

EL BIOGÁS COMO ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN JUSTA EN COMUNIDADES RURALES VULNERABLES: ESTUDIO DE CASO EN LOS PINOS, ARGENTINA

Pablo Sánchez Macchioli

Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología – Universidad Nacional de Quilmes.
Roque Sáenz Peña 352, B1876 Bernal, Provincia de Buenos Aires. Tel.: 011 4365-7101
psanchezmacchioli@uvq.edu.ar

RESUMEN: Este estudio analiza la implementación de una planta de biogás en Los Pinos, una comunidad rural de la Provincia de Buenos Aires afectada por problemas socioambientales. La localidad carece de acceso estable a gas y electricidad, además de sufrir contaminación por residuos agroindustriales, lo que configura un territorio en situación de vulnerabilidad. La investigación tuvo como objetivo principal evaluar cómo esta Planta Demostrativa de Biogás transforma un pasivo ambiental en una oportunidad para la autonomía energética comunitaria. Asimismo, se exploró su potencial para fomentar la integración social y contribuir a una transición energética justa. Mediante un enfoque cualitativo basado en un estudio de caso, se realizaron entrevistas a actores clave, observación participante y análisis documental. El proyecto, iniciado en 2015, derivó en la formación de la cooperativa responsable de gestionar la planta. Construido entre 2017 y 2022, el biodigestor procesa residuos agroindustriales para generar biogás, utilizado para abastecer a una bomba de agua potable comunitaria. En conclusión, la planta de biogás funciona como un nicho de innovación que trasciende lo tecnológico al impulsar una transición justa mediante: la participación activa de la comunidad, la conversión de pasivos ambientales en recursos y el desarrollo de capacidades locales.

Palabras clave: biogás, transición energética, vulnerabilidad, comunidad

INTRODUCCIÓN

Los Pinos, un pueblo rural de 369 habitantes en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Partido de Balcarce), presenta un paisaje fragmentado y disperso, donde las viviendas se intercalan con terrenos baldíos y actividades de subsistencia, como la cría de cerdos y aves de corral. Paradójicamente, en las áreas circundantes predomina una relevante actividad agroindustrial, especialmente porcina y avícola, que constituye uno de los escasos motores económicos y fuentes de empleo en la zona. El pueblo surgió alrededor de 1900 gracias a la cercanía a una cantera y una estación de ferrocarril; el cierre de estas actividades precipitó su declive, sumiéndose en un proceso de desconexión y despoblamiento. Este fenómeno se agudizó por la falta de acceso a servicios esenciales como transporte, gas natural y recolección de residuos. Adicionalmente, la comunidad enfrenta serios problemas de contaminación derivados de la producción porcina y avícola local, los cuales impactan significativamente la salud de sus habitantes.

En este trabajo se analiza cómo la instalación de una Planta Demostrativa de Biogás, impulsada por la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), CONICET, el INTA y una institución internacional de fomento, buscó transformar el problema ambiental de los residuos agroindustriales de Los Pinos en una oportunidad para la autonomía energética de carácter comunitario (Scheer, 2012). Este análisis se enmarca en debates críticos sobre transiciones justas, donde la energía no solo es un insumo, sino un vector de transformación territorial que articula actores diversos en la resolución de problemáticas sociales complejas. En este sentido, el concepto de "transición justa" (Jakob y Steckel, 2016) plantea la necesidad de armonizar dos dimensiones clave: por un lado, la adopción de regímenes sociotécnicos sostenibles (bajos en emisiones de gases de efecto invernadero) y, por otro, la equidad social,



garantizando que estos cambios reduzcan desigualdades y mejoren las condiciones de vida de las poblaciones en situación de vulnerabilidad.

Para comprender las dinámicas presentes en esta iniciativa, incorporamos la Perspectiva Multinivel (MLP) propuesta por Geels (2011). Este marco nos permite analizar cómo las innovaciones sostenibles emergen y se desarrollan en sistemas socio-técnicos complejos (Thomas, 2011). El éxito de este nicho, y su potencial para impulsar una transición energética más amplia, dependerá fundamentalmente de su capacidad para generar capacidades y aprendizajes, construir sólidas redes de apoyo, alinear nuevos actores y demostrar su viabilidad frente a las presiones del contexto macro. Esto incluye factores como la política macroeconómica, las regulaciones económicas o ambientales, y la comprensión social sobre el cambio climático como problema. La interacción entre los nichos, los regímenes dominantes y los contextos más amplios (Geels, 2011) es, por lo tanto, crucial para su desarrollo y eventual impacto transformador. Es importante destacar que las transiciones están intrínsecamente ligadas a combinaciones únicas de habilidades, capacidades, instituciones, normativas, actores y mercados presentes en un lugar o región particular (Boschma et al., 2017; Hidalgo et al., 2018). Por ello, cualquier análisis de estas dinámicas debe integrar necesariamente las especificidades locales, ya que solo así se podrá comprender plenamente su funcionamiento.

A través de este estudio de caso, el trabajo busca analizar las tensiones entre un modelo teórico de transición energética y las complejidades de un territorio afectado por el abandono estatal, el aislamiento geográfico y la debilidad de las estructuras comunitarias para resolver problemas locales. Específicamente, se propone explorar si una tecnología como la de una planta de biogás en una comunidad rural puede convertirse en un instrumento catalizador de integración social que simultáneamente resuelva problemáticas socioespaciales.

Desafíos del Régimen Socio-técnico: Implicancias para el desarrollo del biogás

Para el análisis de sistemas como el modelo agropecuario que predomina en la Región Pampeana, y que da marco a la problemática que se aborda a lo largo de este trabajo, se utiliza el concepto de régimen sociotécnico, que deriva de conceptualizaciones llevadas adelante principalmente por Geels (2002) a partir de los trabajos de Nelson y Winter (1982) y del constructivismo social de la tecnología propuesto por Bijker (1995). Un régimen socio-técnico se define como el conjunto estable de reglas, instituciones (formales e informales), valores culturales, y prácticas sociales y cognitivas que orientan y reproducen un sistema técnico determinado¹.

En términos estilizados, un régimen socio-técnico está conformado por siete dimensiones interrelacionadas: tecnología, conocimientos científicos y tecnológico, prácticas de los usuarios, sentidos simbólicos, infraestructuras, estructura industrial, y políticas (Schot, 1998). En este sentido el término "socio-técnico" evita distinciones artificiales entre lo puramente social, lo tecnológico y lo económico, asumiendo que todos los elementos de un sistema están entrelazados, y se caracterizan por su estabilidad y resistencia al cambio (fenómeno conocido como *lock-in*), lo que explica por qué las transiciones hacia nuevos sistemas suelen ser lentas y de cierta dificultad.

