o grupo social relevante de transformar a su servicio la agencia de otros para satisfacer los propios fines” (Giddens, 1979, en Bijker, 1995 p.262). Así, el cierre del sentido de un artefacto y la reducción de su flexibilidad interpretativa pueden ser interpretados como efectos de poder semiótico, producto de micropolíticas orientadas a fijar significaciones (Bortz, 2018).

2.1.4.2. Relaciones problema-solución

Uno de los principales desafíos que presentan los enfoques deterministas, tanto en el análisis como en el diseño de artefactos y políticas, es tratar los problemas como si fueran invariables o universales. Sin embargo, al igual que las soluciones, los problemas (tecnológicos, sociales,

⁵ Bijker (1995:86) identifica dos principales mecanismos de clausura, ambos en el plano semiótico: *clausura retórica*, cuando existe un experimento crucial o un argumento clave que tiene el efecto de cerrar una controversia, o *clausura por redefinición del problema*, es decir la transformación de su criterio de funcionamiento.

políticos o económicos) deben entenderse como construcciones socio-técnicas específicas, ancladas en contextos históricamente situados (Thomas, 2008, p.257).

Desde el análisis socio-técnico, se introduce una relectura de esta cuestión mediante los conceptos de “grupos sociales relevantes” y “flexibilidad interpretativa”, que se articulan con una categoría adicional: la noción de “relaciones problema-solución”.

En los enfoques deterministas, la evolución tecnológica suele explicarse como un proceso autónomo basado en la resolución secuencial de problemas técnicos. De acuerdo con esta perspectiva, “la tecnología evoluciona mediante un mecanismo de resolución de los problemas técnicos de las tecnologías previamente disponibles” (Thomas, 2008, p.256).

En cambio, el análisis socio-técnico complejiza este marco al señalar que cada GSR produce su propia definición del problema, y, en consecuencia, también de la solución. Desde este enfoque, los problemas no son universales ni neutrales, sino que adquieren sentidos diversos según el grupo social que los formula.

La forma en que los GSR definen qué es considerado un problema está estrechamente ligada a los sentidos que atribuyen al funcionamiento o mal funcionamiento de las tecnologías. La manera en que los problemas son configurados condiciona, a su vez, las percepciones de pertinencia o eficacia de las soluciones propuestas (Thomas, 2008). Estos sentidos están mediados por factores como los saberes y conocimientos disponibles, las condiciones materiales del entorno, la experiencia acumulada, la situación socioeconómica, las posiciones institucionales y las orientaciones ideológicas de los grupos implicados (Thomas et al., 2015a). Desde esta perspectiva, tanto los problemas como las relaciones problema-solución deben entenderse como construcciones socio-técnicas (Fressoli et al., 2007). En efecto, si estas relaciones se constituyen como parte de un proceso de co-construcción, entonces el accionar orientado a resolver problemas no solo incide sobre el objeto técnico en cuestión, sino que también condiciona un amplio espectro de prácticas socio-institucionales, incluyendo dinámicas de aprendizaje, generación de instrumentos organizacionales, diseño de políticas y estrategias tecno-productivas.

2.1.4.3. Alianzas socio-técnicas, un modo de explicar el funcionamiento

Comprender el funcionamiento (o no funcionamiento) de una tecnología requiere reconocer que ningún sistema tecnológico opera de manera aislada, sino que se sostiene a partir de su articulación con otros sistemas. Los sistemas socio-técnicos se configuran de forma incremental mediante la incorporación de actores diversos: productores y usuarios, instancias de financiamiento y apoyo político, infraestructuras y redes de provisión. Este entramado no solo sostiene el funcionamiento de una tecnología, sino que también construye su necesidad y

su aparente irreversibilidad. En este proceso se conforma una alianza que articula, coordina y consolida elementos diversos, posibilitando que la tecnología funcione. Al mismo tiempo, esa misma alianza contribuye a desarticular (y con ello desfuncionalizar) aquellas configuraciones tecnológicas rivales. Desde esta perspectiva, el análisis de alianzas permite repensar lo que los enfoques deterministas denominan “cambio de paradigma”.

El concepto de alianza socio-técnica integra la perspectiva constructivista sobre la conformación del funcionamiento tecnológico (como plantea el enfoque SCOT) con la noción de redes propuestas por la Teoría del Actor-Red (TAR), especialmente en su formulación sobre redes tecno-económicas. De este modo, el concepto permite profundizar en el análisis de los procesos de selección tecnológica como una dinámica continua, simétrica y no necesariamente restringida a los momentos de clausura o estabilización. Una alianza socio-técnica puede entenderse como una reconstrucción analítica de una coalición de elementos heterogéneos (materiales, simbólicos, institucionales y sociales) que participan en la construcción del funcionamiento (o no funcionamiento) de una tecnología. Este proceso involucra movimientos de alineamiento y coordinación (Callon, 2008) entre artefactos, ideologías, regulaciones, saberes, actores, recursos económicos y condiciones ambientales y materiales que, en conjunto, viabilizan o limitan la estabilización de una solución socio-técnica (Maclaine Pont y Thomas, 2012; Thomas et al., 2012).

Como herramienta analítica, permite mapear redes de elementos heterogéneos que se configuran de manera autoorganizada en los procesos de adecuación socio-técnica. Sin embargo, en la medida en que estas acciones de coordinación y alineamiento son apropiadas estratégicamente por los actores, las alianzas pueden también ser objeto de intervención planificada (Thomas, 2012). En este sentido, consolidar o construir alianzas puede constituirse en una estrategia para asegurar la viabilidad de un proceso de cambio tecnológico. Asimismo, al fortalecer determinadas alianzas e incorporar actores clave, hace posible erosionar o desactivar el funcionamiento de alianzas tecnológicas rivales. Por ello, las alianzas socio-técnicas implican también una dimensión de poder.

Otro aspecto relevante de este concepto es su carácter dinámico. Las alianzas pueden transformarse en el tiempo, modificando sus componentes o reconfigurando las relaciones entre ellos. Reconstruir estas trayectorias de transformación permite comprender mejor los procesos de adecuación tecnológica y desarrollar estrategias para enfrentar efectos no deseados o nuevos problemas emergentes.

Siguiendo la TAR, la fortaleza de una tecnología dentro de una alianza se incrementa en la medida en que logra alinear a personas, organizaciones, objetos y procesos (Latour, 1992). A

medida que esta red se densifica y se estabiliza, se incrementa su irreversibilidad (es decir, su resistencia al cambio), en sintonía con la noción de estabilización desde el enfoque SCOT. Este proceso ocurre cuando los sentidos de funcionamiento de una tecnología convergen y producen efectos sistémicos: cada componente queda inscrito en una red densa y heterogénea de relaciones. No obstante, dicha irreversibilidad no es definitiva; siempre es susceptible de ser disputada si una nueva alianza logra articular elementos capaces de reconfigurar o reemplazar la red preexistente.

Este concepto es especialmente útil para analizar y explicar lo que sucede en un nicho de innovación y en su relación con el régimen de la propuesta teórica multinivel de transiciones a la sustentabilidad, ya que ayuda a mostrar cómo las diversas posibilidades que acontecen en ese espacio se van disputando un lugar para lograr permear en el régimen socio-técnico.

2.1.4.4. Trayectorias y dinámicas, ampliando la base temporal

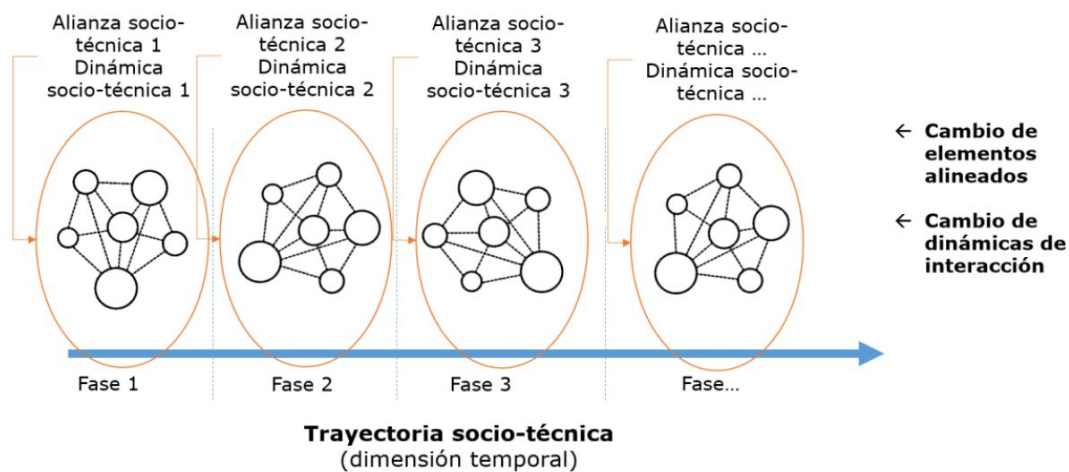
Si bien los enfoques constructivistas SCOT y TAR, antes desarrollados, resultan especialmente útiles para analizar los procesos socio-técnicos implicados en la gestación de un artefacto (desde su concepción hasta su diseño), enfrentan limitaciones teórico-metodológicas al momento de abordar procesos de largo plazo. En particular, presentan dificultades para el análisis diacrónico o el seguimiento de tecnologías a lo largo de períodos prolongados (Thomas, 2008). Para superar esta limitación, estos enfoques han sido articulados con aportes provenientes de la Economía del Cambio Tecnológico (ECT), en especial sus conceptualizaciones sobre trayectorias tecnológicas y procesos de aprendizaje. Esta triangulación permite captar los procesos graduales de transformación tecnológica y adecuación institucional que tienen lugar mediante aprendizajes acumulativos y construcción de capacidades, y que a su vez modelan el funcionamiento de tecnologías y sistemas.

Con el fin de describir estos procesos incrementales, se incorpora el concepto de trayectoria socio-técnica, entendido como un proceso de co-construcción que involucra simultáneamente productos, procesos productivos, configuraciones organizacionales, instituciones, vínculos entre usuarios y productores, relaciones problema solución, mecanismos de aprendizaje, así como la definición de la funcionalidad y utilidad de una tecnología. También incluye las racionalidades, políticas y estrategias de diversos actores institucionales como ONG, universidades o centros de I+D (Thomas, 2008; Thomas et al., 2008). Este concepto, de carácter diacrónico, posibilita reconstruir secuencias causales entre elementos heterogéneos a lo largo del tiempo, tomando como punto de partida un elemento socio-técnico específico (un artefacto, un proceso o una organización) y analizando su cambio.

El concepto de trayectoria socio-técnica recupera el énfasis de la ECT en el carácter acumulativo de los procesos tecnológicos, en los que el desarrollo y la apropiación de una innovación requiere aprendizajes largos y complejos (Thomas, 2008). Al recontextualizar este planteo desde una perspectiva socio-técnica, se pone el foco en la co-construcción de actores, tecnologías (ya sean de producto, proceso u organización) y sus respectivos funcionamientos. Por su parte, las dinámicas socio-técnicas se definen como patrones recurrentes de interacción entre tecnologías, instituciones, políticas públicas, racionalidades e imaginarios ideológicos de los actores involucrados (Thomas, 1999). Este concepto, de carácter sincrónico y sistémico, permite representar una configuración particular de cambio socio-técnico mediante un mapa de interacciones para su análisis contextual.

Ambos conceptos, trayectorias y dinámicas socio-técnicas, son complementarios. Las trayectorias se despliegan siempre en el interior de una o varias dinámicas, y no pueden comprenderse fuera de dichas configuraciones. Aunque es posible intervenir sobre ellas, en términos generales se entienden como procesos predominantemente auto-organizados. En conjunto, estas nociones permiten trascender las miradas estáticas que separan los fenómenos de su entorno, aportando herramientas analíticas para estudiar los objetos tecnológicos en sus trayectorias y dinámicas socio históricamente situadas.

Figura 6: Trayectorias y dinámicas socio-técnicas



Fuente: Apuntes de clase (Bortz y Garrido, 2019)

2.1.5. Sistemas tecnológicos sociales

En la segunda mitad del siglo XX, luego de la posguerra, comenzaron a emerger movimientos pacifistas y ambientalistas que se opusieron al avance de ciertas formas del desarrollo tecnológico, como la energía nuclear. A esto se sumaron contextos sociales influidos por

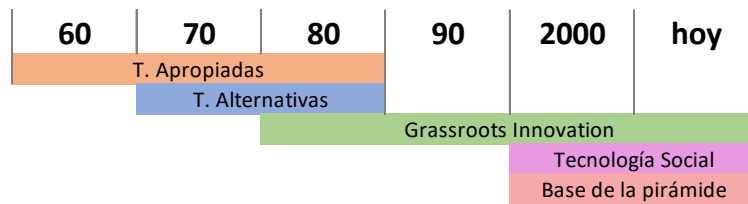
acontecimientos como la revolución cubana y el Mayo francés, que reactivaron debates en torno a otras formas posibles de organización social y productiva.

Durante la década de 1970, una serie de eventos y publicaciones comenzaron a modificar la manera en que se pensaban los modelos de desarrollo. En 1972 se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano en Estocolmo (conocida como la primera Cumbre de la Tierra), que puso sobre la mesa la necesidad de integrar la cuestión ambiental a las políticas de desarrollo. Ese mismo año, el informe "Los límites del crecimiento", elaborado por el Club de Roma (Meadows, 1972), alertó sobre las consecuencias del crecimiento económico ilimitado en un planeta con recursos finitos. Luego, en 1980, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza publicó la "Estrategia Mundial para la Conservación" y en 1987 la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU presentó el informe "Nuestro futuro común" (también conocido como Informe Brundtland), donde se acuña formalmente el concepto de desarrollo sustentable. Estos hitos, junto con la crisis del petróleo de 1973 en Estados Unidos, marcaron un giro en los debates internacionales sobre el desarrollo, promoviendo reflexiones que integraban la sostenibilidad ambiental, la equidad social y el crecimiento económico (Bertinat, 2011).

En este marco, comenzaron a surgir diversas iniciativas que cuestionaban tanto los modelos de industrialización dominantes como las trayectorias tecnológicas hegemónicas. Estas propuestas, teóricas y prácticas, respondían a problemáticas de desarrollo comunitario, servicios básicos (agua y energía) o producción local en escenarios marcados por la pobreza y la exclusión, ya sea en entornos rurales, urbanos o periurbanos. Ejemplos tempranos de estas perspectivas pueden encontrarse en la noción de "tecnología intermedia" de Schumacher en su libro "Lo pequeño es hermoso" (1973), aunque también es importante reconocer antecedentes como los aportes de Lewis Mumford sobre tecnologías democráticas. Así, fueron tomando forma distintas corrientes que propusieron alternativas tecnológicas con orientación social: "tecnologías apropiadas" (Schumacher, 1973; Jecquier, 1976, 1979; Ahmad, 1989), "tecnologías democráticas" (Mumford, 1964; Winner, 1988), "tecnologías alternativas" (Dickson, 1980), "innovaciones de base" (Gupta et al., 2003), "innovación social" (Anderson, 2006; Martin y Osberg, 2007) y la propuesta de "base de la pirámide" (Prahalad, 2006).

Una cronología de las principales corrientes puede visualizarse en la Figura 7, que muestra su emergencia y superposición temporal.

Figura 7: Cronología de TIS

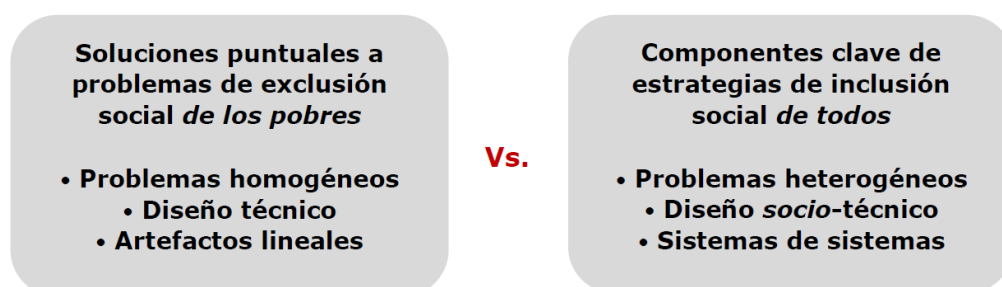


Fuente: elaboración propia

A partir de estas experiencias e influencias conceptuales, se consolidó el enfoque de las Tecnologías para la Inclusión Social (TIS) (Thomas, 2012b; Thomas et al., 2012; Thomas y Santos, 2016), entendido como el desarrollo de tecnologías orientadas a resolver problemáticas sociales y ambientales desde una perspectiva de inclusión económica, democratización del conocimiento y sustentabilidad. Estas iniciativas buscan intervenir allí donde los sistemas socioeconómicos tradicionales han fracasado en garantizar derechos y acceso equitativo a bienes y servicios esenciales. No obstante, su implementación ha enfrentado múltiples tensiones: entre necesidades locales específicas y demandas de escalamiento; entre financiamiento de corto plazo y procesos de transformación social profunda; entre soluciones puntuales y las raíces estructurales de la desigualdad. A ello se suman otras dificultades señaladas por la literatura, como el predominio de intervenciones de tipo asistencial o paternalista, que refuerzan relaciones verticales entre expertos e instituciones y las comunidades destinatarias, limitando así los procesos de apropiación tecnológica, autonomía y construcción colectiva de soluciones (Thomas et al., 2015a).

Muchas de las respuestas tecnológicas derivadas de estas corrientes terminaron siendo abordajes fragmentarios, pensados para remediar síntomas más que causas. En este sentido, se convirtieron en soluciones técnicas que funcionan como parches dentro de sistemas estructuralmente excluyentes, como muestra la Figura 8, más que como motores de una transformación sistémica.

Figura 8: Dos formas de concebir TIS



Fuente: Apuntes de clase (Bortz y Garrido, 2019)

Las investigaciones llevadas adelante por el equipo del Área de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación de la Universidad Nacional de Quilmes (Thomas, Bortz, et al., 2015), a partir del análisis de casos concretos, identificaron una serie de problemas comunes: déficits de diseño estratégico, esquemas lineales y excluyentes para definir problemas, inadecuación socio-técnica de las soluciones implementadas, debilidades en la formulación de políticas públicas e institucionales, planificación estática, relaciones de poder autoritarias, visiones simplificadas de los procesos sociales y cognitivos, y supuestos erróneos sobre los contextos sociales que orientan el diseño de las tecnologías.

Estas observaciones permiten comprender con mayor precisión las limitaciones que han enfrentado ciertos enfoques de desarrollo inclusivo sustentable. Como señalan Thomas, Bortz y Garrido (2015, p. 37), uno de los principales obstáculos radica en la omisión de la dimensión tecnológica en la formulación de estrategias de desarrollo, lo cual reduce considerablemente su potencial transformador, ya que dicha dimensión interviene estructuralmente en los procesos sociales y económicos. Asimismo, se ha advertido que las iniciativas tecnológicas concebidas de forma fragmentaria o desvinculadas de su contexto socio-técnico (como ocurre en algunas propuestas de tecnologías apropiadas, intermedias, *grassroots* o de innovación social) tienden a carecer del alcance necesario para generar transformaciones estructurales. Otra limitación significativa se encuentra en la ausencia de articulación con alianzas socio-técnicas robustas, condición que debilita la capacidad de estas tecnologías para incidir en regímenes establecidos que reproducen lógicas de exclusión.

Frente a estas limitaciones, desde el campo de estudios sociales de la tecnología se ha propuesto un enfoque superador basado en el análisis de las dinámicas de funcionamiento y no funcionamiento de los sistemas socio-técnicos. A partir de allí, se plantea avanzar hacia el diseño e implementación de lo que se ha denominado "sistemas tecnológicos sociales". Esta noción busca superar la mirada artefactual y fragmentaria proponiendo la construcción de entramados complejos donde se articulen conocimientos, actores, capacidades institucionales y tecnologías orientadas a la inclusión.

En este marco, los llamados sistemas tecnológicos sociales emergen como una respuesta conceptual frente a las restricciones que han enfrentado las TIS. No se trata solamente de sumar tecnologías con fines nobles, sino de construir ensamblajes socio-técnicos donde actores sociales, instituciones, prácticas, artefactos, saberes y formas organizativas se combinen con el objetivo de generar procesos inclusivos, democráticos y sustentables. Como afirman Thomas y Santos (2016, p38), "los sistemas tecnológicos sociales son ensamblajes socio-técnicos heterogéneos (de actores y artefactos, de comunidades y sistemas tecnológicos) orientados a la

generación de dinámicas de inclusión social y económica, democratización y desarrollo sustentable para el conjunto de la sociedad".

Estos sistemas no sólo intervienen en el plano del diseño o la producción, sino que abarcan todo el ciclo tecnológico (desde la planificación hasta el uso), incorporando procesos organizativos, circuitos de distribución, formas de apropiación y modelos de gobernanza. A diferencia de otros sistemas tecnológicos que se orientan por el lucro, el control geoestratégico o la competencia, estos se enfocan en activar relaciones problema-solución inclusivas. Por eso, su alcance excede con creces la dimensión artefactual: abordan normativas, regulaciones, infraestructura, servicios públicos, bienes de uso, insumos, productos y toda la matriz material que sostiene la vida social.

Lejos de surgir de manera espontánea, los sistemas tecnológicos sociales requieren una planificación estratégica deliberada. En este sentido, representan el componente diseñable de nuevas alianzas socio-técnicas orientadas a la inclusión y la sustentabilidad. Su configuración se sustenta en un conjunto de principios que no sólo orientan los fines, sino también las formas mediante las cuales se conciben, desarrollan e implementan estas tecnologías.

Thomas y Santos (2016) identifican estos principios como dimensiones orientadoras del diseño estratégico de los sistemas tecnológicos sociales. No se trata simplemente de criterios normativos, sino de elementos que deben estar incorporados en todas las fases del proceso: desde la formulación de problemas hasta la evaluación de las soluciones implementadas.

- Socialización de los bienes y servicios.
- Democratización del control y las decisiones.
- Empoderamiento de las comunidades.

Tal como plantean Thomas y Santos (2016, p. 38), "estos principios no remiten solamente a la caracterización de los resultados finales a alcanzar, sino al formato y alcance del propio proceso de identificación de problemas, el diseño e implementación de soluciones socio técnicas, su producción y evaluación". En este sentido, deben estar presentes desde las etapas iniciales del proceso y no ser considerados únicamente como metas a alcanzar al final. Su función es estructurar todo el recorrido de intervención socio-técnica, orientando tanto los objetivos como los modos de acción.

Además, la configuración de estos sistemas no puede limitarse a intervenciones dirigidas a poblaciones vulnerables. Por el contrario, deben habilitar procesos de inclusión ampliada que disputen el sentido mismo de las tecnologías, resignificando su funcionamiento o visibilizando

su no funcionamiento. Por ello, su diseño debe considerar simultáneamente aspectos técnicos, políticos y culturales, e integrar:

- Cambios en las correlaciones de fuerzas.
- Acciones focalizadas en la resolución de problemas y en la construcción de dinámicas de funcionamiento (o identificación de no funcionamiento).
- Reorientaciones en las trayectorias y dinámicas socio-técnicas.
- Estrategias de coordinación y realineamiento entre actores.
- Construcción de nuevas matrices materiales de afirmación y sanción.

En esta perspectiva, las relaciones problema-solución ya no se entienden como vínculos directos y unidimensionales. Se conciben como procesos complejos de co-construcción donde una solución puede abarcar múltiples dimensiones. Por ejemplo, puede simultáneamente resolver un problema de acceso a la energía, reducir un riesgo ambiental, habilitar una cadena de frío, conservar alimentos y generar oportunidades de comercialización local (Thomas y Santos, 2016, p. 38). Así, lo técnico y lo social dejan de operar en compartimentos estancos y pasan a ser parte de una misma trama estratégica, desde la cual es posible (al menos en parte) mover las fronteras de lo posible.

2.2. Enfoque metodológico y diseño de la investigación

Esta investigación se sustentó en un enfoque metodológico cualitativo, enmarcado dentro del método de estudio de caso (Stake, 2005), y se vinculó con las metodologías no estándar de investigación social, incluyendo enfoques hermenéuticos, constructivistas y reflexivos en el análisis de fenómenos sociales (Marradi et al., 2007). Tal enfoque tuvo por objetivo alcanzar una comprensión profunda de las prácticas de los actores, así como de los significados, representaciones e intereses que las configuraron.

Robert Stake (2005) concibió el estudio de caso como una estrategia holística y situada, capaz de captar la complejidad contextual de los fenómenos en estudio, articulando dimensiones sociales, políticas, económicas y tecnológicas. Además, destacó la importancia de la flexibilidad como principio epistemológico y técnico del trabajo de campo cualitativo, permitiendo redefinir decisiones de investigación a medida que emergieron hallazgos relevantes. Esta condición resultó especialmente adecuada para un objeto como la GDER, caracterizado por trayectorias institucionales no lineales, dispositivos político-tecnológicos en disputa y actores con intereses diversos.

En coherencia con ello, se adoptó un diseño metodológico interactivo (Vasilachis de Gialdino, 2006), de estructura flexible y retroalimentada. Las decisiones iniciales fueron revisadas a la luz de los hallazgos parciales, combinando trabajo de campo, análisis documental y relectura teórica. El proceso de investigación se organizó en tres niveles, no necesariamente secuenciales ni lineales. Esta estrategia de organización flexible responde a lo que Maxwell (2013) denomina diseño emergente, y se alinea también con los principios de indagación cualitativa formulados por Denzin y Lincoln (2011), que destacan la adaptabilidad del proceso en función de los contextos y hallazgos empíricos.

2.2.1. Análisis documental: fuentes primarias y secundarias

El primer nivel implicó el relevamiento, sistematización y análisis crítico de una diversidad de documentos, clasificados en fuentes primarias y secundarias.

Las fuentes primarias incluyeron documentos oficiales del Gobierno de Santa Fe, entre los que se destacan:

- Ley 12.503 (2005): Régimen legal de promoción y uso de energías renovables alternativas o blandas.
- Ley 12.692 (2006): Régimen promocional para investigación, desarrollo y uso de energías renovables no convencionales.
- Ley 14.259 (2024): Nueva regulación del Programa Prosumidores (Prosumidores 4.0).
- Decreto 2.644 (2012): Reglamentación de la Ley 12.692.
- Decreto 1.565 (2016): Creación del Programa Prosumidores.
- Decreto 1.710 (2018): Reformulación del Programa Prosumidores bajo el esquema Prosumidores 2020.
- Decreto 1.098 (2020): Creación del Programa Energías Renovables para el Ambiente (ERA).

También se incorporaron documentos técnicos elaborados por la Empresa Provincial de la Energía (EPE):

- Resolución 442 (2013).
- Procedimiento técnico PRO-103-101 para solicitudes de generación en isla o en paralelo con la red (versiones 2013 y 2019).
- Presentación institucional del procedimiento PRO-103-101 (2013).
- Informe mensual de conexiones en paralelo hasta el 30/11/2018.
- Estadísticas de generación distribuida por segmento (marzo 2020).
- Documento técnico sobre puntos de interconexión de instalaciones fotovoltaicas (2017).

A nivel nacional, se incorporó el "Reporte anual 2025 sobre generación distribuida en Argentina" (Secretaría de Energía, 2025) y la norma IRAM 210013 (2016), que establece los requisitos generales para inversores conectados a la red de distribución.

Como fuentes secundarias se analizaron publicaciones de medios especializados como Energía Estratégica, notas de prensa de medios locales (Diario La Capital), así como contenidos difundidos a través de redes sociales y canales oficiales de las instituciones involucradas y algunos trabajos científicos.

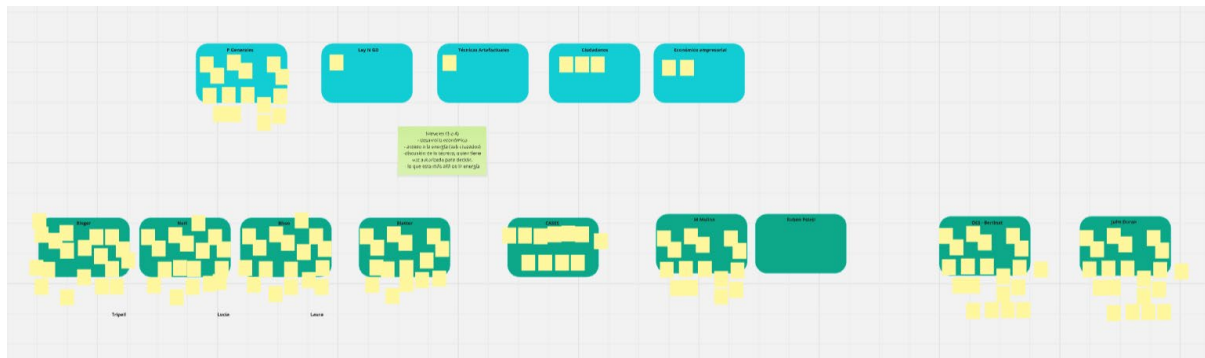
2.2.2. Entrevistas semiestructuradas

El segundo nivel se centró en la realización de entrevistas semiestructuradas, llevadas a cabo principalmente entre febrero y abril de 2022, y complementadas con nuevas entrevistas realizadas en noviembre de 2023 y mayo de 2025. En total se realizaron 36 entrevistas a actores clave del ecosistema de GDER en Santa Fe. Estas incluyeron subsecretarios de energía, funcionarios y consultores del Gobierno provincial; presidente y personal técnico de la EPE; gerentes y empleados de empresas del sector; representantes de universidades, ONGs, cámaras empresarias y organismos estatales; así como usuarios de GDER. Se destacaron entrevistas a funcionarias encargadas de organizar capacitaciones por parte del gobierno y de recepción técnica de solicitudes, a la responsable legal de la Subsecretaría de Energía, y a un economista externo que diseñó el modelo económico del programa PROSUMIDORES. Asimismo, se entrevistó a integrantes del Taller Ecologista y del Observatorio de Energía y Sustentabilidad de la Universidad Tecnológica Nacional (OES-UTN), así como representantes de la Universidad Nacional de General San Martín, la Comisión Nacional de Energía Atómica, el Global Solar Council, la Cámara Argentina de Energías Renovables, la Cámara Santafesina de Energía Solar (CASES), y la ONG Soluciones Tecnológicas Sustentables, entre otros actores clave.

La mayoría de las entrevistas fueron realizadas a través de plataformas virtuales, principalmente *Google Meet* y *Zoom*. Para su grabación se utilizó el software *Camtasia Studio 8*, y se empleó la herramienta *Tactiq* para obtener transcripciones automáticas para ser posteriormente corregidas, que luego fueron revisadas y sistematizadas. Para el diseño de las entrevistas, la identificación de ejes y categorías temáticas se trabajó colaborativamente con directores de la tesis a través del tablero de planificación digital "*miro*", lo cual permitió integrar diversas perspectivas en la construcción del guion y facilitar el análisis posterior del material. En la Figura 9 se muestra parte del tablero, en la parte superior, en color celeste, se encuentran ejes temáticos abordados como ley de generación distribuida, valor agregado de

distribución, cuestiones económicas, artefactuales, entre otras. En la parte inferior, en verde, distintos actores a los cuales se le asignaron “sticks” con preguntas para guiar la entrevista.

Figura 9: Tablero de Miro para diseño de entrevistas semiestructuradas



2.2.3. Observación participante

En un tercer nivel, se desarrolló una estrategia de observación participante, centrada en el seguimiento situado de espacios institucionales vinculados a la gobernanza de la GDER. Esta se llevó a cabo en dos períodos: entre 2013 y 2018, y luego entre 2019 y 2024. Durante estos años, se participó en reuniones de trabajo, actividades de capacitación y talleres técnicos. En esos espacios participaban EPE, la SSER, OES-UTN, el Taller Ecologista, vendedores y futuros instaladores de sistemas de GDER. Particularmente, los cursos de capacitación estuvieron dirigidos a estos últimos, desarrollándose en diferentes localidades del territorio provincial. Los participantes provenían de una diversidad de perfiles profesionales, no necesariamente vinculados al ámbito de la electricidad o las ingenierías, lo que ofreció una perspectiva amplia sobre la apropiación y difusión de estas tecnologías.

La presencia sostenida en estos espacios permitió no sólo la recolección de información relevante, sino también el acceso a los marcos interpretativos, valores, tensiones internas y dinámicas informales de interacción entre actores institucionales. Esta observación fue clave para reconstruir procesos que no quedaban registrados en los documentos formales ni eran plenamente abordados en las entrevistas.

2.2.4. Estrategia de análisis y triangulación

Finalmente, el análisis se orientó a interpretar las dinámicas observadas mediante el enfoque multinivel de las transiciones a la sustentabilidad, integrando el análisis socio-técnico para observar las interacciones entre nichos, regímenes y paisajes con una perspectiva de sistemas tecnológicos sociales. La información obtenida fue organizada a partir de matrices de sistematización construidas con base en categorías emergentes del trabajo de campo, en diálogo con el marco teórico. Las entrevistas fueron codificadas manualmente, considerando ejes como gobernanza, modelos económicos, dispositivos institucionales y controversias técnicas.

Asimismo, se trianguló la información documental, testimonial y observacional, en línea con lo planteado por Flick (2004) sobre la triangulación metodológica como estrategia para captar la complejidad del objeto de estudio, y por Denzin (1978), quien distingue entre triangulación de datos, de investigadores, teórica y metodológica como formas complementarias de validar resultados cualitativos para fortalecer la validez interpretativa del análisis.

La Tabla 6 sintetiza las técnicas de recolección de información, los recursos utilizados y las fuentes consultadas durante el trabajo de campo y el análisis documental. Su inclusión permite visualizar, de manera integrada, la diversidad metodológica implementada a lo largo de la investigación.

Tabla 6: *Síntesis de técnicas, recursos y fuentes*

Técnica	Recursos	Fuentes
Entrevistas	36 entrevistas	Gobierno de Santa Fe: 10
		EPE: 4
		Empresas: 8
		Instituciones: 12
		Prosumidores: 2
Documentación Oficial	Estadísticas	EPE, Secretaría de energía de Santa Fe, Secretaría de Energía de Nación
	Programas	Secretaría de energía de Santa Fe
	Leyes y normativas	Leyes, resoluciones y decretos
Publicaciones	Diarios digitales y Redes sociales	La Capital Energía Estratégica Facebook y Canal de Youtube de Subsecretaría de energías renovables
Observación participante	Reuniones de trabajo	EPE, Secretaría de energía, Taller Ecologista, capacitaciones

2.2.5. Consideraciones éticas

Desde una perspectiva ética, se garantizó la confidencialidad de las fuentes primarias, asegurando el anonimato de los entrevistados cuando fue solicitado, y se obtuvo consentimiento verbal informado previo a la realización de las entrevistas. En particular, las entrevistas a empleados de la SSER fueron realizadas durante una gestión gubernamental distinta a la que implementó el programa PROSUMIDORES. Por esta razón, algunos de los entrevistados manifestaron su preferencia por no ser grabados, aludiendo a preocupaciones vinculadas a su seguridad laboral, ya que varios de ellos estaban con cierta flexibilización, siendo monotributistas. De forma similar, todos los empleados entrevistados de la EPE

expresaron cautela al momento de brindar información, solicitaron no ser grabados y pidieron explícitamente que sus testimonios fueran tratados con estricta confidencialidad.

Estas consideraciones éticas fueron abordadas en consonancia con lo desarrollado por Bourdieu, Chamboredon y Passeron (1999) sobre la reflexividad del investigador en el trabajo de campo, y por Belanger y Gagnon (2011) en relación con la responsabilidad ética en investigación cualitativa. Algunas de las interpretaciones fueron contrastadas con actores clave a través de intercambios informales posteriores, en una lógica de validación participativa.

Esta articulación teórico-metodológica permitió leer los hallazgos empíricos desde una perspectiva situada y crítica, considerando las configuraciones de poder, institucionalidad y tecnología.

Como es de esperarse en estudios cualitativos con diseño interactivo, las instancias descriptas no se desarrollaron de forma estrictamente secuencial, sino que se entrelazaron y retroalimentaron de forma constante a lo largo del proceso investigativo.

.

Capítulo 3

3. Generación distribuida con energías renovables

En este capítulo se aborda la generación distribuida con energías renovables (GDER) desde una perspectiva que articula dimensiones técnicas, normativas y socio-institucionales, en coherencia con los objetivos y el enfoque de esta tesis. En el marco de las transiciones energéticas, la GDER se ha convertido en un componente clave para repensar las formas de producción y consumo de energía, desafiando estructuras centralizadas.

Sin embargo, la comprensión de su despliegue requiere dominar un conjunto de conceptos técnicos específicos. Los sistemas de GDER operan en interacción con infraestructuras existentes, normativas regulatorias y dinámicas de mercado que co-construyen su funcionamiento, limitan o habilitan su expansión y determinan quiénes pueden participar de sus beneficios o verse afectados. Por ello, este capítulo ofrece una sistematización y explicación detallada de estos conceptos técnicos, con el fin de construir un marco sólido que permita analizar posteriormente el caso del programa PROSUMIDORES en Santa Fe.

3.1. Conceptos y definiciones sobre GDER

El concepto de generación distribuida no es en absoluto nuevo, y aunque no existe una única definición, en general se asocia a la generación de energía que se ubica próxima a los puntos de consumo. Según Ackerman et al. (2001), quien realiza un análisis minucioso sobre las definiciones, se denomina generación eléctrica distribuida a la generación de electricidad cerca al punto de consumo, conectada a la red de distribución de media o baja tensión y ubicada del lado del consumidor (o sea, conectada a la red interna), o conectada directamente a la red pública de distribución.

Respecto al tamaño de la central de generación puede variar ampliamente dependiendo de cada país, Ackerman et al (2001: p. 197) define estos parámetros:

- Escala micro: $1\text{ W} < 5\text{ kW}$
- Pequeña escala: $5\text{ kW} - 5\text{ MW}$
- Mediana escala: $5\text{ MW} < 50\text{ MW}$
- Gran escala: $50\text{ MW} - 300\text{ MW}$.

En Argentina, la Ley Nacional N° 27.424 y su Resolución 235/2024 limita del siguiente modo a los usuarios de generación distribuida

- Usuarios-Generadores pequeños (UGpe): menor a 3 kW.
- Usuarios-Generadores medianos (UGme): 3 kW y hasta 300 kW.
- Usuarios-Generadores mayores (UGma): 300 kW y hasta 12 MW.

Los marcos normativos existentes para la GDER, además de brindar los procedimientos técnicos para la conexión en paralelo con la red comercial, también suelen brindar los detalles necesarios para el reconocimiento de la energía vertida a la red.

Resumidamente, la GDER se refiere a la posibilidad de que pequeños, medianos y mayores usuarios de energía, pueden generar energía eléctrica con fuentes renovables conectadas directamente en el punto donde también consumen energía, inyectar excedentes a la red de baja o media tensión y obtener por ello distintos beneficios en función de la normativa vigente. A este usuario/generador se lo reconoce como “prosumidor”⁶.

Debido a su modularidad para el escalamiento y muy bajo mantenimiento, ya que no suele poseer partes móviles; la energía solar fotovoltaica domina la GDER, por ello en el presente trabajo siempre que se refiera a GDER es a partir de energía fotovoltaica. En América Latina y el Caribe, en todos los casos, más del 98% en todos los países la GDER es con fotovoltaica, en algunos casos hay un porcentaje de biodigestores y en la mayoría de ellos, como ser el caso argentino, el 100% deriva de energía solar fotovoltaica (Romero y Cristófalo, 2022).

Los beneficios de la GDER no son únicamente para los prosumidores, sino también trae aparejadas algunas situaciones técnicas beneficiosas para la distribución de energía y la comunidad tales como (Videla et al., 2023):

- Baja los requerimientos de transporte de energía.
- Disminuye pérdidas por transporte de energía, distribución y transformación.
- Contribuye a regular la tensión (por ejemplo, en extremos de línea).
- Reduce la combustión de fósiles al desplazar generación térmica por ejemplo.
- Genera empleo local.
- Involucra al usuario en temas energéticos.

A continuación, se describirán las distintas posibilidades de generación distribuida con energías renovables, considerando que no se limitan únicamente a la generación eléctrica, sino que incluyen otras formas y modalidades relevantes en el análisis de este campo.

3.2. Posibilidades de generación distribuida con energías renovables.

Se pueden reconocer sistemas de generación de energía térmica o de energía eléctrica, en lo que respecta a esta segunda posibilidad, existen los sistemas que se instalan en poblaciones que se encuentran alejadas de la red comercial de energía eléctrica⁷ y por otro lado se encuentran

⁶ El futurista Alvin Toffler, ya en 1979, en su libro “*La tercera ola*” acuñó este término y lo definió como un usuario que tiene un rol activo en la producción de los productos y servicios que consume.

⁷ El programa PERMER en Argentina, el cuál fue estudiado desde un análisis socio-técnico por Schmukler (2018), es de estas características.

la GDER conectada a la red comercial, en este eje las posibilidades puede ser instalaciones de propiedad individual o de propiedad colectiva o co-propiedad (Baigorrotegui y Lowitzsch, 2019), en este último sentido existen diversas definiciones y posicionamientos por parte de estados, académicos y movimientos sociales donde aparecen categorías como comunidades energéticas, energías comunitarias, energía colaborativa, energía cooperativa, entre otras (Baigorrotegui y Chemes, 2023; Soler Villamizar et al., 2023; Chemes et al., 2024). Esta investigación se enfoca en las instalaciones de GDER de carácter individual, es decir, aquellas implementadas por un hogar, comercio u otro usuario para generar energía destinada exclusivamente a su propio consumo, con posibilidad de inyectar excedentes a la red. En contraste, en las modalidades de GDER colectiva, la energía generada puede compartirse entre varios usuarios de acuerdo con los mecanismos y acuerdos establecidos entre las partes involucradas.

En cuanto a la GDER de uso individual, pueden identificarse al menos dos modalidades principales. La primera se orienta a priorizar el autoconsumo de la energía generada, permitiendo inyectar a la red comercial solo los excedentes no consumidos, en lo que se conoce como modelos que incentivan el autoconsumo. Este es el caso del esquema que establece la Ley Nacional N° 27.424.

La segunda modalidad se centra en la generación y en el reconocimiento de la totalidad de la energía generada como inyectada a la red comercial, independientemente de la dinámica de consumo del prosumidor. Un ejemplo de esta modalidad es el programa PROSUMIDORES implementado en la provincia de Santa Fe.

En la Figura 10 se desglosa un esquema que da cuenta de las dinámicas descriptas anteriormente, donde se resaltan las áreas de incumbencia de esta investigación.

Figura 10: Esquema de modelos de GDER en Argentina



Nota: Fuente: elaboración propia

Finalmente, para comprender cómo se reconoce y remunera la energía vertida a la red en cualquiera de las modalidades previamente descriptas, es relevante introducir los mecanismos existentes. Según la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA, 2015), estos mecanismos incluyen la tarifa preferencial de la energía o *feed in tariff* (FiT) y dos formas de balance neto: el balance neto de energía (*net metering*) y el balance neto de facturación (*net billing*). Estos instrumentos configuran las condiciones económicas que posibilitan o limitan la adopción de la GDER y determinan los incentivos para los usuarios-generadores en diferentes contextos regulatorios.

Dado que la energía solar fotovoltaica es la tecnología predominante en los sistemas de generación distribuida en América Latina y en particular en Argentina (REN21, 2025; Secretaría de Energía, 2025), y para comprender cómo esta tecnología se articula con los mecanismos de inyección y reconocimiento de energía, en el próximo apartado se presentará el funcionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos conectados a red. Esta explicación permitirá situar las condiciones técnicas necesarias que facilitan la integración de estos sistemas al entramado eléctrico existente, preparando así el análisis detallado de los mecanismos de inyección y de los modelos tarifarios que serán tratados en las secciones siguientes.

3.3. Funcionamiento de un sistema fotovoltaico

Para comprender de manera integral la GDER, resulta fundamental conocer en detalle el funcionamiento de un sistema fotovoltaico conectado a red (SFV-ON), dado que esta tecnología constituye la base de la mayoría de las instalaciones de GDER en Argentina y en la región. Este conocimiento técnico permite identificar los componentes que intervienen en el proceso de generación, conversión, consumo e inyección de energía a la red, así como sus interacciones con el sistema eléctrico existente y el rol activo del prosumidor.

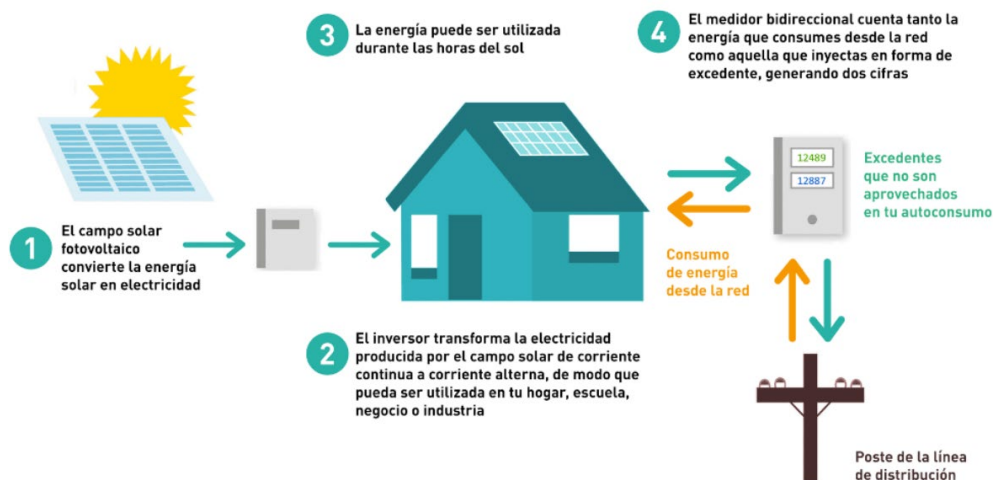
Un sistema SFV-ON se compone de módulos fotovoltaicos que convierten la radiación solar en electricidad en forma de corriente continua. Esta energía es conducida hasta un artefacto denominado inversor de tensión, que transforma la corriente continua en corriente alterna, adaptándola a los parámetros de tensión y frecuencia de la red comercial (habitualmente 220V o 380V, 50Hz en Argentina). Este proceso permite que la energía generada pueda ser utilizada en el consumo propio de una vivienda, comercio, industria o institución.

