

## ROL DEL HÁBITAT CONSTRUIDO EN LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA COMUNITARIA. CASO DE ESTUDIO EN SAN JUAN, ARGENTINA

**Alción Alonso Frank, Guillermina Ré**

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño,  
Universidad Nacional de San Juan (IRPHa-CONICET-UNSJ).

Tel.: +54(0)264 423 2395 / 3259 Int. 318 - <http://www.irpha.faud.unsj.ar>

E-mails: [afrank@faud.unsj.edu.ar](mailto:afrank@faud.unsj.edu.ar), [guillerminare@faud.unsj.edu.ar](mailto:guillerminare@faud.unsj.edu.ar)

**RESUMEN:** El sector energético-ambiental se encuentra en un proceso de transformación permanente, impulsado por el cambio climático y la limitación de recursos fósiles. En respuesta a esta problemática, las comunidades energéticas surgen como un modelo innovador que redefine la generación y el consumo, lo cual promueve la sostenibilidad, la descentralización y la resiliencia. En este marco, el presente trabajo evalúa el potencial de generación renovable de una comunidad propuesta, constituida por un establecimiento educativo público y un barrio de vivienda social en San Juan, Argentina. Se aplica una metodología cuantitativa que combina modelación computacional mediante el “Calculador Solar” con análisis urbano-arquitectónico para estimar la generación energética. Los resultados evidencian que la producción solar fotovoltaica supera el consumo del edificio escolar y posibilita la implementación de un esquema de autoconsumo colectivo que incluye unidades residenciales. Además, se cuantifica la reducción de emisiones contaminantes, subrayando la viabilidad técnica y ambiental de éstas en zonas urbanas con condiciones climáticas favorables. Se concluye que las edificaciones ejecutadas por el Estado poseen un rol estratégico en la transición hacia hábitats sustentables, especialmente a través de la inclusión del concepto de generación distribuida comunitaria como mecanismo para promover la autogestión energética y la participación colectiva en el manejo de recursos renovables.

**Palabras clave:** energía solar fotovoltaica, comunidad energética, edificio escolar, vivienda social, transición energética, sostenibilidad.

### INTRODUCCIÓN

La crisis ambiental global manifestada en el avance del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la escasez de recursos naturales, demanda una reconsideración urgente de los modelos de desarrollo, poniendo especial énfasis en el sector energético debido a su impacto directo en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (FARN, 2019). Este sector es responsable de más de dos tercios de las emisiones globales de GEI, situándolo como el epicentro de los debates y soluciones necesarios para lograr una mayor sostenibilidad y habitabilidad del planeta (Vargas Ruiz, 2023). Por lo tanto, la energía no sólo representa el núcleo del desafío climático, sino que también es un componente esencial para su resolución (IPCC, 2020; ONU, 2025). A lo largo del tiempo, los sistemas energéticos cambian de forma paulatina; no obstante, la urgencia provocada por la crisis climática descrita demanda implementar con prontitud modelos renovados para la generación y el uso de la energía (Chemes et al., 2024). Ello, fundamentalmente, en un contexto en el cual está sucediendo una expansión energética, en lugar de una transición hacia esquemas eficientes basados en energías limpias (Bertinat y Chemes, 2023).

En este marco, la generación distribuida de energía basada en fuentes renovables se instala como uno de los pilares de la citada transición (Levy et al., 2021). Las tecnologías renovables, como la solar fotovoltaica, destacan por su capacidad para reducir las emisiones contaminantes y descentralizar el suministro energético, disminuyendo la dependencia de combustibles fósiles y fortaleciendo la



resiliencia de las comunidades (Padrones Bacallado, 2023; Vargas Ruiz, 2023). El aprovechamiento local de estos recursos, sumado a los avances tecnológicos, posibilita una mayor autonomía energética y la participación activa de los usuarios en los procesos de generación, consumo y gestión energética (Kazimierski, 2020; Palacios Ferrer, 2024).