El déficit en el suministro eléctrico que enfrentan muchos pueblos rurales de la provincia de Buenos Aires se inscribe en el régimen socio-técnico agropecuario dominante de la Región Pampeana. Este modelo se distingue por la producción extensiva, la centralidad de la explotación agroindustrial a gran escala y una acentuada concentración de la tierra, configurando un sistema primariamente orientado a la exportación de commodities agrícolas.

A partir de la década de 1990, la región pampeana fue testigo de una creciente concentración de la propiedad rural, lo que ha generado una notoria fragmentación intrarregional. Aunque el número de explotaciones agropecuarias disminuyó, su tamaño promedio en hectáreas se ha incrementado,

¹ Se utiliza el concepto socio-técnico con un guion en el medio, tal cual lo utiliza Thomas (2011), dado que a través del guion se enfatiza la relación de mutua constitución e igualdad jerárquica entre lo social y lo técnico, evitando que uno quede subordinado al otro.

dificultando significativamente el acceso a la tierra y la subsistencia para vastos segmentos de la población rural (Pengue, 2021). Si bien este modelo elevó la productividad, impulsando la producción bruta y los volúmenes de exportación, también fue responsable de un aumento considerable de las problemáticas ambientales (Lema, 2015; Pengue, 2020). Estas derivan, en gran medida, de la externalización social de los pasivos ambientales inherentes a las actividades agropecuarias, sobre la cual el régimen construye parte de su tasa de rentabilidad (TEEB, 2018).

Si bien este modelo genera actividad económica y divisas que son centrales para el país, también provoca disparidades regionales profundas en los territorios. Pueblos rurales como Los Pinos, que hasta hace unas décadas estuvieron integrados plenamente en las cadenas productivas regionales, quedaron cada vez más marginados de los beneficios de este régimen, padeciendo procesos significativos de despoblamiento y desinversión en infraestructuras sociales básicas, lo cual genera desafíos importantes en el acceso a servicios públicos y a oportunidades de desarrollo socioeconómico local.

Frente a las limitaciones que tiene el modelo agropecuario hegemónico, emergen y se consolidan alternativas productivas que buscan remediar las problemáticas que genera (Anderson, et al. 2021). Proyectos como el de Los Pinos, que impulsan la producción de biogás a partir de biodigestores de pequeña escala, representan una intención por demostrar que hay alternativas social y económicamente sustentables a la producción extensiva (Martí Herrero et al., 2016). Estas iniciativas no solo ofrecen soluciones energéticas descentralizadas, sino que también promueven la valorización de los subproductos agrícolas y ganaderos (en este caso la biomasa que generan los residuos de los establecimientos agropecuarios), a la vez que da cuenta de una problemática sanitario-ambiental (Nogar et al., 2019).

El biogás es una fuente de energía renovable cuya producción se basa en la digestión anaeróbica controlada. Este proceso ocurre en biodigestores, contenedores herméticamente cerrados donde microorganismos degradan materia orgánica en condiciones anóxicas (Decunto y Caballero, 2022). La actividad microbiana sobre diversas biomásas (como excrementos de aves y ganado, o restos de cultivos) genera un gas con elevado contenido de metano y dióxido de carbono. Dicho gas puede emplearse directamente para producir calor y electricidad, o someterse a un proceso de mejora para transformarse en biometano, apto para ser inyectado en redes de gas natural o para la síntesis de productos químicos de valor (Barasa Kabeyi y Olanrewaju, 2022; Bres et al., 2021).

La relevancia del biogás reside en su significativa capacidad para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que lo convierte en un elemento clave en la transición energética mundial hacia sistemas eléctricos de bajo impacto ambiental y en el avance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en la provisión de energía limpia (Barasa Kabeyi y Olanrewaju, 2022; Cristiano y Buitrago, 2020; Di Paola, 2013, Tobares, 2013). Más allá de la generación energética, la digestión anaeróbica ofrece como resultado y valor añadido de tratar la materia orgánica un líquido (que se denomina digerido) que funciona como fertilizante orgánico. Esto no solo impulsa una economía circular y una gestión más eficiente de los residuos, sino que también ofrece beneficios técnicos concretos: aunque su poder calorífico fluctúa según la concentración de metano, un metro cúbico de biogás equivale aproximadamente a 0.5-0.6 litros de diésel o 6 kWh de electricidad. Su transformación en electricidad, frecuentemente mediante motores de combustión interna, es económicamente viable, consolidando al biogás como un recurso fundamental para la integración de las comunidades rurales e industrias en la transformación del panorama energético (Barasa Kabeyi y Olanrewaju, 2022).

Al utilizar residuos orgánicos generados por actividades productivas locales, se reduce la dependencia de fuentes energéticas centralizadas, al mismo tiempo que se minimiza el impacto ambiental de los residuos orgánicos (Tobares, 2013). Más allá de la generación eléctrica, la implementación de tecnologías basadas en biogás tiene el potencial de revitalizar economías de pueblos rurales, promover la generación de empleo y mejorar la calidad de vida de las comunidades. Este tipo de proyectos no solo apuntan a abordar las dinámicas de pobreza energética presentes, sino que también contribuyen a la sustentabilidad de los sistemas productivos rurales, a diversificar los ingresos, promover el empleo y la autonomía tecnológica frente a las dinámicas excluyentes que plantea, de forma casi exclusiva, el modelo agropecuario dominante (García Ochoa, 2014).

La implementación de biodigestores emerge como una opción particularmente viable para comunidades rurales aisladas y de bajos ingresos. Esto constituye una de las principales soluciones promovidas por diversos organismos internacionales en su lucha contra la pobreza energética y en línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 7: Energía Asequible y No Contaminante. Sin embargo, la sostenibilidad de estos proyectos no solo depende del financiamiento inicial y las condiciones técnicas locales, como el tipo de residuos disponibles y las temperaturas de operación, sino también de una presunción que resulta crítica: la disponibilidad gratuita de la materia prima. Este supuesto se ve desafiado cuando productores de gran escala reconocen que sus residuos tienen valorización en el mercado, lo que puede generar presiones sobre el acceso y uso de estos subproductos. La viabilidad a largo plazo de los biodigestores en estos contextos obliga a plantear interrogantes sobre el costo de la materia prima y la logística de transporte si las condiciones iniciales de gratuidad cambian, exigiendo una evaluación continua de su sostenibilidad frente a dinámicas productivas cambiantes.