El sistema puede utilizar la energía generada durante las horas de sol para cubrir las demandas de consumo del usuario, y en caso de que la producción sea superior al consumo instantáneo, los excedentes de energía son inyectados a la red eléctrica atravesando un sistema de medición de energía (un medidor bidireccional u otras posibilidades según cada reglamentación). Este

sistema de medición de energía registra tanto la energía consumida desde la red como la energía excedente inyectada por el sistema fotovoltaico, permitiendo cuantificar los intercambios y habilitando el reconocimiento de la energía inyectada según los modelos regulatorios existentes (FiT, *net metering* o *net billing*).

A continuación se presenta la Figura 11, que ilustra de forma esquemática el funcionamiento de un SFV-ON, mostrando el flujo de energía desde la captación de la radiación solar hasta su utilización en el consumo y su eventual inyección como excedente en la red.

Figura 11: Composición de un SFV-ON



El inversor actúa como el cerebro del sistema, controlando la calidad de la energía entregada, sincronizándose con la red y asegurando la seguridad de operación mediante protecciones eléctricas. Adicionalmente, estos sistemas requieren una estructura de soporte para los módulos, cableado dimensionado correctamente y protecciones según normativas, garantizando la eficiencia y seguridad en la operación. En algunos casos, pueden incorporarse acumuladores de energía (baterías), aunque en sistemas conectados a red su uso es limitado y depende de regulaciones específicas.

Comprender el funcionamiento de un sistema fotovoltaico conectado a red permite visualizar cómo se articulan elementos humanos y no humanos en su operatividad, y cómo se organiza el proceso de generación y uso de energía a escala doméstica, comercial e industrial. Desde los diseños técnicos y la correcta selección de artefactos, hasta las normativas, los sistemas de medición, las instituciones de regulación, las infraestructuras eléctricas y las condiciones de seguridad, cada uno de estos componentes y actores intervienen en el desempeño del sistema y su integración a la infraestructura eléctrica existente. La incorporación de estos sistemas en hogares, comercios y espacios productivos no se limita a la instalación de paneles solares, sino que implica una coordinación con las normas técnicas, dispositivos de control y medición, y

regulaciones específicas que habilitan o limitan su funcionamiento. De este modo, el SFV-ON se configura como un ensamble socio-técnico donde el rol del prosumidor, los artefactos, las estructuras regulatorias y las instituciones coexisten para posibilitar el uso, la medición y la eventual inyección de energía a la red de manera segura y eficiente.

Resulta necesario abordar cómo se gestionan la energía generada por prosumidores y que interactuará con la red de distribución eléctrica. Para ello, en el siguiente apartado se presentarán los modelos y mecanismos de reconocimiento de la energía inyectada a la red, aspecto fundamental para comprender los incentivos, beneficios y limitaciones que enfrentan los prosumidores y que configuran las posibilidades de expansión de la GDER.

3.4. Modelos y reconocimiento de inyección a red.

La GDER, en tanto práctica que involucra artefactos, normativas, regulaciones y la participación activa de los prosumidores y distribuidoras eléctricas, requiere de mecanismos específicos que permitan gestionar la energía producida y su eventual inyección en la red eléctrica de manera segura, medible y gestionable. Como señala IRENA (2015), los marcos regulatorios y las políticas de incentivos desempeñan un papel central en el desarrollo de la generación distribuida, ya que configuran las condiciones bajo las cuales los prosumidores pueden integrarse al sistema energético, estableciendo los criterios de compensación, valorización y reconocimiento de la energía que se inyectan a la red.

En este apartado se presentarán y analizarán los principales modelos de reconocimiento de la energía inyectada, los cuales no solo permiten dimensionar las posibilidades reales de expansión de la GDER en los distintos contextos, sino que también reflejan las distintas estrategias de política pública adoptadas en torno a la GDER y la transición energética. Entre estos modelos se destacan las tarifas preferenciales o *feed-in tariff* (FiT), el balance neto de energía (*net metering*) y el balance neto de facturación (*net billing*), cada uno con características, ventajas y limitaciones que influyen de forma directa en la participación de los prosumidores, en la sostenibilidad de los sistemas de generación distribuida y en las relaciones entre usuarios, distribuidores e instituciones reguladoras.

3.4.1. Tarifa preferencial o FiT.

Entre los mecanismos existentes para el reconocimiento de la energía inyectada a la red por los prosumidores se encuentran las tarifas preferenciales de energía, que han sido utilizadas ampliamente en las primeras etapas de implementación de políticas de GDER. Resulta de particular relevancia abordar en profundidad esta modalidad, dado que el programa PROSUMIDORES de la provincia de Santa Fe, objeto de estudio de esta tesis, adopta el esquema FiT como mecanismo central de incentivo a la GDER. Ello permitirá contextualizar

adecuadamente las decisiones regulatorias, las interacciones con las distribuidoras de electricidad y las condiciones de adopción de esta política en el caso santafesino, aportando elementos analíticos clave para el análisis de su implementación y resultados.

Los FiT se diseñaron como un incentivo económico para promover la adopción de tecnologías renovables en un contexto donde los costos de instalación y mantenimiento eran significativamente elevados, requiriendo de mecanismos de compensación que facilitaran el repago de la inversión inicial por parte de los generadores.

En los sistemas FiT, la autoridad competente establece una tarifa preferencial o premio económico para la electricidad inyectada a la red proveniente de fuentes renovables, lo que implica que toda la electricidad generada o una parte de ella se remunera a un precio previamente definido que, en la mayoría de los casos, es superior al precio de mercado de la electricidad convencional. Esta tarifa puede variar según distintos criterios, tales como el tipo de fuente energética utilizada (sol, eólica, biomasa, entre otras), la potencia de la instalación y la ubicación geográfica de la central de generación, configurando así un esquema de incentivos diferenciado que busca fomentar determinadas tecnologías o localizaciones estratégicas.

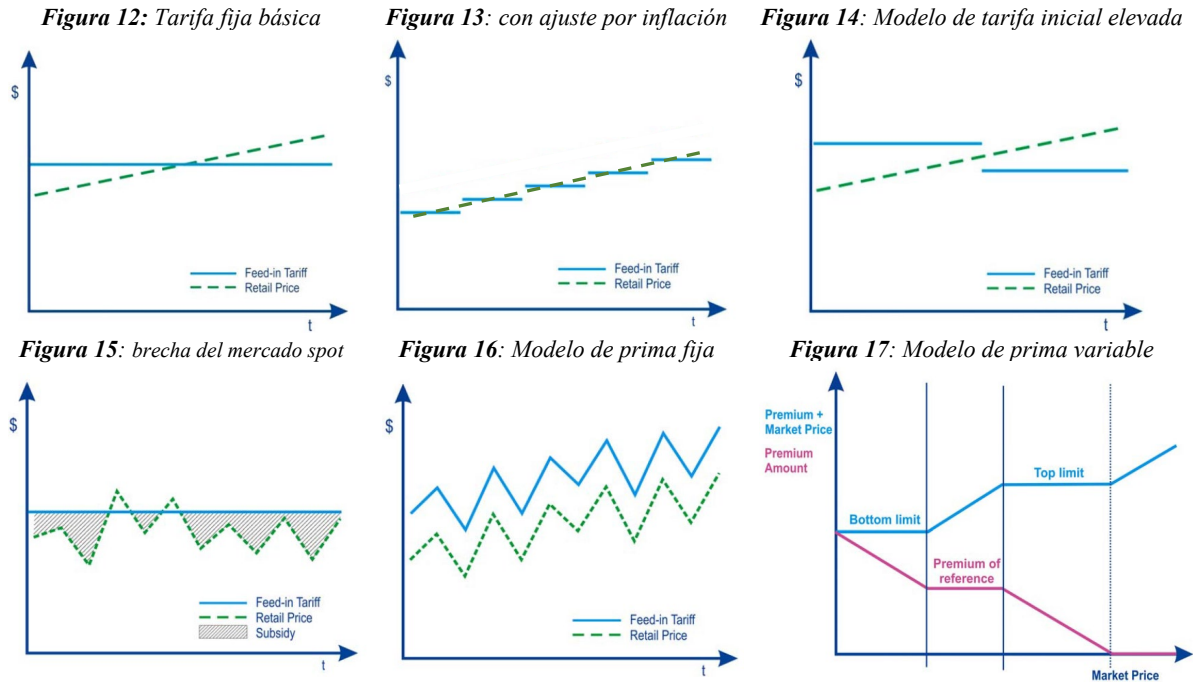
Dentro de este modelo, se pueden identificar dos subcategorías según la modalidad de aplicación del FiT. Por un lado, se encuentra el FiT bruto, en el que toda la energía generada por el sistema de generación distribuida recibe el precio preferencial independientemente del consumo del prosumidor, permitiendo una venta completa de la energía producida. Por otro lado, se identifica el FiT neto, en el que únicamente la energía excedente, es decir, aquella que no fue autoconsumida de forma instantánea por el usuario, es la que se inyecta a la red y recibe la tarifa preferencial establecida. Esta diferenciación no es menor, ya que determina la relación entre autoconsumo y comercialización de excedentes, aspecto que impacta directamente en la rentabilidad de las instalaciones y en la lógica de diseño de los sistemas por parte de los prosumidores.

Estos esquemas de tarifas preferenciales han sido implementados de manera amplia en diversos contextos internacionales, destacándose su utilización en países como Alemania, China, Estados Unidos, Japón y otros países de Europa, donde desempeñaron un papel central en el crecimiento exponencial de la capacidad instalada de energías renovables en los primeros años de desarrollo del sector. La evidencia de estos casos muestra cómo los FiT contribuyeron a crear mercados internos de energías renovables, estimular la inversión privada y acelerar la curva de aprendizaje y reducción de costos de las tecnologías renovables, estableciendo condiciones de previsibilidad y estabilidad para los generadores y reduciendo las barreras de entrada a nuevos actores (Mendonça, 2007; Couture et al., 2010; IRENA, 2013).

Los esquemas FiT, además de bruto o neto, presentan una diversidad de modalidades de remuneración en cada uno de estos, que se articulan de forma diferenciada con los sistemas eléctricos, los mercados energéticos y los actores involucrados en la cadena de valor de la GDER. Couture y Gagnon (2010) realizan un exhaustivo análisis de estos modelos, clasificándolos en dos grandes categorías: aquellos independientes del mercado eléctrico y aquellos dependientes del mercado. Esta clasificación resulta de gran utilidad para comprender las implicancias de cada esquema sobre la estabilidad de ingresos de los prosumidores, la previsibilidad para las distribuidoras de electricidad y las señales de precios en el sistema eléctrico.

1. **Modelos independientes del mercado:** Estos modelos establecen tarifas fijas que no dependen de las fluctuaciones del precio de mercado de la electricidad, ofreciendo previsibilidad y estabilidad para los inversores y prosumidores.
 - a) **Tarifa fija básica** (*Fixed-price model*): Este esquema otorga un precio fijo por cada unidad de energía (kWh) inyectada a la red durante un período contractual, facilitando el financiamiento de proyectos de generación distribuida y reduciendo el riesgo asociado a la volatilidad de precios del mercado eléctrico (ver Figura 12).
 - b) **Tarifa fija con ajuste por inflación:** Mantiene la tarifa fija con ajustes periódicos según la inflación, protegiendo los ingresos reales del prosumidor y facilitando la recuperación de la inversión, especialmente en economías con variaciones de precios relevantes (ver Figura 13).
 - c) **Modelo de tarifa inicial elevada** (*front-end loaded*): Establece tarifas más altas durante los primeros años del contrato, reduciéndose en etapas posteriores, permitiendo al prosumidor amortizar más rápidamente los costos iniciales de la instalación y reduciendo los riesgos financieros de las primeras etapas del proyecto (ver Figura 14).
 - d) **Modelo de brecha del mercado spot** (*Spot market gap*): Compensa al prosumidor por la diferencia entre un precio objetivo para las renovables y el precio de mercado, reduciendo el costo total para el sistema cuando los precios de mercado son elevados y garantizando ingresos mínimos cuando los precios de mercado son bajos (ver Figura 15).
2. **Modelos dependientes del mercado:** Estos modelos ajustan la remuneración del prosumidor según las variaciones del precio de mercado, permitiendo una integración más directa de la generación distribuida en mercados eléctricos competitivos.

- a) **Modelo de prima fija** (*Fixed premium price*): Consiste en sumar una prima fija sobre el precio de mercado de la electricidad, de modo que el prosumidor reciba el precio de mercado más un incentivo por cada kWh inyectado a la red (ver Figura 16).
- b) **Modelo de prima variable**: Ajusta la prima en función del precio de mercado de la electricidad, estableciendo topes y pisos que protegen tanto al prosumidor como al sistema eléctrico de fluctuaciones extremas de precios, equilibrando el incentivo con la sostenibilidad financiera (ver Figura 17).



Estos esquemas de FiT analizados permiten comprender con mayor profundidad cómo diferentes modalidades de remuneración pueden afectar la estabilidad de ingresos de los prosumidores, la integración de señales de mercado en el sector renovable y la sostenibilidad del sistema eléctrico en su conjunto. Integrar estas modalidades en el análisis de políticas para la GDER en Argentina resulta fundamental para evaluar de forma clara las opciones que contribuyan a una transición energética sostenible, inclusiva y equilibrada para las distribuidoras de electricidad, los usuarios y el sistema eléctrico en general.

En la **Tabla 7** se presentan algunos ejemplos de países que han implementado estos esquemas en distintos momentos de su desarrollo de energías renovables⁸.

⁸ La superposición de modelos de FiT en un mismo país y período refleja estrategias regulatorias de transición y flexibilidad que permitieron a los Estados adaptar sus políticas de incentivo a diferentes tecnologías renovables, tamaños de instalación y contextos de mercado. En casos como Alemania y España, se ofrecieron simultáneamente tarifas fijas y esquemas de prima para la misma tecnología, otorgando a los prosumidores la opción de elegir según su perfil de riesgo y necesidades de inversión. Asimismo, la coexistencia de modelos facilitó la transición gradual hacia esquemas dependientes del mercado, manteniendo estabilidad para proyectos en curso mientras se integraban señales de precios del mercado eléctrico en nuevas instalaciones. Estas prácticas, fundamentadas en Couture y Gagnon (2010), evidencian que la superposición de modelos no implica contradicción, sino que

Tabla 7: Tipos de modelos FiT y países de implementación

Tipo de modelo FiT	Período de implementación aproximado	Notas
Tarifa fija básica (<i>Fixed-price</i>)	Alemania (2000-2012), Dinamarca (1990s-2003), España (1998-2012)	Usado principalmente para eólica y FV; tarifas estables a largo plazo.
Tarifa fija con ajuste por inflación	Portugal (2007 en adelante), Ontario (2009 en adelante)	Protege ingresos reales ante inflación, adaptado a contextos locales.
Tarifa inicial elevada (front-end loaded)	Alemania (2004-2012), España (2004-2012)	Facilita repago inicial de inversiones en FV y pequeñas instalaciones.
Brecha del mercado spot	Países Bajos (2003-2006)	Compensa diferencia entre precio de mercado y precio objetivo.
Prima fija sobre mercado	España (2004-2012), Alemania (2004-2012 en mercados específicos)	Permite elección de prosumidores entre FiT fijo o prima.
Prima variable sobre mercado	Dinamarca (2004 en adelante), España (2007 en adelante)	Ajusta primas según precios de mercado con topes y pisos.

Fuente: elaboración propia a partir de (Couture et al., 2010)

No obstante, es importante señalar que los sistemas FiT presentan desafíos significativos en su diseño y sostenibilidad a largo plazo. Como destacan Podestá et al. (2022), uno de los principales problemas asociados a la implementación de estos mecanismos es la asimetría de información entre las autoridades reguladoras y los generadores, lo que dificulta el cálculo de una tarifa adecuada que sea justa tanto para el inversor como para los consumidores en general. Esta dificultad se relaciona con la necesidad de establecer un equilibrio entre la promoción de las energías renovables y la sostenibilidad económica de los sistemas eléctricos, evitando sobrecostos que puedan impactar en las tarifas eléctricas o en las finanzas públicas de los países que adoptan estos modelos de incentivo.

En este sentido, la correcta aplicación de un FiT requiere que los formuladores de políticas ajusten las remuneraciones en función de la tecnología, el tamaño del proyecto, la ubicación geográfica y la calidad de los recursos renovables disponibles, y que puedan revisarlas periódicamente conforme varían los costos tecnológicos y las condiciones de mercado (Podestá et al., 2022).

Los países que han sido pioneros en el desarrollo del mercado de la GDER adoptaron en su momento un modelo tarifario basado en el pago de una tarifa diferencial. Este modelo dio lugar a un crecimiento exponencial del mercado, aunque en algunos casos trajo aparejados problemas derivados de un crecimiento descontrolado y no sostenible que resultó perjudicial para las industrias y las empresas de servicios (Videla et al., 2023), por ejemplo, el caso español. Entre 2004 y 2008, España implementó tarifas FiT muy elevadas bajo el Real Decreto 436/2004 y posteriormente el RD 661/2007, estableciendo pagos generosos y contratos a largo plazo con el objetivo de instalar 400 MW de potencia fotovoltaica hacia 2010. Sin embargo, debido a la

constituye una herramienta de política pública para fomentar la adopción de generación distribuida con energías renovables en escenarios de transición energética.

alta rentabilidad de las tarifas, se superó rápidamente dicha meta, alcanzando más de 3.000 MW en 2008, generando una “burbuja solar” que sobrecargó financieramente al sistema eléctrico y creó un déficit tarifario. Ante esta situación, el Estado se vio obligado a realizar recortes retroactivos y reformas abruptas en las políticas de incentivo a partir de 2009, lo que afectó la confianza de los inversores y generó inestabilidad en el sector fotovoltaico (Batlle y Barroso, 2011; del Río y Mir-Artigues, 2014).

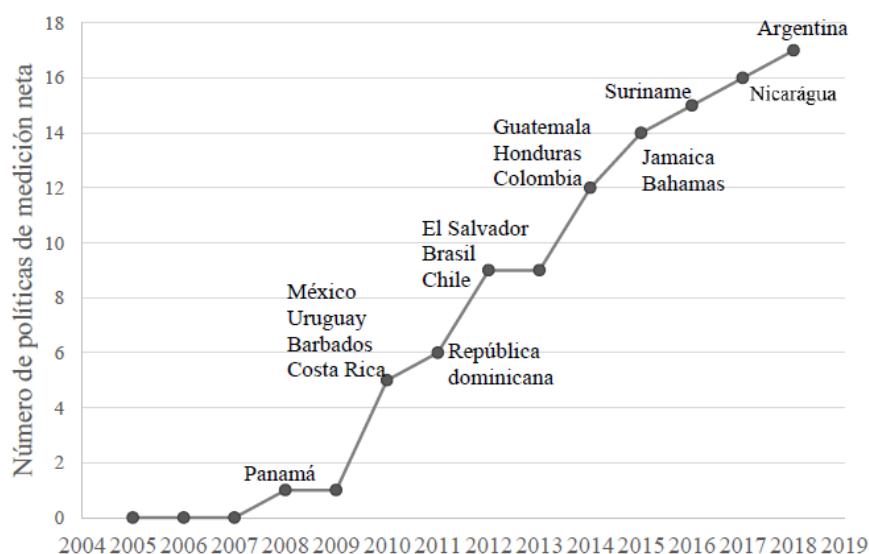
Como señalan Goodarzi et al. (2019), la implementación de políticas de FiT implica la participación simultánea de diversos actores: el regulador o el Estado, que establece el nivel de tarifa con el objetivo de impulsar el desarrollo del sector de energías renovables, incentivar la creación de mercados locales de tecnología fotovoltaica o bien fomentar la sostenibilidad del sistema eléctrico; la distribuidora de electricidad, que se encuentra obligada a adquirir la totalidad de la energía generada bajo estos esquemas; los proveedores e instaladores de sistemas de generación distribuida, quienes determinan las condiciones de acceso a la tecnología y el ritmo de desarrollo de la cadena de valor; y los usuarios, quienes como potenciales prosumidores deben evaluar las condiciones de inversión, las expectativas de retorno y sus propias preferencias temporales en cuanto al uso de la energía.

Este enfoque contribuye a comprender cómo la política de FiT se inserta en un entramado socio-técnico donde las decisiones no son independientes, sino que se estructuran en relación con los intereses y capacidades de cada elemento de una compleja red de actos, actores y artefactos. Desde la perspectiva CTS, el FiT no puede entenderse como una herramienta aislada de incentivo, sino como un elemento que reconfigura y es reconfigurado por la interacción entre regulaciones, infraestructura de red, estructuras de mercado, proveedores e instaladores de tecnología y prácticas de consumo energético, generando dinámicas de estabilización y transformación en los sistemas eléctricos.

3.4.2. Balance neto de energía o Net metering.

El balance neto de energía, también conocido como *net metering*, es uno de los mecanismos de reconocimiento de la energía inyectada a la red más extendidos en América Latina y el Caribe. Para el año 2018, al menos 17 países de la región habían implementado este tipo de esquema en distintas etapas de desarrollo, tal como se observa en la Figura 18. Este modelo se consolidó como una herramienta clave para facilitar la integración de la generación distribuida con energías renovables (GDER) en los sistemas eléctricos, al permitir que los prosumidores interactúen activamente con la red.

Figura 18: Cronología de marcos normativos de DG en América Latina y el Caribe



Nota: Fuente: (Mejdalani et al., 2018)

El *net metering* consiste en reconocer la energía que el prosumidor inyecta a la red eléctrica, permitiendo compensar esa energía con el consumo de electricidad del mismo usuario en el mismo período de facturación, efectuando un balance en energía (kWh) y no en valor monetario. Si existen excedentes de energía inyectada que superan el consumo en dicho período, estos pueden reconocerse y acreditarse por un tiempo determinado según la normativa de cada país. Este modelo se basa en el principio de intercambio de energía y no contempla el precio de mercado de la energía inyectada, sino que funciona como un mecanismo de compensación energética directa (Echeverría y Monge, 2017).

Según Echeverría y Monge (2017), existen distintas modalidades de implementación de balance neto de energía:

- Medición Neta Simple:** la compensación de la energía excedente inyectada se realiza dentro del mismo período de facturación, usualmente entre uno o dos meses, mediante compensación energética directa, sin mediación de pago monetario, con un límite que no puede superar el valor de la energía consumida en ese período.
- Medición Neta con Compra Monetaria:** es una variante en la que la distribuidora paga al prosumidor por la energía excedente generada dentro del mismo período de facturación.
- Medición Neta con Opción de Crédito:** el excedente de electricidad al final del período de facturación se convierte en un crédito que puede ser utilizado por el prosumidor para compensar consumos en períodos posteriores.

- d) **Medición Neta con Opción de Crédito y Compra Monetaria:** combina la opción de crédito con el pago monetario, permitiendo que los excedentes acumulados en varios períodos puedan ser retribuidos económicamente al prosumidor.

Como plantea Videla et al. (2023), los modelos de balance neto de energía no contemplan ni retribuyen adecuadamente las externalidades positivas asociadas a la GDER, tales como la reducción de pérdidas en las redes eléctricas al acercar la generación al consumo, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y la generación de empleo local. Asimismo, los autores destacan que estos modelos presentan limitaciones para promover la generación distribuida en contextos donde las tarifas eléctricas se encuentran subsidiadas, como ocurre en Argentina en algunos periodos, lo que restringe su efectividad como herramienta de incentivo a la transición energética.

En línea con esta perspectiva, Mejdalani et al. (2018) subrayan que las políticas de medición neta en América Latina y el Caribe enfrentan desafíos técnicos, regulatorios y financieros que condicionan su sostenibilidad, destacando que la existencia de tarifas subsidiadas reduce artificialmente el costo de la energía para los usuarios, lo que disminuye los incentivos económicos para que adopten sistemas de generación distribuida. A la vez, estas estructuras pueden afectar los ingresos de las distribuidoras y comprometen la estabilidad financiera del sistema, dificultando la expansión de estos esquemas en la región.

Asimismo, Mejdalani et al. (2018) proponen un esquema conceptual que permite comprender las decisiones regulatorias necesarias para el diseño de políticas de medición neta en la región. Este marco resulta relevante, dado que una adecuada estructuración de estos componentes regulatorios puede contribuir a mitigar las limitaciones que estos esquemas enfrentan en contextos de tarifas subsidiadas, generando condiciones más favorables para la adopción de generación distribuida sin comprometer la sostenibilidad del sistema eléctrico.

Este esquema identifica cuatro dimensiones clave en la implementación de políticas de medición neta:

- **Contabilización:** se refiere a cómo se valora y registra la energía inyectada a la red por el prosumidor. Puede realizarse en unidades monetarias (con tarifas mayoristas, minoristas, fijas o especiales) o mediante créditos energéticos, que pueden ser personales o transferibles, determinando así el incentivo económico que perciben los usuarios.
- **Acumulación:** comprende las reglas sobre el tiempo y las condiciones en que los créditos generados pueden ser utilizados. Se diferencia entre acumulación por período

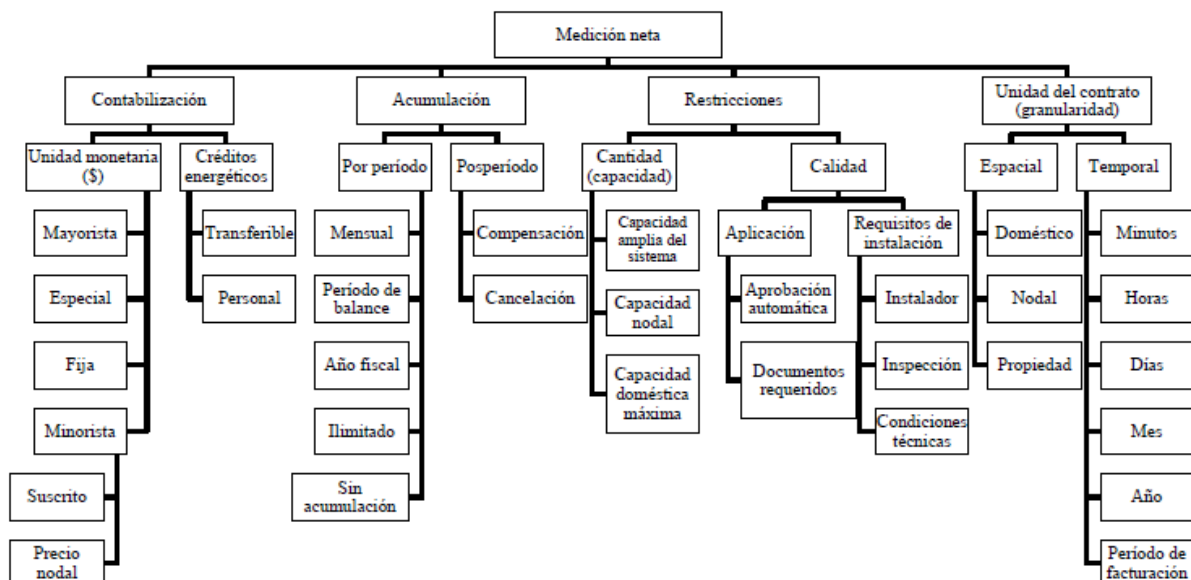
(mensual, anual o ilimitada) y las opciones posteriores a ese período, que pueden implicar compensación monetaria, cancelación de créditos o la continuidad de su acumulación.

- **Restricciones:** abarca las limitaciones en capacidad instalada, que pueden establecerse a nivel de sistema, nodo o usuario, y las condiciones de calidad técnica de las instalaciones, incluyendo procedimientos de autorización, inspección y estándares técnicos necesarios para garantizar la seguridad y confiabilidad de la red.
- **Unidad del contrato (granularidad):** define el nivel de agregación con que se implementa la medición neta. Puede establecerse en términos espaciales (doméstico, nodal o por propiedad) y temporales (minutos, horas, días, meses o años), configurando así el grado de flexibilidad y precisión del esquema.

Este marco de decisiones regulatorias no solo expone la diversidad de alternativas que enfrentan los reguladores al diseñar políticas de medición neta, sino que permite visualizar cómo cada decisión incide en la estructura de incentivos, en la adopción de sistemas de generación distribuida y en la sostenibilidad del sistema eléctrico, especialmente en regiones con tarifas subsidiadas.

A continuación, se presenta la Figura 19, un resumen de las decisiones implicadas en el diseño de esquemas de medición neta en América Latina y el Caribe.

Figura 19: Marco del proceso de toma de decisiones regulatorias



Fuente: (Mejdalani et al., 2018, p. 11)

3.4.3. *Balance neto de facturación o Net Billing.*

Como cierre de los modelos de reconocimiento de energía inyectada a la red por prosumidores, se desarrolla aquí el balance neto de facturación o *Net Billing*, una de las modalidades utilizadas en esquemas de GDER. El *Net Billing* es un mecanismo de compensación para prosumidores que se basa en realizar la compensación de la energía inyectada a la red en términos monetarios, en lugar de realizarla en unidades de energía como ocurre en el *net metering*. En este esquema, la energía consumida de la red se paga al precio minorista habitual, mientras que la energía excedente inyectada por el prosumidor se remunera generalmente al precio mayorista, o a un precio definido por la normativa vigente, el cual puede estar basado en el costo evitado, el precio horario de mercado o tarifas específicas para la inyección de excedentes renovables. De este modo, en la factura eléctrica se calcula la diferencia entre el valor monetario de la energía consumida y el valor monetario de la energía inyectada durante el período de facturación, generando un saldo económico a favor o en contra del prosumidor respecto de la distribuidora (IRENA, 2019).

Según IRENA (2019), “el *net billing* es un mecanismo de compensación de mercado para prosumidores en el cual la energía inyectada a la red se remunera según su valor real de mercado, mientras que el consumo se paga al precio minorista, permitiendo un balance monetario en la factura eléctrica y facilitando la integración flexible de generación distribuida en el sistema” (2019, p. 7). Este esquema, IRENA lo considera un instrumento que favorece la sostenibilidad del sistema eléctrico, ya que contribuye a evitar la sobrecompensación que puede presentarse en sistemas de *net metering* pleno y permite reflejar de forma más precisa el valor de la electricidad renovable en el momento de la inyección, alineando el mercado con la operación del prosumidor.

Sin embargo, es importante señalar que la efectividad del *net billing* en reflejar precios de mercado y distribuir costos de manera equitativa puede verse limitada en contextos donde existen fuertes subsidios a la energía eléctrica, como sucede en países de América Latina. En estos casos, el precio minorista que pagan los usuarios está por debajo del costo real de la electricidad, y además no siempre está claramente separado el componente de infraestructura de red (valor agregado de distribución, VAD) en la tarifa eléctrica. Esta situación puede generar distorsiones, ya que el prosumidor puede recibir por la energía inyectada un valor bajo (precio mayorista) mientras paga por la energía consumida un precio subsidiado, afectando los incentivos económicos y la señal de precios que el esquema busca establecer.

Para su implementación se requiere medir por separado la energía consumida de la red y la energía inyectada a la misma, lo que puede lograrse mediante la instalación de dos medidores

o de medidores bidireccionales con doble registro. Esta infraestructura de medición permite aplicar precios diferenciados a la energía consumida y a la energía inyectada, generando un saldo económico mensual que refleja de forma transparente los intercambios entre el prosumidor y la distribuidora. Si bien esta estructura genera un incentivo económico para la inyección de energía renovable, resulta en muchos casos menos favorable para el prosumidor en comparación con el *net metering*, dado que la energía inyectada se remunera a un precio inferior al de la energía consumida.

Este modelo ha sido implementado en diversos países de América Latina, como Chile y Argentina, donde se aplica únicamente a la porción de energía inyectada a la red, mientras que la energía autoconsumida opera bajo la lógica del *net metering*. En Argentina, la normativa establece la utilización de un único medidor bidireccional para la medición de la energía inyectada y consumida, aunque algunas distribuidoras han optado por utilizar doble medición por razones operativas, dando lugar a lo que se conoce como *balance mixto*, combinando elementos del *net billing* y del *net metering*. En la provincia de Santa Fe, este modelo de *net billing* se implementó entre 2013 y 2015 con la instalación de dos medidores de energía en instalaciones de prosumidores, generando aprendizajes técnicos e institucionales que luego contribuyeron al diseño del programa PROSUMIDORES, el cual migró posteriormente a un sistema de tipo FiT bruto hasta el 19 de diciembre de 2019.

3.4.4. Comparación de modelos

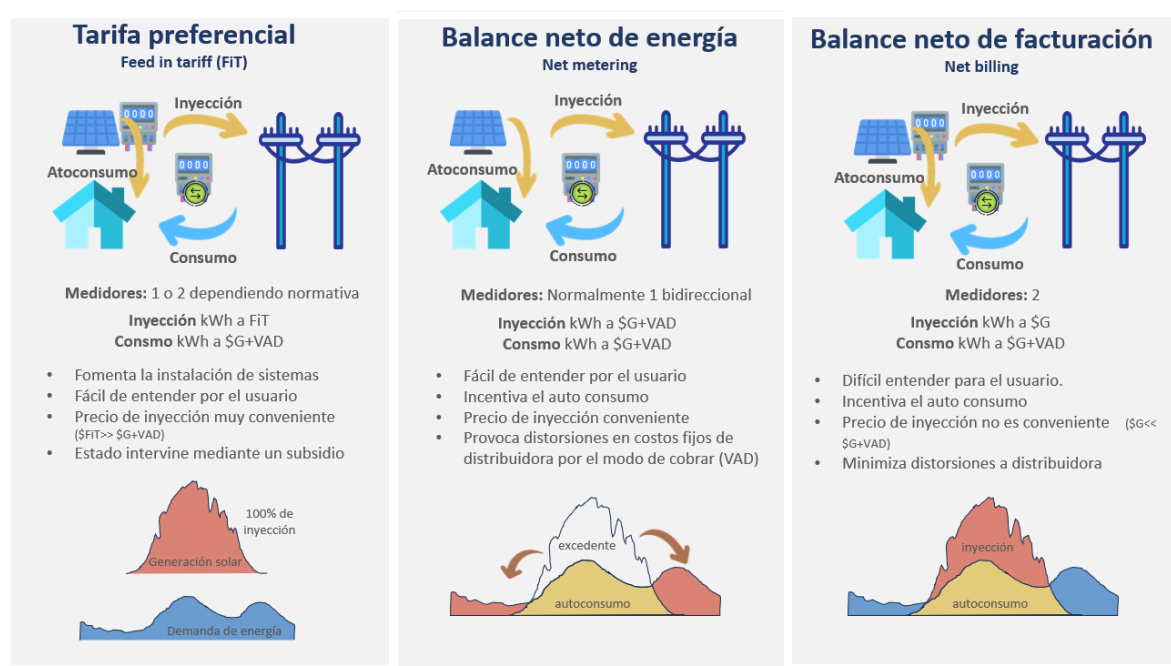
En el análisis de los mecanismos de reconocimiento de energía inyectada por prosumidores en sistemas de GDER, resulta fundamental comprender las diferencias entre los tres modelos más relevantes: Tarifa Preferencial (*Feed-in Tariff*, FiT), Balance Neto de Energía (*Net Metering*) y Balance Neto de Facturación (*Net Billing*). Cada uno de estos esquemas presenta características técnicas, económicas y regulatorias específicas que configuran su potencial de incentivo para la adopción de la generación distribuida, así como su impacto en la sostenibilidad financiera de los sistemas eléctricos y las distribuidoras de electricidad.

Tal como se observa en la Figura 20, estos modelos se diferencian, entre otros aspectos, en el modo de medir y facturar la energía, los precios que se reconocen por la energía inyectada y consumida, y en la proporción de energía que se autoconsume o se inyecta a la red.

En primer lugar, el esquema de tarifa preferencial (FiT) bruta se caracteriza por reconocer la energía generada por el prosumidor a un precio fijo garantizado por la normativa, generalmente superior al precio de mercado. Esto se realiza a través de contratos a largo plazo que aseguran ingresos estables y predecibles al prosumidor, convirtiéndose en una herramienta útiles para fomentar la instalación de sistemas de energías renovables. Sin embargo, este esquema implica

que el prosumidor no autoconsume la energía generada, ya que toda la producción es inyectada a la red, y a su vez consume toda su demanda energética desde la red a tarifa minorista. Esto genera un alto incentivo económico para los usuarios, pero puede implicar importantes costos para el sistema eléctrico, ya que la diferencia entre el precio de inyección y el precio de mercado suele ser cubierta mediante subsidios explícitos o implícitos que, de no gestionarse adecuadamente, pueden generar déficits en las cuentas del sistema eléctrico y la necesidad de ajustes tarifarios. A pesar de ello, los FiT han demostrado ser efectivos en las etapas iniciales de despliegue de renovables en numerosos países, estimulando la creación de mercados de tecnología fotovoltaica y contribuyendo al desarrollo de cadenas de valor locales.

Figura 20: Modelos de reconocimiento de GDER.



Nota: Fuente: elaboración propia ⁹

En segundo lugar, el Balance Neto de Energía (*Net Metering*) permite que la energía generada sea utilizada prioritariamente para autoconsumo instantáneo, mientras que los excedentes se inyectan a la red y se compensan con la energía consumida de la red en términos de kilovatios hora (kWh), valorados al mismo precio de la tarifa minorista. Este mecanismo genera un incentivo significativo para la instalación de generación distribuida, al reducir directamente la factura del prosumidor. Además, es un esquema sencillo de comprender y gestionar para el

⁹ En este proceso de medición de energía y reconocimiento intervendrá el precio mayorista de la energía eléctrica (\$G) y es el precio al cuál los distribuidores compran la energía en dicho mercado. También relacionado a las distribuidoras, se encuentra el valor agregado de distribución (VAD). Desde la perspectiva del prosumidor, también estarán los conceptos de energía generada, que es la que sale de la generación, la energía autoconsumida que es aquella energía generada y consumida por el mismo prosumidor y la energía inyectada que es la energía generada y no consumida por el prosumidor que se vuelca a la red comercial.

usuario y las distribuidoras, ya que generalmente requiere la utilización de un medidor bidireccional que registre la energía en ambos sentidos.

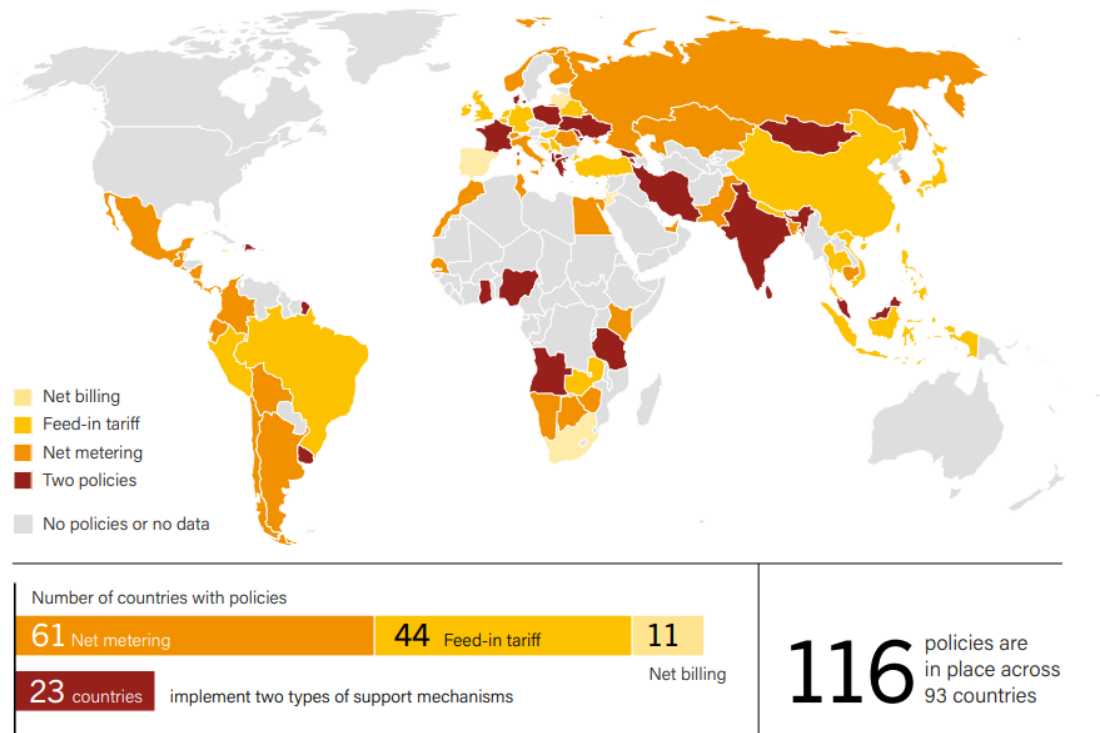
En tercer lugar, el balance neto de facturación (*Net Billing*) se presenta como un esquema que busca equilibrar el incentivo a la generación distribuida con la sostenibilidad del sistema eléctrico. En este modelo, la energía generada por el prosumidor se destina prioritariamente al autoconsumo instantáneo, mientras que los excedentes inyectados a la red se remuneran en términos monetarios, generalmente a un precio menor al precio minorista, basado en el costo de la energía en el mercado mayorista o en costos evitados. La energía consumida de la red se abona al precio minorista, incluyendo los componentes de generación y de infraestructura. De este modo, se genera un saldo económico mensual en la factura del prosumidor, reflejando el valor de la energía consumida menos el valor de la energía inyectada. Es un modelo que puede resultar menos atractivo económicamente para el prosumidor, extendiendo los plazos de recuperación de la inversión y requiriendo, en muchos casos, de incentivos complementarios como créditos fiscales o líneas de financiamiento específicas para fomentar la adopción de sistemas de generación distribuida.

La Figura 20 ilustra visualmente estos esquemas, mostrando las diferencias en los flujos de energía, la relación entre autoconsumo e inyección a la red y la estructura de medición y facturación de cada modelo. En ella se observa cómo el FiT bruto promueve una inyección total de la energía generada, mientras que el net metering y el net billing priorizan el autoconsumo, diferenciándose en el valor de la inyección a la red y en los impactos económicos sobre las facturas de los prosumidores y las distribuidoras.

Además de los aspectos técnicos y económicos, es necesario analizar estos modelos desde un enfoque CTS. La instalación de SFV-ON no garantiza por sí misma la transición energética si no confluyen de manera articulada el conjunto de actores, instituciones y artefactos que componen el sistema eléctrico, incluyendo distribuidoras, organismos reguladores, sistemas de subsidios, estructuras de tarifas y marcos normativos claros. La falta de claridad en la separación de componentes de la tarifa eléctrica, en la estructura de cobro del valor agregado de distribución (VAD) puede incidir en que las normativas de promoción de la generación distribuida con energías renovables no alcancen los objetivos planificados. Incluso, pueden profundizarse brechas en el acceso a la energía y a las energías renovables entre diferentes sectores sociales, territorios y usuarios si no se consideran las capacidades de acceso, financiamiento y conexión de cada actor (Sovacool, 2022). Estos aspectos, que se encuentran en el núcleo de la ecología política de la transición energética, serán abordados en detalle más adelante en esta tesis al analizar el caso del programa PROSUMIDORES.

A nivel internacional, los esquemas de incentivo a las energías renovables se presentan con una notable diversidad en cuanto a su adopción y modalidad de aplicación. Según una sistematización de casos que hace REN21(2025), la distribución de estos mecanismos muestra que en América Latina, Asia y Europa del Este prevalecen las FiT y el *net metering*, mientras que en algunos países de África y Asia se observa la implementación de esquemas de *net billing*, en ocasiones combinados con otros instrumentos de apoyo. Esta variedad de modelos refleja las diferentes configuraciones regulatorias y los ritmos de incorporación de las energías renovables en cada país, así como las estrategias institucionales para sostener su despliegue en los sistemas eléctricos. En la **Figura 21**, se visualiza la distribución geográfica de estos mecanismos de apoyo en 93 países y la coexistencia de esquemas en varios de ellos.

Figura 21: Esquemas de reconocimiento a las energías renovables



Fuente: (REN21, 2025)

En la Tabla 8 se sintetizan los tipos de modelos y años que se implementaron normativas en distintos países, ya que la estadística de REN21 en varios casos solo marca un incentivo en un país y el mismo posee más variedad, por ejemplo en Argentina conviven los tres modelos en distintos territorios del país.

Tabla 8: Modelos de reconocimiento de GDER en distintos países.

País	Sistema	Fecha
México	NM+NB	2005
Panamá	NM	2009
Italia	FiT	2009
Uruguay	NM	2010
Ecuador	FiT	2011
Alemania	FiT	2011
Brasil	NM	2012
Chile	NM+NB	2012
España	FiT	2012
Argentina	NM+NB	2017
Santa Fe, Arg	FiT	2015

Nota: Fuente elaboración propia a partir de (Eyras y Durán, 2014)

Desarrollados los modelos que configuran la GDER y su interacción con la red comercial, resulta pertinente contextualizar su estado de avance en el mundo, la región y en Argentina, para dimensionar sus alcances y limitaciones.

3.5. Estado regional y nacional de la GDER

A fines de 2023, la capacidad fotovoltaica instalada a nivel mundial alcanzó los 1.642 GW, de los cuales más de la mitad se instalaron en los últimos tres años, reflejando un crecimiento acelerado impulsado por la caída de los precios de los módulos, la expansión de la producción en China y la mayor atención de los países a la electrificación y descarbonización. En términos de segmentación, el mercado global se compone de instalaciones centralizadas y distribuidas, observándose en la evolución de estas proporciones entre 2013 y 2023, donde el segmento distribuido representó aproximadamente el 41% de la nueva capacidad anual en 2023, equivalente a 189 GW, mientras que el 59% correspondió a sistemas centralizados, con variaciones según las características de cada país y región (IEA PVPS et al., 2024) (ver Figura 22 y Figura 23).