Dentro de este nuevo horizonte, la comunidad energética, al constituirse como una figura jurídica emergente, representa un mecanismo eficaz para enfrentar el cambio climático, impulsando la transformación del sistema energético y promoviendo un modelo sostenible, equitativo e integrador (Falcón Pérez, 2023). Las mismas, entendidas como microrredes comunitarias, pueden llevar a cabo múltiples actividades, como producir, consumir, almacenar, compartir o vender energía, haciendo frente a la pobreza energética (Ulloa de Souza y Rodríguez Gámez, 2025; Hidalgo Cifuentes, 2022; IDAE, s/f). En consecuencia, el modelo de autoconsumo colectivo descrito, satisface sus necesidades y participa activamente en los mercados energéticos, incluso realiza intercambios de energía en sistemas de diversa complejidad (Galera Rodrigo, 2023). Por tanto, estas comunidades aprovechan distintos métodos de obtención de energía limpia con un objetivo claro, el cual es fomentar la descentralización energética, reducir la dependencia de los combustibles fósiles y promover una menor huella ambiental (Zhang, 2023). A su vez, retomando a Padrones Bacallado (2023), las vastas ventajas se centran en el incremento de la eficiencia energética, el fortalecimiento del empleo local, la reducción de la vulnerabilidad frente a cortes de suministro o fluctuaciones de mercado, la cooperación, la innovación social y el desarrollo de proyectos colectivos de alto impacto territorial. Uno de los elementos centrales de estas comunidades es su capacidad para situar a la ciudadanía en el centro del nuevo paradigma y en la sostenibilidad de sus territorios, dándole un rol clave en la propiedad, financiación, operación colectiva y toma de decisiones relativas a la energía (Lode et al., 2022).

La discusión teórica sobre el concepto y funcionamiento de estas comunidades se enriquece fundamentalmente por aportes de investigadoras como Baigorrotegui (2018a, 2018b; 2019; 2021 en Chemes et al., 2024), quien distingue diversas formas y dimensiones de estas organizaciones, además de que analiza sus dinámicas y la integración energética regional. En América Latina están vinculadas tanto al fomento del desarrollo sostenible como a la protección integral de la vida y las comunidades (Baigorrotegui y Chemes, 2023). En esta línea, en Argentina, los avances normativos son decisivos para consolidar el desarrollo de estas iniciativas. En 2023, la Secretaría de Energía de la Nación emite la Resolución 608/23, la cual establece un marco normativo específico para la Generación Distribuida Comunitaria, en complemento de la Ley 27.424 (Ministerio de Economía, 2025). Esta resolución armoniza y extiende regulaciones a nivel nacional para las provincias adheridas, basándose en experiencias previas implementadas en Santa Fe y Córdoba (Chemes et al., 2024). Su objetivo principal es reconocer formalmente la figura de usuarios generadores comunitarios y crear condiciones para la administración conjunta de proyectos de generación renovable conectados a la red de distribución, permitiendo además la medición y distribución equitativa de créditos energéticos entre los participantes. Esta nueva regulación introduce dos categorías denominadas “Usuarios Generadores Comunitarios” (UG-C) y “Usuarios Generadores Comunitarios Virtuales” (UG-CV). Estas figuras permiten a aquellos usuarios sin acceso a un espacio físico o capital propio integrarse al régimen nacional, superando las limitaciones para constituirse como Usuarios Generadores individuales. En el caso de los UG-C, los participantes establecen y comunican su porcentaje de participación en el proyecto, recibiendo una compensación económica proporcional a la energía que cada uno aporta a la red. Por otro lado, los UG-CV mantienen las características anteriores, pero añaden la capacidad de realizar mediciones en tiempo real tanto de la energía inyectada al sistema como del consumo individual de los miembros. Esto posibilitaría un autoconsumo virtual, optimizando la eficiencia y la rentabilidad del proyecto para todos sus integrantes. El carácter eminentemente colaborativo y autogestionado de estas comunidades permitiría experimentar nuevos modelos de apropiación tecnológica y de inclusión energética, que podrían impulsar las transformaciones profundas en la matriz energética y en la gobernanza local de los recursos energéticos (Palacios Ferrer, 2024).

En este contexto, las instituciones públicas y, particularmente, los edificios escolares adquieren protagonismo, conformando un espacio de aprendizaje conjunto que trasciende los límites formales de la institución (De Manuel Jerez et al., 2025). El potencial de generación renovable colectiva en ámbitos educativos no sólo permite el autoconsumo, sino también la posibilidad de aportar excedentes a otras

demandas, como ser a edificios residenciales próximos, enmarcado en normativas vigentes en la materia (Alonso Frank y Ré, 2022; Menéndez Sánchez y Fernández Gómez, 2022). Concebir a las escuelas como polos activos de generación y distribución renovable contribuye a un cambio tecnológico, social, político y cultural (Linares Ochoa, 2025). Así mismo, conduce a reforzar la capacidad de resiliencia, preparación, adaptación y reacción frente al cambio climático, con el fin de minimizar los riesgos e impactos de comunidades más vulnerables (Sono Hernández et al., 2024).