En este escenario, el régimen socio-técnico existente presenta desafíos significativos, ya que sus relaciones, instituciones y prácticas refuerzan interdependencias y generan mecanismos de bloqueo (lock-in) que obstaculizan el desarrollo de innovaciones, como el caso del biogás. Para la expansión de los biodigestores, estos obstáculos se manifiestan principalmente en: altos costos iniciales (que abarcan desde estudios de viabilidad y diseño hasta la construcción, operación y mantenimiento), barreras de financiamiento para proyectos no exclusivamente lucrativos, y marcos regulatorios cambiantes que, en contextos como el de Argentina, no siempre favorecen el desarrollo de este tipo de iniciativas.

METODOLOGÍA

La presente investigación emplea un abordaje cualitativo, estructurado en torno a un estudio de caso centrado en la planta de biogás de Los Pinos. Este diseño se justifica por la necesidad de una comprensión profunda de las dinámicas y procesos inherentes a una transición energética sostenible a nivel local. La flexibilidad inherente al diseño cualitativo, o "diseño interactivo" (Maxwell, 1996), permitió adaptar las estrategias de recolección de datos a las particularidades del fenómeno, optimizando la captura de información relevante a lo largo del trabajo de campo.

La selección de la planta de biogás en Los Pinos como caso de estudio se fundamentó en su relevancia para comprender los desafíos y oportunidades de la transición energética en un contexto local específico. Si bien la accesibilidad al sitio y a los actores clave fue un factor relevante, la elección principal radicó en la posibilidad de analizar una iniciativa concreta de generación de energía renovable y su interacción con la comunidad y el entorno productivo. La planta de biogás de Los Pinos se constituyó en un caso pertinente al involucrar la gestión de residuos agroindustriales y la generación de energía con un potencial impacto positivo en la comunidad y el ambiente local.

Para una comprensión integral del caso y la aplicación de los marcos analíticos, se empleó una estrategia de triangulación intrametodológica, combinando diversas técnicas cualitativas de recolección de datos: entrevistas, observación participante y análisis de documentos. Esta combinación permitió confrontar la información obtenida desde múltiples perspectivas, logrando una visión más acabada del fenómeno.

Se realizaron un total de diez entrevistas a diversos actores clave involucrados en el proyecto de la planta de biogás. El muestreo se llevó a cabo bajo el criterio de muestreo teórico (Glaser y Strauss, 1967), donde el número de entrevistas se determinó por la saturación de la información, es decir, cuando la realización de entrevistas adicionales ya no aportaba una mayor comprensión del fenómeno. Los grupos de entrevistados incluyeron a funcionarios de gestión de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), directora de grupo de investigación, investigadores y extensionistas de la UNMDP/INTA, así como a vecinos-interlocutores y cooperativistas de Los Pinos.

Finalmente, se recopiló y analizó una amplia gama de documentos, para complementar con las entrevistas y la observación participante. Estos incluyeron artículos de investigación y presentaciones en congresos desarrollados por los investigadores involucrados y documentos institucionales. Asimismo, se consultaron sitios web institucionales de la UNMDP, de empresas de provisión de

servicios públicos, y de organismos vinculados al caso, junto con artículos periodísticos y sitios web de noticias. El grueso de las entrevistas fue realizado en el año 2019 (en el marco de mi tesis doctoral que fue publicada en 2024), y el trabajo se complementó con una nueva entrevista realizada en el año 2025 con la directora del proyecto, y con la consulta con fuentes de información actualizadas del mismo año.

PRESENTACIÓN DEL CASO LOS PINOS

El pueblo de Los Pinos se encuentra ubicado en el Partido de Balcarce, Provincia de Buenos Aires, a 15 km de la ciudad de Balcarce. El pueblo surgió en el año 1900 al iniciarse la actividad productiva en dos canteras ubicadas en el Cerro San Agustín que producían minerales para la construcción. A partir de ese momento se comenzaron a lotear terrenos para la radicación de viviendas en las inmediaciones del cerro. En el año 1907 se inauguró una estación de ferrocarril en Los Pinos, que se utilizaba para el transporte de cereales, ganado y pasajeros, lo cual ayudó a dinamizar la economía y demografía del pueblo. Para mediados del siglo XX Los Pinos contaba con cerca de 5000 habitantes.

A partir del cierre de la cantera, que era la principal fuente de trabajo de la región, y del levantamiento del ferrocarril en los años 1990, comenzó un proceso de despoblamiento muy significativo. En la actualidad, Los Pinos cuenta con una población de tan solo 369 habitantes (INDEC, 2022). Esta localidad enfrenta un contexto socio-ambiental complejo: su tejido urbano se caracteriza por la coexistencia de viviendas dispersas y terrenos baldíos donde algunos residentes practican actividades de subsistencia, principalmente cría de cerdos y aves de corral. La inadecuada disposición final de los residuos orgánicos que generan provoca la acumulación de desechos, lo que a su vez causa malos olores y una marcada proliferación de moscas que afectan a todos los vecinos (Agrofy News, 2022; Portal web 0223, 2014).

En contraste, la dinámica actividad agroindustrial circundante (dominada por la producción porcina, tambera, bovina y avícola) genera significativos problemas sanitarios y ambientales. Como comenta una de las vecinas y cooperativistas de Los Pinos: “el intendente había elegido llevar adelante el proyecto en Los Pinos por el problema ecológico de la cría de animales domésticos en malas condiciones que provocan la invasión de moscas, malos olores, acumulación de basura, suciedad, faenamiento casero, entre otras cuestiones. Conviven en sus casas las familias con niños, perros, chanchos, gallinas, vacas, corderos, no juntan la bosta ni la suciedad, no los sacan a pastar, conviven todos en malas condiciones” (Entrevista N.º 6, comunicación personal, 20 de enero de 2019).

En el Partido de Balcarce, el sector agropecuario constituye el 38,2% del Producto Bruto Geográfico (Dirección Provincial de Estadística, 2024), lo que subraya la importancia de esta actividad en la región. En Los Pinos, la actividad agroindustrial resulta dominante, aunque es importante destacar que, dado que las estadísticas provinciales presentan datos desagregados solamente a nivel de Partido, no se dispone de información oficial sobre la distribución de las actividades económicas dentro de cada localidad o pueblo. De acuerdo con la directora del proyecto de la Planta de Biogás, la principal actividad económica de la zona en la actualidad son los tambos y los feedlot (Entrevista N.º 9, comunicación personal, 15 de agosto de 2025).