Figura 22: Potencia FV instalada en GW por región 2013-2023

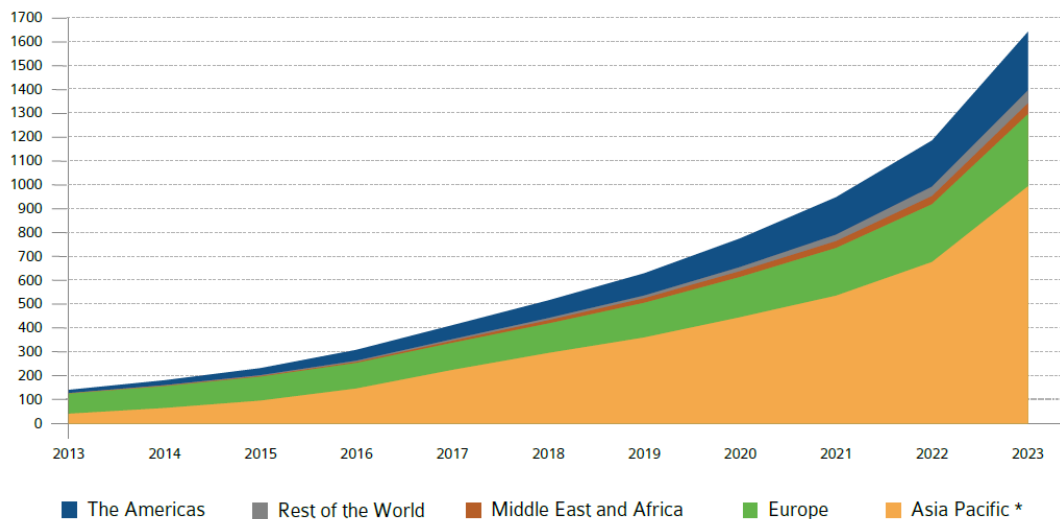


Figura 23: Potencia FV distribuida instalada por región

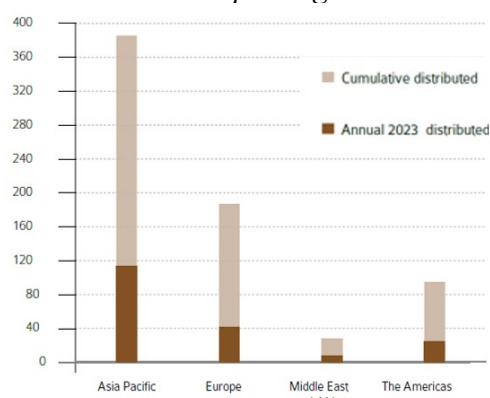
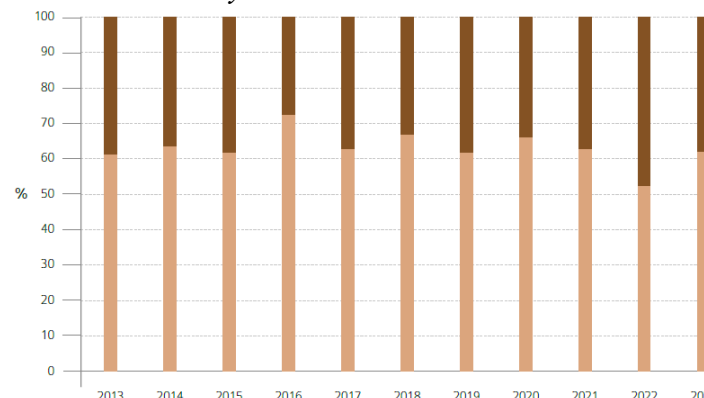


Figura 24: Relación de potencia instalada distribuida y centralizada en las américas



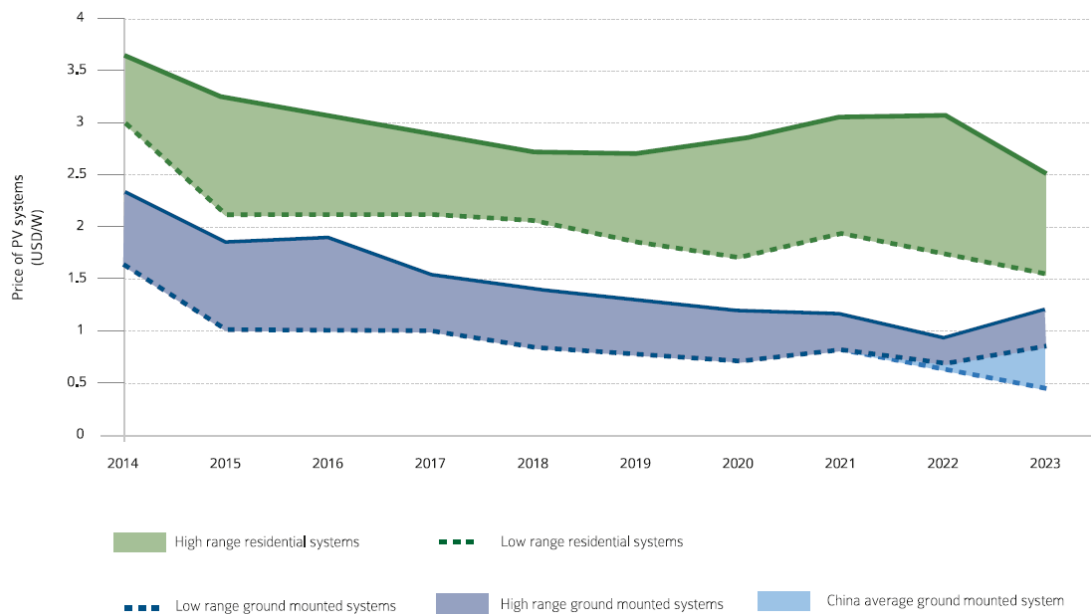
En el caso de la generación distribuida conectada a red se observan incrementos sostenidos asociados al avance de esquemas de autoconsumo y políticas de incentivo orientadas a prosumidores en entornos residenciales, comerciales e industriales como así también a la baja de los precios de los sistemas FV. China lidera la capacidad instalada en este segmento con 255,6 GW acumulados, seguida por Alemania, Estados Unidos, Japón y Brasil. En las Américas, durante 2023 se instalaron 52,6 GW, alcanzando una capacidad acumulada de 248,4 GW, equivalente al 12% de la capacidad mundial. La mayor parte de estas instalaciones se concentran en Estados Unidos y Brasil, con dinámicas diferenciadas: mientras que en Estados Unidos predomina el segmento de gran escala, con 9,5 GW de generación distribuida en 2023, en Brasil el mercado se orienta principalmente hacia la generación distribuida, con 8,3 GW nuevos en ese año, consolidando su lugar como el segundo mercado de la región y el quinto a nivel global. La Figura 24 permite visualizar el comportamiento de las instalaciones en las Américas según segmento entre 2013 y 2023, mostrando la relevancia creciente de la generación distribuida en varios países de la región en un contexto de expansión sostenida del autoconsumo.

Brasil es el país de la región con mayor potencia instalada y mayor crecimiento, alcanzando en 2025 los 40 GW de generación distribuida con energías renovables (ABSOLAR, 2025), mientras que Argentina cuenta con 0,059 GW (Secretaría de Energía, 2025)¹⁰. Es destacable que en Brasil, el mayor porcentaje de la generación de energía solar fotovoltaica corresponde a generación distribuida, representando el 69% del total, de los cuales un 49,7% se encuentra en el sector residencial, que agrupa al 80% de los prosumidores, seguido por los sectores comercial y público con un 28,3% (ABSOLAR, 2025).

¹⁰ Es importante resaltar que la información estadística que se dispone para Argentina solo contempla las provincias que adhieren a la Ley Nacional N° 27.424.

Los precios de los sistemas fotovoltaicos continúan siendo un factor determinante en la expansión de la generación distribuida, tanto en el segmento residencial como en el de sistemas montados en suelo. Según el informe “Tendencias en aplicaciones fotovoltaicas 2024” (IEA PVPS et al., 2024), se observa una reducción sostenida de precios entre 2013 y 2023, con caídas más pronunciadas en los primeros años y una tendencia a la estabilización en los últimos años, tal como se muestra en la Figura 25, permitiendo observar que, para sistemas residenciales, los precios oscilaron entre 1,5 y 3 USD/W en 2023, mientras que en los sistemas montados en suelo los valores se mantuvieron en rangos más bajos, con precios promedio en China cercanos a 0,5 USD/W, destacándose como referencia global en costos.

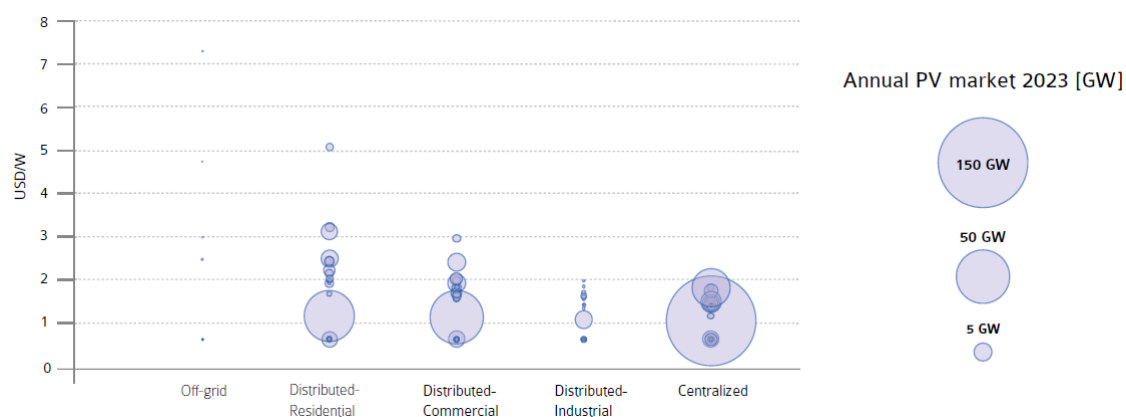
Figura 25: Evolución del rango de precios de sistemas FV residenciales y de piso



Fuente: (IEA PVPS et al, 2024)

Complementariamente, la Figura 26 ilustra la diversidad de precios de sistemas instalados diferenciando entre sistemas fuera de red, sistemas distribuidos (residenciales, comerciales e industriales) y sistemas centralizados. En ella se aprecia que los sistemas fuera de red presentan mayores rangos de precios, mientras que los sistemas distribuidos comerciales e industriales tienden a concentrarse en valores más bajos en comparación con el segmento residencial, conservando una dispersión en función de los contextos nacionales y las características del mercado de cada país.

Figura 26: Precios indicativos de sistemas FV instalados por tipo



Fuente: (IEA PVPS et al, 2024)

A partir de entrevistas realizadas a comercializadores de sistemas fotovoltaicos en Santa Fe, se releva que durante el primer semestre de 2025 el mercado de instalaciones pequeñas descentralizadas se encuentra estancado debido a la inestabilidad económica, registrándose una marcada desaceleración de las ventas en el sector. En cuanto a precios de sistemas llave en mano, estos se encuentran, según la potencia de instalación, en torno a 0,7 USD/W para sistemas de aproximadamente 200 kW, 1 USD/W para sistemas de 100 kW y 1,5 USD/W para instalaciones de 2 kW¹¹, reflejando las economías de escala en los costos de instalación y las condiciones locales de mercado.

Estos descensos de precios y su consolidación en rangos más accesibles para distintos segmentos explican, en parte, la expansión sostenida de la generación distribuida en diversas regiones y la incorporación de nuevos actores en los sistemas eléctricos, aunque en contextos locales de inestabilidad económica, como el caso de Santa Fe en 2025, se observan retrocesos y estancamientos temporales en el mercado de instalaciones pequeñas.

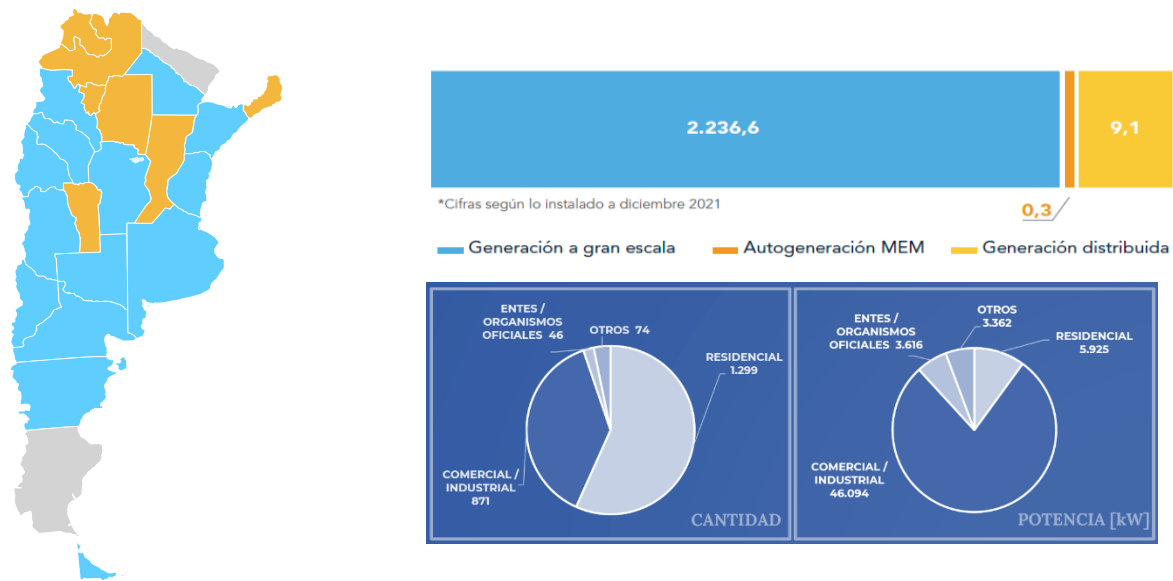
En Argentina, la GDER ha seguido un proceso de institucionalización gradual y fragmentado. En 2013, la provincia de Santa Fe fue la primera en reglamentar este modelo de generación distribuida, dando lugar a las primeras experiencias de GDER conectada a la red bajo un esquema regulado (EPE, 2013). Posteriormente, Salta, San Luis, Neuquén y Mendoza avanzaron con marcos regulatorios provinciales entre 2014 y 2015, conformando una primera etapa de impulso a esta modalidad en el país. A nivel nacional, en 2017 se sancionó la Ley N° 27.424, que estableció el Régimen de Generación Distribuida de Energías Renovables con alcance federal, permitiendo a usuarios residenciales, comerciales e industriales inyectar

¹¹ En todos los casos al precio debe incorporarse el impuesto al valor agregado (IVA)

excedentes de energía renovable a la red con medidores bidireccionales y condiciones de remuneración específicas bajo un modelo *net metering*.

Tal como se aprecia en la Figura 27 hacia finales de 2024 el Régimen de Generación Distribuida (Ley 27.424) contaba con 18 jurisdicciones adheridas y 330 distribuidoras y cooperativas inscriptas en la plataforma nacional, alcanzando un total de 2.290 prosumidores con una potencia instalada de 0,059 GW (Secretaría de Energía, 2025). Cabe mencionar que las provincias de Santa Fe y Santiago del Estero, si bien se encuentran adheridas al régimen nacional, aún no registran distribuidoras inscriptas en dicha plataforma, aunque el caso de Santa Fe cuentan con una potencia instalada considerable bajo regímenes provinciales preexistentes que no se contabilizan en este registro¹². Esta situación refleja la coexistencia de marcos normativos y la fragmentación institucional que caracteriza el desarrollo de la generación distribuida en Argentina, donde subsisten esquemas provinciales paralelos al régimen nacional y se observan diferencias en los niveles de implementación entre jurisdicciones.

Figura 27: Estado GDER en Argentina. Adhesión, potencia y sectores.



Fuente: elaboración propia

Del total de instalaciones en el país, según esta información parcial, el 60% corresponde al sector residencial en cantidad de prosumidores, mientras que el 80% de la potencia instalada se concentra en cinco jurisdicciones: Córdoba, Buenos Aires, Ciudad de Buenos Aires, San Juan y Entre Ríos. A pesar de este crecimiento relativo, la generación distribuida continúa

¹² A julio de 2025, 1.325 prosumidores totalizando 8,2 MW de potencia instalada, ocupando el 3er lugar luego de Córdoba (21,3 MW) y Buenos Aires (12,4 MW).

representando una proporción muy reducida del total de la capacidad fotovoltaica instalada en el país.

Cabe destacar que en Argentina la distribución sectorial de la generación distribuida presenta una mayor potencia instalada en el sector comercial e industrial, aunque en cantidad de instalaciones predomina el sector residencial. Asimismo, durante 2024 se amplió el tope de potencia para proyectos bajo el Régimen de Generación Distribuida de 2 MW a 12 MW, habilitando a hogares, edificios, industrias y PyMEs a ampliar la potencia a instalar, y se incorporaron nuevas categorías de usuarios-generadores como los “comunitarios” y colaborativos” (Chemes et al., 2024), lo que abre posibilidades para la expansión del segmento en los próximos años.

En el siguiente capítulo se abordarán cuestiones relacionadas con el modo de facturar la energía eléctrica, la estructura del sistema eléctrico argentino y el rol de las distribuidoras, retomando la importancia de estas y del VAD en la sostenibilidad y expansión de la generación distribuida.

Capítulo 4

4. El sistema eléctrico argentino y santafesino

El objeto de estudio de esta investigación es el programa PROSUMIDORES, una política pública que incentiva la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en Santa Fe. Como se desarrollará en el capítulo siguiente, este programa, en primera instancia fue dirigido solo a usuarios residenciales y en otro período para otros tipos de usuarios de energía eléctrica.

Para situar el mapa de actores que intervienen en PROSUMIDORES es conveniente desarrollar cómo se compone el sistema eléctrico argentino y en ese contexto el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y donde se posiciona la distribuidora de energía de la provincia de Santa Fe (EPE), además de cómo esta factura el servicio eléctrico a sus usuarios.

4.1. El mercado eléctrico mayorista en Argentina

El MEM en Argentina se instauró mediante la Ley Nacional N° 24.065 del 19 de diciembre de 1991, normativa derivada de las reformas neoliberales que incluyeron al sector energético en América Latina durante la década de 1990. Este proceso se vincula directamente con el Plan Brady, lanzado en 1989 por el secretario del Tesoro de Estados Unidos, Nicholas Brady, que ofrecía reestructurar la deuda de los países latinoamericanos con la condición de avanzar en la privatización de empresas estatales, entre ellas las energéticas (Garrido y Ruggeri, 2017; Kazimierski, 2020; Ruggeri, 2025).

La reforma energética en Argentina tuvo como característica central la desintegración vertical de las tres actividades básicas del sistema eléctrico: generación, transporte y distribución, y la fragmentación de empresas estatales como Agua y Energía Eléctrica, HIDRONOR y SEGBA¹³. En este marco se creó la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA), responsable de coordinar el despacho técnico-económico de cargas y administrar las transacciones del mercado (Ruggeri y Garrido, 2019).

El MEM fue diseñado siguiendo la lógica del modelo inglés de reestructuración del mercado eléctrico, orientado a incrementar la competencia como vía para mejorar la eficiencia, utilizando precios marginales y un esquema de despacho económico centralizado. Sin embargo, este modelo fracasó en Inglaterra y rápidamente migró hacia otras formas de organización,

¹³ Agua y Energía Eléctrica (AyEE) fue una empresa estatal argentina dedicada a la generación, transporte y distribución de energía eléctrica e infraestructura de agua; HIDRONOR (Hidroeléctrica Norpatagónica) era una empresa estatal encargada de operar centrales hidroeléctricas en la Patagonia; y SEGBA (Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires) era la empresa estatal responsable de la distribución de electricidad en la región metropolitana de Buenos Aires. Estas empresas conformaban la estructura pública del sistema eléctrico argentino antes de su fragmentación y privatización en la década de 1990.

mientras que en Argentina se mantuvo instaurado aunque con diversos controles e intervenciones del Estado en materia de subsidios a la energía e intervenciones para regular el mercado. Este modelo se fundamentaba en la expectativa de que los capitales privados realizaran inversiones para introducir tecnologías de generación más eficientes, ampliando la oferta, reduciendo los precios de la energía y mejorando la disponibilidad de las máquinas (Garrido y Ruggeri, 2017).

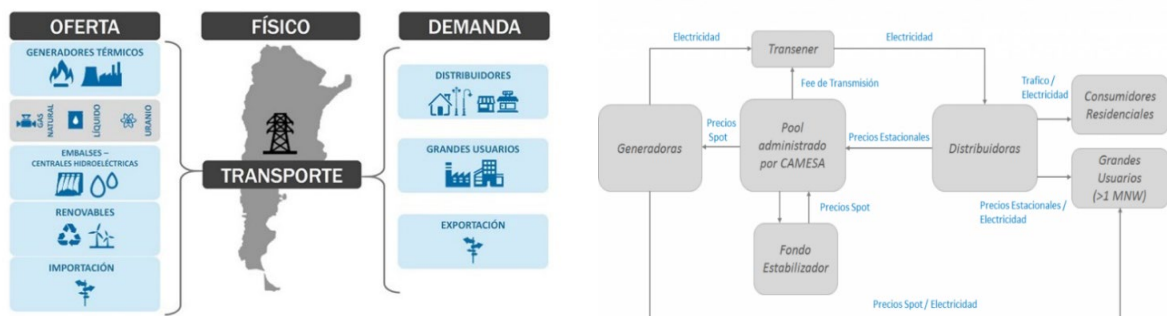
CAMMESA, conformada como sociedad anónima sin fines de lucro con participación mayoritaria del Estado nacional, está integrada por los agentes del MEM y el Estado, cumpliendo la función de coordinar el despacho económico de cargas y administrar las transacciones mediante dos mecanismos de comercialización:

- **Mercado a término**, donde generadoras, distribuidoras y grandes usuarios celebran contratos libremente pactados.
- **Mercado spot**, en el que cada generador oferta su precio, y CAMMESA despacha las centrales más económicas disponibles según la demanda horaria, abonándose a todos los generadores despachados el precio de la unidad más cara habilitada. Para las distribuidoras y grandes usuarios, la energía se adquiere a un precio estacional que promedia los precios horarios y se actualiza trimestralmente.

El MEM se estructura con los siguientes actores:

- **Generadores**, que producen energía bajo un esquema de competencia regulada.
- **Transportistas**, responsables del transporte de la energía (por ejemplo, Transener S.A.), operando como monopolios naturales regulados.
- **Distribuidores**, empresas públicas, privadas o cooperativas que abastecen a diversos usuarios con tarifas reguladas.
- **Grandes usuarios**, que pueden adquirir energía directamente en el MEM, a diferencia de los usuarios residenciales que solo pueden hacerlo a través de las distribuidoras.

Figura 28: Actores del MEM y su relación con distribuidoras.



Actores del MEM

MEM y su relación con las compañías distribuidoras

En cuanto a la compra de energía en el MEM, los Grandes Usuarios (GUMA) del MEM están habilitados para contratar de forma directa con los generadores mediante contratos de abastecimiento a término, pactando precios y condiciones específicas según su perfil de demanda y condiciones de mercado. Esta operatoria se realiza bajo la supervisión de CAMMESA, conforme a los procedimientos establecidos para garantizar su integración al despacho y a la liquidación de transacciones (CAMMESA, 2024).

Si bien la normativa vigente permite que las distribuidoras celebren contratos a término con generadores, esta práctica no se ha generalizado, dado que el precio de la energía adquirida a través del MEM bajo modalidad de precio estacional estabilizado se encuentra subsidiado, lo que la convierte en una opción más conveniente en términos económicos¹⁴. Por ejemplo, según información obtenida mediante entrevistas y triangulada con documentación, la EPE de Santa Fe no realiza transacciones directas con generadores, sino que compra energía al precio estabilizado del MEM, operando el Estado Nacional, a través de CAMMESA, como intermediario entre generadores y distribuidoras y garantizando el despacho económico y la facturación centralizada.

De acuerdo con “Los Procedimientos” operativos de CAMMESA (2024), las distribuidoras deben informar mensualmente su demanda proyectada y efectuar los pagos correspondientes por la energía y la potencia adquiridas, recibiendo la energía en condiciones técnicas que garanticen la continuidad y la calidad del servicio. Este esquema asegura la coordinación entre generación, transporte y distribución, manteniendo el principio de despacho económico centralizado y posibilitando la aplicación de subsidios a las tarifas residenciales y de pequeños comercios, los cuales resultan determinantes en la estructura tarifaria vigente.

Asimismo, la lógica administrativa de compra, cobro y pago en el MEM se organiza a través de CAMMESA, quien centraliza la facturación de las transacciones de energía: los generadores informan su energía generada, los transportistas reportan el transporte realizado, y las distribuidoras y grandes usuarios informan su demanda consumida. CAMMESA emite liquidaciones mensuales a cada agente, donde cobra a los distribuidores y grandes usuarios por la energía y potencia adquiridas y luego paga a los generadores y transportistas por la energía entregada y los servicios de transporte prestados, descontando costos operativos y tasas asociadas. Este sistema permite asegurar el flujo de pagos dentro del MEM, coordinar técnica

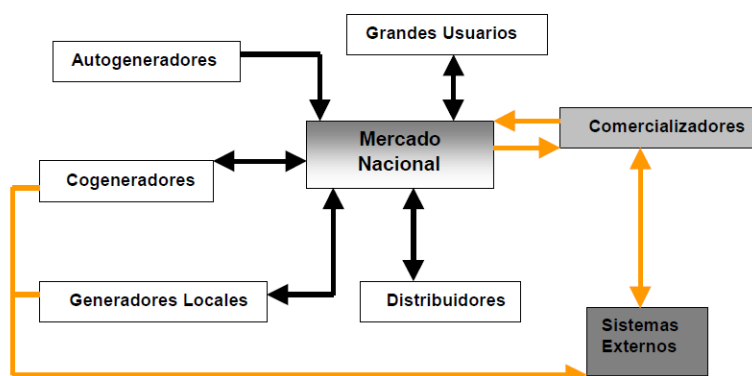
¹⁴ Con la caída de la convertibilidad los contratos dejaron de ser relevantes.

y financieramente las transacciones y mantener la estabilidad de la cadena de pagos en un esquema centralizado con participación estatal (CAMMESA, 2024)¹⁵.

En el MEM participan diversos actores con funciones específicas: los autogeneradores, cogeneradores, generadores, transportistas, distribuidores, grandes usuarios, comercializadores y sistemas externos¹⁶.

La Figura 29 ilustra la operatoria del Mercado Spot, donde autogeneradores, cogeneradores y generadores locales inyectan electricidad al sistema nacional, administrado por CAMMESA, que coordina el despacho según costos marginales. La energía se distribuye a grandes usuarios y a las distribuidoras, que desempeñan un rol central como garantes de la provisión del servicio, articulando entre el MEM y los usuarios finales, asegurando la calidad y continuidad del suministro en todo el territorio. Además, comercializadores y conexiones con sistemas externos permiten el intercambio internacional de energía según las necesidades del sistema.

Figura 29: Operatoria del mercado spot



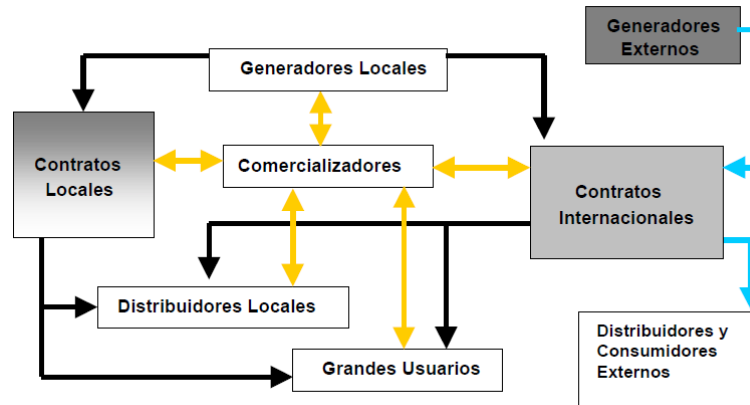
La Figura 30 del “Mercado a Término” representa las transacciones mediante contratos entre generadores, grandes usuarios, comercializadores y distribuidoras, estableciendo precios y condiciones de manera bilateral, otorgando previsibilidad a las partes y complementando las operaciones del mercado spot. Este mercado también contempla contratos internacionales con generadores y consumidores externos, habilitando el comercio eléctrico transfronterizo como parte de la arquitectura descentralizada del MEM. Las distribuidoras mantienen un papel destacado como articuladoras entre el mercado y los consumidores, mientras los

¹⁵ Esto no funciona como tal actualmente ya que el sistema se sostiene no por esas transacciones sino por los aportes del tesoro nacional.

¹⁶ Los autogeneradores son usuarios que producen energía para autoconsumo con posibilidad de inyectar excedentes al sistema (distinto de los prosumidores que se habló en el capítulo anterior); los cogeneradores son instalaciones que producen simultáneamente energía eléctrica y térmica, aportando excedentes al sistema interconectado; los generadores son empresas dedicadas a la producción de energía para su venta en el mercado; los transportistas operan las redes de alta tensión como monopolios naturales regulados; los distribuidores entregan energía a usuarios residenciales y comerciales con tarifas reguladas; los grandes usuarios compran energía directamente en el mercado o a generadores; los comercializadores actúan como intermediarios de compra y venta de energía; y los sistemas externos permiten la importación y exportación de electricidad.

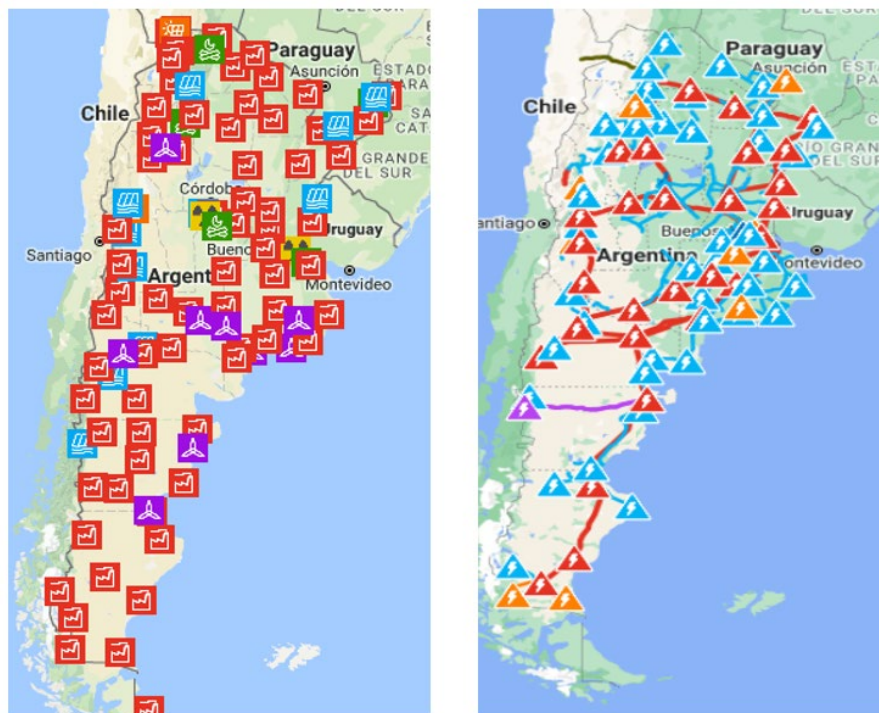
comercializadores facilitan las transacciones, adaptándose a variaciones de precios y necesidades de consumo.

Figura 30: *Operatoria del mercado a término*



El sistema se encuentra distribuido en todo el territorio nacional y CAMMESA opera este sistema desde Pérez, Santa Fe. En la Figura 31, a partir de análisis y selección de información que brinda el sistema de información geográfica de la secretaría de energía, se muestran las centrales de generación de energía eléctrica a la izquierda (distinguiendo sus fuentes por íconos y colores, rojo centrales térmicas fósiles, celestes centrales hidroeléctricas, violeta centrales eólicas, verdes biomasa, naranja solar fotovoltaica y amarillo centrales nucleoelectricas) y a la derecha las líneas de alta tensión y las estaciones transformadoras.

Figura 31: *Mapas de centrales de generación, transporte y transformación de energía*



Fuente: SIG energía.

En este contexto, resulta relevante destacar la tesis doctoral de Ruggeri (2025), quien analiza en detalle la trayectoria de CAMMESA entre 1992 y 2019 como una tecnología de organización, demostrando cómo esta entidad se consolidó como actor central en la gestión técnica y económica del MEM, articulándose con distintas fases de intervención estatal, crisis sectoriales y marcos de acumulación. Este trabajo aporta evidencia empírica valiosa para comprender cómo CAMMESA, a pesar de haber surgido en el marco de políticas de liberalización, se constituyó con una fuerte participación del Estado nacional, asegurando la operatividad y administración técnica del mercado en un esquema híbrido entre mercado y regulación estatal (Ruggeri, 2025).

4.2. Distribución de electricidad en Santa Fe

4.2.1. EPE: La Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe

A comienzos del siglo XX, el sector eléctrico presentaba una expansión limitada, en un contexto de modelo agroexportador que no incentivaba el desarrollo industrial ni el crecimiento de la demanda energética. En ese período, la prestación del servicio eléctrico se encontraba fragmentada y en gran medida en manos de capitales extranjeros, caracterizándose por la falta de planificación centralizada y limitaciones en el acceso a la electricidad en zonas rurales y de baja densidad poblacional.

En 1947 se creó Agua y Energía Eléctrica (AyE), empresa pública nacional dedicada a la producción, distribución y comercialización de energía eléctrica, además de la construcción de obras de infraestructura hidráulica. Con el golpe de Estado de 1955 se interrumpieron estos procesos de expansión del servicio eléctrico a nivel nacional y provincial. En 1960, con la sanción de la Ley Provincial N° 5189, se creó la Dirección Provincial de la Energía (DPE), transfiriéndose a la provincia las responsabilidades de generación, transporte y distribución, priorizando la electrificación rural en una provincia con fuerte presencia agropecuaria. Las cooperativas eléctricas, como las de Armstrong y Carcarañá, participaron en la expansión de la red eléctrica, articulando un modelo con participación comunitaria (EPE, 2010; Rezza, 2013).

Durante la dictadura iniciada en 1976 se impulsaron procesos de recentralización y desmantelamiento de empresas públicas, afectando la estructura de AyE y derivando en la transferencia de servicios a las provincias sin financiamiento suficiente, lo que condicionó la disponibilidad de recursos para sostener el servicio en Santa Fe (EPE, 2010, p. 11). En 1986, mediante la Ley N° 10.014, se creó formalmente la EPE, reemplazando a la DPE y otorgándole personería jurídica de derecho público con plena autarquía administrativa, industrial, financiera y comercial (EPE, 2010, p. 12). El Directorio incorporó representación de trabajadores y de

cooperativas eléctricas, garantizando la participación de diversos actores vinculados al servicio eléctrico en la toma de decisiones.

En sus primeras décadas de funcionamiento, la EPE atravesó crisis económicas, cambios en políticas energéticas nacionales y procesos de tentativa de privatización. Actualmente es la tercera distribuidora del país en términos de usuarios, detrás de las empresas que operan en el Área Metropolitana de Buenos Aires (EPE, 2010, p. 13). El rol de organizaciones sindicales, cooperativas y la comunidad resultó relevante en la defensa de la EPE como empresa estatal, evitando procesos de privatización y manteniendo la vigencia de la Ley N° 10.014 como carta orgánica de la empresa (EPE, 2010, p. 14).

4.2.2. Organización interna y sistema de sucursales

La estructura institucional de la EPE está conformada por un Directorio encargado de la gestión y supervisión administrativa, con áreas funcionales de Operaciones, Ingeniería, Comercialización, Administración y Finanzas, Asuntos Jurídicos y Recursos Humanos, para la administración y operación del servicio eléctrico.

La organización territorial se estructura en tres Gerencias de Área (Norte, Centro y Sur) con funciones de operación técnica, mantenimiento de redes y atención comercial, coordinadas con la sede central.

La EPE, junto a 60 cooperativas ubicadas en distintos puntos de la provincia, presta el servicio eléctrico en más de 365 municipios, comunas y parajes rurales, alcanzando a un total de 1.381.369 usuarios, de los cuales 1.378.048 corresponden a pequeñas demandas y 3.321 a grandes demandas. La dotación de la empresa incluye 3.957 agentes distribuidos en trece sucursales comerciales definidas según criterios de agrupamiento geográfico, características poblacionales, actividad industrial, superficie y perfil de usuarios atendidos. Estas sucursales están integradas por 39 agencias territoriales y 111 oficinas comerciales distribuidas en todo el territorio provincial, permitiendo articular la gestión central con la atención local del servicio (EPE, 2024).

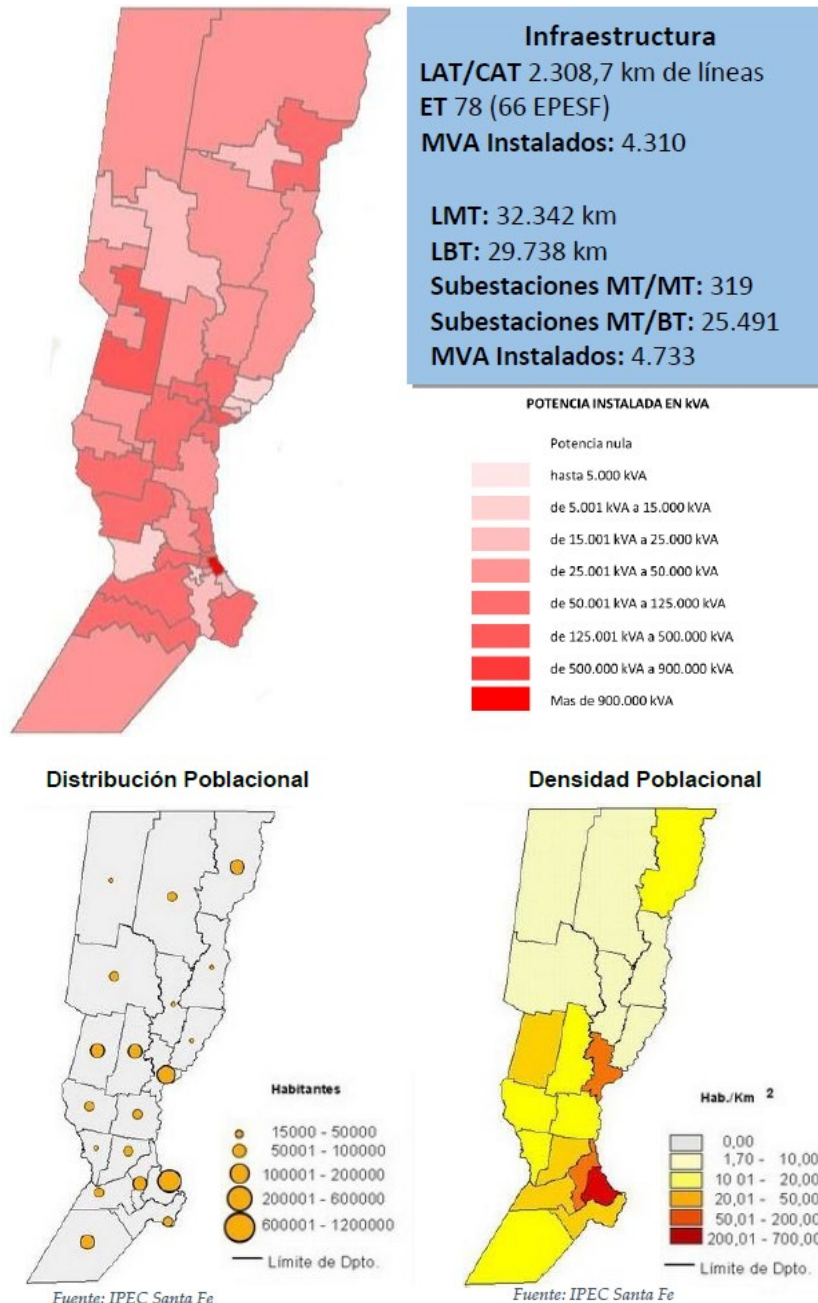
4.2.3. Infraestructura y demanda eléctrica

El sistema de transmisión, transformación y distribución de la EPE está conformado por 78 estaciones transformadoras de alta y media tensión, de las cuales 66 pertenecen a la EPE en 132 kV, 11 son de terceros en 132 kV y 1 de terceros en 220 kV, con una potencia instalada de 4.310 MVA (EPE, 2024). Estas estaciones se encuentran interconectadas a través de 2.308,7 km de redes de alta tensión en 132 kV y 220 kV (ver Figura 33).

El sistema de subtransmisión en 33 kV cuenta con 319 subestaciones transformadoras de 33/13,2 kV, mientras que la red de distribución de media tensión abarca 32.342 km en niveles

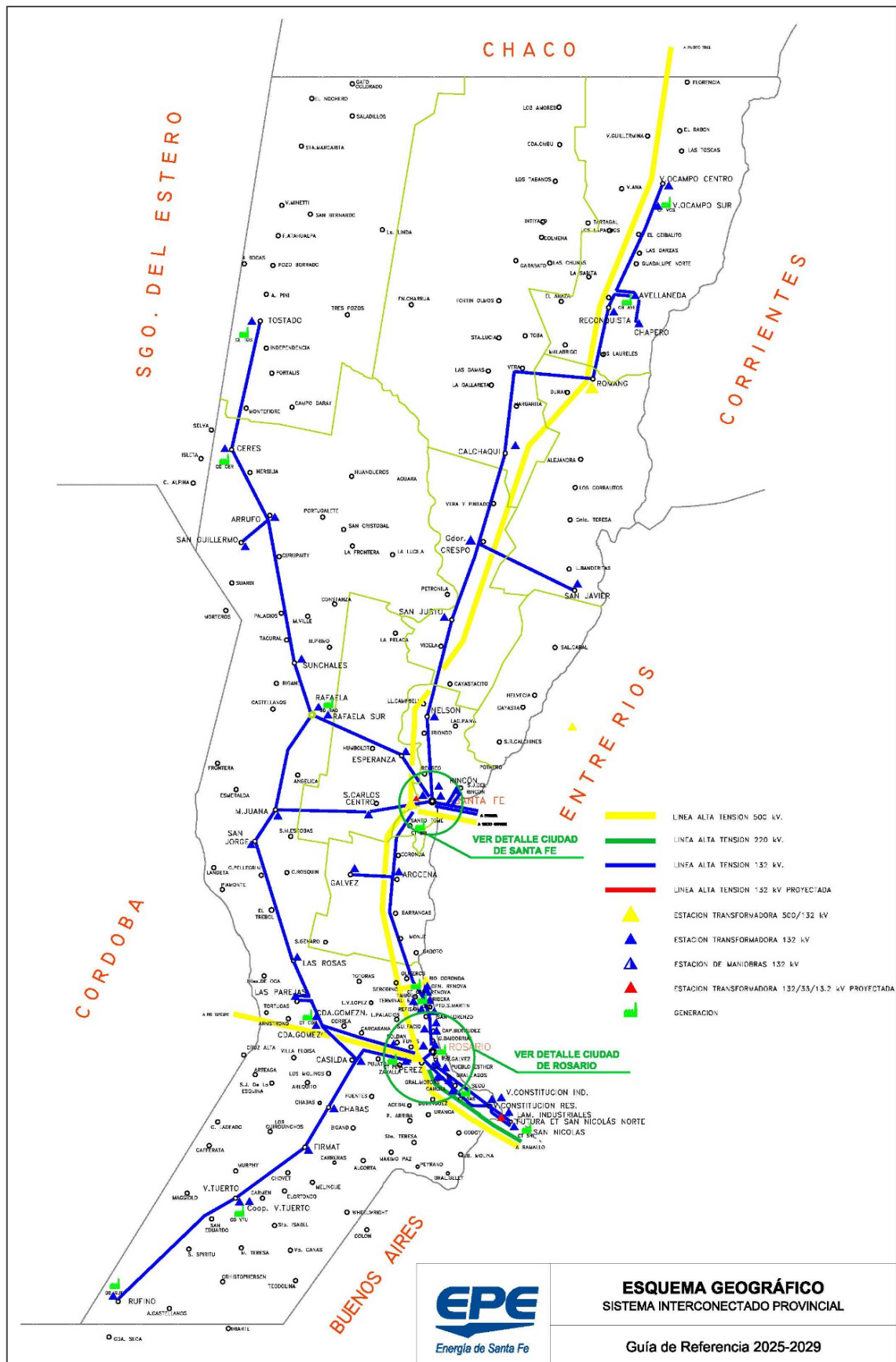
de 33, 13,2 y 7,62 kV, con 25.491 subestaciones MT/BT en servicio (EPE, 2024). La red de baja tensión comprende 29.738 km de líneas de distribución, que incluyen tendido convencional aéreo, subterráneo y preensamblado (ver Figura 32).

Figura 32: Representación de la Potencia Instalada en kVA en la Provincia de Santa Fe



Fuente: (EPE,2024)

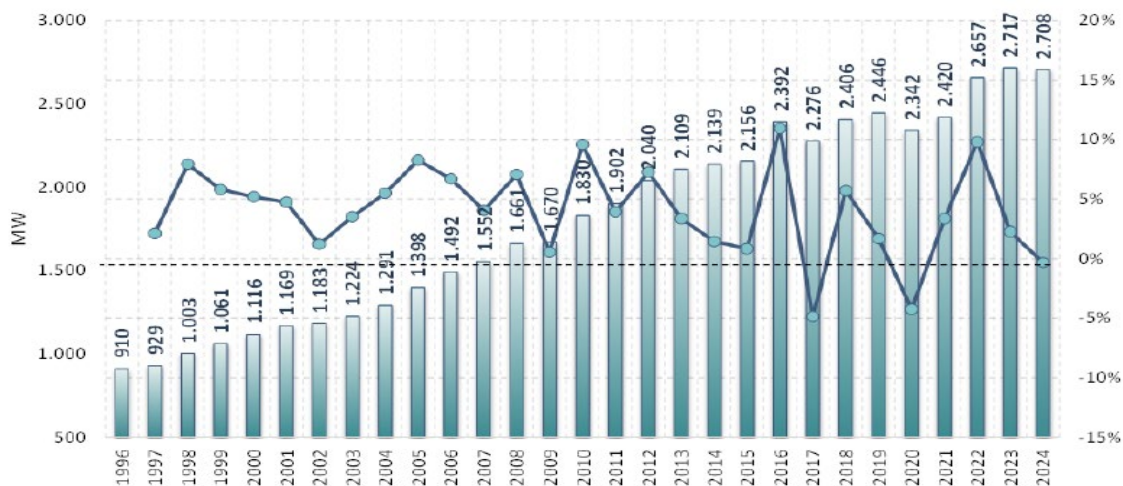
Figura 33: Líneas y estaciones transformadores de EPE



En cuanto a la demanda de potencia por área, el Sistema Sur de la provincia concentra aproximadamente el 70% de la demanda total, destacándose la ciudad de Rosario con el 30% de la demanda provincial. El Sistema Centro/Norte concentra el 23% de la demanda, con la ciudad de Santa Fe representando el 10% del total, mientras que el Sistema Oeste representa un 7% de la demanda provincial.

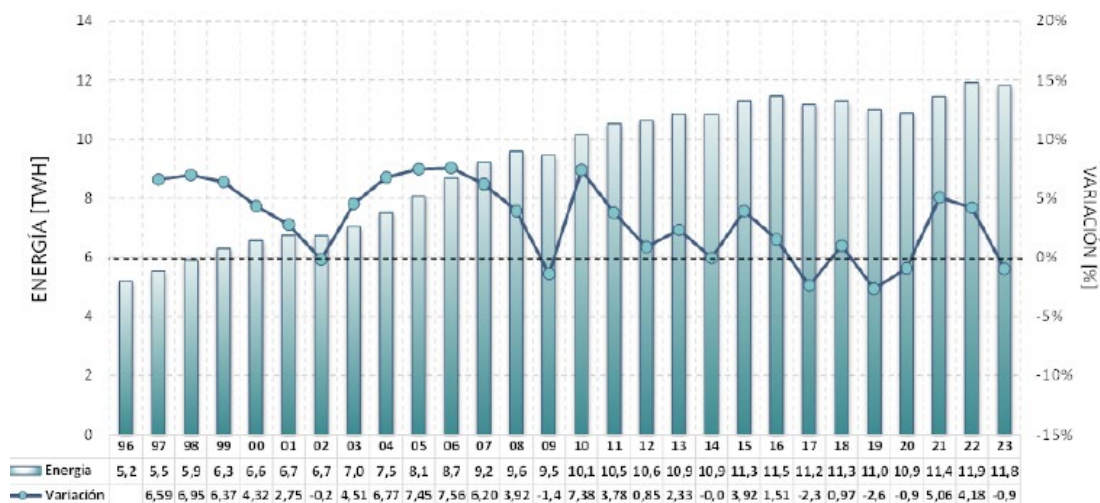
La evolución histórica de la potencia máxima anual del Sistema Interconectado Provincial (SIP) entre 1996 y 2024 se muestra en la Figura 34. La demanda de potencia máxima se observa principalmente en los meses de verano, con un incremento por la demanda residencial. En relación con la energía operada, la evolución anual entre 1996 y 2023 se presenta en la Figura 35. Durante 2023, la energía operada en el SIP presentó una reducción del 1% respecto al año anterior (EPE, 2024).

Figura 34: Evolución de la potencia



Fuente: (EPE,2024)

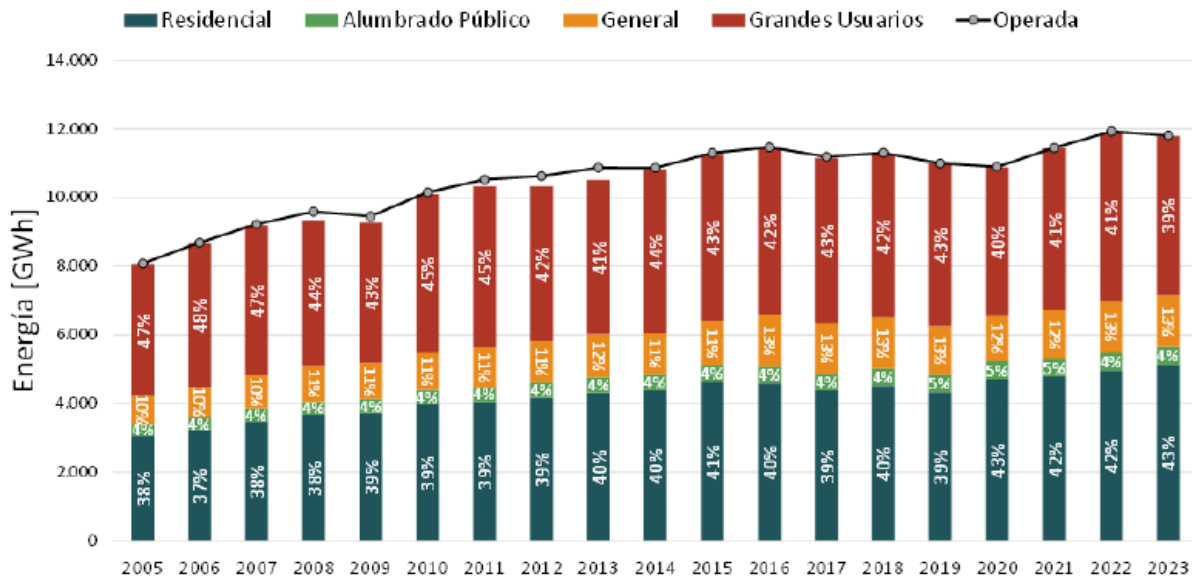
Figura 35: Evolución de la energía



Fuente: (EPE,2024)

La **Figura 36** presenta en detalle la evolución anual de la energía operada desagregada por tipo de usuario para el período 2005-2023. El gráfico permite observar las proporciones de participación de los distintos sectores de demanda en el total de energía operada, distinguiéndose los consumos residenciales, de alumbrado público, general y de grandes usuarios. Se visualiza el crecimiento sostenido de la energía operada a lo largo de los años, con variaciones anuales asociadas a factores estacionales y a la evolución del consumo eléctrico provincial. La categoría residencial muestra un peso significativo en el total operado, seguida por los grandes usuarios, mientras que las categorías de alumbrado público y general presentan una participación estable. Este desglose permite analizar cómo se distribuye la demanda entre los diferentes tipos de usuarios y evaluar tendencias en el consumo energético en la provincia de Santa Fe (EPE, 2024).

Figura 36: Evolución de energía por tipo de usuario



Fuente: (EPE,2024)

La EPE de Santa Fe presta servicio eléctrico a un conjunto de usuarios caracterizado por una alta participación del sector residencial, que representa el 86% del total de usuarios atendidos. Sin embargo, este peso en cantidad de usuarios contrasta con el consumo de energía, donde este segmento alcanza cerca del 31% de la energía total demandada en la provincia, y con el nivel de facturación, donde aporta aproximadamente el 31% de los ingresos de la empresa (ver Figura 37 (EPE, 2024)). Esta configuración evidencia que la estructura de consumo eléctrico en Santa Fe se distribuye de manera heterogénea entre tipos de usuarios, con una fuerte presencia de grandes demandas en el consumo de energía y en la facturación, a pesar de representar un porcentaje menor en cantidad de usuarios. Este escenario se complejiza por la dispersión

geográfica de los usuarios en la provincia, ya que la EPE opera en más de 365 municipios, comunas y parajes rurales, lo que implica una prestación del servicio en un territorio amplio y con distintas densidades poblacionales, en contraste con otras distribuidoras que concentran sus usuarios en áreas urbanas densas.

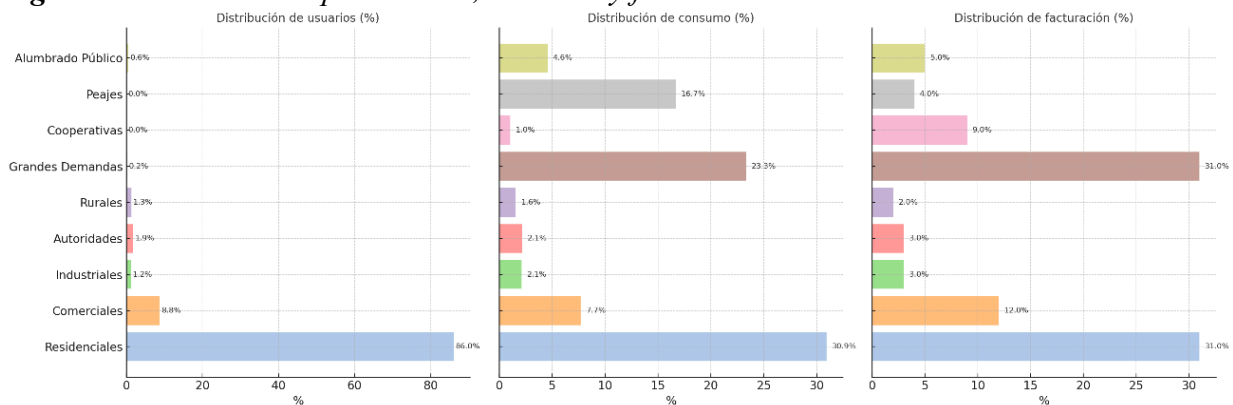
Tabla 9: Comparación de densidad de usuarios de energía eléctrica por distribuidora

Empresa	Área	Total Usuarios	Dotación	Usuarios/km2
	[km2]			
EDENOR	4.637	3.255.800	4.668	702,1
EDESUR	3.304	2.634.187	4.236	797,3
EPESF	133.696	1.326.276	3.957	9,9

Fuente: (EPE, 2024)

Los gráficos de la Figura 37 sintetizan esta información, permitiendo visualizar de forma complementaria la proporción de usuarios, la distribución de la demanda y la facturación por tipo de usuario en la provincia de Santa Fe (EPE, 2024).

Figura 37: Distribución por usuario, consumo y facturación



Fuente: elaboración propia a partir de (EPE, 2024)

4.2.4. Cooperativismo eléctrico en Argentina y Santa Fe

En Argentina, el cooperativismo eléctrico representa una forma de organización social y productiva con fuerte presencia en provincias como Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires, donde se concentra una parte importante de las más de 500 cooperativas activas en la distribución de energía eléctrica (Vitale, 2010). Este modelo ha posibilitado garantizar el acceso a la energía en zonas rurales y localidades de baja densidad poblacional, desempeñando un rol relevante en la integración de las economías locales y en la provisión de un servicio esencial en regiones donde las empresas privadas o estatales centralizadas no han tenido incentivos de mercado para expandir las redes eléctricas (Garrido et al., 2013).

Hasta mediados de la década de 1960, las cooperativas eléctricas también participaron de manera activa en la generación de energía en territorios desconectados del sistema interconectado, aunque la expansión de las redes de transporte y la consolidación de

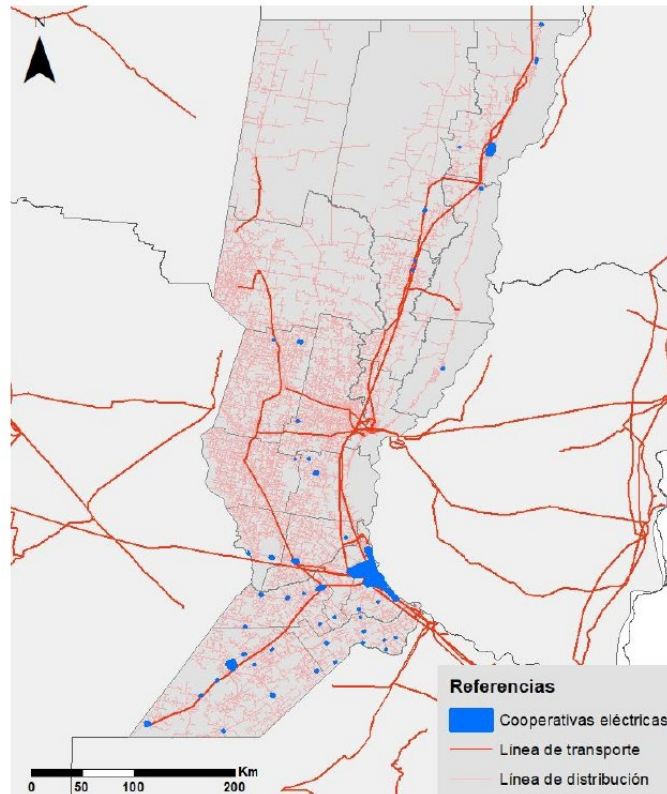
infraestructuras de mayor capacidad redujeron progresivamente su rol como generadoras, por la dificultad de sostener la operación local frente a costos crecientes de mantenimiento y la necesidad de adquirir energía de sistemas interconectados (Carrizo et al., 2014). Actualmente, operan principalmente como distribuidoras, abarcando aproximadamente un 30% del mercado fuera del Área Metropolitana de Buenos Aires y alcanzando coberturas superiores al 50% en las zonas rurales del país, demostrando así su relevancia en el sistema eléctrico argentino (Garrido et al., 2013).

Las federaciones de cooperativas, como Federación Argentina de Cooperativas de Electricidad (FACE), Federación de Cooperativas Eléctricas de la Provincia de Buenos Aires (FEDECOBA), Federación de Cooperativas Eléctricas y de Obras y Servicios Públicos de Córdoba (FECESCOR), Federación de Cooperativas Eléctricas de Misiones (FECÉM) y la Federación Santafesina de Cooperativas de Electricidad (FESCOE), cumplen un rol articulador entre las entidades de base, facilitando la representación política, la planificación de obras de infraestructura, la formación de recursos humanos y la adquisición de equipamiento para sostener el servicio en condiciones de calidad y equidad (Kazimierski, 2023).

En este marco, la experiencia del cooperativismo eléctrico en Santa Fe adquiere relevancia particular por su articulación con la EPE y su inserción territorial en 60 localidades donde se encargan de la distribución de energía adquirida a la EPE, abarcando usuarios residenciales, comerciales e industriales, y extendiéndose a servicios de electrificación rural en zonas aledañas (ver Figura 38). El modelo santafesino mantiene el principio de propiedad colectiva de los usuarios, quienes son a la vez propietarios de las cooperativas, promoviendo un esquema de gestión democrática y reinversión de excedentes en la mejora del servicio (Kazimierski, 2023). Sin embargo, aunque se enfatiza la lógica de colaboración, en la práctica pueden presentarse desafíos vinculados a las dinámicas internas, las relaciones con actores locales y las capacidades de gestión de cada cooperativa, generando tensiones en la representación de los intereses de la comunidad y en los procesos de toma de decisiones.

Este entramado cooperativo se ha articulado en ocasiones con municipios que encuentran en las cooperativas un aliado técnico y operativo para garantizar la provisión del servicio eléctrico, lo que se convierte en un componente relevante para las políticas de desarrollo energético local, además de brindar otros servicios como telefonía, internet, agua, sepelio entre otros.

Figura 38: Cooperativas eléctricas y red de EPE en la provincia de Santa Fe



Fuente: (Kazimierski, 2023 p.171)

4.2.5. Estructura tarifaria de la EPE: Tipos de usuarios y mecanismos de fijación de tarifas.

La EPE organiza su estructura tarifaria de acuerdo con categorías de usuarios definidas por la potencia contratada, el nivel de tensión de suministro y el tipo de demanda, diferenciando entre usuarios residenciales, comerciales, industriales, organismos oficiales, rurales y de grandes demandas (EPE, 2019). El régimen tarifario establece que las Pequeñas Demandas comprenden a aquellos usuarios cuya demanda de potencia máxima es menor a 20 kW, y que reciben suministro en baja tensión (220/380V). Este grupo incluye la mayoría de los usuarios residenciales y pequeños comercios e industrias, aunque determinados consumos específicos pueden mantenerse en esta categoría según las condiciones de conexión y la infraestructura disponible.

Por su parte, las Grandes Demandas (GD) abarcan a los usuarios cuya demanda máxima iguale o supere los 20 kW, y se subdividen en categorías en función de la potencia contratada, considerando además el nivel de tensión de conexión. Los contratos de GD pueden realizarse en baja tensión (≤ 1 kV) o en media tensión (13,2 kV), y se aplican cargos desagregados por potencia contratada y energía consumida, ambas medidas y facturadas por franjas horarias (resto: 23:00 a 18:00, valle: 0:00 a 6:00, pico: 18:00 a 23:00), además de otros cargos como

penalizaciones por el factor de potencia¹⁷ (relación entre energía reactiva y activa) cuando no se mantiene dentro de los valores requeridos por el régimen tarifario (EPE, 2019).

Tabla 10: Categorías de usuarios de EPE y su margen de potencia contratada

Categoría	Margen de potencia contratada	Nivel de tensión
Pequeñas Demandas	< 20 kW	Baja tensión (≤ 1 kV)
GD1	20 kW a 50 kW	Baja tensión (≤ 1 kV) / Media tensión
GD2	50 kW a 300 kW	Baja tensión (≤ 1 kV) / Media tensión
GD3	300 kW a 500 kW	Baja tensión (≤ 1 kV) / Media tensión
GD4	> 500 kW	Media tensión

La tarifa que abonan la categoría de pequeñas demandas de la EPE se compone de un conjunto de elementos que reflejan los costos de prestación del servicio y la estructura del sistema eléctrico en la provincia. En primer lugar, se incluye un cargo fijo mensual, que debe ser abonado independientemente del nivel de consumo, y que está destinado a cubrir parte de los costos operativos asociados a la red de distribución, las tareas de mantenimiento, la atención al usuario y los gastos administrativos relacionados con la facturación y el servicio comercial de la distribuidora. Este cargo asegura el sostenimiento de la infraestructura eléctrica que posibilita la prestación continua del servicio, representando una porción de la tarifa que remunera la disponibilidad permanente del sistema eléctrico y los costos fijos de operación y gestión.

En segundo lugar, se aplica un cargo variable, calculado en función de la energía consumida y medida en kilovatios hora (kWh), estructurado en bloques o tramos con precios escalonados según el nivel de consumo¹⁸. Este cargo variable integra el costo de la energía adquirida en el MEM y el Valor Agregado de Distribución (VAD), que corresponde al componente que remunera a la distribuidora por el servicio de transporte y distribución de la energía a través de redes, transformadores, sistemas de protección y demás equipamientos. Es relevante aclarar que la EPE, como distribuidora, no vende energía como un producto final, sino que adquiere la energía en el MEM y traslada este costo al usuario final en modalidad de “pass-through” (traslado directo de costo), sin margen de ganancia sobre ese componente. El VAD, en cambio, representa los ingresos que la EPE destina al mantenimiento, operación y expansión de la red eléctrica, así como a cubrir sus costos de estructura y garantizar la calidad del servicio.

Finalmente, sobre la suma de estos conceptos, se adicionan otros componentes como el cargo por alumbrado público, cuando corresponde según la localidad, y los impuestos y tasas

¹⁷ La EPE exige un factor de potencia de 0,95. Para valores menores a 0,328 se bonifica hasta un límite de 3,75% sobre el importe total de energía activa consumida. Para valores superiores a 0,328 se aplica un recargo de 1,00% por cada centésimo o fracción superior a 0,005 sobre el mismo importe. Para valores superiores a 0,6 de factor de potencia se puede suspender el servicio.

¹⁸ primer bloque hasta 120 kWh, segundo de 121 a 250 kWh, y tercero más de 250 kWh, con precios crecientes en cada tramo.

nacionales, provinciales y municipales, entre los que se encuentra el IVA y contribuciones específicas establecidas por las jurisdicciones. De esta forma, la tarifa final que abona el usuario puede conceptualizarse como: Cargo fijo mensual + Cargo variable (energía MEM y VAD) + Alumbrado público + Impuestos, reflejando de manera transparente los distintos elementos que configuran el precio del servicio eléctrico residencial en la provincia de Santa Fe, permitiendo comprender cómo se estructura la factura y de qué modo cada componente está asociado al funcionamiento del sistema eléctrico y a la provisión segura y continua del servicio.

En la Figura 39 se observa una factura de la EPE para un usuario residencial; el recuadro resaltado 4 de la misma da cuenta de las tarifas que paga este usuario en función de su consumo de energía en función de tres segmentos. En ese monto allí expresado en \$/kWh se encuentra implícito el precio de la energía del MEM y el VAD de la distribuidora. En el recuadro 5 se aprecia los pesos que pagó ese usuario por cada escalón. En los recuadros restantes se puede distinguir el consumo del bimestre facturado (1), el consumo histórico bimestral (2), pagos por tasas e impuestos (7), el aporte por energías renovables según la Ley N° 12.692 (9) y el monto total abonado (8).

Figura 39: Factura de la EPE para usuario residencial de energía eléctrica

EPE
Energía de Santa Fe

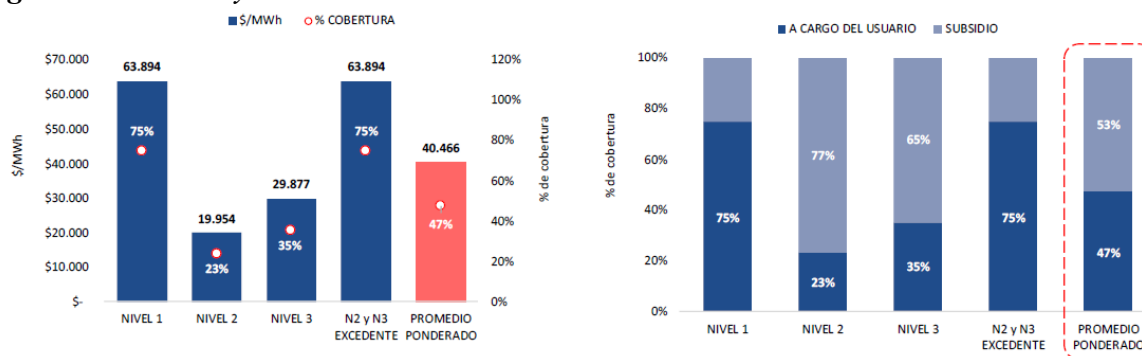
59: Factura de la EPE para usuario residencial de energía eléctrica

Dirección del Suministro							Fecha de Vencimiento		Importe			
AGUILAR 350							17/06/2015		\$****267,35			
Ger	Dist.	Plan	Ruta	Folio	D.S.	Periodo	Detalle de Facturación			Importe		
R	000	17	1896	11952	00	31/15	Cuota de servicio : 32,49755 \$/Mes			\$*****65,00		
Tarifa: 1 01 (1101)					Alta: 14/10/1980		Primeros 120 kWh (0,29228 \$/kWh)			\$*****35,07		
CODIGO ELECTRONICO DE PAGO							Segundos 120 kWh (0,37321 \$/kWh)			\$*****44,79		
LINK PAGOS - PAGOMISCUENTAS							Ultimos 50 kWh (0,68941 \$/kWh)			\$*****34,47		
285400302373							Importe Básico : \$*****179,33			\$*****1,08		
							Ley N.º 23681 (0,60% del Básico)			\$*****1,08		
							Ord. Mun. N.º 1592/62 (0,60% del Básico)			\$*****3,23		
							Ord. Mun. N.º 1618/62 (1,80% del Básico)			\$*****10,76		
							Ley N.º 7797 (6,00% del Básico)			\$*****27,41		
							Cuota de Alumbrado Público (C.A.P.)			\$*****43,42		
							CONSUMIDOR FINAL			\$*****91,00		
							(21,00% sobre básico más C.A.P.)					
							Ley N°12692 Energías Renovables					
Factor de Potencia:							Subtotal :			\$*****88,02		
Consumo Total: 290 kWh							TOTAL			\$*****267,35		
Evolución de Consumos kWh												
BIM 3/14	BIM 4/14	BIM 5/14	BIM 6/14	BIM 1/15	BIM 2/15							
270	264	241	470	437	497							

La EPE aplica, además, la segmentación tarifaria por nivel socioeconómico (N1, N2 y N3) establecida a nivel nacional, en la que N1 corresponde a usuarios de ingresos altos, N2 a usuarios de ingresos bajos y N3 a ingresos medios, afectando los subsidios en la porción de generación de la tarifa, mientras que el VAD y los costos de transporte y distribución se aplican de forma uniforme por categoría de consumo.

En relación con la segmentación tarifaria implementada por la EPE, es importante precisar que la distinción en N1, N2 y N3 se enmarca en la política de segmentación de subsidios a nivel nacional, establecida en el Decreto N° 332/2022 y normas complementarias Resoluciones 171/2025, 226/2025, 110/2025 y 36/2025 de la Secretaría de Energía, y adoptada en la provincia de Santa Fe en el marco de la coordinación con las distribuidoras provinciales. El Nivel 1 (N1) comprende a aquellos usuarios considerados de ingresos altos, que no perciben subsidios en el componente de generación de la tarifa, abonando el precio pleno de la energía adquirida en el mercado mayorista, mientras que los costos de transporte y distribución se aplican de manera uniforme con el resto de los usuarios de la misma categoría de consumo. Este grupo incluye a personas físicas o jurídicas con ingresos superiores a determinados umbrales establecidos por la normativa, o que poseen determinados indicadores patrimoniales. El Nivel 2 (N2) abarca a los usuarios categorizados como de bajos ingresos, quienes mantienen el subsidio pleno en la porción de generación, lo que significa que continúan pagando un precio significativamente menor por la energía consumida. Para calificar en N2, los usuarios deben cumplir con ciertos requisitos socioeconómicos que incluyen ingresos familiares por debajo de determinados valores, residencia en zonas vulnerables o la percepción de programas sociales. El Nivel 3 (N3) corresponde a los usuarios de ingresos medios, quienes reciben un subsidio parcial en el componente de generación de la tarifa, aplicándose un esquema de reducción gradual de subsidios con topes de consumo subsidiado por mes, a partir de los cuales se abona el precio pleno por la energía excedente (ver Figura 40).

Figura 40: Precios y coberturas en el MEM Residencial. 6/2025



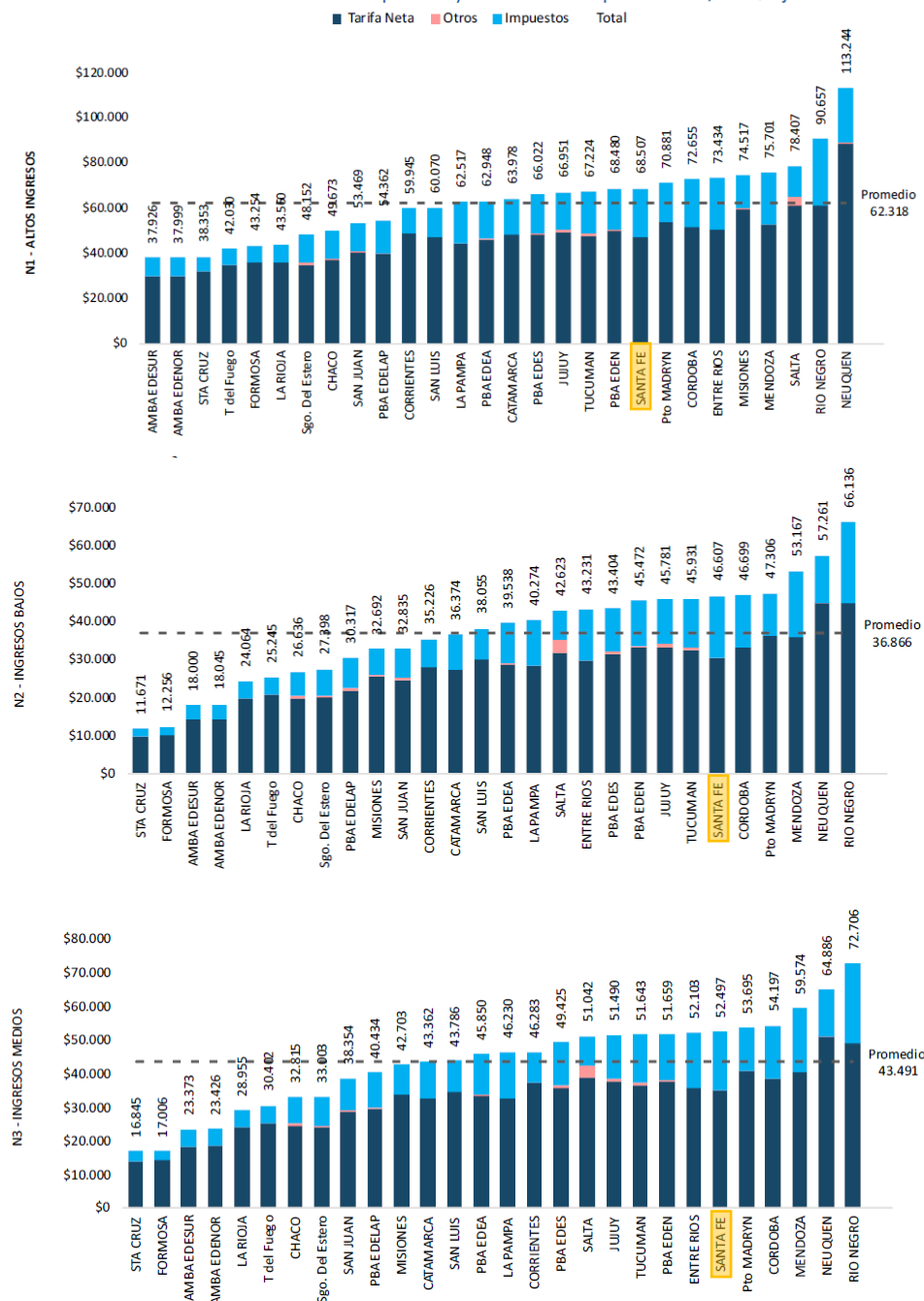
Fuente: IIEP, 2025

El Plan Estratégico de la EPE destaca que el proceso de fijación de tarifas tiene como objetivo garantizar la sustentabilidad del servicio, la calidad de las prestaciones y la transparencia en la estructura de costos, permitiendo la recuperación de inversiones y el mantenimiento de las redes en un contexto de crecimiento de la demanda y de diversificación de usuarios (EPE, 2010). Asimismo, para la determinación y actualización de las tarifas, incluida la porción

correspondiente al VAD, se realizan audiencias públicas que aseguran la participación de la ciudadanía y de los organismos de control, en cumplimiento de lo establecido por la Ley Orgánica de la EPE (Ley N° 10.014) y el Decreto Provincial N° 3209/2016, que reglamentan el procedimiento de convocatoria, garantizando el derecho de los usuarios a informarse y expresar opiniones en el proceso de modificación tarifaria.

En la Figura 41 se observa que Santa Fe se ubica cerca del promedio nacional en cada segmento, siendo los N1, sector de altos ingresos los más favorecidos relativamente.

Figura 41: Factura eléctrica con impuestos y sin descuentos por 265 kWh/mes (6/2025)



Fuente: (IIEP, 2025)

4.2.6. El Valor Agregado de Distribución

Como se detalló en el apartado anterior, el VAD constituye un componente central dentro de la estructura tarifaria que abonan los usuarios de pequeñas demandas en la provincia de Santa Fe. Este componente remunera el servicio de distribución eléctrica, cubriendo los costos de operación, mantenimiento y expansión de las redes, así como la atención comercial y la gestión integral que realiza la EPE para garantizar el suministro de energía con calidad, seguridad y continuidad. Asimismo, el VAD fue un elemento destacado en los debates sobre la generación distribuida en Santa Fe, dado que su estructura y lógica de aplicación inciden en la integración de sistemas de GDER y en los modelos económicos de las distribuidoras, cuestión que se abordará en el siguiente apartado de este capítulo y se retomará en el capítulo 5 de estudio del caso PROSUMIDORES.

El VAD cobra especial relevancia en las categorías de pequeñas demandas, estos usuarios están bajo un esquema tarifario de tipo monómico, en el que la facturación no distingue entre energía y potencia, sino que se cobra en función de bloques de consumo (kWh). Este esquema incorpora en el precio de la energía los costos asociados a la infraestructura de distribución y a la disponibilidad de potencia, facilitando la administración. De este modo, el VAD se internaliza en el cargo variable por energía de forma proporcional al consumo.

Por el contrario, los grandes usuarios operan bajo un esquema tarifario binómico, que implica medición y facturación desagregada de potencia y energía, con precios diferenciados según franjas horarias (valle, resto y pico). Este esquema promueve una gestión eficiente de la demanda y refleja con mayor precisión los costos del sistema, aunque requiere sistemas de medición más complejos y costosos (como registradores de demanda máxima y medición horaria), tecnologías que resultan complejas en su gestión y costosas en el caso de las pequeñas demandas debido a sus perfiles de consumo estables y de menores variaciones. Sin embargo, cabe señalar que este escenario comienza a modificarse con la incorporación de sistemas de medición inteligente en los sectores residenciales y comerciales, permitiendo a futuro la implementación de esquemas tarifarios más detallados en estos segmentos¹⁹.

El VAD se estructura a partir de componentes que permiten a la distribuidora recuperar los costos vinculados a la prestación del servicio, asegurando la operación, el mantenimiento y la expansión de las redes, así como la atención comercial y administrativa, como así también ganancias en caso de distribuidoras privadas.

¹⁹ Esto también es relativo ya que en el país aún no hay una normativa clara para la implementación de estos sistemas y los principales proyectos que se ejecutan son bajo modalidad piloto

Estos elementos comprenden los costos de capital vinculados a bienes eléctricos y no eléctricos; los costos de explotación relacionados con personal, materiales, insumos y servicios tercerizados; y los impuestos y otros gastos, que incluyen provisiones por incobrables, tributos provinciales y nacionales, ingresos por servicios adicionales y capital de trabajo necesario para cubrir los desfases entre facturación y recaudación. La combinación de estos componentes permite cubrir el servicio de distribución eléctrica con niveles adecuados de calidad y seguridad, sosteniendo la operación de la distribuidora y planificando inversiones orientadas a garantizar la confiabilidad y la expansión del sistema eléctrico (EPE, 2024).

Estos componentes, detallados a continuación, conforman el VAD total:

Tabla 11: Componentes del VAD

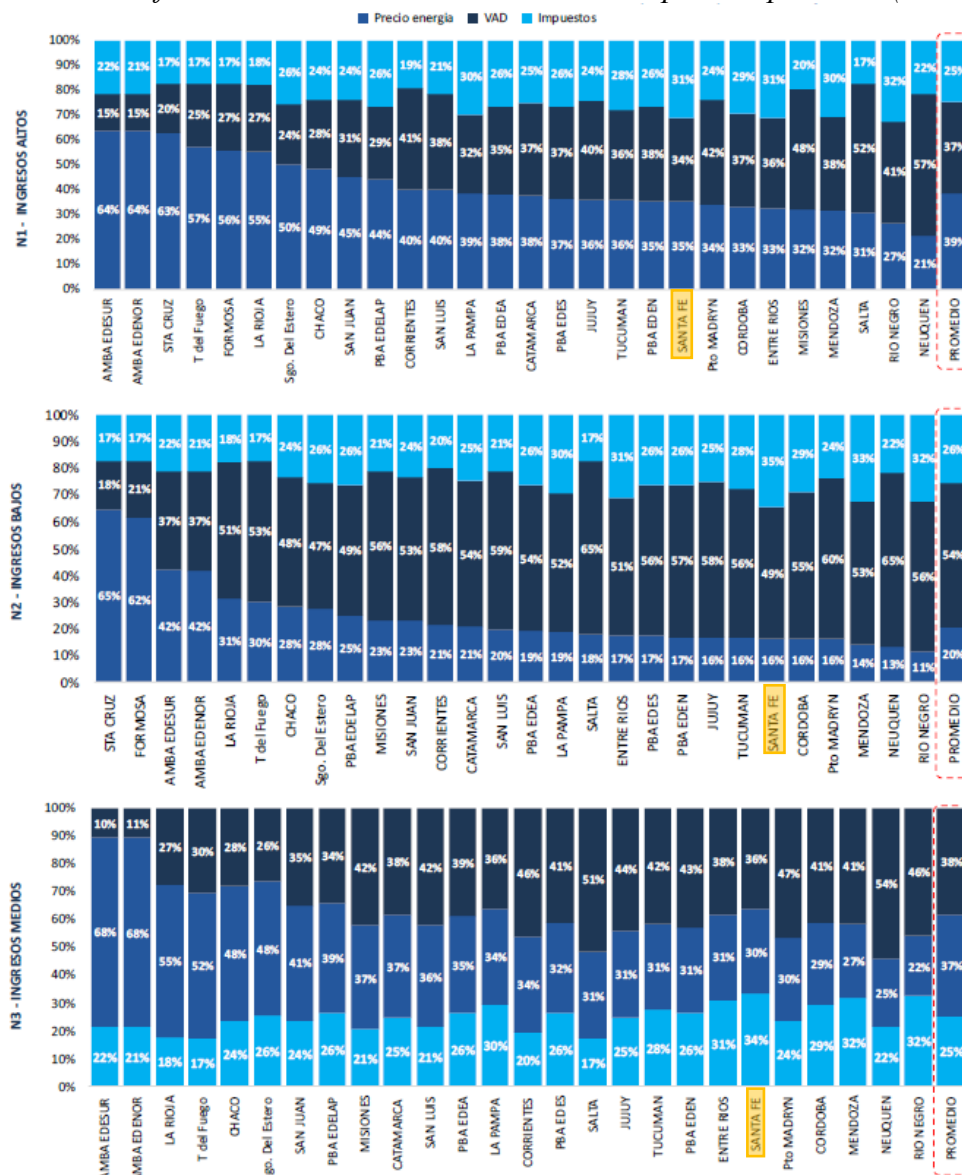
Componentes del VAD	Subcomponente	Descripción / Ejemplo
Costos de Capital	Bienes Eléctricos	Redes, transformadores, subestaciones
	Bienes No Eléctricos	Vehículos, edificios, equipamiento administrativo
Costos de Explotación	Personal	Operarios de redes, técnicos de mantenimiento, atención de reclamos, etc
	Materiales e Insumos	Equipos de protección, cables, repuestos
	Servicios Tercerizados y Otros Gastos	Contratos de mantenimiento, inspecciones, monitoreo de redes
Impuestos y Otros Gastos	% Incobrables	Provisión para morosidad e incobrabilidad de facturas
	% IIBB, Sellos, Débitos y Créditos, Tasas	Impuestos provinciales, tasas municipales, entes reguladores
	% Ingresos No Regulados	Ingresos/egresos por servicios adicionales (alquiler de postes, etc.)
	Capital de Trabajo	Recursos necesarios para cubrir desfase de facturación y recaudación

En este sentido, cabe mencionar que en el informe de audiencia pública de la EPE (2024) se detallan en tablas desagregadas estos conceptos, incluyendo obras de expansión concretas y sus justificaciones. Entre ellas, y en relación con el objeto de estudio de esta tesis, se destaca el “Plan de digitalización integral” (capítulo VII), que contempla treinta ejes temáticos de inversión, entre los que se encuentra el desarrollo de un sistema web integrado para PROSUMIDORES 4.0, requerido por la Secretaría de Energía de la provincia.

La Figura 42 presenta la composición de la factura eléctrica residencial de junio de 2025, desagregada en precio de la energía, VAD e impuestos, y diferenciada según los segmentos de usuarios N1, N2 y N3. A nivel nacional, para los usuarios N1, la factura final se compone en promedio de un 39% por energía, 37% por VAD y 25% por impuestos. En los usuarios N2, los valores promedio son de 20% por energía, 54% por VAD y 26% por impuestos, mientras que para los usuarios N3, la composición es de 25% por energía, 37% por VAD y 38% por impuestos.

En el caso de Santa Fe, la figura muestra valores que se alinean con las tendencias nacionales, con matices específicos según el segmento de usuarios. Para N1, el VAD presenta una participación levemente inferior al promedio nacional, con el precio de la energía en torno al 34% y los impuestos en 26%. Para N2, el VAD alcanza aproximadamente el 49%, siendo el componente de mayor peso en la factura, mientras que la energía representa cerca del 16% y los impuestos alrededor del 35%, reflejando el impacto de los subsidios y la relevancia del VAD en la sostenibilidad de la distribución. En N3, la factura en Santa Fe se compone de 30% por energía, 36% por VAD y 34% por impuestos, en línea con el promedio nacional. Esta estructura tarifaria se inscribe en el marco de las características de la provincia, donde la distribución poblacional y la densidad de usuarios condicionan los costos operativos y de mantenimiento de la infraestructura de transmisión y distribución.

Figura 42: Factura final eléctrica a usuarios residenciales por componentes (6/2025)



Fuente: (IIEP, 2025)

4.2.7. Valor agregado de distribución y GDER

La relación entre el VAD y la GDER constituye un punto central en los debates regulatorios y de política energética contemporáneos, ya que sus estructuras interactúan de manera directa con la economía de los sistemas eléctricos y con la equidad en la distribución de costos entre distintos usuarios. Esta interacción se vuelve particularmente relevante al analizar el reconocimiento de la energía generada por prosumidores, en un contexto de transición energética que implica tanto desafíos técnicos como disputas sociopolíticas vinculadas a la infraestructura de distribución y a los regímenes tarifarios.

Como se ha expuesto previamente, los prosumidores instalan sistemas de GDER para autoconsumir parte de la energía generada y exportar sus excedentes, pudiendo en ciertas condiciones inyectar la totalidad de su producción a la red. Este fenómeno modifica la potencia y la energía demandada de la red comercial, ya que mientras el sistema de GDER está operando, el prosumidor reduce parcial o totalmente su consumo de energía de la red. Sin embargo, durante la noche, en días nublados o ante fallas técnicas, la red debe mantenerse disponible para garantizar el suministro continuo con la potencia adecuada a las necesidades de estos usuarios, lo que implica que las distribuidoras deben dimensionar y mantener su infraestructura para cubrir la demanda máxima potencial de los prosumidores en cualquier momento, como así adquirir por contratos la energía en el MEM con previsión.

Este escenario ha generado controversias a nivel global sobre si el VAD debe cobrarse a los prosumidores únicamente por la energía efectivamente demandada de la red o si corresponde aplicarlo sobre el total de la energía consumida, incluyendo la fracción autoconsumida (evitada de la red). La primera opción incentiva la GDER al reducir los costos para el prosumidor, mientras que la segunda busca evitar que los costos de la infraestructura de distribución recaigan desproporcionadamente sobre quienes no generan su propia energía.

Hess (2016) documenta cómo el uso del VAD se ha constituido en una de las estrategias de las distribuidoras para frenar o ralentizar el desarrollo de la GDER, al exigir que los prosumidores contribuyan proporcionalmente al sostenimiento de la infraestructura de distribución independientemente del volumen de energía demandada de la red. Este argumento se sostiene en que las redes de distribución operan como bienes de infraestructura de disponibilidad continua, y que una reducción en el consumo de energía de la red por parte del prosumidor no implica una reducción proporcional en los costos fijos de operación y mantenimiento de dicha infraestructura.

Por otra parte, estudios como los de Salcedo (2013) en Chile, Sciutto (2019) y Serna Santos (2021) en Perú han demostrado que la forma en que se estructura el cobro del VAD en el

contexto de la GDER impacta directamente en los ingresos y en la sostenibilidad de las distribuidoras, particularmente en sistemas donde las tarifas de distribución representan una proporción significativa de sus ingresos. Estos trabajos subrayan que un diseño adecuado de medición de energía es esencial para contabilizar de manera precisa los distintos flujos de energía del prosumidor: la energía total consumida, la autogenerada, la exportada y la efectivamente demandada de la red. Este nivel de detalle, que supera las capacidades de un medidor bidireccional tradicional, resulta crucial para diseñar esquemas de tarifas que equilibren el incentivo a la GDER con la sostenibilidad financiera de las redes de distribución (Salcedo, 2013).

En la misma línea, Picciariello et al. (2015) analizan cómo las tarifas de distribución generan subsidios cruzados en contextos de GDER, definiéndolos como los costos de infraestructura de red que los prosumidores dejan de pagar al reducir su consumo de la red, transfiriendo estos costos a los usuarios que no generan energía. Mediante simulaciones en redes de distribución de EE.UU., muestran que estos subsidios se amplifican con una mayor penetración de GDER, en especial en áreas de baja densidad, donde los usuarios sin generación pueden asumir entre un 15% y un 25% de costos adicionales. Como propuesta, plantean reformar las tarifas hacia esquemas que incluyan cargos fijos por disponibilidad de red y potencia contratada, evitando distorsiones e ineficiencias en la transición energética (Picciariello et al., 2015). De forma complementaria, Brown y Sappington (2017), y Ansarin et al. (2020) subrayan que los modelos tarifarios actuales enfrentan desafíos similares frente a la GDER y plantean la necesidad de diseñar modelos de medición de energía que permitan implementar programas de GDER junto con el sostenimiento económico de las distribuidoras, de manera que se garantice la inversión, el mantenimiento y la operación de las redes en sistemas con alta penetración de generación distribuida.

En Argentina, estas discusiones se reflejaron en los debates públicos en medios especializados del sector energético en los comienzos de la implementación de la GDER. Por ejemplo, Energía Estratégica (2016) recoge la perspectiva de empresas del sector GDER que consideran que el cobro del VAD sobre la fracción autogenerada desincentiva la inversión en sistemas de generación distribuida, ya que traslada un costo que, desde la perspectiva de los prosumidores, debería ser cubierto únicamente por la energía efectivamente demandada de la red. Al mismo tiempo, estas discusiones evidencian la complejidad de diseñar políticas que eviten la transferencia de costos a los usuarios no prosumidores y que permitan construir una transición energética equitativa.

La interacción entre el VAD y la GDER se convierte así en un terreno de disputa socio-técnica, donde se define no solo la sostenibilidad económica de las distribuidoras y la equidad entre usuarios, sino también el modelo de transición energética que se busca construir en cada territorio. La forma en que se resuelva esta tensión puede determinar el ritmo de expansión de la GDER, la estructura de incentivos, las reglas de equidad entre prosumidores y no prosumidores y la viabilidad de los modelos de negocio de las distribuidoras en el contexto de transición energética y cambio en la generación y el consumo de energía de pequeños y medianos usuarios.

La revisión realizada en este capítulo permitió describir y analizar la estructura y funcionamiento del MEM en Argentina, la articulación institucional y operativa de la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe, así como el rol del VAD en la sostenibilidad económica de la infraestructura de redes y en la estructura tarifaria provincial. Estos elementos han sido analizados en su dimensión técnica y política, identificando cómo se articulan en la provisión del servicio eléctrico, al tiempo que se problematizaron las tensiones emergentes en torno a la transición energética, especialmente frente a la creciente relevancia de la GDER y las disputas en torno al financiamiento de las redes, la equidad tarifaria y las estrategias de sostenibilidad de las distribuidoras.

En este marco, el siguiente capítulo se adentrará en el caso de estudio de la GDER en Santa Fe, la primera provincia en Argentina en impulsar un programa de GDER de manera sistemática y con proyección territorial, a través del diseño e implementación del Programa PROSUMIDORES. Este programa se constituyó en el primer modelo de tarifa preferencia (FiT) en el país, habilitando a usuarios residenciales, comerciales e industriales a convertirse en generadores de energía renovable, inyectar a la red eléctrica provincial y recibir una retribución por la energía aportada. La experiencia santafesina no solo inaugura una política pública innovadora en materia de energías renovables distribuidas, sino que también se entrelazan todos los elementos analizados hasta aquí: el rol de las instituciones provinciales, la estructura tarifaria, la dinámica del VAD, los modelos de medición de energía, las partes de los sistemas fotovoltaicos con componentes importados y otros de posible fabricación nacional, vendedores e instaladores, universidades, laboratorios de instituciones como INTI, IRAM y las tensiones inherentes a la transición energética en el plano local.