Paradójicamente, estos mismos residuos, ricos en materia orgánica, representan una abundante fuente de biomasa con un valioso potencial para la generación de bioenergía. Sin embargo, Los Pinos sufre de intermitencia en la provisión de electricidad y carece de acceso a la red de gas natural. La obtención de este último servicio ha sido un anhelo histórico para sus habitantes, como lo expresa un vecino: “El problema que tenemos es el problema del gas, que no tenemos. Tenemos tubos, garrafas y leña... si pudiéramos empezar con el biogás por lo menos para calefacción sería lo ideal” (Entrevista N.º 5, comunicación personal, 15 de enero de 2019).

Estas deficiencias en la provisión de servicios básicos, comunes en gran parte de los pueblos rurales del país, impactan negativamente en diversos indicadores socioambientales, configurando lo que denominamos un territorio vulnerable. Esta noción se refiere a un espacio social con recursos económicos, políticos, cognitivos y simbólicos muy limitados para enfrentar problemas de gran escala y complejidad. La vulnerabilidad, en estos espacios, adquiere una apariencia de “territorio en

insularización” (Soldano, 2011), el cual cuenta con características peculiares. Sus habitantes tienen problemas extendidos de acceso a empleos de calidad, y por ende a la generación de ingresos. Además, poseen una capacidad disminuida para acceder a bienes básicos y cuentan con problemáticas para movilizarse a otros barrios o sectores de la ciudad, aspecto que les da esta característica de estar insularizados, o aislados. Estos espacios con carácter de insularización, a su vez, generan en sus habitantes fuertes condicionamientos en sus formas de sociabilidad, y por ende en la circulación de conocimiento y la capacidad de generar nuevas disposiciones de uso del espacio.

Las condiciones sociohistóricas de la localidad han operado como un factor limitante para el desarrollo de acciones colectivas. A pesar de haber logrado elegir un delegado en la Municipalidad de Balcarce en 2016, Los Pinos presentaba una marcada ausencia de organizaciones de base o espacios de articulación locales que dificultaba la canalización de esfuerzos comunitarios. En un contexto de crisis económica, falta de empleo, desinversión en infraestructura y un significativo despoblamiento (la población disminuyó un 93% desde la década de 1950, INDEC, 2022), el pueblo atraviesa un proceso de aislamiento sostenido, profundizada a partir de la suspensión del servicio ferroviario que lo conectaba regionalmente.

Gestación del proyecto de una Planta Demostrativa de Biogás

El proyecto de la Planta Demostrativa de Biogás se originó en el año 2015, cuando un grupo de investigación de INTA y la UNMDP (perteneciente al Laboratorio de Biomasa y Bioenergía del Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible, IPADS) obtuvo un subsidio internacional que habilitó su desarrollo. Este financiamiento fue otorgado por el Instituto Wuppertal a través de su programa “Biogas Demonstration Unit for the sustainable rural energy development in humid Pampas of Argentina”, destinado a fomentar la aplicación de energías renovables en países con escaso desarrollo relativo.

El objetivo principal del financiamiento no se limita a la implementación de proyectos, sino que abarca también la evaluación de la viabilidad de la diseminación del biogás en América Latina. Como señala la directora del proyecto, la meta es: "Al fin del camino, saber si es viable la diseminación de biogás en América Latina. Si no es viable por qué, por qué fracasan, cómo hacer para que esos proyectos no fracasen. Tienen seriedad de que las cosas funcionen, pero lo que están haciendo es evaluar si funcionan, ellos persiguen su propio objetivo" (Entrevista N.º 1, comunicación personal, 9 de enero de 2019).

Esta aproximación se alinea con la visión del Instituto Wuppertal, una institución destacada en el ámbito de la transición energética, que concibe la sostenibilidad no solo desde la innovación tecnológica, sino también desde las innovaciones sociales que dan sostén a los procesos de cambio tecnológico que impulsan. En este sentido es que financian el establecimiento de nichos de innovación que puedan demostrar si los proyectos, más allá de las dimensiones tecnológico-productivas, pueden sostenerse socialmente al fomentar procesos de apropiación social del conocimiento, y la creación de redes de aprendizaje conjunto en distintas escalas.

Es importante destacar que la localización efectiva del proyecto no había sido determinada previamente; la decisión de implementarlo en Los Pinos surgió a partir de una articulación institucional con el Municipio de Balcarce una vez que se consiguieron los fondos. La sugerencia del intendente fue decisiva, de acuerdo con la directora: “El intendente me dijo: el lugar es Los Pinos, la gente se siente abandonada, tenemos unos problemas de contaminación, el ingreso per cápita es mucho menor, andá a Los Pinos, yo te banco en Los Pinos” (Entrevista N.º 1, comunicación personal, 9 de enero de 2019).

Esta “sensación de abandono” entre los residentes se fundamentaba en la ausencia de respuestas políticas efectivas a problemáticas socio-ambientales críticas. Particularmente, la falta de control sobre la cría de cerdo en algunos domicilios, que resultaba en la acumulación de excrementos animales dentro del ejido urbano. A ello se sumaba la inexistencia de sistemas de tratamiento de efluentes y residuos por parte de las actividades agroindustriales predominantes en la zona, las cuales volcaban sus desechos al aire libre.

Esta práctica generaba una significativa proliferación de moscas, malos olores y una contaminación generalizada que afectaba directamente la calidad de vida y la salud de la población local. En relación con esto una vecina de Los Pinos señalaba: “Ahora estamos armando una carta desde la cooperativa para la municipalidad, que ya no podemos vivir así, porque cada vez hay más producción de animales para el autoconsumo. Como no hay reglamento ni orden acá unos vecinos trajeron 60 ovejas por allá, 15 cerdos por allá y esto va creciendo... pronto vamos a ser más animales que personas, no puede ser. Acá enfrente hay un criadero de cerdos y cuando el viento sopla para este lado, viene todo el olor a nuestra vereda. Pedimos que lo saquen, pero vas a hablar con el dueño y te dice que la pensión no le alcanza y se tiene que dedicar a eso” (Entrevista N° 4, Comunicación personal, 16 de enero de 2019).

El inicio del proyecto de construcción del biodigestor en Los Pinos fue precedido por un proceso de interacción entre los investigadores del INTA y vecinos del pueblo, para promover la sensibilización y creación de consensos con los pobladores. Fue así cómo se gestaron distintos encuentros para presentar el proyecto con una participación inicial limitada, pero el interés comunitario creció progresivamente. Este incremento en la adhesión fue facilitado a partir de la participación de investigadores del área de Sociales de la UNMDP, especializados en cooperativismo, quienes colaboraron con los técnicos del INTA aportando su experiencia en herramientas de transferencia y comunicación comunitaria (Echarte y Ischia, 2022).