El capítulo 5, por tanto, abordará cómo se diseña, implementa y transforma el Programa PROSUMIDORES en Santa Fe, analizando las dimensiones políticas, técnicas, regulatorias y económicas que emergen de su puesta en marcha, así como los debates y aprendizajes que este caso aporta para la comprensión de la GDER en Argentina y en la región.

Capítulo 5

Este capítulo presenta el análisis del proceso de diseño, implementación y evolución del Programa PROSUMIDORES en la provincia de Santa Fe, entendido como una experiencia pionera en el campo de la GDER en Argentina. A partir del trabajo de campo realizado (entrevistas a actores clave, revisión de documentación institucional y análisis de fuentes técnicas), se identificaron tres momentos de reconfiguración de las alianzas socio-técnicas que estructuraron el devenir del programa entre 2013 y 2019. Cada una de estas fases se caracterizó no solo por la incorporación de nuevos actores, tecnologías y arreglos normativos, sino también por transformaciones en las interpretaciones problema-solución elaboradas por los grupos sociales relevantes, reflejando distintos grados de flexibilidad interpretativa respecto del sentido, los objetivos y los límites del programa.

Si bien los materiales empíricos utilizados en este capítulo también han sido trabajados en otras secciones de la tesis, aquí se los retoma con el objetivo específico de reconstruir una trayectoria socio-técnica que permita comprender cómo se conformaron, estabilizaron y transformaron las distintas versiones del programa. Desde una perspectiva socio-técnica, el análisis atiende tanto a los marcos legales y dispositivos técnicos, como a las controversias, disputas institucionales y decisiones políticas que condicionaron su implementación.

El capítulo se organiza en tres fases analíticas: una primera etapa (fase 0) centrada en la creación de condiciones de posibilidad técnicas y normativas para la conexión de sistemas renovables a la red (2013–2016); una segunda (fase 1) marcada por el lanzamiento del Programa PROSUMIDORES y su consolidación inicial (2016–2018); y una tercera (fase 2) correspondiente al rediseño institucional del programa bajo la versión “PROSUMIDORES 2020” y su posterior interrupción (2018–2019). Cada fase culmina con la identificación de una alianza socio-técnica dominante y la construcción de diagramas problema-solución que permiten visualizar las interpretaciones en conflicto elaboradas por los distintos GSR. El capítulo cierra con una síntesis de la trayectoria socio-técnica del período en estudio.

5. Generación distribuida con energías renovables en Santa Fe

La GDER en Argentina fue reglamentada a nivel nacional mediante la Ley 27.424 (2017). Sin embargo, con anterioridad a dicha norma, algunas provincias habían comenzado a implementar esquemas regulatorios propios. La provincia de Buenos Aires lo hizo en 2009 (Resolución N° 827/2009), seguida por Santa Fe en 2013 (EPE, 2013a). Esta última fue la primera en establecer un procedimiento específico orientado a usuarios residenciales, con fines de

desarrollo local y sobre la base de pequeñas instalaciones hogareñas. Entre 2014 y 2015 se sumaron otras jurisdicciones, como Salta, San Luis, Neuquén y Mendoza (Videla et al., 2023). Actualmente, 18 provincias se encuentran adheridas a la Ley Nacional N° 27.424 (Secretaría de Energía, 2025), siendo Santa Fe la última en incorporarse, mediante la Ley Provincial N° 14.259 (Gobierno de Santa Fe, 2024).

La historia legal de las energías renovables en Santa Fe se remonta a dos leyes que fueron sancionados durante el período de gobierno del Ing. Jorge Obeid, representante del partido justicialista. En el año 2005 se sanciona la Ley Provincial N° 12.503 (Gobierno de Santa Fe, 2005) “Energías renovables alternativas: régimen legal de su uso y generación”, posteriormente en el año 2006 se sanciona la Ley Provincial N° 12.692 (Gobierno de Santa Fe, 2006), titulada “Energías renovables, alternativas o blandas”. Ambas leyes concebidas en un marco de desarrollo pujante de los agrocombustibles en el país y en Santa Fe.

El artículo 11 de la Ley Provincial N° 12.692 crea un cargo fijo por usuario de energía eléctrica, ajustable al precio de la tarifa eléctrica de EPE, para la promoción y la financiación de proyectos de producción de energías renovables. Es relevante destacar que el cargo es por usuario y no por cantidad de energía consumida o por potencia instalada, de este modo, un hogar, un comercio, una PyME o una gran empresa contribuyen el mismo cargo.

Dicha ley no fue reglamentada sino hasta el año 2012 por gestiones del reciente subsecretario de energías renovables de Santa Fe Dr. Damián Bleger y su asesora legal Dra. Adriana Tripelli. Así, se logra el Decreto N° 2644 (Gobierno de Santa Fe, 2012) que además modifica los artículos 2 y 11. Se destaca que en el año 2011, mediante la Ley Provincial N° 13.240, se crea la Secretaría de Estado de la Energía (SEE) y con ella la Sub Secretaría de Energías Renovables (SSER). Así este proceso movilizado por el Dr. Bleger y la Dra. Tripelli inició la instrumentación y puesta en marcha del fondo para la promoción y financiación de las energías renovables.

En el año 2012, con el objeto de iniciar un proyecto concreto donde se pudiese mostrar el uso de alguna fuente renovable de energía, la SSER, de la mano de uno de sus asesores, Ing. René Galiano, instala un pequeño aerogenerador de fabricación nacional en el edificio elevador de granos del puerto de Santa Fe, con más de 70 metros de altura. Se instaló un aerogenerador Eolux de 1300 W con una torre de 12m de altura, quedando el eje del rotor a 84m (altura de edificio más altura de la torre). También se utilizó un inversor de tensión de una firma alemana, equipo diseñado específicamente para trabajar con aerogeneradores de baja potencia, marca *SMA Wind Boy*. El sistema ese año generó aproximadamente 3kWh/día, superando las expectativas (Fenés, 2014). Años posteriores, SMA discontinúa los modelos para energía

eólica y esta experiencia dejó de ser promocionada por la SSER; y hasta el año 2016 no se volvería a instalar otro pequeño aerogenerador en paralelo con la red en Santa Fe.

Cabe destacar que el equipo funcionó de forma ininterrumpida desde el 22 de diciembre de 2012 hasta el 19 de febrero de 2016 donde sufrió una avería por ráfagas de viento. El mismo fue reparado y puesto en servicio en menos de 30 días.

En ese año no existía un marco legal para realizar dicha conexión, por lo tanto, fue habilitada en un contexto de investigación entre la SSER y la EPE que habilitó la instalación. A partir de esta instancia comenzarían diálogos y reuniones para poder instrumentar un marco legal para la interconexión de sistemas de energías renovables a la red.

Figura 43: Instalación eólica conectada a la red. Puerto de Santa Fe.



5.1. Primeros pasos para un procedimiento santafesino de interconexión

Tal como se señaló en el capítulo 3, el desarrollo de la GDER en Argentina se vio retrasado por la ausencia de un marco normativo habilitante. Recién en 2013 comenzó a gestarse el primer procedimiento legal que permitía a los usuarios residenciales conectar sus sistemas de generación renovable a la red eléctrica comercial. Por tal motivo, y con el objetivo principal de promover en el país la GDER, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), asociadas con cinco empresas privadas, llevaron adelante entre los años 2013 y 2016 el proyecto IRESUD, "Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica en Ambientes Urbanos" (Eyras y Durán, 2014). Este proyecto fue parcialmente financiado con Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS Energía Solar N° 0008-201 O) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva a través del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) de la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación.

En este entramado descripto, sumado a movimientos ciudadanos pujantes por el uso de las energías renovables, como ser el impulso de las jornadas "Rosario Solar" (Taller Ecologista, 2009) y "Ciudades Solares" en el resto del país (Improta et al., 2012), con manifestaciones y

organizaciones de muestras callejeras de energía solar, se logra en el año 2013, en la provincia de Santa Fe, un marco técnico para la interconexión a red de sistemas de energías renovables. Mediante la resolución 442 de la Empresa Provincial de la Energía (EPE, 2013b) se instrumenta el “Procedimiento para el tratamiento de solicitudes de generación en isla o en paralelo con la red” (PRO 103-101).

Cabe destacar que existía un contexto normativo previo al PRO 103-101; antecede la Resolución N° 264 del 10 de septiembre de 2008: “Procedimiento técnico y comercial para la conexión de grupos generadores de grandes clientes”, normativa derivada de la necesidad de grandes usuarios de energía eléctrica de los cordones industriales de la provincia, tanto de Rosario como de Rafaela. Ante situaciones que afectaban la calidad de energía y para no ver afectada sus producciones, algunas industrias logran que la EPE impulse la normativa para la conexión en isla²⁰ de generación o autogeneración de grandes usuarios de energía. El PRO 103-101 complementó esta resolución del año 2008 antes citada, incorporando las energías renovables y su posible conexión en paralelo con la red a pequeños usuarios.

El procedimiento PRO 103-101 contemplaba dos modalidades: la conexión en isla y la conexión en paralelo con la red. Esta última se organizaba según la potencia del sistema instalado, lo cual definía el tipo de protecciones eléctricas exigidas para su habilitación. En la Figura 44 se esquematizan las posibilidades de conexión en paralelo a la red y en función de las potencias, discrimina si las mismas pueden estar integradas en el inversor de tensión del sistema FV o deben replicarse.

Figura 44: Esquema de interconexión por potencia



Previo a la aprobación del PRO 103-101, la EPE analizó diversas normativas mundiales de GDER, principalmente europeas. De este estudio toma elementos técnicos a ser implementados

²⁰ El sistema en isla es cuando el cliente se desconecta de la red comercial de EPE y se conecta a un sistema de generación propio, sin que la generación del cliente y la distribuidora interactúen.

en el PRO 103-101, como ser protecciones de mínima y máxima tensión, de frecuencia entre otros que se muestran en la Tabla 12.

De este estudio, y en relación con las demandas del sindicato de luz y fuerza, surge la necesidad de implementar un transformador de aislación galvánica²¹, para disminuir la probabilidad de accidentes eléctricos. En este mismo sentido es la exigencia de protección anti-isla que los inversores de tensión deben poseer. Esta protección genera que, ante un corte de energía eléctrica, automáticamente la generación de energía se desconecta de la red y por tal motivo el sistema de energías renovables no brinda servicio de electricidad ante un corte de energía eléctrica, además el PRO 103-101 no implementa el uso de acumuladores eléctricos. No menos importante y un elemento que trajo controversias, son las normas que solicitaron a los inversores para ser aprobados para la interconexión en paralelo, ya que, en una primera instancia, el PRO 103-101 se circunscribiría a las normativas listadas en la Tabla 13, dejando gran parte del mercado de inversores existentes en Argentina (importados) fuera de la posibilidad de ser aprobados, y de este modo tener que comprar inversores de tensión que se fabricaban solo en Alemania o Estados Unidos.

Tabla 12: Estudio comparativa de EPE de distintas normativas de GDER.

	España		ENEL (Italia)		IBERDROLA (España)	ENDESA (España)	Hidro Cantábrica (España)	UTE (Uruguay)	COPEL (Brasil)	Francia
Documento	RD 1699/2011		DK 5940 2.2		MT 3.53.01 ed. 04	NTP-BT v. 0	ET/5075 ed.2	Decreto 173/10 y Resol. MIEEM 1896/10	NTC 905100	UTE C 15-712-1
Fecha	nov-11		abr-07		jul-12	?	jul-09	jul-10	dic-12	jul-10
Alcance	BT <= 10 kW y < Pcontrat., todo tipo de generac.		BT <= 20 kW, todo tipo de generac.	BT > 20 kW, todo tipo de generac.	BT <= 100 kW, todo tipo de generac.	BT < 100 kVA, fotovoltaica	BT <= 100 kW, fotovoltaica	BT hasta 16 A (3 kW) y hasta 150 kW, energías renovables	BT < 75 kW, todo tipo de generac.	BT <= 250 kVA, fotovoltaica BT > 250 kVA, fotovoltaica
Dispositivo General	seccionador		Interruptor automático con prot. sobrecorriente		seccionador	Int. automát. con prot. sobrecorriente	seccionador	Están autorizados si son de origen renovable y la pot. de generación <= Pcontrat.	Int. automát. con protecc. de sobrecorr.	Int. automát. con enclavam.
Interrup. diferencial	si		si		si	si	si		si	
Dispositivo de interconexión	Int. autom. + relé de enclav.		Interruptor automát. con bobina de cero tensión ó contactor con bobina de cero tensión mas int. automát. o fusibles		Int. automát. c/prot. sobrec. + relé enclav. + elem. de corte (contactor)	Int. automát. con relé de protecc. y enclavam.	Int. automát. con prot. sobrec. + contactor		Interrup. automát. c/ bobina de disparo, con enclavam. + seccionador con enclavam.	
Umin	si		si		si	si	si		si	si
Umax	si		si		si	si	si		si	si
fmin	si		si		si	si	si		si	si
fmax	si		si		si	si	si		si	si
df/dt	opc.								si	si
anti-isla									si	si
sincronism. antirecierre									si	si
relé de bloqueo							si			
Disp. de interconexión y protecc. integrado al inversor	si		si	Dispositivo dedicado (relé), externo	si	si	si		si, con contactor con rearme autom.	si
Transf. de aislam.	si		si				si		si	si
Dispos. del generador	si		Interrup. automát. o contactor con fusibles		Contactor				si	
cos fi	>0.98		Disposit. conversión						>= 0.95	
Norma Inversores	RD 661/2007		CEI 11-20		UNE 206006IN / UNE 206007IN		RD 1663/2000 - RD 661/2007			

Nota: Fuente: (EPE, 2013c)

En aquel contexto las normas que deben cumplir los inversores (Tabla 13) como los parámetros eléctricos que deben cumplir (Tabla 14) son los siguientes:

²¹ Es una protección eléctrica que separa galvánicamente, por medio de un campo magnético, el lado donde se encuentra la generación de energía y el sector que manipulan operarios de la distribuidora. Se implementa mediante un transformador de relación 1:1.

Tabla 13: Normas solicitadas para inversores

Seguridad Eléctrica	Compatibilidad EM	Interconexión Red
IEC 62109-1 y 62109-2	IEC 61000-3-3 y 61000-3-11	IEC 62116
UL 1741	VDE-AR-N-4105	IEEE 1547
IEEE 1547	IEEE 929	VDE-AR-N-4105
	EN/IEEE 61000-3-1 y 61000-3-2, y 61000-3-3 y 61000-3-4	IEEE 929
		VDE-0126-1-1
		EN 50438
		AS 4777-3
	IRAM 210013-21	RD 1699
		IEC 61727
		G 83
		IRAM 210013-21

Tabla 14: Parámetros eléctricos que deben cumplir los inversores

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión – nivel 1	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión – nivel 2	Un + 15%	0,2 s
Tensión mínima	Un - 15%	1,5 s
Frecuencia máxima	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima	48 Hz	3 s
Protección anti-isla		200 ms

La primera instalación de GDER que se habilita en el país y en Santa Fe (bajo un marco normativo) es derivada del proyecto IRESUD (siendo también la primera instalación de este proyecto), una pérgola solar fotovoltaica de 3 kW en la localidad de Granadero Baigorria en el Parque Eva Perón.

Figura 45: Primera instalación de GDER, proyecto IRESUD

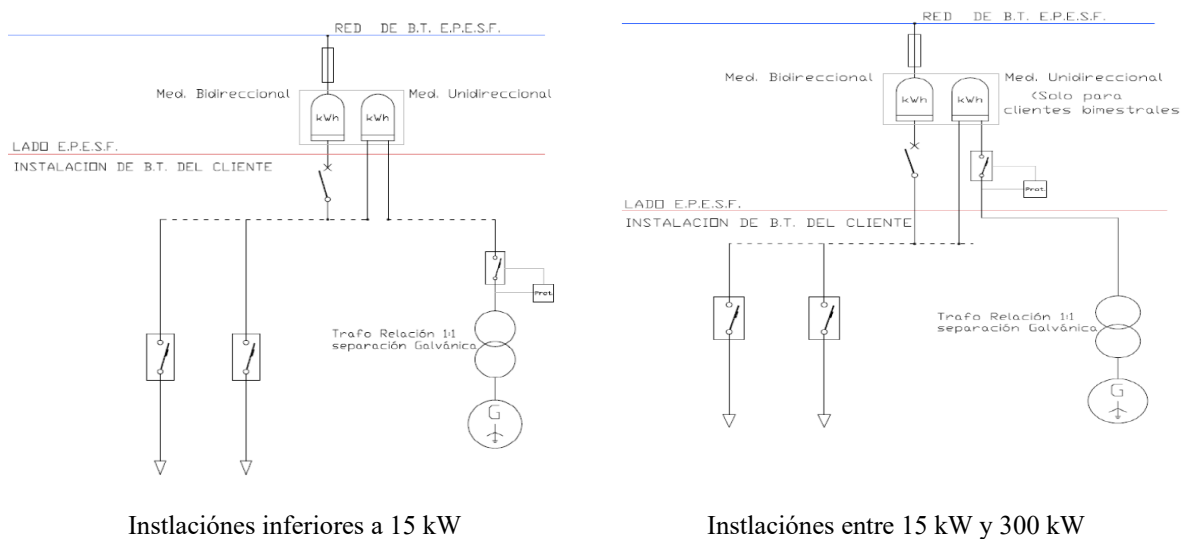


El modelo que implementa el PRO103-101 es del tipo *net billing* (NB). Es decir, neta la energía con una conversión al costo de la energía consumida a precio minorista y con un costo a precio mayorista para la generación renovable. Este sistema era sumamente desfavorable desde el punto de vista del retorno de la inversión del sistema de energías renovables, más aún en ese momento histórico en Argentina, donde desde comienzos del siglo XXI, debido a las crisis económicas, el país contaba con un importante subsidio a la energía para el usuario final,

que representaba el 2,9% del PBI para el año 2014 (Murras et al., 2015). En este contexto, entre el año 2013 y 2015 solo habían solicitado conexión a la red de energías renovables cinco usuarios, entre ellos, la instalación de IRESUD, instalaciones del Estado provincial e instalaciones de comercializadores e instaladores de energías renovables, donde los periódicos titulaban “*Por primera vez en Argentina, un particular proveerá su propia energía a la EPE*” (La Capital, 2014), así la firma ML, del Ing. Marcelo Lenzi, realizaba la primer instalación privada para sus oficinas.

Respecto a los pormenores técnicos, en la Figura 46 se pueden apreciar los diagramas unifilares para conexión de sistemas renovables en paralelo con la red para sistemas menores de 15 kW y mayores a esta potencia. Dicho valor configuraba los tipos de protecciones que se debía implementar. Como se aprecia ambos esquemas solicitan un transformador de relación 1:1, es decir un transformador que se denomina de “aislación galvánica”. También se aprecia que se solicita, en el caso de las instalaciones mayores de 15 kW una protección anti-isla exterior al inversor de tensión, es decir, una protección redundante (ya que los inversores poseen la misma internamente).

Figura 46: Diagramas unifilares provistos por PRO 103-101 para baja tensión.



Otro elemento que se distingue es un doble medidor de energía en el pilar de la instalación. Uno de esos medidores es de tipo bidireccional, mientras que el restante es unidireccional. Esta condición es necesaria para poder implementar el modelo tipo *net billing*, es decir, para lograr discriminar exclusivamente la energía generada. Esta situación de doble medidor requiere que exista un cableado desde la generación (que suele estar en el techo de un hogar, o en un sitio con acceso al sol) hasta el pilar de medición. Normalmente esta extensión de cableado es extensa, más aún si es una instalación rural, donde por ejemplo, los hogares o los tambos (por

mencionar un ejemplo productivo) se encuentran muy distantes del pilar de medición en la vía pública donde los operarios de la empresa distribuidora tienen acceso a los medidores. Además, se debía realizar una modificación de mampostería en el pilar si la instalación se realizaba en una propiedad previamente construida (ver Figura 47), donde antes había un medidor, luego de las instalación fotovoltaica, debía haber dos.

Figura 47: Medidores instalados para sistema NB cumpliendo PRO 103-101



5.2. Debates y controversias sobre el PRO 103-101.

Por los motivos antes descriptos, la organización Taller Ecologista (Arraña et al., 2015), en relación con investigadores del OES-UTN, presenta un trabajo que da cuenta del extenso período de amortización (98 años) bajo la modalidad *net billing* que implementa el PRO 103-101. Este informe habilita el debate entre distintos actores locales, EPE, SSER, académicos, miembros de IRESUD y empresas. Los debates se daban de forma presencial grupal organizados por la ONG Taller Ecologista y también en reuniones bilaterales entre los diversos actores. Los principales ejes se centraban en:

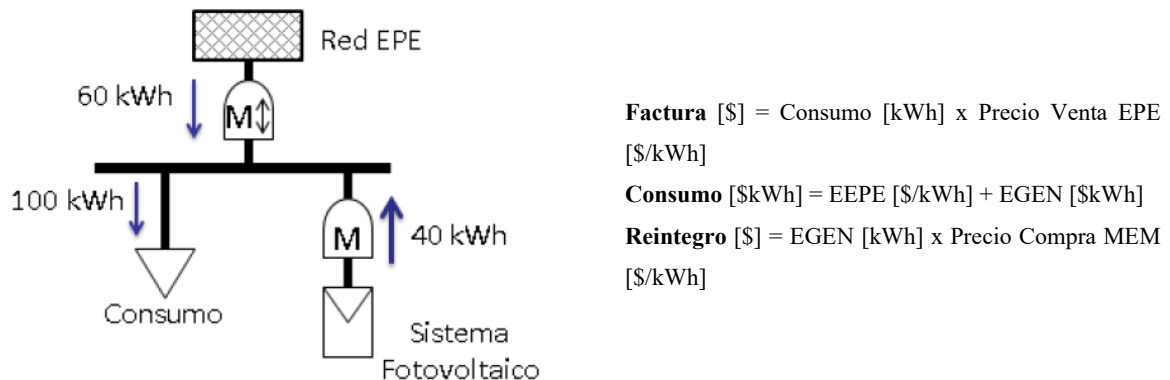
- a. La exigencia redundante de protecciones eléctricas que incluía el PRO 103-101.
- b. Derivado de lo anterior, los pocos inversores de tensión que habilitaba, principalmente de primeras marcas europeas.
- c. El modelo de tipo *net billing* y con ello el uso de doble medidor para el registro de la energía y la conexión en el tablero pilar.
- d. Relacionado a lo anterior, fuertes e intensos debates relacionados al VAD, esta variable es eje central de debate hasta la actualidad en todas las normativas del país y también en otras partes del mundo.

Las disputas radicaban en que el prosumidor paga VAD por el total de la energía consumida (autogenerada y tomada de la red), es decir, los kWh generados por un prosumidor quedan afectados por dicho parámetro. El alegato por parte de la distribuidora fue que por un lado el prosumidor requiere de la red eléctrica de la distribuidora para despachar los excedentes de

energía y por otro lado, cuando la fuente de energía renovables está ausente (día nublado, de noche en el caso de la energía solar o momentos que el sistema queda fuera de funcionamiento) el usuario requiera de las mismas prestaciones de potencia de la red comercial para cubrir sus necesidades. Desde el punto de vista de los comerciantes de tecnologías de energías renovables lo ven como algo innecesario que frena el desarrollo de las energías renovables, exigían que no se cobre el VAD en la proporción de la generación de energía. Como se trató con mayor detalle en el capítulo 4, si ello se implementase, el costo debería trasladarse a todos los usuarios de la red y quien no tenga posibilidad o necesidad de invertir en energías renovables estaría cubriendo el costo de la disponibilidad de la red.

En la Figura 48 queda manifiesto que al prosumidor se le factura 100 kWh (60 de red más 40 de autogeneración), pagando VAD sobre la energía tomada de la red y sobre la generada. Esta es la situación de controversia sobre el modelo de desarrollo de la GDER en relación con las prestaciones de la red, los usuarios prosumidores y los usuarios no prosumidores.

Figura 48: Esquema de facturación según PRO 103-101



Fuente: (Arraña et al., 2015)

Generalmente, en las reuniones donde se debatían los ítems descriptos anteriormente, la centralidad la tomaba la empresa distribuidora, donde la misma imponía su trayectoria técnica, jerarquizando el conocimiento técnico específico por sobre otros saberes ante la heterogeneidad de actores. Según dan cuenta los actores entrevistados, se apelaba a la noción de “en palabras lo que dicen está muy lindo”, pero “técnicamente no saben, y eso no se puede hacer”. Otro elemento clave que se destaca son las opiniones encontradas dentro de la propia distribuidora, en reuniones grupales existía una opinión homogénea por parte de los representantes de la empresa; mientras que en reuniones bilaterales solo con una persona de la empresa, se expresaban en dirección contraria a la opinión empresarial.

En la Figura 49 se observa la red de alianzas socio-técnicas donde la EPE y los debates referidos a la seguridad de los trabajadores en relación con la protección galvánica alinean el modelo de GDER. Del mismo modo la posibilidad de que la distribuidora pueda mantener su rentabilidad a partir del cobro del VAD y cómo agencia la reglamentación para un modelo de reconocimiento del tipo *net billing* y la obligatoriedad de tener que instalar dos medidores de energía. Como así también, la creación de la SSER y el rol activo por parte de la sociedad y el proyecto IRESUD alinean a la EPE para crear el PRO 103-101. También posee un rol destacable el informe técnico que mostró la dificultad de amortización de los sistemas de GDER. Toma relevancia como grupos sociales y tecnologías interactúan en el entramado socio-técnico construyendo diversidad de interpretaciones y construyendo la no amortización de la GDER para algunos actores y estableciendo un marco económico seguro para la distribuidora haciendo de la GDER una incorporación que no afecte la sostenibilidad futura de la distribuidora.

En esta misma fase se detectaron distintos grupos sociales relevantes (GSR) tales como los subsecretarios de energías renovables (SecER) del gobierno de Santa Fe, los empleados de la misma secretaría (E-SSER), empresas dedicadas a la venta y/o instalación de equipamiento solar, un grupo de expertos conformados por referentes académicos de la provincia de Santa Fe, organizaciones no gubernamentales locales como así también personas representantes de la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER), Global Solar Council, entre otros. Entre los GSR también se encuentran empleados de la EPE afectados a la GDER.

En la Figura 50 se encuentran representados los diagramas de problema-solución donde quedan de manifiesto la asignación de sentidos de cada GSR. En la **Tabla 15: Asignación de sentidos de GSR** Fase se sintetizan las asignaciones de sentido de los GSR detectados.

Figura 49: Alianza socio-técnica de la etapa PRO103-101, fase 0.

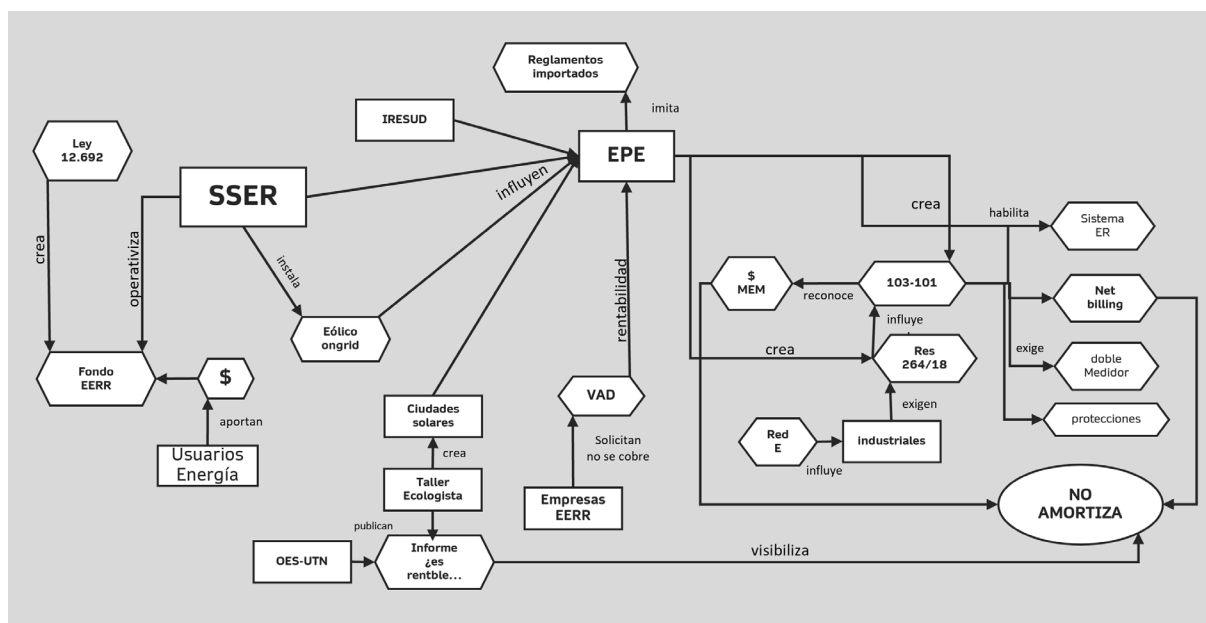
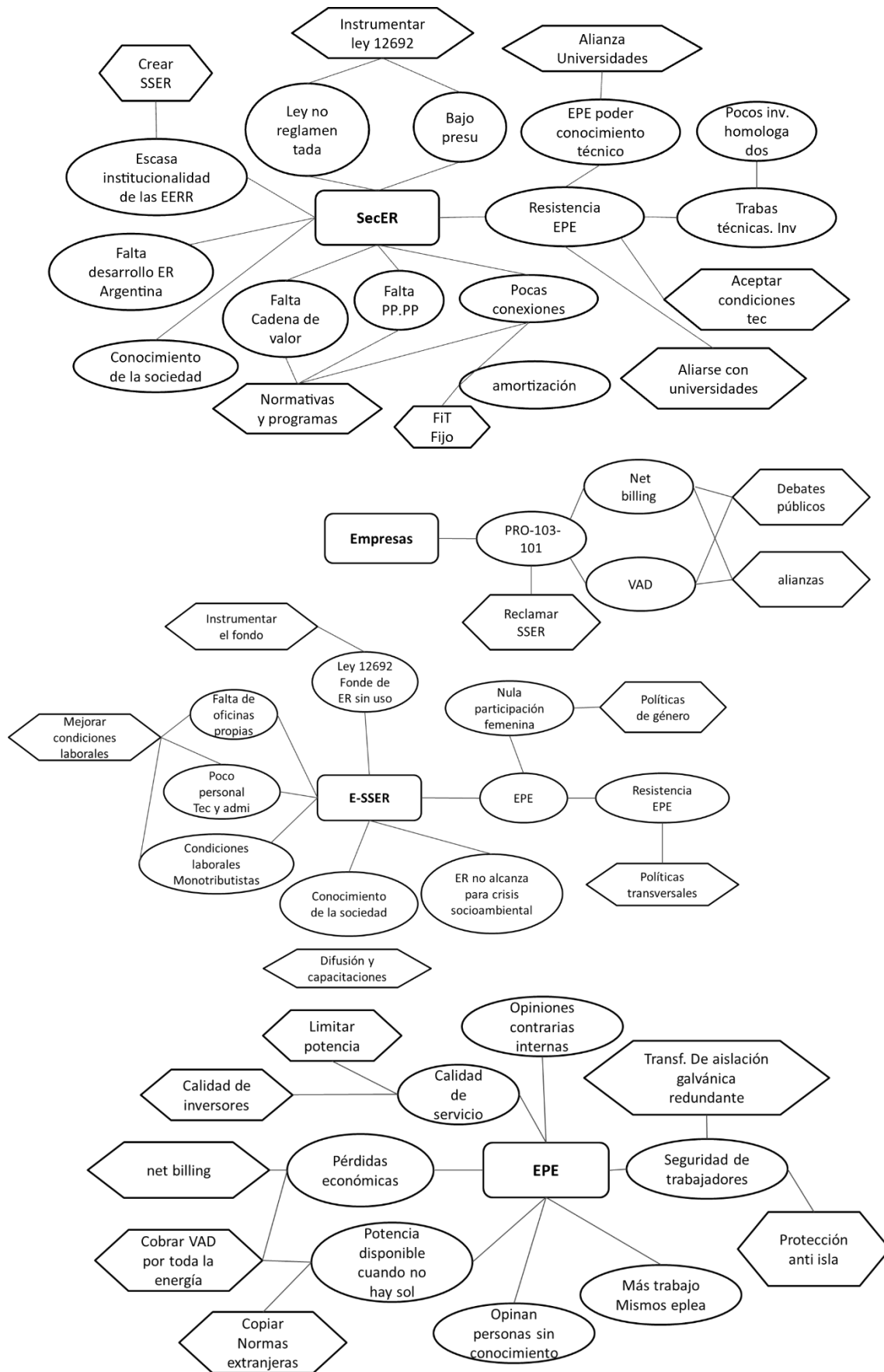


Tabla 15: Asignación de sentidos de GSR Fase 0

GSR	Descripción	Interpretación del P-S F0
SecER	Se compone de todos los secretarios de energías renovables que estuvieron durante el período 2012-2020	Existió una hostil resistencia de la EPE, argumentando problemas técnicos y de seguridad. Falta de cadena de valor local y nacional. Poco conocimiento en la sociedad. Falta de fondos públicos para las ER. Pocos empleados
E-SSER	Representa a quienes trabajaron en la SSER en el período 2012-2019	Hostilidad de la EPE, nula participación de género. Condiciones laborales desfavorables
Empresas	Empresas dedicadas a la comercialización y/o instalación de sistemas fotovoltaicos de la provincia de Santa Fe	Sistema no sustentable económicamente. Modelos de reconocimiento desfavorables. No se debería pagar VAD por el total de la energía.
Expertos	Conformado por representantes de ONG, universidades santafesinas y expertos del sector privado no santafesinos	Sistema no sustentable económicamente, pero habilitó el debate con la distribuidora para habilitar la GDER. Debeló la resistencia de la EPE el dialogo abierto y abrir la conformación de tarifas.
NDER	es un grupo unipersonal representada por el nuevo director de energías renovables posterior a 2019	-
EPE	compuesta por actores directamente relacionados con la GDER	El crecimiento de la GDER atenta contra la seguridad de empleados. Posibilidad de pérdidas económicas y gestión de la red debido a la calidad del servicio. Un marco donde opinaban muchas personas sin conocimiento técnico. Había opiniones encontradas dentro de la institución

Figura 50: Diagramas problema-solución para la fase 0 de los GSR.



5.3. El programa PROSUMIDORES.

Durante el año 2015 suceden varios hitos relacionados a la GDER; entre 2013 y 2015, como ya se mencionó, se sumaron más provincias a tener su propio marco de interconexión a la red para energías renovables, en algunos casos imitando la trayectoria santafesina. El tema ya no solo estaba en la agenda política y socioambiental, sino también en los debates técnicos, por tal motivo la Asociación Electrotécnica Argentina lanza la reglamentación AEA 90364-7-712: “Sistemas de suministro de energía mediante paneles solares fotovoltaicos” (AEA, 2015) que brinda condiciones técnicas para la instalación de sistemas fotovoltaicos, la misma no fue considerada como exigible en los marcos santafesinos.

También, en el mismo año inicia el proyecto “Generación distribuida con Energías Renovables. Aportes tecnológicos, sociales, ambientales y económicos de su aplicación en la Red Inteligente de Armstrong” (PRIER) financiado, por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, mediante un programa del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC). El proyecto creó un consorcio público privado conformado formalmente por el OES-UTN, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y la Cooperativa de Provisión de Obras y Servicios Públicos Ltda. de Armstrong (CELAR). Informalmente, pero de forma orgánica, participó CAMMESA.

El proyecto PRIER contempló la instalación de 60 sistemas fotovoltaicos (entre 1,5 y 2 kW cada uno) en techos de casas de familias, una central de piso de 200 kW en el parque industrial y 10 molinos eólicos de baja potencia. Previo a la ejecución del proyecto PRIER, la CELAR En relación con CAMMESA había instalado 1000 medidores eléctricos inteligentes para realizar pruebas piloto con este tipo de sistemas de medición de energía.

Figura 51: Instalaciones de GDER del proyecto PRIER



Se destaca que el proyecto PRIER logra retomar la instalación de generación eólica de fabricación nacional en el marco de la interconexión en paralelo a la red de baja potencia siendo el último antecedente la instalación en el puerto de Santa Fe antes descripta. Estas instalaciones

se ejecutan sobre fines del año 2016, en esta instancia, había emergido en el mercado argentino un inversor de tensión para conexión en paralelo de la firma ABB, cubriendo el nicho que había dejado la firma SMA. De este modo todos los aerogeneradores se instalan con el inversor ABB *Small Wind inverters* UNO 2.0/2.5. Estos equipos tuvieron un mal desempeño técnico de forma constante, saliendo de funcionamiento de forma recurrente debido principalmente a disfuncionalidades mecánicas de los molinos eólicos.

Figura 52: Instalaciones eólicas conectadas a la red en el proyecto PRIER



A inicios del año 2015, la SSER instala en el territorio provincial la primera red solartimétrica provincial, instalando equipamiento específico para medición del recurso solar en las localidades de Tostado, Reconquista, Elisa, Cañada Rosquín y Firmat; cubriendo de este modo la extensión de la provincia. La red fue gestionada por Grupo de Energías No-Convencionales (Genoc-CONICET-UNL), la Facultad de Ingeniería Química y el Instituto de Física del Litoral (IFIS-CONICET-UNL).

En el año 2016, y luego de todos los sucesos acontecidos durante el año anterior, la SSER por su cuenta y sin convocar instancias participativas, solicita a un consultor económico de la Universidad Nacional de Rosario, la confección de un informe que analiza las condiciones de un precio preferencial de la energía que permita que la instalación de un sistema solar fotovoltaico se amortice entre 6 y 8 años. Así, durante el primer trimestre de 2016, la SSER contaba con parte de los actores vinculados a la GDER movilizados por los tiempos de amortización y con un estudio técnico que determinaba que con un modelo de precio preferencial de la energía (FiT bruto, de tipo tarifa física básica ver Figura 12 capítulo 3) de 5,5 \$/kWh inyectado²² se lograba una amortización entre 6 y 8 años dependiendo de variables técnicas de la instalación solar fotovoltaica.

²² Con la totalidad de la energía generada inyectada, es decir, sin contemplar autoconsumo.

El 30 de junio de 2016, mediante el Decreto N° 1564 (Gobierno de Santa Fe, 2016) se lanza el programa PROSUMIDORES orientado a pequeñas demandas residenciales urbanas y rurales de la EPE, brindando posibilidad de adhesión a las cooperativas eléctricas de la provincia y priorizando proyectos provenientes del norte de la provincia, situación donde la calidad de servicio es inferior al resto de la provincia y simultáneamente con mejores niveles de radiación solar. El programa PROSUMIDORES instauró un modelo FiT bruto básico que pagaba 5,5 \$/kWh inyectado durante un período de 8 años y luego de ese plazo se continuaba con el sistema *net billing* que implementa el PRO 103-101.

Además de estas condiciones, también imponía un límite de energía inyectada, hasta el 80% del consumo anual, con el fin de que no se convierta solo en un negocio para poder comercializar energía a un precio preferencial; esta restricción fue pensada tomando la experiencia de lo sucedido años atrás en España con la llamada “burbuja solar” que ya fue descrito en el capítulo 3. Esta situación de límite del 80% también iba en desmedro de políticas de eficiencia energética (EE) que un hogar pudiera implementar, ya que si bajaba su consumo por EE podría superar ese porcentaje de 80% y perder los beneficios del programa, ya que aquel prosumidor que pasara tres meses consecutivos una generación del 80% perdía los beneficios del programa.

Sumado a estas condiciones, también existía un cupo máximo de 100 prosumidores por año, cumplido este tope no se podrían incorporar más hogares al programa, del mismo modo, la posibilidad de que se incorporen esos 100 prosumidores era de dos años. Otra restricción fue la potencia máxima del inversor de tensión, no podía superar 1,5 kW, ya que esta era una potencia útil para hogares y no para comercios o industrias.

Estos elementos fueron implementados por un lado para controlar los fondos que se ponían a disposición para el programa, pero por otro lado, y de mayor importancia, era para atender pedidos de la distribuidora, con el objeto de que el programa sea un proyecto piloto, con baja potencia de GDER incorporada a la red y con puntos de generación de muy baja potencia.

La composición final de la tarifa que recibía un prosumidor se conformaba de dos partes, por un lado, un aporte de la EPE proveniente del modelo *net billing* que instauró el PRO 103-101 y otro aporte lo hace la SSEE, el monto sería el necesario para llegar a los 5,5 \$/kWh y cuyos incentivos provenían del fondo para energías renovables que establece el artículo 11 de la Ley Provincial N° 12.692.

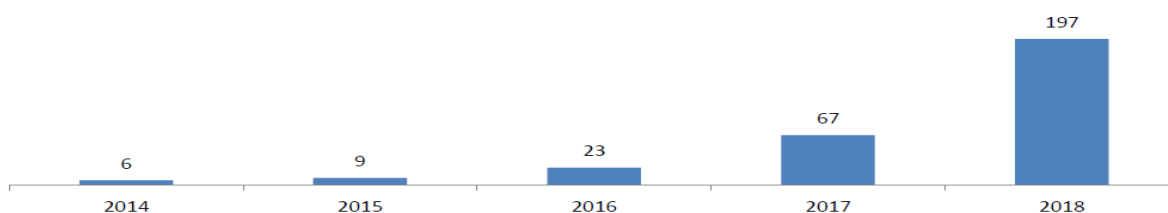
Se destaca que en este período no se implementaron mecanismos de financiamiento específicos para acceder al programa.

Para convertirse en PROSUMIDOR había que seguir una serie de pasos en relación con la EPE:

1. Cliente (futuro prosumidor): recibe asesoramiento en sucursales comerciales sobre la solicitud de conexión.
2. Cliente: presenta por escrito la solicitud de factibilidad técnica en oficinas EPE.
3. EPE: recibe la solicitud por parte del cliente y consulta a la SSER por cupo disponible.
4. SSER: Analiza el origen del sistema renovable (por ejemplo, si la instalación surgió de algún subsidio o cuenta con alguna tarifa promocional de cualquier fuente) y se aprueba la instalación respecto del cupo disponible. Informa a la EPE del resultado.
5. EPE: Si el resultado de la SSER es positivo, evalúa la factibilidad técnica e informa las condiciones para realizar la instalación. En caso de ser negativo, se informa al cliente que no va a recibir la promoción monetaria y no podrá ejecutar la obra fotovoltaica.
6. Cliente: con las condiciones informadas, ejecuta la instalación del grupo generador renovable.
7. Cliente: informa la finalización de la instalación a la EPE para su posterior inspección.
8. EPE: inspecciona las instalaciones y habilita el grupo generador.
9. EPE: inscribe al cliente como PROSUMIDOR, reconociendo el valor de la energía producida.
10. EPE: informa a la SEE del punto anterior.

En el año 2016, el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), emite la norma IRAM 210013: Inversores para conexión a la red de distribución. Requisitos generales (2016). Situación que, utilizada por la SSER, empresarios y académicos, apacigua los debates respecto a los inversores que aprobaba la EPE para poder conectarse en paralelo con la red de distribución, ampliando de este modo la posibilidad de marcas, varias de fabricación china a un precio menor que europeas y estadounidenses. En la Figura 53 se aprecia el incremento del número de instalaciones según da cuenta el informe de EPE (2018):

Figura 53: Evolución de prosumidores 2014-2018



Se aprecia claramente el impacto del programa PROSUMIDORES en el 2016. En la segunda mitad de ese año, la SSER cambia sus dirigentes, deja su cargo el Dr. Damián Bleger, impulsor del programa PROSUMIDORES e ingresa en su lugar el Ing. Maximiliano Neri, quien continúa con el impulso del programa.

Otro fenómeno que acontece con la irrupción de PROSUMIDORES es la discontinuidad de otras políticas públicas impulsadas por la SSER. La principal de ellas y también un faro en el desarrollo local de energías renovables en el país, es el programa “Un sol para tu techo”.

Política que fomentaba y financiaba la adquisición de termotanques solares de fabricación nacional para uso hogareño. Esta política fue descontinuada, entre otras variables, por el foco y fondos que se dispusieron para PROSUMIDORES (Chemes y Arraña, 2022).

Para el año 2017, la SSER implementa un programa de capacitación dirigido a electricistas con el fin de que más personas aprendan a instalar sistemas solares fotovoltaicos. Las capacitaciones fueron financiadas por la SSER y ejecutadas por un equipo de profesionales del OES-UTN y realizadas en todo el territorio de la provincia de Santa Fe. Según los docentes, en las jornadas se encontraban, en su mayoría, con personas que no eran electricistas; en algunos casos docentes de escuelas técnicas secundarias, entusiastas ambientales, interesados en hacer una instalación propia, público en general, entre otros. Las capacitaciones se realizaban para un cupo aproximado de 40 personas; constaban de un bloque teórico y un bloque práctico donde participantes ejecutaban una instalación fotovoltaica real en alguna institución pública o club que disponía la SSER. La capacitación se realizaba en un período de tres días intensivos con carga de mañana y tarde. Durante el año 2017 se realizaron cinco capacitaciones.

Figura 54: Capacitaciones para instalador fotovoltaico



Un hito ocurrido durante 2017 es el acuerdo entre la CELAR (cooperativa eléctrica de Armstrong donde se ejecutaba el proyecto PRIER) y la SSER para sumarse al programa PROSUMIDORES como distribuidora, de este modo, la CELAR y sus asociados son la primera cooperativa en poder acceder al programa, articulación que se logra realizar por las dinámicas que comenzó a generar el proyecto PRIER en la localidad de Armstrong.

En 2017, también se inaugura el laboratorio de ensayos de calidad de inversores en la CNEA (Energía Estratégica, 2017), instrumento que junto a la norma IRAM 210013 antes mencionada completan un respaldo para ampliar la cantidad de inversores de tensión que la EPE admitirá en relación al PRO 103-101 para habilitar sistemas conectados a la red.

En este mismo año, los primeros prosumidores, que fueron ingresados durante el 2016, recibieron su primera facturación eléctrica donde daba cuenta de la medición de energía generada por el sistema solar y con ello el reconocimiento monetario; casi después de un año se regularizó y comenzó a funcionar fluidamente la recepción de dinero y facturación eléctrica.

Inicialmente todos los prosumidores recibían la recompensa económica mediante el estipendio de un cheque. Durante 2022 algunos prosumidores seguían recibiendo cheques, mientras que otros reciben el beneficio mediante transferencia bancaria, ello dependió de la localidad donde se encontraba el PROSUMIDOR y la dependencia de la sucursal de EPE.

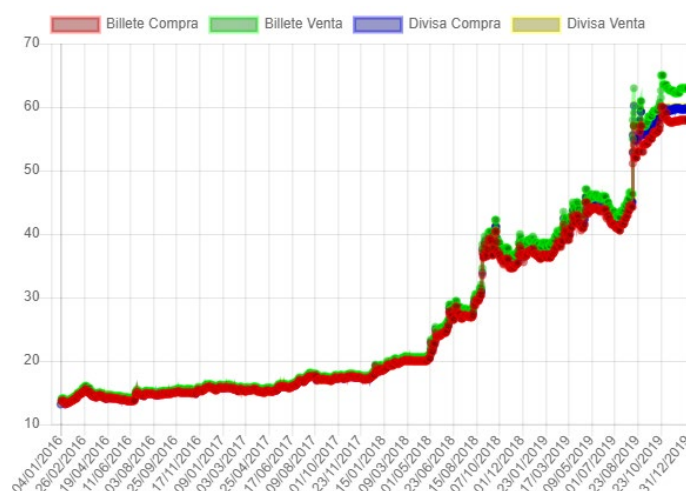
Figura 55: Primer cheque y factura recibido en 2017 por un PROSUMIDOR inscripto en 2016.

Fecha de Vencimiento		Importe Total
06/09/2017		\$ **2.343,49
Detalle de Facturación		Importe
Cuota de servicio		\$ ****186,61
Primeros 120 kWh		\$ ****151,60
Segundos 120 kWh		\$ ****179,51
Ultimos 820 kWh		\$ **2.005,65
SubTotal Básico :		\$ ****2.523,37
E-Reconocida : 207 kWh (\$ ****166,86)		
Importe Básico :		\$ ****2.356,51
Ley N°6604-FER (1,50% del Básico)		\$ ****35,35
Ley N.º 23681 (0,00% del Básico)		\$ ****0,00
Ord. Mun. N.º 1592/62 (0,60% del Básico)		\$ ****14,14
Ord. Mun. N.º 1618/62 (1,80% del Básico)		\$ ****42,42
Ley N.º 7797 (6,00% del Básico)		\$ ****141,39
Cuota de Alumbrado Público (C.A.P.)		\$ ****186,94
IVA CONSUMIDOR FINAL		
(21,00% sobre básico más C.A.P.)		\$ ****534,12
Ley N°12692 Energías Renovables		\$ ****4,26
SubTotal FACTURA :		\$ ****3.315,13
Rec. Prog. Prosumidores 12-00000085		
Energía Generada: 207 kWh		(\$ ****971,64)
TOTAL FACTURA		\$ **2.343,49

Sobre finales del año 2017 se aprueba la Ley Nacional N° 27.424, a la que Santa Fe decidió no adherir, alegando que se entrometía “en la soberanía energética de la provincia”, ya que la misma insta un sistema *net metering* para autoconsumo y *net billing* para inyección a la red con un solo medidor de energía bidireccional; además para los SecER opinaron que el modelo local santafesino “era sumamente superior al modelo propuesto por la ley nacional”.

Esta discusión se dio principalmente durante el período 2018 y 2019. También a nivel nacional en 2015 se había producido un cambio de gobierno, asumiendo la presidencia de la nación el Ing. Mauricio Macri. Durante el período 2017-2019 se dan las principales corridas cambiarias (ver Figura 56), situación que afectó fuertemente la amortización de los sistemas fotovoltaicos bajo el régimen PROSUMIDORES, ya que el Decreto N° 1564 instauraba un FiT fijo básico de 5,5 \$/kWh, monto que fue perdiendo valor con la devaluación y el aumento de las tarifas eléctricas.

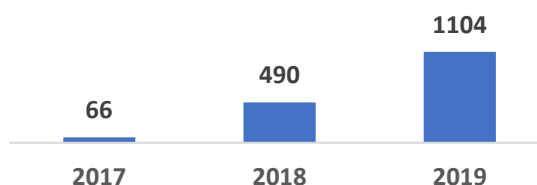
Figura 56: Cotización del dólar entre 2016 y 2019



Nota: Fuente: errepap

Entre los años 2017 y 2018 se intensificaron la cantidad de capacitaciones brindada por los mismos actores y con la misma diversidad y falencia de participación (Figura 57). También en la primera mitad del año 2018 sucede un hito importante, el Ing. Maximiliano Neri deja la dirección de la SSER y toma la presidencia de la EPE, así, el Lic. Roberto Bisso es quien lo reemplaza en la dirección de la SSER.

Figura 57: Personas capacitadas por año en instalación de sistemas fotovoltaicos.

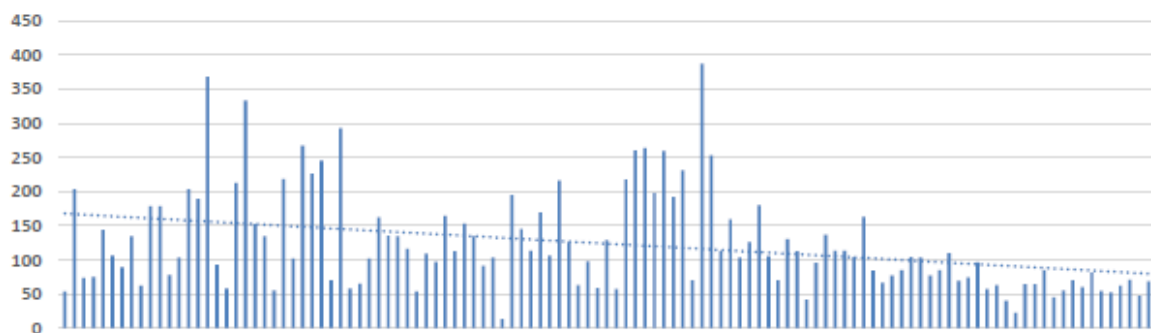


Uno de los principales reclamos al programa PROSUMIDORES por parte de vendedores e instaladores y por extensión a los futuros usuarios-generadores, era la dificultad de presentar los trámites en dependencias de EPE, y el desconocimiento por parte de empleados por fuera de las ciudades principales de la provincia. También, que las oficinas de la SSER se encontraba en Rosario y hacía engorroso la presentación presencial de los trámites. Otro elemento que se ha destacado fue la demora del tiempo de habilitación de las instalaciones²³ de 3 a 6 meses (ver Figura 58²⁴), situación que, por las corridas cambiarias, podía modificar el monto de inversión de un interesado, además de crear una incertidumbre en la espera relacionada a la continuidad del programa.

²³ El tiempo desde que la solicitud se ingresa a EPE hasta la habilitación final se encuentra dividido en tres etapas. I. Factibilidad técnica y comercial, II. Compra e instalación de sistema generador, III. Inspección y habilitación

²⁴ En el eje x del gráfico se ve cada trámite, hacia la izquierda los primeros trámites realizados del programa y hacia la derecha los más próximos al año 2018.

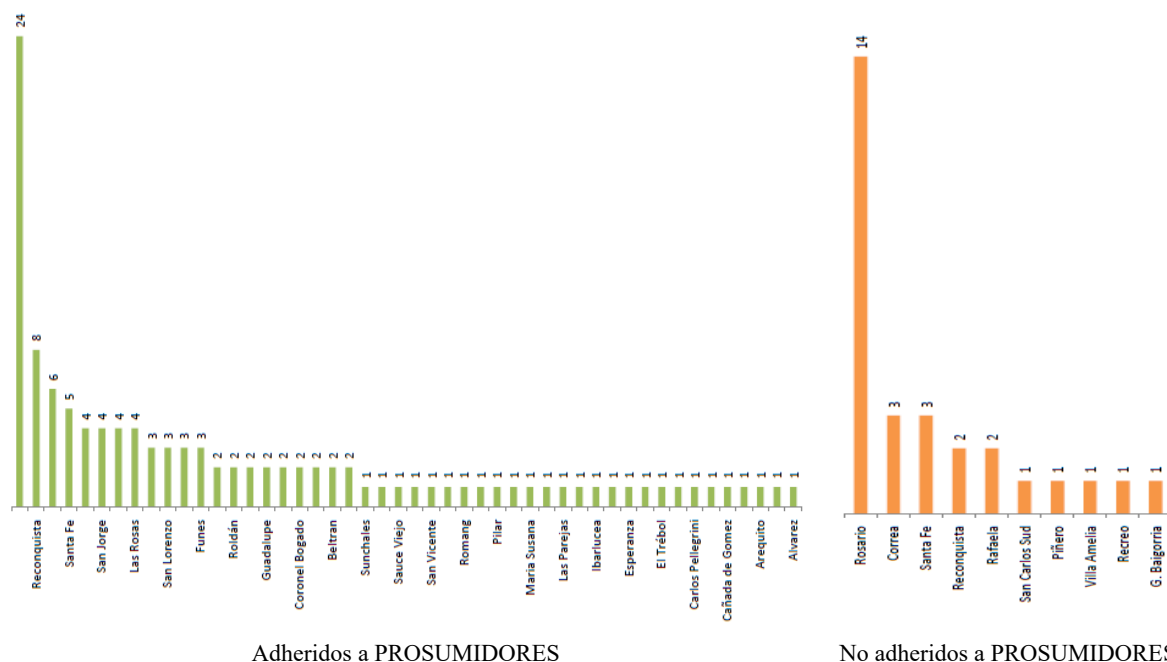
Figura 58: Tiempo de habilitación en días para ser PROSUMIDOR



El nuevo presidente de la EPE, en 2018 crea una dependencia de energías renovables, con personal técnico específicamente abocado a cuestiones relacionadas a esta temática. Previo a esta instancia las conexiones y habilitaciones de PROSUMIDORES la realizaba personal que tenía otras tareas y que se le habían adicionado las habilitaciones de instalaciones de energías renovables. Esta nueva área de energías renovables dentro de la EPE, entre otras cuestiones comienza lentamente a bajar el tiempo de habilitación de las interconexiones.

En la Figura 59 se aprecia la cantidad de usuarios, discriminados por localidad, adheridos a PROSUMIDORES y conectados a la red y los no adheridos al programa. Se observa que Reconquista, una de las principales localidades del noreste santafesino es una de las que más prosumidores poseía, mientras que Rosario, la localidad más poblada, tenía conexiones, pero no adheridas al programa. Seguidamente, en la Figura 60, se representa la actividad en las distintas sucursales de la EPE respecto a trámites de interconexión a red.

Figura 59: Cantidad de usuarios conectados a la red por localidad.



Nota: Fuente: (EPE, 2018, p. 7)

Figura 60: *Tramites realizados por sucursal de EPE para solicitud de PROSUMIDORES*



Nota: Fuente: (EPE, 2018, p. 8)

Respecto a la producción de energía de un sistema FV y su cobertura de demanda para un usuario hogareño, con un sistema de 1,5 kW de potencia se cubre aproximadamente el 80% de la energía demandada por un grupo familiar de aproximadamente cuatro personas. Entre 2017/18 este tipo de sistema costaba aproximadamente USD 3500²⁵ (materiales e instalación en una vivienda urbana). Una inversión considerable, por tal motivo podían acceder al programa quienes disponían de esa capacidad de inversión, en palabras de uno de los SecER “es como poner un autito arriba del techo”. No era el único impedimento poder invertir, sino también debía tener una buena exposición solar (acceso al sol) o disponibilidad de espacio físico para disponer los artefactos, por ejemplo, el caso de familias que viven en propiedades verticales no cuentan con espacio físico, ya que la terraza es del consorcio. Sucedió en algunos casos que quien poseía esa capacidad de inversión no era propietario del sitio donde vivía y le resultaba engorroso hacer la instalación para luego retirarla (en caso de mudanza), o en algunos casos el dueño de la propiedad no le permitía hacer una intervención civil en el techo de la vivienda. A 2025, ninguno de los principales vendedores e instaladores de sistemas FV en Santa Fe ejecutó una obra a un inquilino y no sería una cuestión provincial, ya que uno de los principales instaladores de Gran Buenos Aires emitió el mismo veredicto. También en todos los casos las instalaciones la ejecutaron principalmente en hogares para personas entre 40 y 50 años y el interlocutor en la mayoría de los casos eran hombres.

Estas situaciones generó una serie de excluidos del programa PROSUMIDORES, familias que aportaban a un fondo común para las energías renovables (por la Ley 12.692), pero que se veían

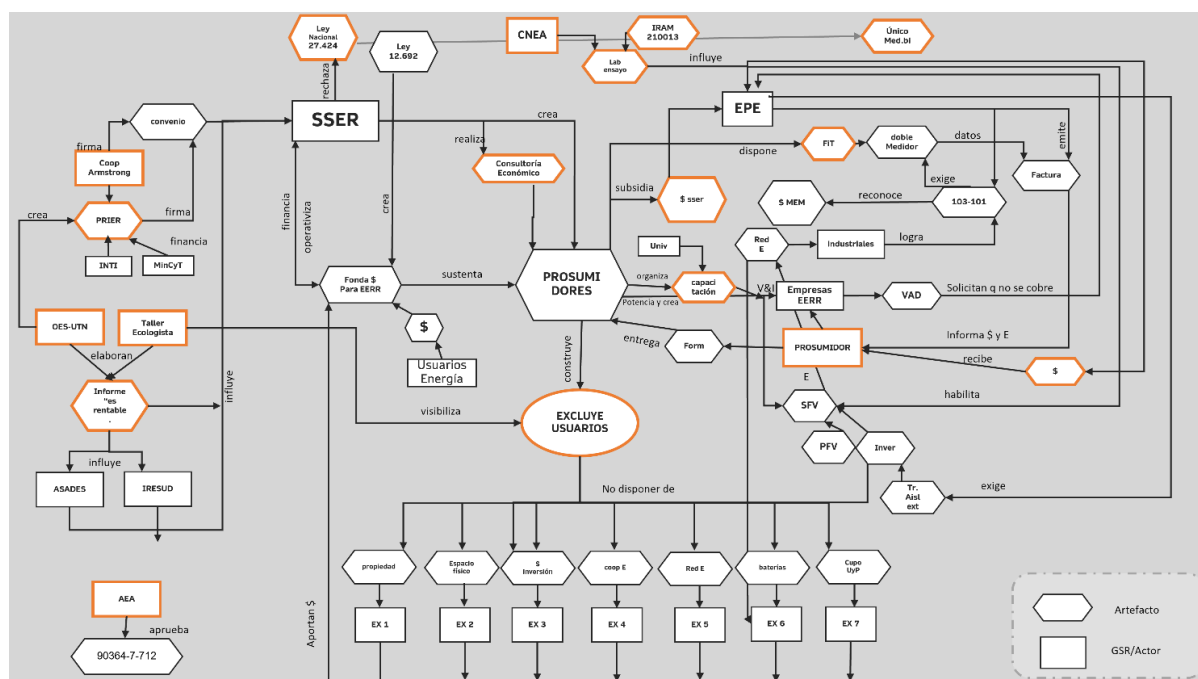
²⁵ 2,3 USD/W. En 2025, como se mencionó en el capítulo 3, el precio instalado es de 1,8 USD/W final.

imposibilitadas de acceder a los beneficios de una política pública que promovía estas energías. También estaban excluidos usuarios de cooperativas eléctricas, ya que durante este período solo se sumó la CELAR de Armstrong y desde ya, otros excluidos eran todos aquellos usuarios de energía eléctrica que no eran residenciales.

También estaban excluidos implícitamente todos los artefactos de generación de energía renovable que no fueran sistemas fotovoltaicos. Ya que la escasa publicidad del momento solo se refería a esta tecnología solar. Siendo que distintas regiones de la provincia poseen recursos renovables diversificados como ser la posibilidad de generación mini-micro hidráulica o eólica, por mencionar dos fuentes que podrían vincularse a PROSUMIDORES. Respecto a ello, los secretarios de energías renovables refirieron que optaron por desarrollar en principio una cadena de valor y que el recurso solar posee mayor estabilidad de densidad energética que la energía eólica. Adherido a ello, el recurso eólico en la ciudad es más complejo de cuantificar y los sistemas eólicos poseen partes móviles que ocasionalmente aumentarían la posibilidad de accidentes respecto de los sistemas fotovoltaicos que son 100% estáticos en instalaciones residenciales. Esta cuestión de las partes móviles incorporaba la posibilidad de contaminación sonora por la interacción de las aspas con el viento. Por lo tanto en primera instancia se optó por la tecnología solar fotovoltaica.

En la Figura 61 se plasma la alianza socio-técnica donde intervienen acciones, requerimientos/condicionantes, actores y tecnologías. De la fase anterior, se destaca el rol del informe presentado por Taller Ecologista y OES-UTN en el año 2015 sobre las limitaciones del PRO 103-101, que junto al proyecto IRESUD logran influir en la SSER. Ésta a través de un estudio tecno económico y una clara decisión política tanto de gobernación como de los diferentes SecER logran instrumentar un programa de promoción de la GDER inédito en Argentina. También se destacan los arreglos de limitación de potencia que debieron establecer para permear la resistencia de la distribuidora antes las trabas técnicas que imponían como la estabilidad de la red ante una penetración considerable de energías renovables de baja potencia en la red. Esta política apaciguó los debates por el VAD en los vendedores/instaladores, ya que el tema seguía en agenda, pero con menor intensidad.

Figura 61: Alianza socio-técnica de la primera fase.



El objetivo principal de la SSER era dinamizar un sector inexistente (o muy minúsculo) en el mercado santafesino y no generar dinámicas de inclusión social a partir del uso de energías renovables. En este sentido el programa logró la creación de empresas dedicadas total o parcialmente a la energía solar, como así también fortalecer a las ya existentes. Es llamativo que la SSER no poseía datos concretos de puestos de trabajos generados, fortalecimiento y/o crecimientos de las empresas preexistentes, lo que puede denotar la falta de consistencia respecto a los objetivos planteados. Tenía el objetivo de desarrollar la cadena de valor del sector fotovoltaico, pero no observó pormenorizadamente estas cuestiones. Su único indicador era como crecía la potencia instalada de sistemas fotovoltaicos y lo realizaban a partir de la información que les brindaba EPE derivado de los trámites aprobados.

En este último sentido, toma relevancia la falta de personal dedicado tanto en la SSER como en la EPE al programa PROSUMIDORES, además de la precarización laboral expresada por los empleados. Situación que complejizaba el seguimiento de un sector de servicios nuevo con múltiples variables en juego. Esta falta de personal y conocimiento respecto del programa se manifestó en el primer año en la falta de información, entrega de facturas y reconocimiento económico a los primeros adherentes al programa.

Situaciones coyunturales como dinamizar un sector que posee un alto grado de artefactos importados, donde la devaluación de la moneda nacional jugó un rol importante, quedó manifiesto en esta fase de estudio.

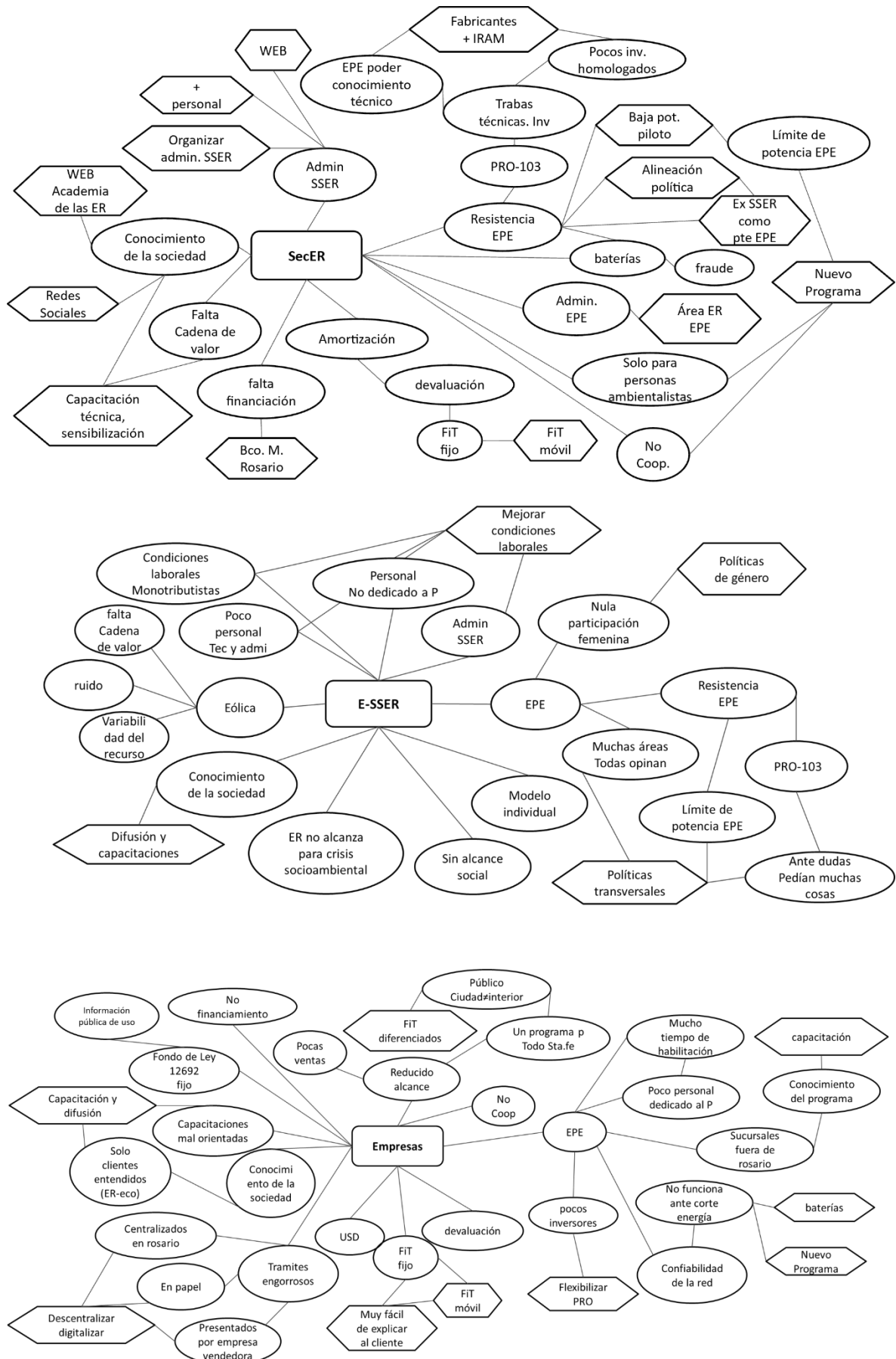
También se destaca la representación y filiación que logró la política pública en las empresas santafesinas del sector, las mismas, en esta fase, se alinearon con la SSER defendiendo el programa provincial ante la aparición y supuestos beneficios de la Ley Nacional N° 27.424 que no tuvo mayor aparición en el discurso de las empresas. En ningún caso, las empresas manifestaron malestar respecto a esta posición identitaria que tomó el gobierno de Santa Fe. Finalmente, es importante mencionar el diseño de tipo *top-down*, cerrado y hermético de la política pública en esta fase. La SSER no convocó a actores con trayectoria en el sector para el diseño del programa, no obstante, el programa generó pertenencia en la mayoría de los GSR. Tampoco promovió grupalidad o comunidad respecto a los prosumidores que se fueron adhiriendo al programa. No se los puso en contacto, no se generaron vínculos, reuniones de trabajo, etcétera.

Seguidamente en la Tabla 16 y Figura 62 se aprecia la sistematización de la flexibilidad interpretativa respecto a los problemas y las soluciones para alguno de estos GSR.

Tabla 16: Flexibilidad interpretativa de la fase 1

GSR	Descripción	Interpretación del P-S F1
SecER	Se compone de todos los secretarios de energías renovables que estuvieron durante el período 2012-2020	La EPE proseguía con resistencias y pocos empleados dedicados a la ER. Llegada solo a personas ambientalistas. Devaluación. FiT fijo comprometía amortización. Era necesario avanzar lentamente por las resistencias de la EPE
E-SSER	Representa a quienes trabajaron en la SSER en el período 2012-2019	Programa con poco sustento técnico institucional. Engorroso administrativamente. Solo trabajar sobre la GDER no atiende situaciones ambientales apremiantes.
Empresas	Empresas dedicadas a la comercialización y/o instalación de sistemas fotovoltaicos de la provincia de Santa Fe	Sistema favorable económicamente y muy fácil de explicar. Con una compleja burocracia administrativa. No se distinguía usuarios urbanos y rurales. Reducido alcance, no representó las ventas esperadas. Centralizado en Rosario. Con capacitaciones mal orientadas. No generó conocimiento en la sociedad. débil desde el punto de vista del USD. Demoras administrativas por parte de la EPE y desconocimiento fuera de rosario. Falta de financiamiento.
Expertos	Conformado por representantes de ONG, universidades santafesinas y expertos del sector privado no santafesinos	Un programa sin un diseño abierto y participativo. Sin un plan para salir del FiT. Logró dinamizar intensamente el mercado, pero no diseño momentos de diversificar el alcance social o excluyente del programa. Los financiamientos estaban orientadas a sectores medios altos. No se conocía cómo se ejecutaban los fondos públicos. Iba en desmedro con políticas de EE, no existía la conformación de una comunidad prosumidora. EPE con sistemas opacos de organización sin posibilidad de discutir socialmente cómo se conforma la tarifa eléctrica.
NDER	es un grupo unipersonal representada por el nuevo director de energías renovables posterior a 2019	Un programa con subsidios cruzados, sin alcance social. No fomentando el autoconsumo y la implicación de los usuarios en su consumo de energía. Por fuera de la normativa nacional de GD. Falta graba de profesionalización de instaladores. Falta de tecnificación en la medición de energía, sin medición inteligente. Malos mecanismos de financiamiento. Un sistema FiT insustentable para diversificar políticas de ER. Fomento de un modelo individual.
EPE	compuesta por actores directamente relacionados con la GDER	-

Figura 62: Diagramas problema-solución para la fase 1 de los GSR.



5.4. Cambio de conducciones, campo propicio para PROSUMIDORES 2020.

Con Bisso en la SSER y Neri en la presidencia de EPE junto a una nueva área de energías renovables con personal técnico dedicado, el 28 de junio de 2018 se lanza el programa PROSUMIDORES 2020 (P2020) mediante el Decreto 1710/18 (Gobierno de Santa Fe, 2018), el mismo con validez hasta el 31 de diciembre de 2019. Este proceso también fue marcado por un diseño cerrado y hermético, más aún que la etapa anterior, ya que la fase 1 del programa venía siendo acompañada por las dinámicas de reuniones respecto a las falencias del PRO 103-101. P2020 fue una sorpresa para la mayoría de los actores.

P2020 implicó una inversión de \$25.000.000²⁶ en el primer año y entre los principales cambios que se realizaron al programa original se encuentran:

1. Tarifa FiT ajustable por inflación cada 6 meses.
2. Incorporación de nuevos actores además del sector residencial y cada uno con límite de potencia diferenciado y un FiT diferenciado:

Tabla 17: Tipos de prosumidores para P2020

PROSUMIDOR	Potencia máxima en kW
Hogares	5
Comercios y PyMES	15
Consortios domiciliarios	5
Consortios comerciales	15
Rurales	15
Clubes y Org sociales	15
Máximo prosumidor	300

Hasta 2 kW	Hasta 5 kW	Hasta 10 kW	Hasta 15 kW
\$6,50*	\$6,00*	\$5,50*	\$5,00*

3. Brindaba un nuevo cupo con límite total de 500 kW para residenciales, 100 kW para rurales y 400 kW para el resto de los actores.
4. Dispuso una plataforma web para el registro, es decir digitaliza la tramitación y expedientes. El mismo dominio web se utilizó en la política pública que continuó a PROSUMIDORES, denominado programa ERA (2021-2023) y actualmente PROSUMIDORES 4.0

Figura 63: sitio web para centralizar trámites de PROSUMIDORES²⁷

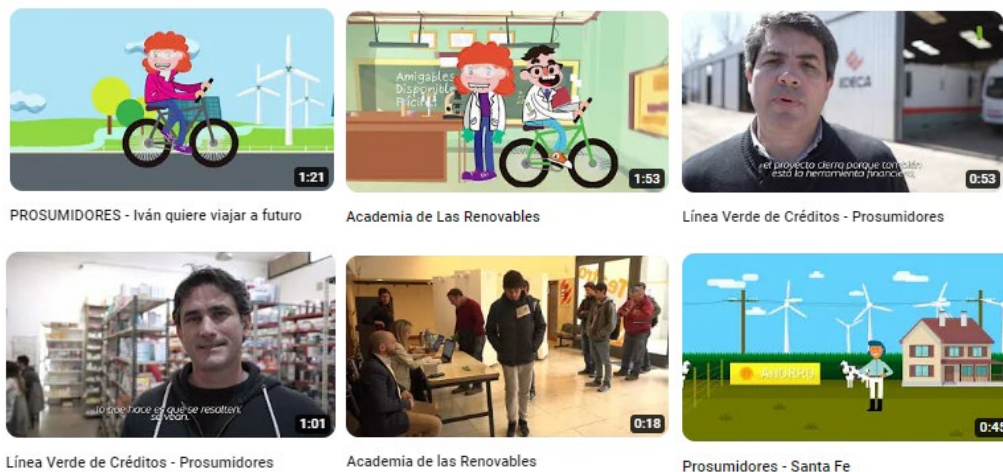


²⁶ USD 900.000 aproximadamente

²⁷ La captura representa el entorno visual de la web en 2018,, actualmente posee otra estética y arquitectura.

5. Esta nueva web centralizaba el proceso de capacitación con la creación de la “Academia de las renovables” y también disponía una lista de vendedores/instaladores capacitados en función de las distintas regiones de la provincia.
6. Habilitaba, dando un tiempo, para que los prosumidores de la primera etapa puedan pasarse a la modalidad de P2020 y percibir los nuevos beneficios.
7. Logra incorporar más cooperativas eléctricas a P2020 con una acción activa por parte de la SSER. Entre ellas las cooperativas eléctricas de Avellaneda, Bigand, Cañada de Gómez, Carcarañá, Carmen, Centeno, Colonia Belgrano, El Chingolo, Funes, Helvecia, Hersilia, Ibarlucea, Josefina, López, María Teresa, Juan B Molina, Murphy, Pueblo Esther, Rivadavia, Romang, Rufino, Sa Pereira, San Gregorio, Santa Teresa, Tacural, Tortugas, Venado Tuerto, Villa Cañas y Villa Mugueta.
8. Intensifica la divulgación pública con presencia en redes sociales, como canal de *Youtube* donde emite una serie de publicidades animadas sobre el programa y brindando experiencia de otros prosumidores.

Figura 64: Divulgación de PROSUMIDORES 2020 en redes sociales



9. Se realizan presentaciones públicas en todo el territorio provincial con elaboradas puestas en escena, emulando reuniones del tipo TEDx.

Figura 65: Presentación pública de PROSUMIDORES 2020



10. Construyen y divulgan el imaginario de “ENERGÍA MODELO SANTA FE”²⁸ para disputar sentido ante el avance territorial de la Ley Nacional N° 27.424
11. Implementación de financiamiento a través del Banco Municipal de Rosario, entre otros modos, con tasas de recupero de 6 años.

Tabla 18: *Financiamientos disponibles en 2019 para acceder a PROSUMIDORES 2020*

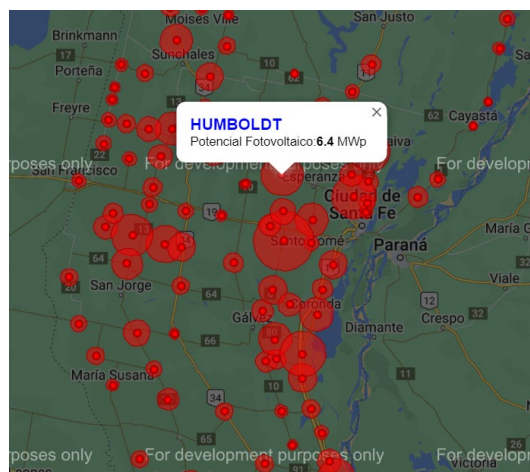
Créditos	Renovables CFI	Financiamiento Banco Municipal de Rosario (BMR)			Renovables BNA
		Renovables BMR	Prosumidores BMR	Compra con Tarjeta BMR	
Prosumidores Beneficiarios	Hogares, Comercios, PyMES, Consorcios, Clubes y Organizaciones Sociales, Rurales	PyMES, Consorcios, Clubes y Organizaciones Sociales, Rurales y Máximo Prosumidor	Hogares, Comercios, PyMES, Consorcios, Clubes y Organizaciones Sociales, Rurales	Hogares	Comercios y PyMES, Rurales y Máximo Prosumidor
Para Adquisición de:	Equipo de Renovables para el programa Prosumidores	Equipo de Renovables y Eficiencia Energética	Equipo de Renovables para el programa Prosumidores	Equipos de Energías Renovables	Equipo de Renovables y Eficiencia Energética
Tasa Nominal Anual	9,75% Variable	17% fija	17% fija	Sin interés	BADLAR+4%-Subsidio Norte: 8% Subsidio Sur: 6% Subsidio
Periodo	36 cuotas	36 cuotas	48 cuotas	18 cuotas	48 cuotas
Monto Máximo	\$150.000	\$4.000.000	\$400.000	Sujeto a límite de tarjeta de crédito	\$10.000.000

Ante una planificación de crecimiento sostenido de instalaciones de GDER que planteaba P2020 y también considerando que la SSER planificaba licitar centrales de generación de energías renovables de mayor potencia, la EPE divulga entre especialistas un mapa con potencia disponible de interconexión de energías renovables a la red de la distribuidora para mantener condiciones seguras de operabilidad.

Figura 66: *Capacidad admisible de potencia fotovoltaica en nodos de la EPE*



Todos los nodos de interconexión



Nodo Humboldt

Fuente: (Gobierno de Santa Fe, 2017)

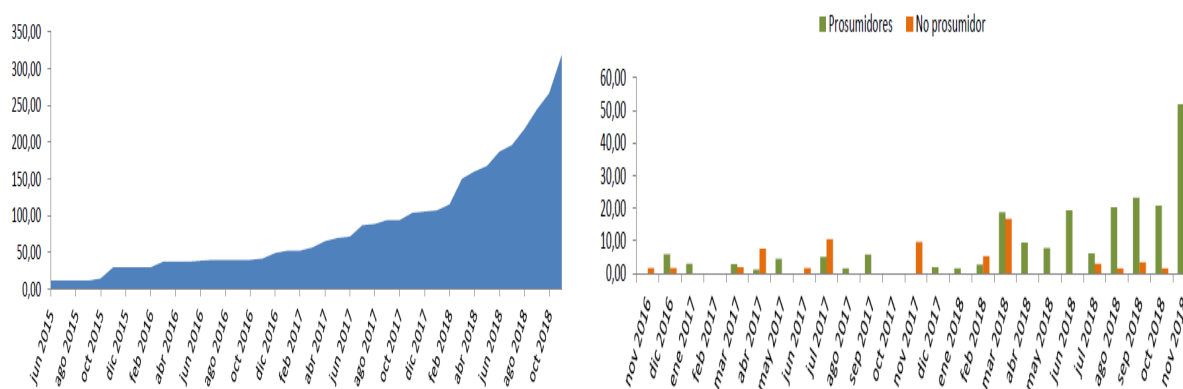
²⁸ <http://energiamodelosantafe.com.ar/articulos/produmidores> el sitio web se encuentra fue de servicio, pero estuvo en funcionamiento hasta 2024, con un dominio no oficial del gobierno.

A finales de 2018 se lanza el primer informe público por parte de la EPE respecto a la conexión en paralelo con la red titulado “Informe mensual conexiones en paralelo con la red EPE” (EPE, 2018). El informe no se publicaba mensualmente, más allá de su título, y no era sencillo acceder a la información pública, sino que se debía hablar con los máximos responsables para obtener por correo electrónico la información. Lo mismo sucede actualmente para acceder a la información detallada, más allá que existe un portal web provincial²⁹ al que se accede a datos generales con poco detalle de desagregación. Resulta muy complejo y encriptado acceder a información pública de la EPE respecto a la GDER.

Durante el año 2019, la EPE realiza una modificación al PRO 103-101 (EPE, 2019), donde el principal cambio es sobre las protecciones eléctricas en sistemas de 15 kW, ello debido a que los inversores ya contaban con dichas protecciones internamente, el rol de la norma IRAM antes mencionada y el laboratorio de ensayo de calidad de inversores de CNEA fueron centrales para instrumentar la adecuación.

Estas acciones tomadas por la SSER tuvieron un impacto concreto en el crecimiento de la potencia instalada en la provincia de Santa Fe, en la Figura 67 se observa el crecimiento exponencial a partir de P2020 y también en la figura se desagregan las conexiones en el marco del programa y fuera de él, tomando a partir de 2018 mayor porcentaje las instalaciones en el marco de P2020.

Figura 67: Crecimiento de potencia en kW instalado de GDER en Santa Fe



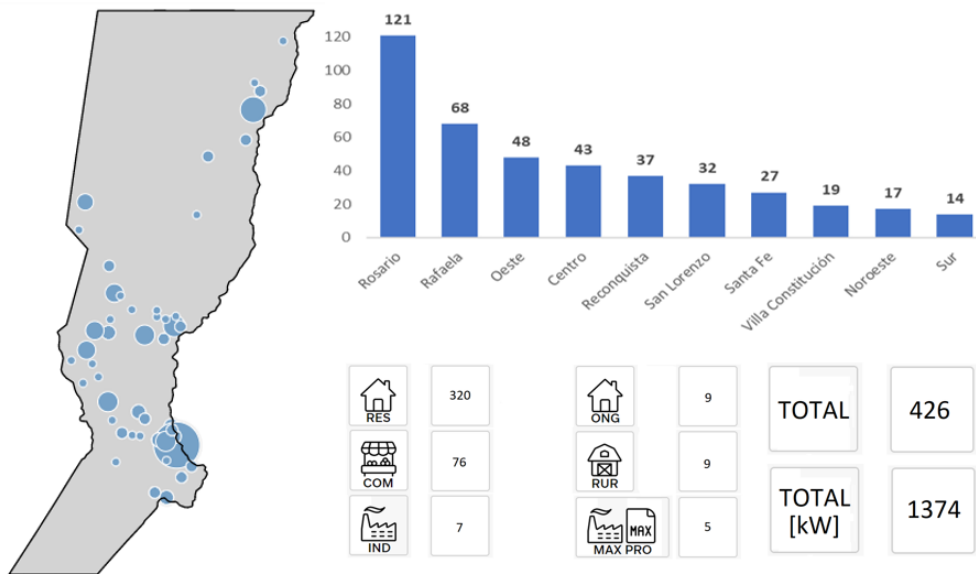
Fuente: (EPE, 2018, p. 5)

Otros aspectos relevantes de la fase P2020, es que las ciudades más pobladas de la provincia toman el protagonismo, a diferencia de la fase anterior, en la que Rosario no contaba con residencias adheridas al programa. En la Figura 68 , elaborada a partir del informe presentado por EPE en marzo de 2020, se manifiesta esta centralidad de Rosario, Rafaela y Santa Fe. Por

²⁹ <https://datos.santafe.gob.ar/dataset/prosumidores-epe>

otro lado, varias instalaciones dispersas se reúnen bajo las categorías oeste, noreste, centro y sur.

Figura 68: Cantidad de prosumidores y potencia instalada discriminada territorialmente.



Fuente: elaboración propia a partir de (EPE, 2020)

De forma unánime, todas las empresas entrevistadas resaltaron el rasgo positivo en la mejora del proceso de habilitación de P2020, siendo más ágil que la fase anterior. Ello aportado por la posibilidad de realizar los trámites de forma remota a través del nuevo sitio web.

Debían seguirse los siguientes pasos en la web para iniciar el trámite:

1. Llenar el formulario web.
2. Adjuntar hoja técnica de paneles fotovoltaicos a implementar.
3. Adjuntar hoja técnica de inversor de tensión.
4. Adjuntar certificados de normativas de inversor de tensión.
5. Cargar geolocalización de la instalación.
6. Adjuntar diagrama unifilar eléctrico.
7. Adjuntar última factura de energía eléctrica.
8. Adjuntar imagen del medidor de energía.
9. Cargar descripción general de la instalación a ejecutarse.
10. Adjuntar plano de planta.

A diferencia de la fase anterior, los trámites podían realizar de forma virtual mediante el portal web, lo que hacía menos engorroso el trámite para usuarios y vendedores que oportunamente, en la fase anterior, debían presentarse de forma presencial en las oficinas de la SSER en Rosario.

Fue resaltado por expertos y trabajadores de la SSER, la heterogeneidad de conocimientos técnicos que se encontraba al momento de revisar la información técnica presentada, como así también al momento de ejecutar las obras. Esto daba cuenta de la falta de exigencia de profesionalización respecto al tema, ya que no intervenía ningún colegio técnico en el proceso (por ejemplo el colegio de ingenieros especialista, etcétera). En este mismo sentido la impresión de los capacitadores a cargo del programa daba cuenta que se perseguía incrementar la cantidad de personas capacitadas aunque las mismas no fueran electricistas.

Esta variable quedó manifiesta al momento del lanzamiento de “la academia de las renovables”, donde se pasó de un cupo de 40 personas en aula, a 400 personas en un teatro con una puesta en escena imponente.

Respecto a los excluidos del programa, P2020, logró incorporar gran cantidad de cooperativas eléctricas y también amplió el cupo a usuarios no residenciales. No obstante, respecto a los usuarios residenciales, el programa continuó con la misma lógica de no brindar posibilidades a otros actores tales como inquilinos, personas sin acceso al sol entre otros que fueron mencionadas en la fase anterior.

En esta fase fue importante la aceptación de nuevos inversores de tensión que habilitaba el PRO 103-101 como así también el rol estratégico de los cuadros políticos en la SSER y en la presidencia de la EPE que lograron alinear a parte de la distribuidora para poder aumentar las cuotas de potencia y con ello parte de los obstáculos técnicos que implementaban en la fase 0 y fase 1 de la GDER en Santa Fe.

Los SecER destacaron como una falla del diseño de PROSUMIDORES que contemplaron un programa único para toda la extensión territorial de la provincia de Santa Fe. Principalmente un mismo FiT para toda la provincia.

Para expertos en el sector, una de las principales fallas del proceso de GDER en Santa Fe, fue no haber planificado una salida del modelo FiT. Este GSR destacaba que el mayor desafío de un modelo FiT es planificar la salida de la tarifa preferencial sin destruir la cadena de valor creada. Por ejemplo, Cuando los Gobiernos que lideran la implementación de GDER, como Alemania y China, suprimieron las FiT, las consecuencias fueron drásticas. En Alemania, las inversiones en energías renovables cayeron 46 % en 2015. Y entre 2017 y 2018, las inversiones en energías limpias en China se redujeron 38 % (con una caída de las inversiones en energía solar de 53%) (Steinfert y Angel, 2023).

Con un mercado de energía solar fotovoltaica incipiente, en esta instancia, el problema para las empresas era que no podían incorporar acumulación (baterías eléctricas), ya que no lo habilitaba el PRO 103-101, y ello alejaba algunos clientes cuya inquietud era tener energía

eléctrica en los momentos que el servicio comercial sufría interrupciones. Es decir, ya con un mercado en movimiento, la preocupación radicaba en cómo lograr nuevos clientes. Cabe aclarar que, en algunos casos, vendedores instalaban inversores de tensión híbridos (que habilitan la conexión de baterías), y luego de la inspección y posterior habilitación por parte de la EPE, el vendedor incluía la batería en el sistema para brindar este servicio; fuera de la reglamentación.

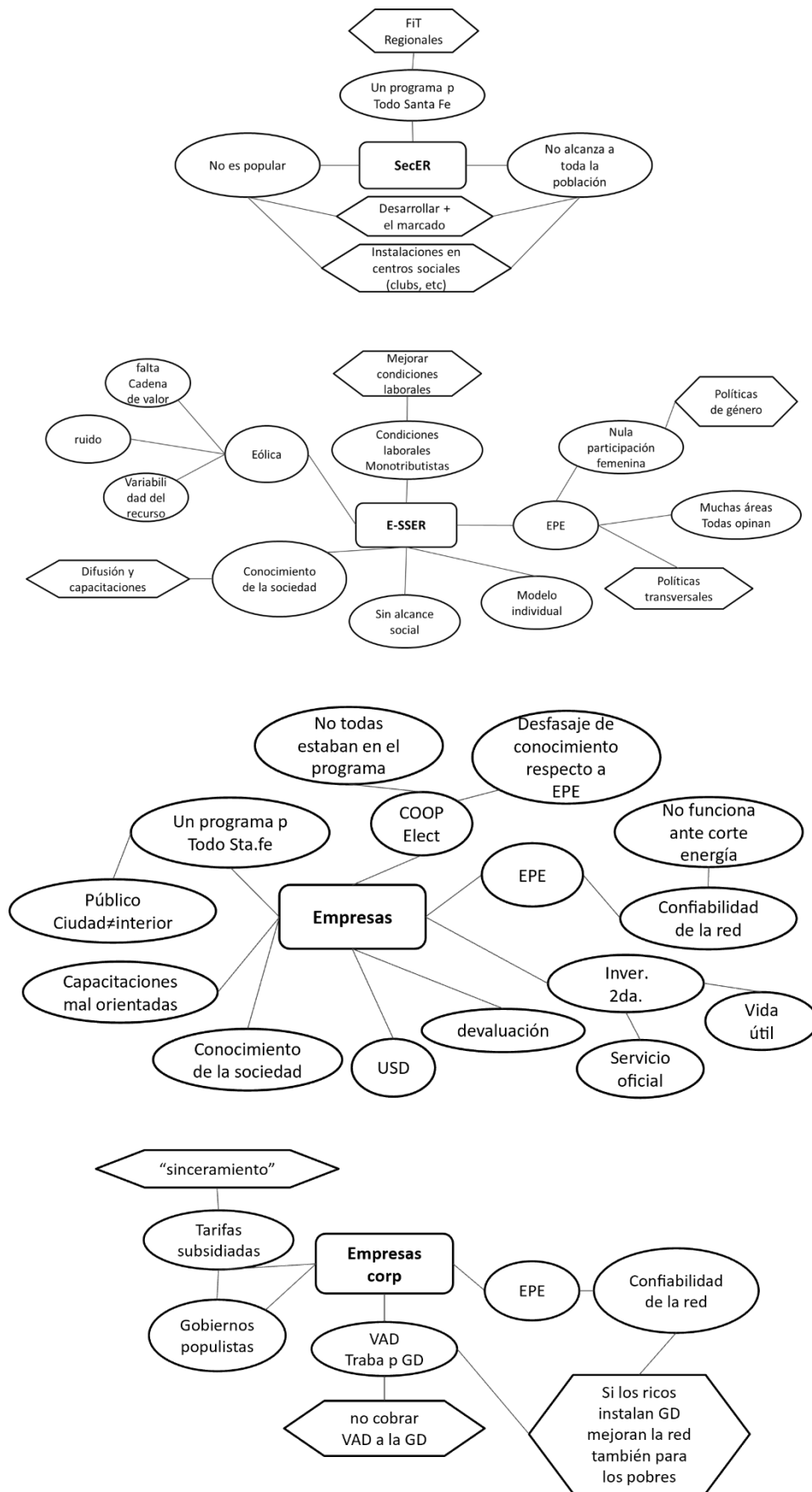
Por este motivo la EPE comenzó a implementar inspecciones posteriores (luego de un año) a la habilitación de la instalación. Una de las principales razones por la cual en un modelo FiT, la acumulación puede ser contra productiva es que una persona puede cargar una batería con energía que proviene de la red pagando una tarifa por ello, y luego vende esa energía a la red a un precio preferencial como si fuese generada por fuentes renovables. La posibilidad de fraude es crucial en el análisis de estas situaciones para los promotores del programa.