Un requisito marcado por el Instituto Wuppertal para el financiamiento y la operación de la unidad demostrativa era la necesidad de desarrollar o fortalecer las capacidades locales, particularmente en lo que respecta a la gestión y el mantenimiento de la planta. Esta exigencia motivó a los investigadores a promover la creación de una cooperativa en el pueblo, concebida como un dispositivo de gestión innovador. Este modelo permitiría fomentar el aprendizaje técnico, la construcción colectiva de soluciones y la autogestión ante problemáticas locales. En un contexto como el de Los Pinos, sin una tradición extendida de organización local, la cooperativa se presentó como un mecanismo atractivo para institucionalizar los espacios de vinculación entre los vecinos y despertar el interés comunitario.

La cooperativa fue concebida conjuntamente por los investigadores y los vecinos como un espacio de interacción destinado a convertirse en un interlocutor legítimo entre la comunidad y las instituciones participantes. Esta posición le permitiría movilizar la participación comunitaria y facilitar la articulación institucional con la universidad, así como con otros actores estatales y privados. Fue así como en septiembre de 2017 se constituyó entre los vecinos de Los Pinos la Cooperativa de Producción, Servicios y Consumos de Los Pinos Ltda., con 25 socios fundadores, entre ellos el delegado municipal. Esta entidad estaba pensada para asumir la responsabilidad del suministro de biogás y/o electricidad, la comercialización de los subproductos del proceso y, fundamentalmente, la operación, mantenimiento y administración de la Unidad de Biogás, una vez que la misma pudiera ser puesta en funcionamiento, consolidando así un modelo de gestión asociativa y comunitaria. Al respecto de esto comenta uno de los miembros de la cooperativa: “Ellos nos dicen: acá la cosa es que esto sea administrado por la misma comunidad, por un grupo de vecinos. Nunca va a ser ni estatal ni privado, va a ser de ustedes. Se tienen que organizar de una manera para poder administrarlo y que funcione (Entrevista N°6, comunicación personal, 16 de enero de 2019).

A partir de una serie de talleres y encuentros entre el Grupo de Investigación y los vecinos, se decidió que la cooperativa incluiría también actividades no vinculadas estrictamente a la operación de la planta de biogás. Estas acciones abarcaron desde la educación ambiental hasta la recaudación de fondos para autofinanciar la cooperativa hasta que la planta estuviera operativa. Para ello, se articularon diversas estrategias e intervenciones, como propiciar el involucramiento de otros proyectos de extensión de la UNMDP, particularmente de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, con el objetivo de colaborar en la gestión cooperativa y en la formación de sus integrantes en temáticas relacionadas a emprendimientos sociales y ambientales.

Desde la universidad, entonces, se percibió la necesidad de realizar un proceso de mediación y construcción de lazos para convencer a la comunidad de la idoneidad de la propuesta. Estas acciones tenían por objetivo garantizar que el proyecto pudiera llevarse a cabo con un alto grado de legitimidad por parte de los futuros usuarios de la intervención. En palabras de la directora del proyecto: “Había conflictos transversales, estaba la pelea entre nuevos y viejos vecinos, pero dentro de la cooperativa eso

no existe más. Estaba la pelea entre los pros y los contras animales, mucha gente cría animales en el fondo de la casa. Hay gente que quiere terminar con eso y otros que dicen, toda la vida Los Pinos fue un pueblo donde la gente tenía un gallinero, el chiquero en el patio. Tenés pro y contra en todo, pero en la cooperativa todo eso se zanjó, el nuevo y el viejo vecino son amigos, porque venimos laburando y encontraron que en algunas cosas están de acuerdo y en otras en desacuerdo, pero reman todos para el mismo lado (Entrevista n°5, comunicación personal, 9 de enero de 2019).

Para esto, es crucial destacar que la adopción o apropiación del conocimiento científico depende directamente de la credibilidad y confianza que generan los científicos o investigadores en el medio donde se desenvuelven. El grado de esta confianza no es un valor dado, sino que es contingente a las relaciones sociales y espaciales presentes en el territorio (Wynne, 1992). De esta forma, se evidencia hasta qué punto los esquemas interpretativos de quienes participan en las interacciones se nutren de elementos normativos, materiales y también simbólicos, lo que les permite adoptar nuevas disposiciones y encontrar nuevos sentidos para la acción. Como comentaba una de las cooperativistas: "Tenemos mucho para trabajar en Los Pinos, la idea de la cooperativa no es solamente lo del biogás, hay que poner en orden muchas cosas, hay que ver que la gente se interese en arreglar problemas" (Entrevista N° 4, comunicación personal, 15 de febrero de 2019).

Construcción de la unidad demostrativa de biogás

El comienzo de este proyecto impulsó una compleja red de interacciones entre actores de distintas esferas y escalas. Por un lado, el sistema científico desempeñó un rol fundamental, abarcando instituciones como el INTA, CONICET, la Universidad Nacional de Mar del Plata y el INTI; a nivel provincial aparece la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires; por otro lado, el Instituto Wuppertal de Alemania. Otro actor de centralidad lo constituyó la comunidad rural de Los Pinos, incluyendo tanto a los vecinos miembros de la Cooperativa, como a productores porcinos y avícolas locales (Decunto, 2019; Echarte y Ischia, 2022).

Desde un principio existieron ciertas reticencias en varios vecinos que participaron de las reuniones iniciales donde se presentó el proyecto. En relación con esto una cooperativista comentaba: "la desconfianza de los vecinos hacia el proyecto de biogás tuvo que ver al principio por la baja asistencia a las primeras reuniones informativas, ya que la comunicación a través de afiches no era clara, y la participación en un sistema de cooperativa era algo completamente nuevo para nosotros. Más tarde aparecieron algunos conflictos con los vecinos que participaban: por un lado, la deuda en las cuotas sociales llevó a algunos socios a dejar de asistir a las reuniones. Y después otras cosas que por ahí ya te digo, por esto de no conocernos te empezás a tratar ahí en la reunión, te empezás a conocer y había una persona que no nos gustaba tanto, por el tema violencia. Nos empezamos a dar cuenta que la forma de hablar de él no nos gustaba. Si la cooperativa está dentro del pueblo tenemos que hacer todo en paz y tranquilo pero este muchacho como que quería hacer todo, abarcar todo, y a veces hablaba en forma violenta. A la hora de votar no lo votamos, y dejó de participar" (Entrevista N° 3, comunicación personal, 16 de enero de 2019). Otra de las participantes de la cooperativa señalaba: "Que en Los Pinos haya una cooperativa formada por vecinos cuando no teníamos ni idea lo que era una cooperativa, no teníamos ni idea de lo que teníamos que hacer. Cada reunión era mirarnos sin saber cuál era el paso siguiente porque no teníamos ni idea. Pero así todo, paso a paso. Porque no sabemos mañana para dónde salimos" (Entrevista N° 7, comunicación personal, 20 de enero de 2019).

Desde el ámbito gubernamental participaron la Delegación Municipal de Los Pinos y el Municipio de Balcarce, además de organismos nacionales como la AABE y la empresa Ferrosur Roca, que cedieron un terreno de 750 m² para la instalación de la Unidad Demostrativa. Finalmente, el sector privado estuvo representado por empresas como Wemar S.R.L., que llevó adelante la obra civil, y BAGSA S.A., que fue responsable del diseño de la red de gas y de la normativa correspondiente (aunque luego no se terminara construyendo); y también la empresa McCain Argentina S.A., que proveyó financiamiento esencial para la finalización de la construcción del biodigestor, a partir de un convenio de colaboración con el INTA (Entrevista N° 9, comunicación personal, 15 de agosto de 2025).

Frente a las reticencias iniciales en el pueblo, el grupo de investigación tomó decisiones estratégicas respecto al diseño tecnológico de la planta de biogás. Se prestó especial atención a la escala del proyecto al seleccionar la tecnología más adecuada. Una de las opciones consideradas fue la construcción de un biodigestor de plástico (conocido popularmente como biodigestor "salchicha"). No obstante, para fomentar el involucramiento de la comunidad local, la directora comentaba que se optó por una solución constructivamente más costosa, pero que era percibida como más "robusta y confiable" (Entrevista N°1, comunicación personal, 9 de enero de 2019). Este enfoque priorizó la percepción de solidez constructiva por sobre la reducción de costos, buscando así generar mayor impacto y participación de los vecinos.

La elección de una tecnología más "vistosa" por parte del grupo de investigación buscaba asociar la construcción del biodigestor a la creación de un emblema visible en el espacio local. Este componente sería clave para generar un impacto simbólico que trascendiera su materialidad concreta. De este modo, se pretendía que la planta de biogás proyectara una imagen de mayor credibilidad, con el fin de movilizar la voluntad de participación de los vecinos y propiciar así la apropiación social del proyecto.

La construcción del biodigestor comenzó en el año 2017 y se finalizó en el año 2022. La planta de biogás en cuestión se caracteriza por ser un biodigestor de concreto de tipo "tanque agitado" con una capacidad de 100 metros cúbicos. Su diseño permite la digestión anaeróbica de materia orgánica, principalmente de los residuos provenientes de una granja avícola ubicada a menos de 800 metros de la planta, sumada a descartes de papa de que provienen de la planta de McCain, ubicada en la Ruta 226, a la altura del Km. 61 (cercana a uno de los accesos a la ciudad de Balcarce). Dado que se trata de una planta demostrativa, la capacidad de procesamiento de residuos es reducida: para el caso de la granja avícola, el biodigestor tiene la capacidad de procesar un décimo de sus residuos diarios (Entrevista N° 9, comunicación personal, 15 de agosto de 2025).



*Imagen N° 1: Fotografía del biodigestor instalado en Los Pinos, Partido de Balcarce.
Fuente: Infocielo.com (2022). La historia de la planta de biogás que dará energía a un pueblo bonaerense.*

El biodigestor tiene unas dimensiones de 6 metros de diámetro y 3,60 metros de altura, y está concebido para operar en un rango de temperatura de 30 a 35°C. Como resultado de este proceso se genera biogás, compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono, con una capacidad de producción potencial de entre 50 y 60 m³/día o hasta 25 kWh de potencia. Además de la energía, la digestión produce un subproducto líquido denominado biofertilizante (o "digerido"), cuya comercialización podrá generar recursos económicos destinados al desarrollo de iniciativas comunitarias, fortaleciendo así la gestión local y la sustentabilidad económica del proyecto (infocielo.com, 2023).

La operación exitosa del biodigestor en Los Pinos depende de la constancia en la provisión y la calidad de la materia prima. Inicialmente, uno de los primeros proveedores fue una granja porcina ubicada a 800

metros. Sin embargo, esta fuente presentó problemas, ya que gran parte de los residuos generados no eran aptos para la digestión anaeróbica debido a las impurezas que contenían los excrementos al ser manejados en suelo. Tras el cierre de esta granja, el proyecto debió incorporar a McCain (empresa que colaboró financieramente en 2022 para la finalización de la Planta de Biogás) como proveedor de descartes de papa. Este residuo agroindustrial constituye en la actualidad más del 90% de la materia prima que se procesa en la planta (Entrevista N° 9, comunicación personal, 15 de agosto de 2025).

Este aporte se complementa con aproximadamente 150 kg diarios de gallinaza de una unidad avícola próxima, lo que representa solo el 1% de las 15 toneladas que esta produce diariamente (Decunto, 2019). Para asegurar el suministro continuo, la Cooperativa generó un acuerdo de provisión informal con ambos productores. Asimismo, el INTA mantiene una comunicación periódica y brinda asistencia técnica para garantizar la estabilidad en la composición de los sustratos, solicitando a los productores que informen sobre el uso de antibióticos o cambios en la dieta animal, aspectos cruciales para el óptimo funcionamiento del biodigestor (Decunto, 2019).

Desde su puesta en marcha en 2022, la Unidad Demostrativa de Biogás en Los Pinos ha avanzado en la estabilización del proceso de biodigestión y el tratamiento de residuos agropecuarios, una fase crítica operada por un personal técnico del INTA para optimizar la producción. Paralelamente a la generación de biogás (en el orden de los 30 o 40 m³/día), que actualmente se gestiona mediante quema controlada por antorcha, la cooperativa se enfoca en completar los requisitos burocráticos y técnicos pendientes, como la aprobación de normativa de la empresa Aguas de la Ciudad, que provee el servicio de agua potable de Balcarce, necesarios para integrar la energía eléctrica del biodigestor a la bomba de agua potable comunitaria (Entrevista N°9, comunicación personal, 15 de agosto de 2025).

Este período de ajuste logístico no detiene la producción del digerido (subproducto líquido), el cual representa un recurso de gran potencial económico para la cooperativa, cuya explotación comercial es una prioridad estratégica (Echarte e Ischia, 2022). A diferencia del biogás, cuya utilización principal es meramente local para la generación de electricidad (o para un futuro uso domiciliario, de aumentar su escala) el digerido, si es acondicionado y transformado en fertilizante, puede ser envasado y comercializado más allá de los límites locales de Los Pinos, convirtiéndose así en un producto comercializable que tiene el potencial de generar ingresos adicionales para la comunidad.