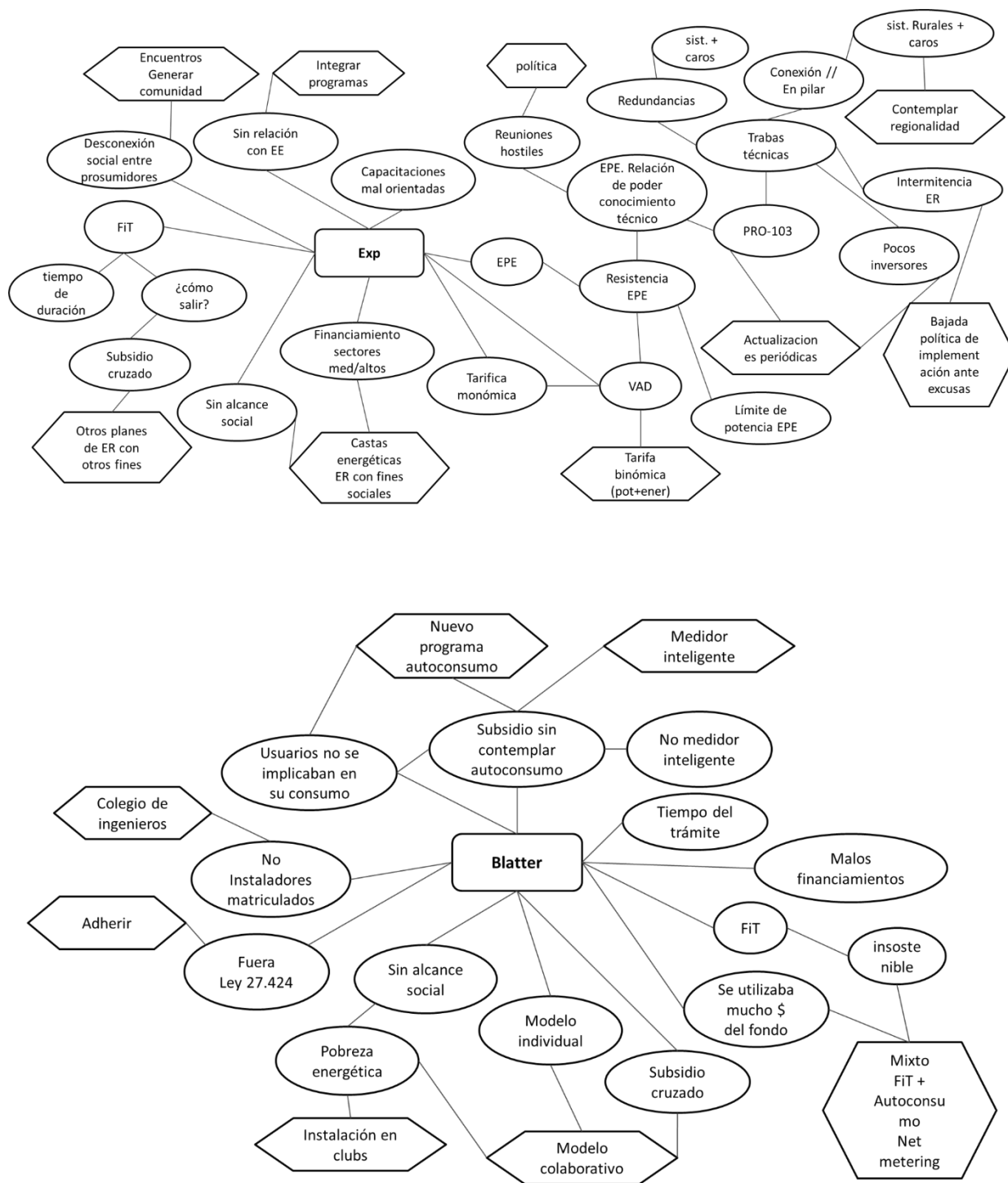
Por otra parte, entre las empresas que ofrecen servicios de energía solar FV se distinguieron dos interpretaciones respecto al alcance social de una política pública de energías renovables. Por un lado, lo que dominaba el discurso era la asignación de subsidios nacionales a la energía eléctrica convencional, culpaban a la asignación de subsidios la demora del despegue del mercado renovable de energía, utilizando en las entrevistas para enmarcar esta situación las mismas palabras que el gobierno de Mauricio Macri refería “se requiere un sinceramiento de la tarifa eléctrica”. No obstante, ese mismo empresario, estaba de acuerdo en recibir un subsidio para la generación de energías renovables, alegaba que “los sectores sociales se beneficiaban igual de la política de PROSUMIDORES, debido a que había menos emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y que los sectores más pudientes, al instalar GDER mejoraban la calidad de servicio de la red eléctrica, por lo cual tendrías menos cortes, micro cortes y menos electrodomésticos afectados”.

Por otro lado, estaban las empresas que creían que la política de PROSUMIDORES podía tener mayor alcance social, y no veían a los subsidios como una amenaza a la GDER, en todo caso planteaban la necesidad de segmentar los subsidios a la energía convencional.

En la Figura 69 se muestra la alianza socio-técnica de la fase 2 y en la Figura 70 las dinámicas problema-solución de los distintos GSR, además en la Tabla 19 se aprecian las interpretaciones sobre la fase 2.

Figura 70: Diagramas problema-solución para la fase 2 de los GSR.



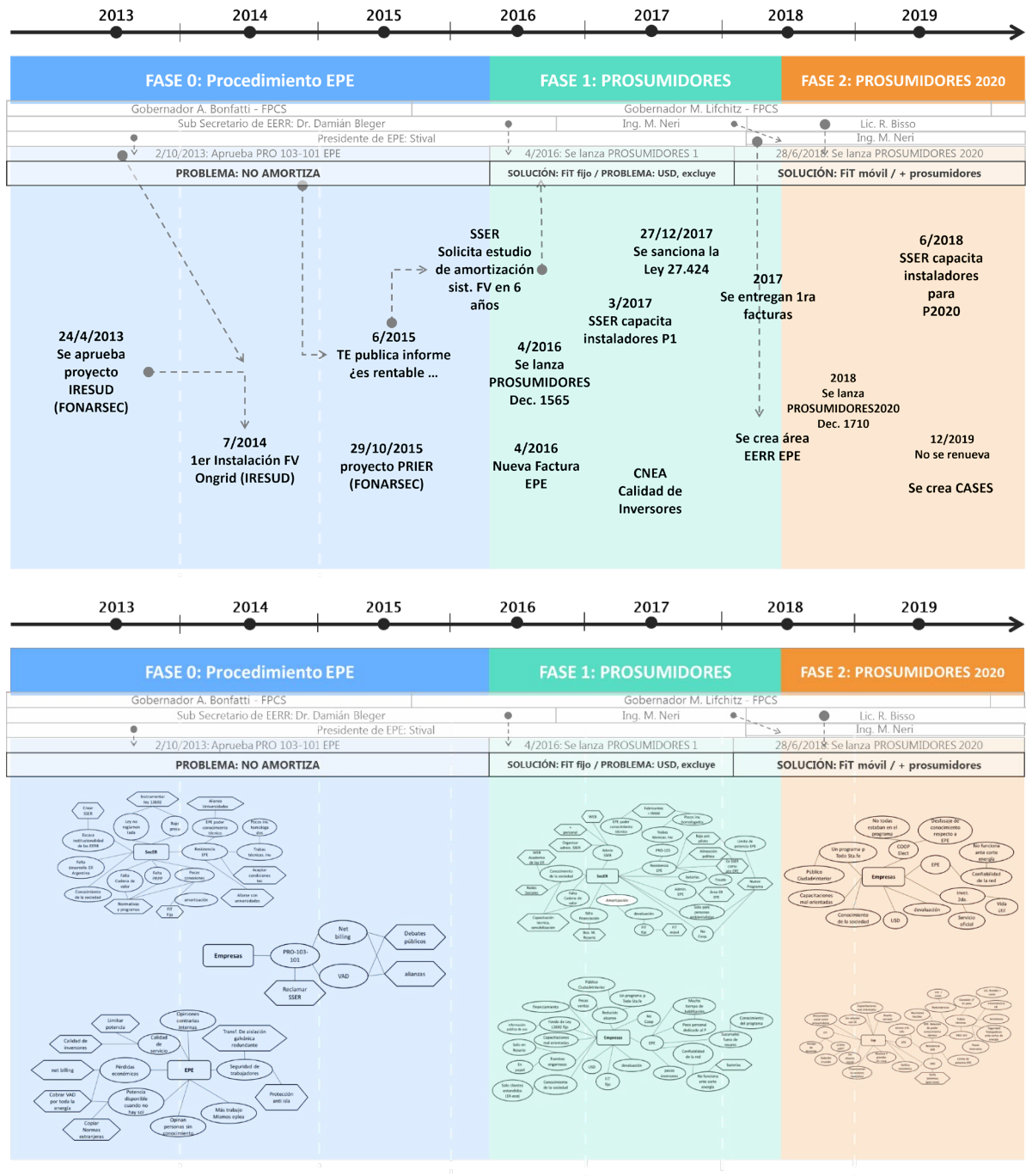


5.5. Trayectoria socio-técnica del programa PROSUMIDORES

De este modo se constituyeron tres fases que dieron origen a las distintas versiones del programa PROSUMIDORES, fase 0 referida entre 2013 y 2016 que habilitó la posibilidad técnica de realizar interconexiones de GDER, fase 1 que dio origen a PROSUMIDORES entre los años 2016 y 2018 y finalmente la fase 2 entre 2018 y el 19 de diciembre de 2019 donde se desarrolló PROSUMIDORES 2020 y culminó según la fecha establecida en la normativa que

lo creó. Cada una de ellas se caracterizó por poseer diferentes dinámicas socio-técnicas aquí representadas por cambios en las alianzas socio-técnicas como así también cambios en la flexibilidad interpretativa de los problemas y construcción de soluciones. En la Figura 71 se sistematizan estas fases y algunas dinámicas que fueron aconteciendo. Dentro de cada fase se encuentran todas las dinámicas socio-técnicas, como ejemplo se inscriben las relaciones problema-solución en la segunda imagen.

Figura 71: Trayectoria socio-técnica del período en estudio. Elaboración propia.



En la Tabla 20 se sistematizan y caracterizan todos los GSR detectados y desglosan sintéticamente para cada fase la flexibilidad interpretativa de las dinámicas problema-solución.

5.6. Discontinuidad política, borrón y cuenta nueva.

Luego del proceso electoral de 2019, en diciembre, se da un cambio de gobierno en la provincia de Santa Fe, no solo cambio de gobernador, sino también de partido político, el Cr. Omar Perotti asume por el partido justicialista. Y en relación a PROSUMIDORES, tal cual lo establecía su decreto fundacional, el programa P2020 tenía fecha de caducidad el 31 de diciembre de 2019. Por tal motivo el nuevo gobierno no continuó con el programa.

Por un largo período de tiempo, hasta el 16 de octubre de 2020 no hubo programa de GDER en la provincia de Santa Fe, pionera hasta el momento. Esta situación desencadenó la conformación de la Cámara Santafesina de Energía Solar (CASES) para dialogar con el nuevo gobierno. Espacio que inicialmente tuvo iniciativas y cohesión entre las partes, pero que rápidamente se fue tornando un espacio de disputa interna entre empresas. En el proceso lograron reuniones con los nuevos gobernantes, publicar notas de prensa entre otras iniciativas. La CASES nunca logró institucionalizarse formalmente como cámara santafesina y de ese proceso, aún se hallan rencores en los discursos de distintos miembros entrevistados para el desarrollo de esta tesis.

Finalmente, mediante el Decreto N° 1098-20 (Gobierno de Santa Fe, 2020) se instaura el programa “Energía renovables para el Ambiente” (ERA). Luego de este hito, CASES se disolvió con fuertes internas entre algunas empresas locales como se mencionó anteriormente.

Tabla 20: Grupos sociales relevantes y sus asignaciones de sentido respecto a la dinámica problema-solución.

GSR	Descripción	Interpretación del P-S F0	Interpretación del P-S F1	Interpretación del P-S F2
SecER	Se compone de todos los secretarios de energías renovables que estuvieron durante el período 2012-2020	Existió una hostil resistencia de la EPE, argumentando problemas técnicos y de seguridad. Falta de cadena de valor local y nacional. Poco conocimiento en la sociedad. Falta de fondos públicos para las ER. Pocos empleados	La EPE proseguía con resistencias y pocos empleados dedicados a la ER. Llegada solo a personas ambientalistas. Devaluación. FiT fijo comprometía amortización. Era necesario avanzar lentamente por las resistencias de la EPE	No era un programa de alcance popular. Perseguía desarrollar la cadena de valor. Se trabajo con una sola mirada territorial.
E-SSER	Representa a quienes trabajaron en la SSER en el período 2012-2019	Hostilidad de la EPE, nula participación de género. Condiciones laborales desfavorables	Programa con poco sustento técnico institucional. Engorroso administrativamente. Solo trabajar sobre la GDER no atiende situaciones ambientales apremiantes.	Programa sin alcance social y modelo individualista de desarrollo de las ER. Continuabas las condiciones laborales desfavorables.
Empresas	Empresas dedicadas a la comercialización y/o instalación de sistemas fotovoltaicos de la provincia de Santa Fe	Sistema no sustentable económicamente. Modelos de reconocimiento desfavorables. No se debería pagar VAD por el total de la energía	Sistema favorable económicamente y muy fácil de explicar. Con una compleja burocracia administrativa. No se distinguía usuarios urbanos y rurales. Reducido alcance, no representó las ventas esperadas. Centralizado en Rosario. Con capacitaciones mal orientadas. No generó conocimiento en la sociedad. débil desde el punto de vista del USD. Demoras administrativas por parte de la EPE y desconocimiento fuera de rosario. Falta de financiamiento.	La economía como factor determinante para las inversiones. Conocimiento de la EPE fuera de las ciudades centrales era muy bajo. Capacitaciones mal orientadas, poca profesionalización. Un programa que mejoró a su antecesor.
Expertos	Conformado por representantes de ONG, universidades santafesinas y expertos del sector privado no santafesinos	Sistema no sustentable económicamente, pero habilitó el debate con la distribuidora para habilitar la GDER. Debeló la resistencia de la EPE el dialogo abierto y abrir la conformación de tarifas.	Un programa sin un diseño abierto y participativo. Sin un plan para salir del FiT. Logró dinamizar intensamente el mercado, pero no diseño momentos de diversificar el alcance social o excluyente del programa. Los financiamientos estaban orientadas a sectores medios altos. No se conocía cómo se ejecutaban los fondos públicos. Iba en desmedro con políticas de EE, no existía la conformación de una comunidad prosumidora. EPE con sistemas opacos de organización sin posibilidad de discutir socialmente cómo se conforma la tarifa eléctrica.	
NDER	es un grupo unipersonal representada por el nuevo director de energías renovables posterior a 2019	-	Un programa con subsidios cruzados, sin alcance social. No fomentando el autoconsumo y la implicación de los usuarios en su consumo de energía. Por fuera de la normativa nacional de GD. Falta graba de profesionalización de instaladores. Falta de tecnificación en la medición de energía, sin medición inteligente. Malos mecanismos de financiamiento. Un sistema FiT insustentable para diversificar políticas de ER. Fomento de un modelo individual.	
EPE	compuesta por actores directamente relacionados con la GDER	El crecimiento de la GD atenta contra la seguridad de empleados. Posibilidad de pérdidas económicas y gestión de la red debido a la calidad del servicio. Un marco donde opinaban muchas personas sin conocimiento técnico. Había opiniones encontradas dentro de la institución	-	-

6. Conclusiones

El programa PROSUMIDORES constituyó una experiencia singular y valiosa en el panorama de las políticas públicas energéticas en Argentina. Fue una iniciativa pionera en el ámbito subnacional que, en un contexto institucional y técnico poco explorado, asumió el desafío de habilitar la conexión de sistemas fotovoltaicos residenciales en paralelo con la red eléctrica. Esta política implicó, para el período en estudio, una apuesta arriesgada y anticipatoria respecto a los debates nacionales sobre generación distribuida. A lo largo de varias gestiones de gobierno, el programa fue sostenido con coherencia política, articulación institucional y compromiso técnico, logrando movilizar recursos, actores y aprendizajes que dinamizaron la cadena de valor local y posicionaron a la provincia de Santa Fe como una referencia en el sector.

Este capítulo final articula las principales conclusiones de la investigación a partir de una triangulación teórica que permitió abordar de forma integrada una parte de la transición energética santafesina. El marco teórico propuesto, integrado por el enfoque de las transiciones a la sustentabilidad (Geels, 2011), el análisis socio-técnico (Thomas, 2008), y la perspectiva crítica de las transiciones ecosociales (Svampa, 2022; Bertinat y Chemes, 2022) como se verá a continuación muestra un potencial analítico descriptivo y explicativo potente en el desarrollo de esta tesis. Esta combinación permitió superar las visiones tecnocráticas o deterministas de la innovación, incorporando dimensiones institucionales, territoriales y de relaciones de poder en el análisis de la transición energética santafesina.

Desde el punto de vista metodológico, el enfoque de estudio de caso único ofreció una vía adecuada para observar en profundidad las dinámicas socio-técnicas de una política energética localizada. Sin embargo, es necesario señalar una limitación relevante: la imposibilidad de acceder directamente a una muestra amplia y diversa de prosumidores, más allá de personas con contacto previo o cercanía institucional. Esta restricción se vincula con la ausencia de un monitoreo sistemático por parte del Estado sobre las condiciones socioeconómicas de quienes accedieron al programa, y con las restricciones normativas para el acceso a sus datos personales. Esta limitante fue parcialmente compensada mediante entrevistas a empresas instaladoras, a quienes se consultó sobre los perfiles de sus clientes y las tendencias observadas en el mercado. Cabe señalar que, ante esta carencia de información, se ofreció formalmente a la actual Secretaría de Energía de la provincia la posibilidad de realizar un relevamiento de indicadores socioeconómicos de los prosumidores.

Este capítulo se estructura en cuatro secciones. La primera recupera las trayectorias socio-técnicas observadas a lo largo del desarrollo del programa, enfocándose en la evolución de las alianzas, las nociones de funcionamiento y los límites estructurales de la inclusión. La segunda sección aplica el enfoque multinivel para analizar las complejidades de la transición, mostrando cómo las interacciones entre nichos, régimen y paisaje no se dan de forma ascendente ni lineal, sino a través de múltiples permeabilidades, tensiones e influencias bidireccionales. En la tercera sección se realiza un análisis comparado con estudios internacionales recientes, resaltando puntos de convergencia en torno a la resistencia de los actores del régimen, las dinámicas de exclusión y las tensiones distributivas de la GDER. Finalmente, se presentan una serie de interrogantes orientados a futuras investigaciones y a los desafíos pendientes en la construcción de transiciones energéticas más justas.

Las conclusiones aquí desarrolladas, aunque críticas, deben leerse como un reconocimiento a la relevancia del caso estudiado. Lejos de invalidar su importancia, el análisis pretende visibilizar las tensiones estructurales y los aprendizajes institucionales que emergen cuando se impulsan políticas públicas disruptivas en contextos socio-técnicos altamente estabilizados. El programa PROSUMIDORES abrió una ventana de posibilidades para repensar el rol del Estado, la ciudadanía energética y las formas de democratizar el acceso a las tecnologías renovables.

6.1. Trayectorias socio-técnicas, alianzas inestables y configuraciones excluyentes en torno a la GDER en Santa Fe

El recorrido analítico presentado en esta tesis permitió reconstruir, desde una perspectiva socio-técnica, la trayectoria del programa PROSUMIDORES en la provincia de Santa Fe entre 2013 y 2020. Lejos de tratarse de un simple proceso de implementación técnica o normativa, el devenir de la GDER en este contexto puede comprenderse como una sucesión de reconfiguraciones de alianzas socio-técnicas que, en cada fase, estabilizaron de forma contingente (y siempre parcial) un conjunto específico de relaciones entre actores sociales y artefactos, saberes, reglas, intereses y visiones del mundo. Al mismo tiempo, estas configuraciones fueron tensadas y resignificadas por los distintos grupos sociales relevantes, cuyas definiciones sobre lo que significaba que el sistema "funcione" o "no funcione" no siempre coincidieron con las visiones hegemónicas que sostenían las alianzas en curso. Las controversias sobre criterios de acceso, seguridad, retribución, legitimidad y escala reflejaron interpretaciones divergentes que influyeron en la estabilización o desestabilización de dichas alianzas, expresando así disputas profundas sobre el sentido de la transición energética.

Cada una de las tres fases identificadas respondió a momentos de relativo funcionamiento o no funcionamiento del sistema, donde el funcionamiento no es una propiedad intrínseca de la tecnología, sino el resultado de una articulación exitosa (aunque siempre inestable) de elementos heterogéneos que posibilitan su operación concreta. En este marco, el programa PROSUMIDORES se volvió operativa en tanto y en cuanto determinadas configuraciones socio-técnicas lograron, en momentos específicos, articular dispositivos técnicos, regulaciones, esquemas de financiamiento, usuarios pioneros, criterios de habilitación eléctrica, saberes instaladores, repertorios de demanda ciudadana y narrativas legitimantes. Sin embargo, ese funcionamiento debe ser comprendido de manera relacional y situada: para ciertos grupos sociales relevantes, como la EPE, las restricciones técnicas iniciales cumplían una función clave en la protección de la estabilidad del sistema eléctrico y en el control de los flujos económicos institucionales. En cambio, para empresas instaladoras, organizaciones de la sociedad civil o actores del gobierno provincial, esas mismas restricciones eran vistas como limitaciones que obstaculizaban el despliegue más amplio de la GDER. Desde esta perspectiva, lo que se denominó funcionamiento fue el resultado de un equilibrio técnico-político contingente, no exento de tensiones, negociaciones y redefiniciones sucesivas.

Estas alianzas nunca fueron completamente estables. Más bien, el análisis mostró que el funcionamiento fue siempre provisional y parcial, sostenido en procesos de alineamiento frágiles que se modificaron con cada reconfiguración política, técnica o institucional. Así, lo que en una fase fue interpretado como una solución viable (por ejemplo, el uso de dos medidores de energía o una tarifa de inyección preferencial), en otra pudo volverse una fuente de tensión o contradicción interna. Tal es el caso del límite del 80 % del consumo anual, que si bien fue pensado como una salvaguarda para evitar la sobreproducción estructural y prevenir burbujas solares como las experimentadas en España, a la vez resultó restrictivo frente a los principios de eficiencia energética y autonomía progresiva que se esperaban del prosumidor ideal. Esta ambigüedad funcional revela la naturaleza co-construida, conflictiva y dinámica de los procesos de selección tecnológica.

En ese sentido, cada fase del programa PROSUMIDORES puede leerse como la expresión concreta de una configuración específica de alianzas socio-técnicas.

La fase 0 (2013–2016) representó un momento de ensayos experimentales bajo el PRO 103-101, donde la EPE, la SSER y actores técnicos de universidades públicas construyeron un primer marco de habilitación, fuertemente restrictivo, que funcionaba para unos pocos casos piloto y que excluía activamente cualquier tentativa de masificación. En esta etapa tuvo especial relevancia el debate en torno al VAD, que suscitó una vigorosa resistencia

por parte de empresas prestadoras de servicios solares, mientras que desde la EPE se defendía su aplicación con fundamentos técnicos vinculados al sostenimiento de la infraestructura eléctrica. Algunos expertos también apoyaban esta posición, argumentando que el cobro del VAD respondía a principios de equidad en el acceso a los servicios energéticos.

La fase 1 (2016–2018) expresó un cambio de rumbo con el lanzamiento formal del programa PROSUMIDORES, pero mantuvo una lógica centrada en usuarios individuales de alto poder adquisitivo, instaladores especializados y gestión centralizada. En esta etapa se produjo también un giro notable en la posición de algunos actores del sector privado que, habiendo sido críticos durante la fase 0, comenzaron a alinearse con la propuesta provincial. Empresas instaladoras y proveedoras de equipamiento pasaron a defender el programa PROSUMIDORES frente al avance de la Ley Nacional 27.424, ya que encontraban en el esquema santafesino una forma de estabilidad, previsibilidad económica y reconocimiento institucional. A partir de este nuevo escenario de beneficios compartidos, el debate sobre el VAD fue progresivamente perdiendo visibilidad en el plano provincial, aunque recobró fuerza en el ámbito nacional con la sanción de la nueva Ley Nacional. Este reposicionamiento evidencia cómo las alianzas socio-técnicas no solo estabilizan arreglos técnico-políticos, sino también reconfiguran las trayectorias estratégicas de los actores en función de sus expectativas, beneficios y oportunidades emergentes.

Finalmente, la fase 2 (2018–2019), bajo la denominación "PROSUMIDORES 2020", buscó escalar y digitalizar el modelo, incorporando cooperativas, financiamiento bancario y nuevos tipos de usuarios (empresas, instituciones y el sector rural), aunque sin resolver las exclusiones estructurales acumuladas. Esta etapa estuvo marcada también por una importante reconfiguración institucional, cuando la decisión política de designar en la presidencia de la EPE al ex subsecretario de Energías Renovables allanó el terreno para avances significativos. Entre ellos, se destaca la creación de oficinas internas especializadas en energías renovables dentro de la propia empresa, así como el aumento de la potencia habilitada y la ampliación del universo de actores que podían aplicar al programa PROSUMIDORES. Estos cambios fortalecieron la estructura operativa del programa y reforzaron su legitimidad técnica e institucional.

A pesar de estos avances institucionales, comenzaron a emerger nuevas tensiones derivadas de las restricciones normativas en torno al almacenamiento de energía. A medida que las empresas del sector solar fotovoltaico consolidaban su presencia y clientela, comenzaron también a registrar una demanda creciente entre usuarios que esperaban soluciones frente a cortes del suministro eléctrico. Sin embargo, debido a la imposibilidad normativa de operar en modo isla

y a la exclusión de baterías como componente habilitado en el programa, los sistemas instalados no ofrecían continuidad de servicio en contextos de contingencia. Este desajuste entre las expectativas sociales de autonomía energética y los marcos regulatorios vigentes volvió a poner en cuestión el alcance del funcionamiento prometido por la política pública, reactivando así debates más amplios sobre qué soluciones debían ser consideradas legítimas y viables dentro del repertorio tecnológico de la GDER.

Este recorrido permite afirmar que las alianzas socio-técnicas fueron también configuraciones de poder. Tal como señalan Thomas y Santos (2016), una alianza no solo permite que una tecnología funcione, sino que también puede erosionar o desactivar las condiciones de posibilidad de otras configuraciones tecnológicas rivales. En este caso, las decisiones regulatorias, los formatos contractuales, los modos de financiamiento y las interpretaciones autorizadas sobre lo que significaba ser prosumidor operaron como dispositivos de inclusión y exclusión, pero además como mecanismos que concentraron agencia decisional en actores específicos del régimen. En particular, la EPE desempeñó un rol central como agente de clausura tecnológica, no solo por su capacidad de redactar normas técnicas, establecer criterios de conexión y validar instalaciones, sino también por su monopolio en la circulación de saber experto, en la interpretación legítima de la seguridad eléctrica, y en la definición de lo que era viable económica y operativamente en el sistema eléctrico santafesino.

Esta posición institucional le permitió a la EPE no solo habilitar tecnologías, sino también condicionar el diseño de políticas públicas de transición energética desde una racionalidad ingenieril y tarifaria, que muchas veces operó en tensión con los objetivos declarados de democratización o inclusión. La generación de agencia institucional se expresó, entonces, en la capacidad de estabilizar ciertos marcos interpretativos (por ejemplo, sobre el equilibrio técnico-financiero del sistema, o sobre los límites del usuario prosumidor) y en su potestad de canalizar o bloquear demandas emergentes desde cooperativas, gobiernos locales u organizaciones sociales.

Este punto es central para el enfoque de los sistemas tecnológicos sociales, que no solo interroga el diseño técnico de las soluciones, sino también su articulación con fines de inclusión, democratización y transformación. Desde esta mirada, el programa PROSUMIDORES puede entenderse como una política pública que priorizó ciertas formas de apropiación tecnológica por sobre otras, alineando su estrategia con una visión tecnocrática de la transición energética. Uno de los aspectos más controvertidos fue la lógica de subsidios cruzados: todos los usuarios del sistema eléctrico de la EPE aportaron al fondo provincial para la promoción de energías renovables, pero no todos tuvieron posibilidad de acceder a los

beneficios del programa. Las restricciones técnicas, económicas y sociales derivaron en un patrón de exclusión múltiple.

Entre los principales excluidos se encuentran personas en situación de pobreza (entre ellas la energética), sin capacidad de inversión inicial en sistemas solares; inquilinos que no pueden modificar la infraestructura del inmueble; personas que habitan propiedades verticales o viviendas con escasa o nula exposición solar (derivados de códigos de edificación urbano); así como habitantes de localidades cuya cooperativa eléctrica no formaba parte del programa. Ninguna empresa del sector ejecutó obras a inquilinos, y las operaciones comerciales se concentraron en personas propietarias, mayoritariamente personas de entre 40 y 50 años, y cuyos interlocutores con los vendedores eran varones, lo que también revela sesgos de género y clase en la intermediación tecnológica. A ello se suma la exclusión de tecnologías alternativas: el programa priorizó la energía solar fotovoltaica sobre otras fuentes, basándose en criterios de homogeneidad del recurso solar en el territorio provincial y menor demanda de mantenimiento, pero sin considerar escenarios híbridos o soluciones adaptadas a otras realidades sociales y territoriales.

En este marco, resulta especialmente relevante el abandono de políticas públicas previas de promoción de la generación térmica distribuida. El programa "Un sol para tu techo", orientado a la instalación de termotanques solares de fabricación nacional y provincial, fue una iniciativa pionera en el país, replicada posteriormente por otras provincias y valorada tanto por su impacto ambiental como por el fortalecimiento de una cadena de valor local con potencial productivo destacado (Taller Ecologista, 2010; Chemes y Arraña, 2022). Sin embargo, al centrarse exclusivamente en el modelo de prosumidores eléctricos, la política energética santafesina desatendió y finalmente eliminó esta línea de intervención. Esta decisión implicó no solo una pérdida de diversificación tecnológica, sino también el debilitamiento de un sector industrial y técnico que había logrado desarrollos relevantes y adecuados a las necesidades térmicas de amplias franjas de la población.

La falta de participación efectiva de organizaciones sociales, cooperativas de base o sectores vulnerados, junto con la dependencia del subsidio provincial y la escasa institucionalización del régimen de interconexión, debilitaron la sostenibilidad de las alianzas construidas y limitaron su capacidad de transformación a largo plazo. A esto se sumó la ausencia de estrategias orientadas a la construcción de comunidad entre los prosumidores, ya que el programa no promovió instancias de intercambio colectivo, espacios de organización o redes de articulación que permitieran consolidarlos como actor social reconocido. En lugar de ello, se priorizó el desarrollo de una cadena de valor centrada en el mercado fotovoltaico,

promoviendo la consolidación de empresas del rubro pero sin un seguimiento pormenorizado del sector ni mecanismos que garantizaran su continuidad ante cambios políticos.

Esta orientación quedó en evidencia tras el recambio de gobierno, cuando el programa PROSUMIDORES fue desactivado sin resistencia institucional significativa. En respuesta, el sector privado impulsó la conformación de la Cámara Santafesina de Energía Solar (CASES) como intento de rearticulación sectorial. En sus pronunciamientos públicos (Domínguez, 2020; Energía Estratégica, 2020), CASES denunció el cierre de 95 empresas y la pérdida de 350 empleos en el sector. También proporcionó indicadores que daban cuenta del impacto económico del programa: durante los últimos 18 meses de funcionamiento, el rubro fotovoltaico movilizó aproximadamente USD 3.900.000 en Santa Fe, con solo un 15 por ciento correspondiente a componentes importados.

Resulta significativo que, siendo el principal objetivo gubernamental la dinamización de la cadena de valor de la GDER, no se hayan producido indicadores oficiales sobre inclusión o impacto social empresarial. Las únicas estimaciones disponibles fueron elaboradas por las propias empresas, alertando sobre el riesgo de desarticulación de la única política provincial que había logrado movilizar de forma sostenida ese entramado económico. A marzo de 2020, Santa Fe contaba con una potencia instalada de 1374 kW, superando la suma de todas las provincias adheridas a la Ley Nacional 27.424, que juntas alcanzaban los 1258 kW (Secretaría de Energía, 2025; EPE, 2020). A julio de 2025, Santa Fe es la tercera provincia con mayor potencia instalada 8,2 MW; quienes lideran son Córdoba (21,3 MW) y Buenos Aires (12,4 MW).

6.2. Interacciones multinivel en la transición energética: complejidad, permeabilidades y configuraciones no lineales

El enfoque multinivel para el estudio de las transiciones socio-técnicas plantea que los procesos de transformación hacia la sustentabilidad no se explican a partir de cambios abruptos, ni mediante determinaciones tecnológicas o económicas lineales, sino a través de interacciones dinámicas entre tres niveles analíticos: los nichos de innovación, el régimen socio-técnico dominante y el paisaje socio-técnico. Este modelo fue desarrollado por Frank Geels (2002, 2011) y constituye una herramienta útil para observar cómo las tecnologías emergentes, los marcos institucionales existentes y las fuerzas macroestructurales interactúan en procesos de transición que son conflictivos y multiescalares.

En este marco, el caso del programa PROSUMIDORES en Santa Fe permite realizar una contribución empírica significativa a la discusión teórica. Contrariamente a las interpretaciones que plantean una trayectoria de innovación de tipo *bottom-up* (donde las transformaciones

tecnológicas surgen desde nichos protegidos y, progresivamente, escalan para modificar los regímenes establecidos), esta investigación pone de manifiesto que las interacciones entre niveles son múltiples, bidireccionales y no jerárquicas. Tanto el régimen como el paisaje ejercen presiones activas sobre los nichos, condicionando sus posibilidades de emergencia, orientación, expansión y consolidación. Al mismo tiempo, los nichos logran, en ciertos momentos, permear componentes del régimen sin transformarlo estructuralmente, generando una tensión productiva pero también limitada en sus efectos.

Desde el punto de vista del régimen socio-técnico, EPE actuó como actor central en la configuración de oportunidades y restricciones para el desarrollo de la GDER. Sus resistencias iniciales (expresadas en términos técnicos, institucionales y tarifarios) son un ejemplo claro de cómo el régimen no solo reproduce estabilidad, sino que interviene activamente en el diseño y los límites de los nichos emergentes. La negativa a permitir acumulación en baterías, la exigencia de sistemas de medición complejos, la disputa por el VAD y la desconfianza institucional ante nuevas configuraciones tecnológicas revelan una estructura de defensa que, lejos de ser pasiva, se manifiesta mediante mecanismos de captura normativa y de legitimación técnica.

Sin embargo, el nicho también mostró capacidades limitadas pero efectivas de permeabilidad hacia el régimen. Todo lo realizado por pequeños actores como Taller Ecologista, Rosario Solar y Ciudades Solares, los grupos de investigación de las universidades con los proyectos IRESUD y PRIER fueron claves en las dinámicas del nicho y en su relación con el régimen. Otro hecho clave fue la designación del ex subsecretario de energías renovables como presidente de la EPE, lo que permitió introducir en la empresa estatal una sensibilidad favorable a la GDER y habilitar cambios puntuales como la creación de oficinas técnicas específicas, el aumento de la potencia admitida o la aceleración de procesos administrativos. Estas transformaciones no implicaron un quiebre del régimen, pero sí la incorporación selectiva de elementos del nicho, evidenciando la naturaleza modular y permeable del régimen socio-técnico.

Por otra parte, organismos como la CNEA y el IRAM también jugaron un rol clave en la co-construcción del nicho, aportando marcos normativos, infraestructura técnica y capacidades de ensayo y certificación que habilitaron, por ejemplo, la homologación de inversores de tensión y estándares de conexión en paralelo. Estas intervenciones muestran que el régimen no es monolítico ni cerrado, sino que contiene actores que pueden operar como catalizadores del cambio si las condiciones institucionales lo permiten.

Estos fenómenos deben comprenderse como parte de las dinámicas del régimen socio-técnico, en tanto las políticas tarifarias, la definición de incentivos y la adaptación institucional al contexto económico son competencias propias de los organismos estatales intervinientes. Las fluctuaciones macroeconómicas (como las devaluaciones del peso argentino o la inflación estructural) impactaron directamente en el diseño del programa PROSUMIDORES, afectando el valor real de los incentivos (FiT), la capacidad de pago de los usuarios y el costo de los sistemas fotovoltaicos. Esto obligó a modificar tarifas, reducir subsidios y ajustar objetivos, mostrando cómo el régimen, influido por condiciones macroeconómicas, puede alterar la arquitectura de apoyo de los nichos de innovación.

Desde el nivel del paisaje socio-técnico, se desplegaron presiones estructurales que afectaron significativamente el desarrollo del programa. El mercado internacional de paneles solares operó como una de estas fuerzas, impactando en la disponibilidad, el precio y la accesibilidad del equipamiento fotovoltaico. El rol de China en el ingreso al mercado fotovoltaico a partir de 2010 y con ello las variaciones en la oferta global y la progresiva y marcada disminución de los precios internacionales del equipamiento fotovoltaico facilitaron la expansión de instalaciones a nivel mundial y también en la provincia de Santa Fe, aún en ausencia de modificaciones sustantivas en el régimen local. Esta dinámica se vio reforzada por presiones provenientes del paisaje socio-técnico y normativo internacional: discursos globales sobre el cambio climático, compromisos supranacionales, líneas de financiamiento climático y marcos institucionales promovidos por organismos multilaterales como la ONU, así como la circulación de experiencias extranjeras que actuaron como referentes simbólicos para los decisores provinciales. Estas influencias no actuaron de manera mecánica, pero sí generaron condiciones de posibilidad y legitimidad que afectaron tanto las decisiones del régimen como la orientación de los nichos tecnológicos emergentes. El paisaje, en este sentido, no solo presiona al régimen desde “afuera”, sino que también provee repertorios culturales, técnicos y económicos que orientan los marcos de legitimidad del cambio.

Este análisis permite dar cuenta que la transición no sigue una lógica ascendente, secuencial ni acumulativa, sino que se construye a través de interacciones entre niveles que son conflictivas, dispares y a menudo asimétricas. El caso de Santa Fe muestra que el nicho de la GDER no se impuso sobre el régimen, ni fue absorbido plenamente por él, sino que logró insertar componentes técnicos, simbólicos e institucionales mediante una serie de ensamblajes parciales y negociaciones localizadas. A su vez, las dinámicas del paisaje no produjeron una ruptura automática del régimen, pero sí generaron presiones que desestabilizaron ciertas

rutinas, habilitando ventanas de oportunidad que fueron aprovechadas de forma diferencial por distintos actores.

En este punto, resulta necesario reflexionar sobre qué tipo de GDER se va institucionalizando en el régimen socio-técnico. La experiencia santafesina sugiere que se consolida una forma de GDER que tiende a cristalizar las diferencias de clase y profundizar las brechas de acceso a las tecnologías energéticas. Es una GDER más próxima a una transición energética corporativa que a una transición popular, centrada en el crecimiento acelerado de la potencia instalada, en la búsqueda de mejoras en los precios de instalación y para ello en la generación de subsidios cruzados regresivos. Esto se manifiesta en una narrativa que legitima los subsidios para quienes pueden invertir en tecnología fotovoltaica, mientras estigmatiza los subsidios dirigidos a sectores que enfrentan pobreza energética o exclusión estructural del acceso al servicio eléctrico.

Desde esta perspectiva, el aporte de la triangulación entre el enfoque de transiciones a la sustentabilidad y la ecología política de las transiciones permite observar con mayor profundidad cómo operan las relaciones de poder y la consolidación de narrativa en la transición energética. Estas relaciones no solo se inscriben en disputas institucionales o regulatorias, sino también en la capacidad de determinados actores para alinear recursos, discursos y alianzas multinivel que sostienen la estabilidad del régimen socio-técnico dominante. El análisis de Santa Fe evidencia que, más allá de las innovaciones técnicas, las transiciones energéticas son también transiciones socio-técnicas, en las que se dirime qué actores, qué territorios y qué formas de vida acceden a los beneficios del nuevo sistema energético.

En este marco, la GDER en Santa Fe puede ser leída como un proceso de transición socio-técnica situada, interdependiente y discontinua, donde las trayectorias tecnológicas no son predeterminadas, sino co-construidas a partir de una constelación de alianzas, disputas, aprendizajes y resistencias. Esta perspectiva permite complejizar la narrativa de las transiciones a la sustentabilidad y acercarse a un enfoque más crítico, donde los procesos de cambio no son automáticos ni neutros, sino profundamente atravesados por relaciones de poder, institucionalidad y condiciones materiales.

6.3. Convergencias internacionales: resistencias de las distribuidoras y conflictos por el control del sistema eléctrico

La comparación del caso santafesino con diversas investigaciones internacionales permite reforzar y matizar los hallazgos del análisis socio-técnico desarrollado en esta tesis. En primer lugar, se destacan notables similitudes con los procesos descritos por Hess (2016) respecto a

los conflictos entre nichos de innovación energética (como la GDER) y regímenes (como las distribuidoras eléctricas). En Santa Fe, la EPE mostró, especialmente en la fase cero del programa PROSUMIDORES, varios de los mecanismos de resistencia y captura institucional identificados por el autor. Tal como ocurrió en California (2013-2014), Indiana y Michigan (2015), la distribuidora santafesina alegó riesgos técnicos, pérdidas económicas y desequilibrios tarifarios, haciendo del debate sobre el VAD un punto central de disputa. Las restricciones al uso de baterías, la prohibición del modo isla y el control estricto de los sistemas de medición también replicaron patrones de intervención observados en esos contextos, como la estrategia del Estado de Hawaii para limitar el ingreso de nuevos prosumidores por motivos de seguridad en la red.

En segundo lugar, el análisis del programa PROSUMIDORES presenta fuertes puntos de convergencia con el estudio de Sovacool et al. (2022) sobre justicia energética y exclusión en la adopción residencial de tecnologías solares. En Brighton & Hove, Reino Unido, los autores identifican factores como la tenencia de la vivienda, la capacidad de inversión y el perfil socioeconómico generan patrones de exclusión que restringen el acceso a la transición energética. En Santa Fe, el costo medio de una instalación (USD 3.500) y las condiciones de propiedad, exposición solar y adaptabilidad técnica de la vivienda configuraron un perfil altamente excluyente: varones, propietarios, profesionales, de entre 40 y 50 años, residentes en zonas urbanas con alto capital cultural. Ni inquilinos, ni viviendas multifamiliares, ni usuarios en situación de pobreza energética pudieron participar del programa, y ninguna empresa realizó instalaciones en estos segmentos. Esta exclusión fue reforzada por la ausencia de indicadores oficiales sobre inclusión social, así como por la falta de esquemas de subsidio o acompañamiento para sectores vulnerados. Al igual que en el caso británico, los beneficios de la transición se concentraron para “club energético” restringido.

En tercer lugar, el trabajo de Trahan y Hess (2022) permite observar lo que no ocurrió en Santa Fe. Su estudio sobre organizaciones locales muestra que la transición energética puede encontrar en las cooperativas (no eléctricas), gobiernos locales o asociaciones comunitarias vehículos clave para la democratización del sistema. En contraposición, el programa PROSUMIDORES se basó en un esquema vertical, centralizado y fragmentario, sin fomentar la articulación entre prosumidores (ni entre empresas), ni generar espacios colectivos de deliberación, ni institucionalizar redes territoriales de energía descentralizada. Esta ausencia de organización social intermedia dejó a los usuarios aislados y al programa sin respaldo comunitario. Así, ante el recambio de gobierno y el retiro del liderazgo político que lo sostenía, el programa se disolvió sin resistencias institucionales relevantes. La posterior creación de la

Cámara Santafesina de Energía Solar (CASES) por parte del sector privado fue un intento defensivo de rearticulación, pero sin poder de incidencia sustantivo en el diseño de política energética.

Finalmente, los aportes de Schaube et al. (2022) permiten ubicar estas tensiones en el marco más amplio del sistema nacional de innovación fotovoltaica en Argentina. Su estudio destaca la fragmentación estructural del sistema, la debilidad de los acoplamientos institucionales, la falta de coordinación entre actores públicos y privados, y la discontinuidad normativa como elementos críticos. El caso santafesino confirma estos diagnósticos: a pesar de su carácter pionero, PROSUMIDORES operó como un enclave institucional sin integración con otras políticas energéticas, como el programa "Un sol para tu techo", sin continuidad presupuestaria multianual, y sin articularse orgánicamente con gobiernos locales ni actores comunitarios. La inclusión social fue limitada, y la estabilidad institucional, uno de los pilares destacados por Schaube et al. como condición para sostener trayectorias de innovación en el tiempo, resultó frágil y altamente dependiente de liderazgos individuales. Esta fragilidad se tradujo en la disolución del programa tras el recambio de gobierno, sin capacidad de resiliencia institucional ni mecanismos de sostenimiento político o comunitario. Por otro lado, los indicadores de evaluación, centrados en variables técnicas, no permitieron capturar las desigualdades estructurales que el programa tendía a reproducir, lo cual refuerza la idea de que sin herramientas de monitoreo social, las políticas tecnológicas pueden consolidar exclusiones bajo el manto de la eficiencia.

En esta línea, es pertinente retomar lo planteado por Recalde (2017) respecto a la necesidad de diseñar mecanismos de financiamiento estables y diversificados como condición para sostener procesos de inversión en energías renovables en Argentina. Tal como lo advierte esta autora, la volatilidad macroeconómica, la dependencia de subsidios coyunturales y la ausencia de instrumentos financieros accesibles para usuarios residenciales y pequeñas organizaciones limitan fuertemente la posibilidad de construir mercados energéticos inclusivos y resilientes. El caso PROSUMIDORES refleja esta tensión: sin un andamiaje económico duradero, ni una arquitectura institucional capaz de absorber cambios políticos, el programa quedó expuesto a su desarticulación, a pesar de haber generado una cadena de valor provincial significativa. Esta ausencia de mecanismos de sostenimiento económico también explica por qué, más allá de su potencial, la experiencia no logró convertirse en política pública estructural ni replicarse con éxito en otros territorios.

Esta investigación empírica basada en un estudio de caso único permite también advertir ciertos sesgos teóricos y conceptuales atribuidos con frecuencia a la GDER. Contrasta con las

interpretaciones optimistas presentes en trabajos como los de Kazimierski (2023) y Ochoa y Magar (2023), que asignan a la GDER un potencial intrínseco de democratización, suponiendo que la descentralización tecnológica conlleva automáticamente mayor equidad y empoderamiento ciudadano. El análisis detallado del programa PROSUMIDORES expone cómo estas expectativas pueden no concretarse cuando las condiciones institucionales, sociales y territoriales no son contempladas de manera integral en el diseño y la implementación de la política pública. En este caso, el análisis detallado del programa PROSUMIDORES expone cómo esas dinámicas se manifestaron localmente en Santa Fe, y permite matizar visiones generalizantes sobre los beneficios de este tipo de esquemas. A su vez, es pertinente realizar una salvedad metodológica: si bien los estudios de casos múltiples con diversidad geográfica pueden aportar amplitud comparativa, también conllevan riesgos en la sistematización y recolección de datos, así como dificultades prácticas para captar con profundidad las dinámicas institucionales y territoriales específicas. La estrategia metodológica adoptada aquí, centrada en un caso intensivo y territorialmente situado, permite una aproximación más profunda y matizada. A partir de este abordaje, podrían desarrollarse estudios comparados con diferentes alcances espacio-temporales y niveles institucionales, que nutran un análisis más amplio de los procesos de transición energética en Argentina.

En conjunto, estas comparaciones refuerzan la hipótesis de que la GDER en Argentina se encuentra atrapada entre una retórica democratizadora y una praxis tecnocrática. Sin transformaciones institucionales profundas, sin diseño participativo y sin articulación territorial, las políticas de transición energética corren el riesgo de consolidar nuevas formas de exclusión en nombre de la sustentabilidad. A ello hay que agregar el marco mercantil neoliberal del sistema energético y sino no es una restricción obligada a franquear para lograr sistemas energéticos más justos. El caso santafesino no solo ilustra lo que se pudo lograr, sino también aquello que quedó fuera del horizonte de posibilidades: la construcción de un sistema tecnológico inclusivo. Considero que este estudio constituye un aporte empírico valioso para incorporar a las discusiones teóricas sobre el alcance y las limitaciones de la transición energética, y en particular sobre los desafíos estructurales, institucionales y sociales que enfrenta la implementación de la GDER en contextos subnacionales como el santafesino. En este sentido, es importante cuestionar la suposición ampliamente aceptada de que la descentralización conduce automáticamente a una mayor justicia energética. Esta hipótesis, sostenida con frecuencia desde perspectivas tecnocráticas o expresiones de deseo, invisibiliza las desigualdades estructurales y las dinámicas de exclusión que pueden coexistir en esquemas de generación distribuida. Descentralizar no implica necesariamente democratizar. Resulta más

relevante, en cambio, pensar en cómo se institucionalizan formas de participación social directa y deliberativa que fortalezcan el control ciudadano sobre el sistema energético. Este trabajo invita a imaginar nuevas formas de organización que no solo contemplen la descentralización técnica, sino también el fortalecimiento de empresas públicas distribuidoras más conectadas con sus comunidades, capaces de habilitar vínculos dialógicos con saberes diversos, sin perder rigurosidad técnica pero sin consolidar hegemonías expertas cerradas al debate social.

6.4. Algunos interrogantes finales

El análisis desarrollado a lo largo de esta tesis habilita no solo una comprensión sobre el caso santafesino del programa PROSUMIDORES, sino también la formulación de nuevos interrogantes que podrían orientar futuras líneas de investigación y desarrollo de políticas públicas en el campo de la transición energética. En particular, se destacan cuatro ejes que, si bien no fueron centrales en el recorte temporal ni surgieron de manera recurrente en las entrevistas realizadas, en 2025 adquieren creciente relevancia en la agenda energética local y nacional: el fin de ciclo de vida útil de los sistemas fotovoltaicos, la cuestión de la medición de energía, los modelos tarifarios y las formas comunitarias de generación distribuida.

En ningún caso fue mencionado por los entrevistados en esta investigación la cuestión relacionada al final de la vida útil de los paneles fotovoltaicos y su tratamiento y disposición fin de residuos. Como así tampoco las condiciones de explotación laboral en los procesos de minería de silicio y otros minerales críticos para el desarrollo del sector. Si bien es un sector con pocos años y en teoría a los primeros paneles fotovoltaicos instalados en el país le restan 15 o 20 años de vida útil, si existen políticas públicas que promueven su uso en relación a un discurso de sustentabilidad, se debería pensar, al menos en los decisores de políticas, que hará Santa Fe cuando comiencen los procesos de fin de ciclo de vida útil de estos sistemas.

Por otro lado, uno de los temas que comienza a emerger con mayor intensidad en los últimos años es el de la medición inteligente en pequeñas demandas. Durante el período analizado, este aspecto no fue mencionado por los entrevistados como un factor controversial ni estratégico en el desarrollo de la GDER³⁰. Sin embargo, ya en 2013, algunas iniciativas pioneras, como el proyecto piloto con 1000 medidores inteligentes llevado adelante por la cooperativa eléctrica de Armstrong, comenzaban a experimentar con esta tecnología. En el presente, el avance del modelo de GDER colaborativa en Santa Fe bajo su modalidad virtual ha puesto a la medición inteligente en el centro del debate, dado que su implementación resulta técnica y

³⁰ Solo fue mencionado por Franco Blatter, quien estuvo a cargo de energía en Santa Fe luego de 2020. En parte de su modelo colaborativo, ya se utilizaban los medidores inteligentes, puede ser uno de los motivos por los que apareció como elemento. Fuera de este actor no fue recurrente el tema.

operativamente indispensable para estas configuraciones. No obstante, también se han registrado dificultades operativas, como la imposibilidad de habilitar nuevas instalaciones debido a la falta de ingreso de medidores al país por restricciones a la importación. A ello se suma el problema aún no resuelto de los protocolos cerrados de comunicación asociados a ciertas marcas, lo cual impone restricciones técnicas, comerciales y normativas que dificultan la interoperabilidad y la consolidación de marcos regulatorios estables. Trahan y Hess (2022) abordan esta cuestión desde la descentralización de la generación de energía y la centralización sobre el control de los datos. Actualmente, el debate se encuentra abierto y existen múltiples proyectos piloto impulsados por cooperativas eléctricas en todo el país, lo que indica un campo fértil para investigaciones futuras sobre sus impactos sociales, económicos y tecnológicos.

Un segundo eje de interrogación remite al modelo tarifario aplicado a usuarios de pequeña demanda. En la actualidad, estos usuarios reciben una factura simplificada en la que el VAD se integra en una única tarifa monómica, sin distinguir explícitamente entre potencia contratada y energía consumida. Este esquema contrasta con el modelo aplicado a grandes usuarios, quienes reciben una factura binómica que permite reflejar de manera diferenciada la infraestructura utilizada y el consumo energético. La posibilidad de aplicar esquemas tarifarios binómicos a pequeños usuarios ha sido objeto de discusión en otras jurisdicciones y podría ser relevante en el futuro para pensar una distribución más equitativa de los costos del sistema. Sin embargo, en el caso santafesino, el tema no fue propuesto por los actores entrevistados, ni figuró como alternativa de diseño en la política pública. Incluso ante una consulta explícita a la EPE sobre la factibilidad de avanzar hacia este modelo, la respuesta fue ambigua, argumentando que el costo de implementación de un sistema de medición más complejo podría resultar muy costoso. Aquí también se abre un campo de exploración pendiente, sobre los criterios de equidad, sostenibilidad financiera y eficiencia que deberían guiar las reformas tarifarias en el marco de una transición energética justa.

Por último, uno de los interrogantes más relevantes que emergen del trabajo empírico y de las discusiones actuales en torno a la GDER es el que refiere a las dinámicas comunitarias o colaborativas, en particular aquellas que podrían inscribirse bajo la noción de comunidades energéticas. En algunos testimonios de actores del sector, se expresó la expectativa de que estas formas asociativas podrían habilitar una participación más inclusiva de sectores excluidos del acceso a las energías renovables. La articulación entre cooperativas eléctricas, organizaciones sociales, municipios y usuarios podría configurar nuevas formas de gobernanza energética, con mayor presencia territorial y sensibilidad social. No obstante, aún resta por indagar cómo se diseñarán estas experiencias en Argentina y en Santa Fe: ¿serán efectivamente dispositivos

democratizadores que expandan derechos y acceso equitativo, o reproducirán lógicas de mercado bajo una retórica comunitaria? ¿Qué tipo de instituciones las sostendrán, con qué herramientas técnicas y con qué actores sociales? ¿Qué rol jugarán las cooperativas eléctricas en este nuevo escenario: agentes de democratización o nuevos gestores de una transición gestionada desde arriba?

Estos interrogantes no clausuran la investigación, sino que señalan sus posibles extensiones. El estudio de caso desarrollado en esta tesis constituye un punto de partida para pensar críticamente las condiciones necesarias para que la transición energética sea también una transición socialmente justa, institucionalmente robusta y políticamente democratizadora.

Bibliografía

- Abraham, L., Kofman, M., y López Crespo, F. 2019. Los dueños de la energía en Argentina. *Dinámica sectorial 2015-2017*. p. , 44.
- Ackermann, T., Andersson, G., y Söder, L. 2001. Distributed generation: A definition. *Electric Power Systems Research*, 57(3). p. , 195-204. [https://doi.org/10.1016/S0378-7796\(01\)00101-8](https://doi.org/10.1016/S0378-7796(01)00101-8).
- Acosta, A. 2018. Antropoceno, capitaloceno, faloceno y más – rebellion. <https://rebellion.org/antropoceno-capitaloceno-faloceno-y-mas/>.
- AEA. 2015. *Sistemas de suministro de energía mediante paneles solares fotovoltaicos*. Asociación Electrotécnica Argentina.
- Aguiar, D. 2009. *Construcción social de tecnologías intensivas en conocimiento en la Argentina. un abordaje socio-técnico sobre el campo de la biotecnología orientada a la salud humana: el caso bio sidus s. a. (1975-1990)*. Universidad de Bologna - UNTREF.
- Ahmad, A. 1989. Evaluating appropriate technology for development. Before and after. *Evaluation Review*, 13. p. , 310-319.
- Akrich, M. 1992. The de-scription of technical objects. *Shaping Technology/Building Society. Studies in Sociotechnical Change*. p. , 205-224. Cambridge, MA: MIT Press.
- Alier, J. M. 2021. *El ecologismo de los pobres: Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Icaria.
- Anderson, C. 2006. *The long tail: Why the future of business is selling less of more*. Nueva York: Hyperion.
- Ansarin, M., Ghiassi-Farrokhfal, Y., Ketter, W., y Collins, J. 2020. Cross-subsidies among residential electricity prosumers from tariff design and metering infrastructure. *Energy Policy*, 145(C). Elsevier. <https://ideas.repec.org/a/eee/enepol/v145y2020ics0301421520304614.html>.
- Aráoz, M., y César, H. A. 2016. Sobre la naturaleza realmente existente: La entidad «América» y los orígenes del capitaloceno. dilemas y desafíos de especie. LOM Ediciones. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/92283>.
- Argento, M., y Kazimierski, M. A. 2022. Acumulación por conservación y desfosilización: El consenso ecotecnológico corporativo del cambio climático. *Prácticas de Oficio. Investigación y reflexión en Ciencias Sociales*(29). p. , 7-21.
- Ariztía, T., Boso, À., y Tironi, M. 2017. Sociologías de la energía. Hacia una agenda de investigación. *Revista Internacional de Sociología*, 75(4). p. , e074-e074. <https://doi.org/10.3989/ris.2017.75.4.17.07>.
- Arraña, I., Chemes, J., Koffman, L., Mori, C., y Saenz, J. 2015. ¿Es rentable inyectar energía fotovoltaica a red en Santa Fe? *AVERMA*.
- Arrow, K. 1962. The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, 29(80).
- Avelino, F., y Rotmans, J. 2009. Power in transition: An interdisciplinary framework to study power in relation to structural change. *European Journal of Social Theory—EUR J SOC THEORY*, 12. p. , 543-569. <https://doi.org/10.1177/1368431009349830>.
- Baigorrotegui, G., y Chemes, J. 2023. Comunidades energéticas latinoamericanas. Sostenedoras de transiciones que mantienen y reparan la vida. *Energía y Equidad*(7).
- Baigorrotegui, G., y Lowitzsch, J. 2019. Institutional aspects of consumer (co-)ownership in re energy communities: Financing consumer co-ownership in renewables. *Energy Transition Financing Consumer Co-Ownership in Renewables*. p. , 663-701. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93518-8_28.

- Battle, C., y Barroso, L. A. 2011. Review of support schemes for renewable energy sources in south america. *Energy Policy*, 39(7). p. , 3754-3762.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.04.037>.
- Becerra, L. 2015. *Tecnología, inclusión y desarrollo. Hacia una teoría socio-técnica del desarrollo inclusivo*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.
- Belanger, H., y Gagnon, C. 2011. *Éthique et recherche qualitative: Réflexions et outils pour une recherche responsable*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Berkhout, F., Smith, A., y Stirling, A. 2004. Socio-technological regimes and transition contexts. *System innovation and the transition to sustainability: Theory, evidence and policy*. Edward Elgar, Cheltenham. p. , 48-75.
<https://doi.org/10.4337/9781845423421.00013>.
- Bertinat, P. 2011. *Dimensiones, variables e indicadores para el análisis de la sustentabilidad energética aplicación al caso argentino 1970-2008*. Rosario: Universidad Nacional de Rosario.
- Bertinat, P., y Argento, M. 2022. Perspectivas sobre energía y transición.docx. *La transición energética en Argentina. Una hoja de ruta para entender los proyectos en pugna y las falsas soluciones*. Siglo XXI.
- Bertinat, P., y Chemes, J. 2022. Transición energética y disputa de sentidos. *Informe Ambiental 2022. Abordar una transición socioecológica integral: El desafío de nuestro tiempo*. p. , 10. FARN.
- Bertinat, P., y Chemes, J. 2025. El hidrógeno más barato del mundo. *Hidrógeno verde ¿transición o colonialismo? Apuntes para el debate en Argentina, Uruguay y Chile*. CABA: Fundación Rosa Luxemburgo.
- Bertinat, P., Chemes, J., y Forero, L. 2020. *Transición energética. Aportes para la reflexión colectiva*. <https://transicion-energetica-popular.com/wp-content/uploads/2020/10/TransicionEnergetica-Reporte.pdf>.
- Bertinat, P., y Kofman, M. 2019. Los dueños de la energía: Una aproximación al poder empresarial energético en américa latina. *Fundación Friedrich Ebert*. p. , 26.
- Bijker, W. 1995. *Of bicycles, bakelites, and bulbs. Toward a theory of sociotechnical change*.
- Bijker, W., y Law, J., eds. 1992. *Shaping technology / building society*. Cambridge y Londres: MIT Press.
- Bijker, W., y Pinch, T. 1987. The social construction of facts and artifacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. *Social Studies of Science*, 14. p. , 17-50.
- Blaser, M. 2019. Reflexiones sobre la ontología política de los conflictos medioambientales. *América Crítica*, V. 3. p. , 63-79 Paginazione. CISAP - Centro Interdipartimentale di Studi sull'America Pluriversale. <https://doi.org/10.13125/AMERICACRITICA/3991>.
- Boff, L. 1996. *Ecología: Grito de la tierra, grito de los pobres*.
- Bortz, G., Becerra, L., y Thomas, H. 2018. De la «transferencia tecnológica» al desarrollo local. Dinámicas sociotecnocognitivas en el caso del yogurito escolar (Argentina, 1984-2015). *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, 45(82). p. , 33-69.
<https://doi.org/10.21678/apuntes.82.863>.
- Bortz, G., y Garrido, S. 2019. Estudios de base empírica sobre tdis i (yogurito escolar) conceptos para análisis y diseño estratégico ii. Universidad Nacional de Quilmes.
- Bortz, G. M. 2018. Biotecnologías para el desarrollo inclusivo y sustentable: Políticas públicas y estrategias de producción de conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación para resolver problemas sociales y ambientales en Argentina (2007-2016). <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/83200>.
- Bourdieu, P., Chamboredon, J.-C., y Passeron, J.-C. 1999. *El oficio de sociólogo: Presupuestos epistemológicos*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.

- Braudel, F. 1958. Historia de las ciencias sociales: La larga duración. *Débats et Combats*.
- Bravo, E., Yañez, I., y Bonilla, F. 2021. La extracción de balsa en el ecuador: nuevas geografías y naturalezas. sobre los bosques del ecuador, zona de sacrificio de la industria eólica china. *Energía y Equidad*, 3. p. , 39-53.
- Brown, D., y Sappington, D. 2017. Designing compensation for distributed solar generation: Is net metering ever optimal? *Energy Journal*, 38. p. , 1-32.
<https://doi.org/10.5547/01956574.38.3.dbro>.
- Bunge, M. 1966. Technology as applied science. *Technology and Culture*, 7(3). p. , 329-347. Johns Hopkins University Press.
- Büscher, B., y Fletcher, R. 2015. Accumulation by conservation. *New Political Economy*, 20(2). p. , 273-298. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/13563467.2014.923824>.
- Callon, M. 1992. La dinámica de las redes tecnoeconómicas. *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. p. , 147-184. Bernal.
- Callon, M. 1998. El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta del análisis sociológico. *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*. p. , 143-170. Barcelona: Gedisa.
- Callon, M. 2001. Redes tecnoeconómicas e irreversibilidad. *Revista Redes*, 8(17). p. , 85-126.
- Callon, M. 2008. La dinámica de las redes tecnoeconómicas. *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. p. , 147-184. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- CAMMESA. 2024. Los procedimientos. Versión xxxiv.
- Carrizo, S. C., Jacinto, G. P., y Clementi, L. V. 2014. Un siglo de desafíos, realizaciones y proyectos para las cooperativas eléctricas en la provincia de buenos aires. Universidad Nacional de Quilmes. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/11336>.
- Chabla-Auqui, L., Ochoa-Correa, D., Villa-Ávila, E., y Astudillo-Salinas, P. 2023. Distributed generation applied to residential self-supply in south america in the decade 2013-2023: A literature review. <https://doi.org/10.20944/preprints202308.0576.v1>.
- Chemes, J. 2023. Narrativas de transición energética. Un análisis desde la epistemología del sur. *Ecología Política, Transiciones energéticas*(65). p. , 66-71.
<https://doi.org/doi.org/10.53368/EP65TE>.
- Chemes, J., y Arraña, I. 2022. Desarrollo de la energía solar térmica en la provincia de Santa Fe. *Transición energética en Sudamérica: Discusión conceptual, políticas públicas y experiencias locales*.
- Chemes, J., Garrido, S., Aguiar, D., y Rullo, P. 2024. Comunidades energéticas en Argentina. Relevamiento de normativas y proyectos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA), Vol. II*.
- Clementi, L. V., y Jacinto, G. 2021. Energía eólica distribuida. Oportunidades y desafíos en Argentina. *Letras Verdes Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 29. p. , 48-64. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.29.2021.4590>.
- Congreso de la Nación Argentina. 2017. Ley n° 27.424: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública.
- Couture, T., Cory, K., Kreycik, C., y Williams, E. 2010. *A policymaker's guide to feed-in tariff policy design*. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.
<https://www.nrel.gov/docs/fy10osti/44849.pdf>.
- Denzin, N. K. 1978. *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. New York: McGraw-Hill.
- Denzin, N. K., y Lincoln, Y. S., eds. 2011. *The sage handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Diamond, J. 2005. *Collapse: How societies choose to fail or succeed*. Estados Unidos.
- Dickson, D. 1980. *Tecnología alternativa*. Madrid: H. Blume Ediciones.

- Dosi, G. 1982. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3). p. , 147-162. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6).
- Dosi, G. 1988. The nature of the innovative process. *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Echeverría, C. E., y Monge, G. M. 2017. Generación distribuida para autoconsumo en costa rica: Oportunidades y desafíos. https://www.academia.edu/en/74070259/Generaci%C3%B3n_distribuida_para_autoc%C3%B3nsumo_en_Costa_Rica_Oportunidades_y_desaf%C3%ADos.
- Elzen, B., y Wiecek, A. 2005. Transitions towards sustainability through system innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 6. p. , 651-662. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.04.002>.
- Energía Estratégica. 2016. Normativas, distribuidoras y precios: Análisis técnico sobre las condiciones de la generación distribuida con energías renovables en Argentina. *Energía Estratégica*. <https://www.energiaestrategica.com/normativas-distribuidoras-y-precios-analisis-tecnico-sobre-las-condiciones-de-la-generacion-distribuida-con-energias-renovables-en-Argentina/>.
- Energía Estratégica. 2017. Generación distribuida: La importancia de realizar ensayos en los sistemas. *Energía Estratégica*. <https://www.energiaestrategica.com/generacion-renovable-distribuida-la-importancia-realizar-ensayos-los-sistemas/>.
- EPE. 2010. *Plan estrategico 2010-2025.de actuar por demanda a garantizar derecho*.
- EPE. 2013a. Procedimiento para el tratamiento de solicitudes de generación en isla o en paralelo con la red de la EPE. pro-103-101.
- EPE. 2013b. Resolución 442.
- EPE. 2013c. Presentación procedimiento EPE 103-101.
- EPE. 2018. *Informe mensual conexiones en paralelo con la red EPE. hasta 30 de noviembre de 2018*. Santa Fe, Argentina.
- EPE. 2019. *Procedimiento para el tratamiento de solicitudes de generación en isla o en paralelo con la red de la EPE. pro-103-101*.
- EPE. 2020. *Generación distribuida por segmento EPE. marzo 2020*. Santa Fe, Argentina.
- EPE. 2024. *AUDIENCIA pública actualización del valor agregado de distribución de la empresa provincial de la energía de Santa Fe*.
- Escobar, A. 2004. Más allá del tercer mundo: Globalidad imperial, colonialidad global y movimientos sociales anti-globalización. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105117734009>.
- Escobar Portal, R. 2006. Participación comunitaria y sostenibilidad de proyectos energéticos rurales. *Energía, participación y sostenibilidad. Tecnología para el desarrollo humano*. p. , 97-106. Cataluña: Ingeniería Sin Fronteras.
- Eyras, R., y Durán, J. C. 2014. PROYECTO iresud: «interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica en ambientes urbanos». *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. p. , 159-165.
- Fenés, G. 2014. Balance de la primera experiencia de la energía eólica en Santa Fe conectada a la red. *Energía Estratégica*. <https://www.energiaestrategica.com/balance-de-la-primera-experiencia-de-la-energia-eolica-en-santa-fe-conectada-a-la-red/>.
- Ferrer, A. 1974. *Tecnología y política económica en américa latina*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Flick, U. 2004. *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Freeman, C. 1995. The ‘national system of innovation’ in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1). p. , 5-24.

- Freeman, C., y Pérez, C. 1988. Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour. *Technical Change and Economic Theory*. p. , 38-66. London.
- Fressoli, M. 2010. *Alterando la naturaleza. Hacia una sociología de la clonación en américa latina*. Universidad de Buenos Aires.
- Fressoli, M., Thomas, H., y Aguiar, D. 2007. Estrategias diferenciales de vinculación con instituciones públicas de i+d. el caso de bio sidus s.a. (1990–2006). *Congreso Latinoamericano y Caribeño de Ciencias Sociales – 50 años de FLACSO*. Quito, Ecuador.
- Garrido, S. 2011. *Sol, viento y biocombustibles: Análisis socio-técnico de experiencias de desarrollo e implementación de tecnologías orientadas a la generación de energías alternativas en Argentina*.
https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/1626/TD_2011_garrido_008.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Garrido, S. 2020. *Potencialidades y limitaciones de los procesos de transición energética*.
<https://www.teseopress.com/bienes/chapter/potencialidades-y-limitaciones-de-los-procesos-de/>.
- Garrido, S. M. 2018. Tecnología, ideología y hegemonía. Repensando los procesos de resistencia socio-técnica. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 29(56).
<https://www.redalyc.org/journal/145/14559244009/html/>.
- Garrido, S., Moreira, A. J., y Bidinost, A. 2013. Cooperativismo eléctrico y desarrollo local a partir de energías renovables. La experiencia de la cooperativa de agua y energía de 2 de mayo en la provincia de misiones. *Prologos*, VI. p. , 32.
- Garrido, S., y Recalde, M. 2022. Transición energética justa: Una mirada desde américa del sur. *Transición energética en Sudamérica: Discusión conceptual, políticas públicas y experiencias locales*. p. , 15-64. Carapachay, provincia de Buenos Aires: Lenguaje Claro Editora.
- Garrido, S., y Ruggeri, E. 2017. Análisis del proceso de privatización de las grandes empresas Argentinas de energía eléctrica.
- Geels, F. W. 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8). p. , 1257-1274.
[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8).
- Geels, F. W. 2005. The dynamics of transitions in socio-technical systems: A multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930). *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(4). p. , 445-476.
<https://doi.org/10.1080/09537320500357319>.
- Geels, F. W. 2011. The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1). p. , 24-40.
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>.
- Geels, F. W., y Schot, J. 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3). p. , 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>.
- Gobierno de Santa Fe. 2005. Ley 12503: energías renovables alternativas: régimen legal de su uso y generación.
- Gobierno de Santa Fe. 2006. Ley 12.692: Ergías renovables, alternativas o blandas.
- Gobierno de Santa Fe. 2012. Decreto n° 2644.
- Gobierno de Santa Fe. 2016. Decreto 1565—Programa prosumidores.
- Gobierno de Santa Fe. 2017. Puntos interconexión EPE de instalaciones fotovoltaicas.
- Gobierno de Santa Fe. 2018. DECRETO 1710-18—Programa prosumidores 2020.
- Gobierno de Santa Fe. 2020. Decreto 1098—Programa era.
- Gobierno de Santa Fe. 2024. Ley 14259 prosumidores.

- Goodarzi, S., Aflaki, S., y Masini, A. 2019. Optimal feed-in tariff policies: The impact of market structure and technology characteristics. *Production and Operations Management*, 28(5). p. , 1108-1128. SAGE Publications.
<https://doi.org/10.1111/poms.12971>.
- Grin, J., Rotmans, J., y Schot, J. 2010. *Transitions to sustainable development: New directions in the study of long term transformative change. Transitions to Sustainable Development: New Directions in the Study of Long Term Transformative Change*.
<https://doi.org/10.4324/9780203856598>.
- Gupta, A., Sinha, R., Koradia, R., y Patel, R. 2003. Mobilizing grassroots' technological innovations and traditional knowledge, values and institutions: Articulating social and ethical capital. *Futures*, 35. p. , 975-987.
- Harvey, D. 2004. *El nuevo imperialismo*.
- Hess, D. 2016. The politics of niche-regime conflicts: Distributed solar energy in the united states. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 19. p. , 42-50.
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.09.002>.
- Hughes, T. P. 1986. The seamless web: Technology, science, etcetera, etcetera. *Social Studies of Science*, 16(2). p. , 281-292. <https://doi.org/10.1177/0306312786016002004>.
- IEA. 2021. *The role of critical minerals in clean energy transitions*. p. , 287.
- Improta, R. L., Arraña, I., Bertinat, P., Latosinski, F., Salerno, J., Marino, E., Chemes, J., y Orecchia, M. 2012. Red de ciudades solares Argentina.
- IRAM. 2016. IRAM 210013: Inversores para conexión a la red de distribución.
- IRENA. 2013. *Renewable energy auctions in developing countries*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- IRENA. 2015. *Energías renovables en américa latina 2015: Sumario de políticas*.
- IRENA. 2019. *Innovation landscape brief: Net billing schemes*. Abu Dhabi: IRENA.
<https://www.irena.org/publications/2019/Dec/Innovation-Landscape-Brief-Net-billing-schemes>.
- Jecquier, N. 1976. Introductory part i. *Appropriate technology: Problems and promises*. Paris y Washington: OECD Publications.
- Jecquier, N. 1979. *Appropriate technology directory*. Paris: OECD.
- Jenkins, K., McCauley, D., Heffron, R., Stephan, H., y Rehner, R. 2016. Energy justice: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, 11. p. , 174-182.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.10.004>.
- Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., y Lundvall, B. Å. 2007. Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36(5). p. , 680-693.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006>.
- Kazimierski, M. 2023. *Transición, energía y poder. Una aproximación a las trayectorias y disputas detrás de la desfosilización, la generación renovable y su aprovechamiento distribuido en Argentina*. Universidad de Buenos Aires.
- Kazimierski, M. A. 2020. La energía distribuida como modelo post-fósil en Argentina. *Economía, sociedad y territorio*, 20(63). p. , 397-428. El Colegio Mexiquense, A.C.
- Kazimierski, M., y Argento, M. 2021. Más allá del petróleo: *Relaciones Internacionales*, 30(61). p. , 142-142. <https://doi.org/10.24215/23142766e142>.
- Kemp, R., y van Lente, H. 2011. The dual challenge of sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1). p. , 121-124.
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.04.001>.
- Kemp, R., Schot, J., y Hoogma, R. 1998. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(2). p. , 175-198.
<https://doi.org/10.1080/09537329808524310>.

- La Capital. 2014. Por primera vez en Argentina, un particular proveerá su propia energía a la EPE. *La Capital*. <https://www.lacapital.com.ar/por-primera-vez-Argentina-un-particular-proveera-su-propia-energia-la-epe-n446228.html>.
- Lampis, A., y Bermann, C. 2022. Public policy and governance narratives of distributed energy resources in brazil. *Ambiente & Sociedade*, 25. p. , e01132. ANPPAS - Revista Ambiente e Sociedade.
- Lander, E. 2011. Los límites del planeta y la crisis civilizatoria. *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, 17. p. , 141-166.
- Latour, B. 1992. *Ciencia en acción: Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*.
- Latour, B. 2018. *Dónde aterrizar—Cómo orientarse en política*. Polity.
- Law, J. 1987. Technology and heterogeneous engineering. The case of portuguese expansion. *The Social Construction of Technological Systems*. p. , 111-134. Cambridge y Londres: MIT Press.
- Law, J. 2002. *Aircraft stories. Descentering the object in technoscience*. Durham y Londres.
- Leff, E. 2021. El manifiesto por la vida ante la crisis civilizatoria y la transición hacia un mundo sustentable. *Senti-pensarnos Tierra: Crisis civilizatoria-pactos y/o transiciones desde el ecologismo popular*,. p. , 28-47.
- Lundvall, B.-Å. 1985. *Product innovation and user-producer interaction*. Aalborg.
- Lundvall, B.-Å. 1988. Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the national innovation systems. *Technology and economic theory*. London
- Lundvall, B.-Å., ed. 1995. *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres y Nueva York: Pinter.
- Lundvall, B.-Å. 2011. Notes on innovation systems and economic development. *Innovation and Development*, 1(1). p. , 25-38.
- Lundvall, B.-åke, y Johnson, B. 1994. The learning economy. *Journal of Industry Studies*, 1(2). p. , 23-42. Routledge. <https://doi.org/10.1080/136627194000000002>.
- Maclaine Pont, P., y Thomas, H. 2012. The sociotechnical alliance of argentine quality wine: How mendoza's viticulture functions between the local and the global. *Science, Technology & Human Values*, 37(6). p. , 627-652.
- Marradi, A., Archenti, N., y Piovani, J. I. 2007. *Metodología de las ciencias sociales*.
- Martin, L., y Osberg, S. 2007. Social entrepreneurship: The case for definition. *Stanford Social Innovation Review*. p. , 29-39.
- Martinez Alier, J. 2002. *L ecologismo de los pobres: Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. España: Icaria.
- Maxwell, J. A. 2013. *Qualitative research design: An interactive approach*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Meadows, D. H. 1972. *The limits to growth*.
- Mejdałani, A. N., Chueca, J. E., Soto, D. D. L., Ji, Y., y Hallack, M. C. M. 2018. Implementación de políticas de medición neta en américa latina y el caribe: Diseño, incentivos y mejores prácticas. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0001463>.
- Mendonça, M. 2007. *Feed-in tariffs: Accelerating the deployment of renewable energy*. London: Earthscan.
- Michaux, S. 2021. Assessment of the extra capacity required of alternative energy electrical power systems to completely replace fossil fuels. *Geological Survey of Finland Circular Economy Solutions KTR Unit Espoo*. p. , 8.
- Moore, J. 2016. Anthropocene or capitalocene? Nature, history, and the crisis of capitalism.
- Mumford, L. 1964. Authoritarian and democratic technics. *Technology and Culture*, 5(1). p. , 1-8.

- Murras, R., Melamud, A., Ortolani, N., Martínez de la Vedia, R., y Einstoss, A. 2015. *LOS subsidios energéticos en Argentina*. Asociación Argentina de presupuesto, instituto argentino de la energía “Gral. Mosconi”.
- Nelson, R. R., y Winter, S. G. 1977. In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, 6(1). p. , 36-76. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(77\)90029-4](https://doi.org/10.1016/0048-7333(77)90029-4).
- Ochoa Di Masi, B. 2018. *Alcance de un modelo de generación distribuida de energías renovables integrada a la red eléctrica pública en la república Argentina*. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires. https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1251/Tesis_OchoaDiMasi.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Ochoa, R. G., y Magar, V. 2023. Generación de electricidad distribuida y renovable: Una opción para la democratización energética en México. *Transición energética justa y sustentable: Contexto y estrategias para México*. p. , 637-677. México.
- Perez, C. 1988. Catching up in technology: Entry barriers and windows of opportunity. *Technical change and economic theory*.
- Picciariello, A., Vergara, C., Reneses, J., Frías, P., y Söder, L. 2015. Electricity distribution tariffs and distributed generation: Quantifying cross-subsidies from consumers to prosumers. *Utilities Policy*, 37. p. , 23-33. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2015.09.007>.
- Pinch, T. 1997. La construcción social de la tecnología: Una revisión. *Innovación tecnológica y procesos culturales. Nuevas Perspectivas teóricas*. México.
- Podestá, A., Eirin, S., Contreras, R., y Salgado, R. 2022. *Políticas de atracción de inversiones para el financiamiento de la energía limpia en américa latina*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Prahalad, C. K. 2006. *The fortune at the bottom of the pyramid: Eradicating poverty through profits*. Wharton School Publishing.
- Proaño, M. 2021. Hidrógeno verde. ¿Una oportunidad para la transición energética justa, democrática y popular en latinoamérica? *Energía y Equidad*, 3. p. , 76-82.
- Raven, R. P. J. M., y Verbong, G. P. J. 2009. Boundary crossing innovations: Case studies from the energy domain. *Technology in Society*, 31(1). p. , 85-93. Elsevier.
- Recalde, M. 2017. La inversión en energías renovables en Argentina. *Revista de Economía Institucional*, 19(36). p. , 231-254. <https://doi.org/10.18601/01245996.v19n36.09>.
- REN21. 2025. *RENEWABLES 2025. GLOBAL status report*. REN21.
- Rezza, O. 2013. *Breve historia de la EPE*. Doble zeta.
- del Río, P., y Mir-Artigues, P. 2014. Comprehensive review of renewable energy feed-in tariff policies in Spain: Evolution, impact and lessons. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39. p. , 709-722. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.172>.
- Rip, A., y Kemp, R. 1998. Technological change. *Human choice and climate change: Vol. II, Resources and Technology*. p. , 327-399. Battelle Press.
- Romero, I., y Cristófalo, M. P. 2022. *El estado de la generación distribuida solar fotovoltaica en américa latina y el caribe*. p. , 241. PNUMA.
- Rosenberg, N. 1982. *Inside the black box: Technology and economics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511611940>.
- Ruggeri, E. 2025. *Tecnologías de organización en el sistema eléctrico argentino. Análisis de la trayectoria socio-técnica de la compañía administradora del mercado mayorista eléctrico (CAMMESA) entre 1992 y 2019*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de la Plata.
- Ruggeri, E., y Garrido, S. 2019. La reforma neoliberal del sistema eléctrico argentino. *Revista Tecnología e Sociedade*, 15. <https://doi.org/10.3895/rt.s.v15n37.9805>.
- Salcedo Morales, J. I. 2013. *Implicancias de la generación distribuida en la tarificación de la distribución*. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/113292>.

- Santos, B. de S. 2009. *Una epistemología del sur: La reinención del conocimiento y la emancipación social*. México: Siglo XXI.
- Schaube, P., Ise, A., y Clementi, L. 2022. Distributed photovoltaic generation in Argentina: An analysis based on the technical innovation system framework. *Technology in Society*, 68. p. , 101839. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101839>.
- Schmukler, M. 2018. *Electrificación rural en Argentina. Alcances y limitaciones del programa de energías renovables en mercados rurales (permer) en la provincia de jujuy*. Universidad Nacional de Quilmes. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/893>.
- Schot, J. 1998. The usefulness of evolutionary models for explaining innovation. The case of the netherlands in the nineteenth century. *History and Technology*, 14(3). p. , 173-200. <https://doi.org/10.1080/07341519808581928>.
- Schot, J., y Geels, F. W. 2008. Strategic niche management and sustainable innovation journeys: Theory, findings, research agenda, and policy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5). p. , 537-554. <https://doi.org/10.1080/09537320802292651>.
- Schot, J., Kanger, L., y Verbong, G. 2016. The roles of users in shaping transitions to new energy systems. *Nature Energy*, 1(5). p. , 1-7. <https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.54>.
- Schumacher. 1973. *Lo pequeño es hermoso: Economía como si la gente importara*.
- Sciutto, W. 2019. IMPACTOS de la generación distribuida para las empresas distribuidoras en el contexto actual. *Revista peruana de energía*(7).
- Secretaría de Energía. 2025. Generación distribuida en Argentina. Reporte anual 2024.
- Serna Santos, L. A. 2021. Análisis de impacto regulatorio del esquema tarifario óptimo para la implementación de la generación eléctrica distribuida en el Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/19822>.
- Seyfang, G., y Smith, A. 2007. Grassroots innovations for sustainable development: Towards a new research and policy agenda. *Environmental Politics—ENVIRON POLIT*, 16.
- Smith, A. 2007. Translating sustainabilities between green niches and socio-technical regimes. *Technology Analysis & Strategic Management*, 19(4). p. , 427-450.
- Smith, A., y Stirling, A. 2010. The politics of social-ecological resilience and sustainable socio-technical transitions. *Ecology and Society*, 15(1). The Resilience Alliance.
- Smith, A., Voß, J.-P., y Grin, J. 2010. Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39(4).
- Soler Villamizar, J. P., Rodriguez Jimenez, L., Avendaño Fino, C. D., y Giraldo Sierra, D. M. 2023. *Promoción y fortalecimiento de las energías comunitarias en Colombia*
- Sovacool, B. K. 2014. What are we doing here? Analyzing fifteen years of energy scholarship and proposing a social science research agenda. *Energy Research & Social Science*, 1.
- Sovacool, B. K. 2022. Towards improved solar energy justice: Exploring the complex inequities of household adoption of photovoltaic panels. *Energy Policy*. p. , 13.
- Stake, R. 2005. *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Steinfort, L., y Angel, J. 2023. *LOS mitos de la transición energética el desmantelamiento de los seis mitos políticos que amenazan la descarbonización*. TNI.
- Svampa, M. 2018. Imágenes del fin narrativas de la crisis socioecológica en el antropoceno | nueva sociedad. *Nueva Sociedad | Democracia y política en América Latina*.
- Svampa, M. 2019a. Alcances del giro ecoterritorial. *Las fronteras del neoextractivismo en América Latina: Conflictos socioambientales, giro ecoterritorial y nuevas dependencias*. p. , 54-68.
- Svampa, M. 2019b. Antropoceno. Lecturas globales desde el sur.

- Svampa, M. 2022. Crisis socioecológica, léxico crítico y debates sobre las transiciones. *Transición energética en Argentina. Una hoja de ruta para entender los proyectos en pugna y las falsas soluciones*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Svampa, M., y Bertinat, P. 2022. *La transición energética en la Argentina*. Argentina: Sykes, B. 2017. La transición energética necesita antropólogos.
- Taller Ecologista. 2009. Rosario solar: Jornada demostrativa de equipos solares. Rosario. <https://tallerecologista.org.ar/rosario-solar-jornada-demostrativa-de-equipos-solares/>.
- Thomas, H. 1999. *Dinâmicas de inovação na Argentina (1970-1995)*. UNICAMP.
- Thomas, H. 2008. Estructuras cerradas vs. procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico. *Actos, Actores y Artefactos*. p. , 293.
- Thomas, H. 2009. Tecnologías para inclusão social e políticas públicas na américa latina.
- Thomas, H. 2012a. Tecnologías para la inclusión social en américa latina: De las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. problemas conceptuales y soluciones estratégicas. *Tecnología, Desarrollo y Democracia. Nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social*. p. , 25-76.
- Thomas, H. 2012b. Sistemas tecnológicos sociales y ciudadanía socio-técnica. Innovación, desarrollo, democracia. *Culturas científicas y alternativas tecnológicas., 1er encuentro internacional*. p. , 65-86.
- Thomas, H., Bortz, G., y Garrido, S. 2015a. Enfoques y estrategias de desarrollo tecnológico, innovación y políticas públicas para el desarrollo inclusivo. Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes (IESCT-UNQ),.
- Thomas, H., y Fressoli, M. 2009. En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales. p. , 113-137.
- Thomas, H., Fressoli, M., y Aguiar, D. 2006. Procesos de construcción de «funcionamiento» de organismos animales genéticamente modificados: El caso de la vaca transgénica clonada (Argentina 1996-2006). *Convergencia*. p. , 154-180.
- Thomas, H., Fressoli, M., y Santos, G. 2012. *Tecnología, desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva e Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología - Universidad Nacional de Quilmes (IESCT-UNQ).
- Thomas, H., Juárez, P., Cozzens, S., Lalouf, A., Sleiman, C., Peirano, F., Carrizo, E., Santos, G., Becerra, L., Peron, A., Dias, R., Picabea, F., Gordon, A., Moreira, J., y Esper, P. 2020. *Tecnologías públicas: Estrategias políticas para el desarrollo inclusivo sustentable*. Unidad de Publicaciones para la Comunicación Social de la Ciencia, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Quilmes.
- Thomas, H., Juárez, Paula, y Picabea, Facundo. 2015b. *Tecnología y desarrollo. ¿qué son las tecnologías para la inclusión social?*
- Thomas, H., y Santos, G. 2016. *Tecnologías para incluir. Ocho análisis socio-técnicos orientados al diseño estratégico de artefactos y normativas*.
- Thomas, H., Versino, M., y Lalouf, A. 2008. La producción de tecnología nuclear en Argentina. El caso de la empresa invap. *Desarrollo Económico*, 47(188). p. , 543-575.
- Thombs, R. P. 2019. When democracy meets energy transitions: A typology of social power and energy system scale. *Energy Research & Social Science*, 52. p. , 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.02.020>.
- Trahan, R. T., y Hess, D. J. 2022. Will power be local? The role of local power organizations in energy transition acceleration. *Technological Forecasting and Social Change*, 183. p. , 121884. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121884>.
- Turiel, A. 2021. Un canto desesperado contra el pensamiento mágico en la ciencia: El caso de la transición/colapso de los sistemas energéticos. *The Oil Crash*.
- Valero, A. 2019. Límites minerales de la transición energética. , 36. p. , 66-70.

- Van den Belt, H., y Rip, A. 1987. The nelson-winter-dosi model and synthetic dye chemistry. *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*. p. , 135-158.
- Van Den Ende, J., y Kemp, R. 1999. Technological transformations in history: How the computer regime grew out of existing computing regimes. *Research Policy*, 28(8).
- Vasilachis de Gialdino, I. 2006. *Estrategia de la investigación cualitativa*. Barcelona.
- Videla, M., Krautner, A., Eyra, I., Durán, J., y Plá, J. 2023. Estado actual del desarrollo de la generación fotovoltaica distribuida en Argentina. *Ciencia e Investigación*, 73(1)..
- Vitale, M. 2010. La problemática de las cooperativas prestadoras del servicio eléctrico en la Argentina. Movimiento productivo argentino. Buenos Aires, Argentina.
- Von Hippel, E. 1976. The dominant role of users in the scientific instrument innovation process. *Research Policy*, 5(3). p. , 212-239.
- Winner, L. 1977. *Autonomous technology: Technics-out-of-control as a theme in political thought*. MIT Press.
- Winner, L. 1988. *The whale and the reactor. A search for limits in an age of high technology*. Chicago: University of Chicago Press.
- Zaffaroni, E. R. 2011. *La pachamama y el humano*. Buenos Aires.