CONCLUSIONES

El biodigestor fue concebido como una unidad demostrativa de producción comunitaria para ser gestionado cooperativamente. Esta configuración lo posiciona, desde su origen, como un proyecto que se aparta del régimen socio-técnico agropecuario dominante al proponer una forma alternativa de producción y gestión. Estas características lo sitúan como un nicho de innovación: un entorno protegido que permite la experimentación y el desarrollo de prácticas y tecnologías novedosas, libre de las presiones del régimen establecido, y con el potencial de transformar las trayectorias socio-técnicas predominantes en el sector agropecuario. Es crucial destacar su componente demostrativo: dada su escala, esta planta de biogás no busca remediar de manera sustantiva los problemas ambientales o de empleo locales. Su función principal reside en verificar la viabilidad de esta tecnología en el medio rural pampeano. Además, su modularidad permite escalar el proyecto a futuro, en la medida que se consiga el financiamiento adecuado.

La gestión comunitaria inherente a este proyecto es, en sí misma, una parte integral de la innovación del nicho, lo que lo diferencia de otras iniciativas meramente tecnológicas y fortalece su potencial de replicabilidad en otros contextos. El caso permite observar la importancia de conformar espacios de interacción sostenida entre las instituciones científicas, las agencias de financiamiento, el sector productivo, los actores estatales y los vecinos. Estos espacios de colaboración son indispensables para sostener los procesos de aprendizaje mutuo que garantizan la consolidación del proyecto en el tiempo. La transformación principal, tal como la concibieron los investigadores que gestaron el proyecto, se centró en dos ejes: por un lado, la revalorización de la participación comunitaria en la gestión de unidades productivas complejas; por otro, la utilización, transformación y valorización de pasivos ambientales. Esto contribuye a solucionar problemas ambientales y sanitarios, además de generar

empleo y mejorar la provisión de servicios públicos. En este sentido, el proyecto se alinea con la conceptualización de "transición justa", ya que incorpora tanto la sostenibilidad (al reducir las emisiones de carbono) como la equidad social (al promover el empleo local y la creación de capacidades comunitarias).

En este contexto, la planta de biogás no representa una innovación tecnológica en términos productivos o técnicos, dado que es una tecnología conocida e implementada ampliamente. Sin embargo, su relevancia radica en funcionar como el disparador de situaciones de interacción e intercambio de conocimientos que involucran a actores locales, regionales, nacionales e internacionales. El objetivo, en definitiva, es avanzar en un proyecto que plantea la transición energética sostenible como un horizonte de posibilidad en un escenario de fragmentación y vulnerabilidad territorial, para lo cual es indispensable el involucramiento de los vecinos y la configuración de nuevas relaciones sociales dentro de la comunidad.

La creación de una cooperativa en una localidad que experimenta significativos niveles de desigualdad espacial y procesos de insularización sostenida (consecuencia directa del despliegue del régimen agropecuario dominante) representa una iniciativa fundamental para revertir estas dinámicas. Este modelo asociativo no solo busca mitigar el aislamiento o resolver problemáticas ambientales y productivas, sino que genera un espacio de aprendizaje para sus habitantes, impulsando el desarrollo de nuevas habilidades técnicas y disposiciones cognitivas indispensables para fomentar procesos de autogestión comunitaria.

Este modelo de innovación basado en la gestión cooperativa podría inspirar o ser adaptado en otros contextos rurales que enfrentan desafíos similares. Sin embargo, su éxito para una difusión más amplia dependerá de la capacidad de mantener ciertas condiciones de protección que permitieron su emergencia, así como de identificar y adaptar los elementos clave de su gestión cooperativa comunitaria y su enfoque en la valorización integral de recursos. Explorar cómo este tipo de nichos puede "salir" de su entorno inicial para influir en el régimen más amplio constituye un aporte fundamental para la agenda de investigación en transiciones hacia la sostenibilidad.

La replicabilidad de estas iniciativas, más allá de la experticia técnica y la participación activa de los actores intervinientes, depende de contar con mecanismos de financiamiento significativos y flexibles que se alineen con la naturaleza no lineal de los procesos de aprendizaje colectivos. Este apoyo financiero debe ser capaz de integrar elementos emergentes, absorber los costos operativos derivados de problemáticas imprevistas, y adaptarse a contextos cambiantes. Dicha adaptabilidad es especialmente crítica en territorios de alta vulnerabilidad social, donde las exigencias contextuales generan presiones operativas y sobrecargas inesperadas para los equipos de investigación y gestión.

Finalmente, la experiencia de la Planta Demostrativa de Biogás en Los Pinos, más allá de su propósito de configurarse en solución energética y ambiental local, debe entenderse como un nicho para la generación de conocimiento comunitario. Este proyecto no solo demostró la viabilidad técnica de la unidad y las posibilidades de provisión de energía en un contexto de vulnerabilidad social, sino que operó como un laboratorio de desarrollo de habilidades y competencias para todos los actores involucrados. Los conocimientos adquiridos sobre la gestión de residuos en entornos rurales, la articulación efectiva entre académicos, vecinos, organizaciones y funcionarios, así como la adaptación a las particularidades locales, constituyen un insumo fundamental para replicar y escalar iniciativas similares en otros lugares con problemáticas análogas, destacando que el verdadero potencial de estos nichos reside en su capacidad para fomentar procesos de aprendizaje y así impulsar futuras transiciones hacia la sostenibilidad.

REFERENCIAS

Agrofy News (2022, 6 de octubre). Los Pinos: el pueblo que apostó por la energía renovable e instaló un biodigestor comunitario. Agrofy News. <https://news.agrofy.com.ar/noticia/201740/pinos-pueblo-que-aposto-energia-renovable-e-instalo-biodigestor-comunitario>

- Anderson, K.; Bruil, J.; Jahi Chappell, M.; Kiss, C. y Pimbert, M. P. (2021). *Agroecology Now! Transformations towards More Just and Sustainable Food Systems*. ISBN 978-3-030-61314-3 ISBN 978-3-030-61315-0 (eBook).
- Barasa Kabeyi, M. J. y Olanrewaju, O. A. (2022). Biogas Production and Applications in the Sustainable Energy Transition. *Journal of Energy*, <https://doi.org/10.1155/2022/8750221>
- Bijker, Wiebe (1995). *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*, The MIT Press, Cambridge.
- Boschma, R., Coenen, L., Frenken, K., y Truffer, B. (2017). Towards a theory of regional diversification: combining insights from Evolutionary Economic Geography and Transition Studies. *Regional Studies*, 51(1), pp. 31–45. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1258460>
- Bres, P. A., Branzini, A., Beily, M. E., Escartín, C., Hilbert, J. A., y Almada, M. (2021). Relevamiento de Producción de Digeridos de Plantas de Biogás en Argentina. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
- Cristiano, G. y Buitrago, C. (2020). ¿Puede el biogás generado a partir de residuos de ganado reducir las externalidades negativas? Un caso de estudio en Argentina. *Semestre Económico*, 23(54), pp. 129–144. <https://doi.org/10.22395/seec.v23n54a7>
- Decunto, V. (2019). Producción de biogás en Los Pinos: un proyecto construido desde la sinergia entre la Academia, la Comunidad y el Estado [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. RIDAa - Repositorio Institucional de Datos Académicos y de Investigación. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/handle/123456789/2287>
- Decunto, E. V. y Caballero, G. L. (2022). Proyectos de producción de biogás en la Región Pampeana y su contribución a los desafíos energéticos del Siglo XXI. *Revista Huellas*, 26(2), Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. Recuperado a partir de: <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>
- Di Paola, M.M. (2013). La producción de biocombustibles en Argentina. En: Fundación Ambiente y Recursos Naturales.
- Dirección Provincial de Estadística (DPE). (2024). Producto Bruto Geográfico por Partido 2023
- Echarte, M., y Ischia, C. (2022). Un proyecto inspirador en el marco de la economía circular para el desarrollo territorial rural. *Visión Rural*, 29(144), pp. 49-52. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/13542>
- García Ochoa, R. (2014). Pobreza energética en América Latina.
- Geels, Frank W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes. A multi-level perspective and a case-study. In *Research Policy* 31 (8-9), pp. 1257–1274. DOI: 10.1016/S00487333(02)00062-8.
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), pp. 24–40. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>
- Glaser, B. G. y Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Hawthorne, N.Y.: Aldine de Gruyter.
- Hidalgo, C. A., Balland, P. A., Boschma, R., Delgado, M., Goswami, G., Hausmann, R., ... y Zitt, M. (2018). The principle of relatedness. *Research Policy*, 47(9), pp. 1643-1652.
- INDEC (2022), Censo Nacional De Población, Hogares y Viviendas 2022. Recuperado el 11 de mayo de 2025.
- Infocielo.com (2023, 21 de septiembre). La historia de la planta de biogás que dará energía a un pueblo bonaerense, <https://infocielo.com/municipios/la-historia-la-planta-biogas-que-dara-energia-un-pueblo-bonaerense-n748067>
- Jakob, M., y Steckel, J. C. (2016). *The Just Energy Transition*. WWF International.
- Lema, D. (2015). *Crecimiento y Productividad Total de Factores en la Agricultura Argentina y Países del Cono Sur*. Documentos de trabajo Banco Mundial, Buenos Aires, Argentina.
- Martí Herrero, J., Pino Donoso, M., Mendoza, G., Pedraza, G. X., Rodríguez Jiménez, L., y Viquez Arias, J. (2016). Oportunidades para el desarrollo de un sector sostenible de biogestores de pequeña y mediana escala en LACRed de biogestores para Latinoamérica y el Caribe, REDBIOLAC (No. P06 17). RedBioLAC.
- Maxwell, J. A. (1996). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. Sage Publications.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge.

- Nogar, G.; Chomicki, A. y Berdolini, J. (2019). Bioenergía a partir de residuos ganaderos. Estado de situación en la provincia de Buenos Aires. *Mundo agrario*, 20(43), <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.24215/15155994e110>
- Pengue, W. (2020). Capítulo 2. Mi conocimiento: Los costos de la agricultura industrial y la emergencia de la agroecología y los saberes campesinos como una nueva agronomía, pp. 70-81. En *Agroecología: ciencia, práctica y movimiento para alcanzar la Soberanía Alimentaria*. SOCLA. EDEC. Empresa del Desarrollo de Cuenca. Ecuador. ISBN: 978-9942-8822-4-0.
- Scheer, H. (2012). *Energy autonomy: The economic, social and technological case for renewable energy*. Nueva York: Routledge.
- Schot, J. (1998). The usefulness of evolutionary models for explaining innovation. The case of the Netherlands in the nineteenth century. *History and Technology, an International Journal*, 14(3), 173-200
- Soldano, D. (2011). Vivir en territorios desmembrados. Un estudio sobre la fragmentación socio-espacial y las políticas sociales en el Área Metropolitana de Buenos Aires (1990-2005). En: *Procesos de urbanización de la pobreza y nuevas formas de exclusión social. Los retos de las políticas sociales de las ciudades latinoamericanas del siglo XXI*, Alicia Ziccardi (Comp.), pp. 37-59. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.
- TEEB (2018). *TEEB for Agriculture & Food: Scientific and Economic Foundations*. Ginebra: UN Environment.
- Thomas, H. (2011). Tecnologías sociales y ciudadanía socio-técnica: Notas para la construcción de la matriz material de un futuro viable; *Universidade de Brasília; Ciência & Tecnologia Social*; 1; 1; 9-2011; 1-22
- Tobares, L. (2013). La importancia y el futuro del biogás en Argentina. *Petrotecnia*.
- Wynne, B. (1992). Misunderstood misunderstanding: social identities and public uptake of science. *Public Understanding of Science*, 1(3), pp. 281-304. <https://doi.org/10.1088/0963-6>

BIOGAS AS A JUST TRANSITION STRATEGY IN VULNERABLE RURAL COMMUNITIES: A CASE STUDY IN LOS PINOS, ARGENTINA

ABSTRACT: This study analyzes the implementation of a biogas plant in Los Pinos, a rural community in Buenos Aires Province affected by socio-environmental problems. The town lacks stable access to gas and electricity and suffers from contamination by agro-industrial waste, positioning the area as a vulnerable territory. The main objective of the research was to evaluate how this Demonstration Biogas Plant transforms an environmental liability into an opportunity for community energy autonomy. Additionally, its potential to foster social integration and contribute to a just energy transition was explored. Using a qualitative approach based on a case study, key actors were interviewed, participant observation was conducted, and document analysis was performed. The project, initiated in 2015, led to the formation of the cooperative responsible for managing the plant. Constructed between 2017 and 2022, the biodigester processes agro-industrial waste to generate biogas, which is used to supply a community potable water pump. In conclusion, the biogas plant functions as an innovation niche that transcends the technological by driving a just transition through: active community participation, the conversion of environmental liabilities into resources, and the development of local capacities.

Keywords: biogas, energy transition, vulnerability, community