Por lo expuesto precedentemente, repensar el papel de las instituciones públicas desde la perspectiva de la generación distribuida comunitaria se presenta como un paso fundamental para transitar hacia un futuro energético más sostenible, justo y resiliente. Las experiencias, normativas y aportes teóricos revisados confirman la potencialidad de este enfoque, así como la capacidad de las comunidades energéticas para transformar la matriz energética y promover una ciudadanía más participativa e informada frente a los desafíos ambientales contemporáneos. De esta manera, en el presente trabajo se evalúa el potencial de generación fotovoltaica de una comunidad propuesta, constituida por un establecimiento educativo público y un conjunto residencial social en San Juan, Argentina, con el fin de destacar el rol ejemplar que pueden desempeñar las edificaciones ejecutadas por el Estado en avanzar hacia hábitats construidos sustentables. En base a ello, en futuras investigaciones se prevé profundizar en el diseño y dimensionamiento del sistema en su conjunto.

## **METODOLOGÍA**

La metodología empleada, de tipo cuantitativa, se limita a la estimación del potencial de generación energética de sistemas solares fotovoltaicos mediante modelación computacional asistida por la herramienta “Calculador Solar” (Secretaría de Energía, 2025), sin abordar el cálculo de elementos adicionales tales como inversores de tensión, configuraciones de conexión u otros componentes. El análisis se sustenta en parámetros esenciales definidos por la irradiación solar incidente, adecuadamente corregida según la inclinación y orientación de los módulos en referencia a la latitud específica del área de estudio. Esta aproximación se complementa con una evaluación exhaustiva de las características morfológicas, arquitectónicas y urbanas del caso de estudio, que posibilitan una selección óptima de las superficies disponibles para la implementación fotovoltaica. Por su parte, el inventario de áreas potenciales abarca cubiertas planas, así como inclinadas con orientación predominante hacia el norte, detallando el estado físico de las mismas, para garantizar la factibilidad técnica de la instalación.

Se selecciona un sistema basado en módulos monocristalinos de alta potencia (550 Wp), tomando en cuenta criterios rigurosos de eficiencia energética, viabilidad técnica y actualización tecnológica. La determinación de la generación anual integra, a su vez, registros reales de consumo energético provenientes de Naturgy San Juan (2025) junto con estudios previos de los autores, lo cual asegura fidelidad y aplicabilidad al modelado. En la fase de diseño, se realiza un análisis detallado del emplazamiento y se tipifican las cubiertas de los distintos bloques del caso de estudio, calculándose la capacidad máxima instalada factible para cada una según sus características específicas. Posteriormente, se evalúa el balance energético para identificar si los excedentes generados pueden sustentar un esquema de autoconsumo colectivo que agrupe a una escuela y a viviendas sociales.

Para completar el análisis, se cuantifica el impacto ambiental preliminar mediante el cálculo de las toneladas de dióxido de carbono equivalente evitadas, producto de la reducción de emisiones por el uso de energía limpia. Para ello se utiliza el “Calculador Solar”, que entre sus diversas aplicaciones proporciona información detallada en referencia al sistema de generación fotovoltaica propuesto.

Por último, se destaca que el presente estudio asume un marco normativo prospectivo que contempla la eventual incorporación de los modelos UG-C y UG-CV, definidos en la Resolución 608/23, la cual complementa la Ley Nacional 27.424, con el fin de explorar el potencial operativo y comunitario en el contexto local. De dichos modelos, se selecciona en lo específico al UG-CV, dado que el mismo contempla la monitorización en tiempo real tanto de la energía que se inyecta a la red como del consumo individual registrado por cada uno de los participantes. Ello se fundamenta en las características de uso de las edificaciones objeto de estudio.

## CASO DE ESTUDIO

Es fundamental destacar que San Juan se inserta en el marco normativo establecido por la Ley Nacional N° 27.424, sancionada en 2017, que regula y promueve la generación distribuida de energías renovables con destino al autoconsumo en Argentina. En este contexto, la provincia aprueba la Ley 1878-A en 2018, la cual declara de interés técnico y social la implementación de generación distribuida a partir de fuentes renovables. Esta normativa provincial, junto con la disponibilidad local de recursos naturales y la infraestructura industrial existente, favorece la expansión progresiva de dichos proyectos a escala local, consolidando su rol como pionera y referente en la adopción de tecnologías energéticas sustentables en el país. En este marco, la presente propuesta de comunidad energética está constituida por un establecimiento educativo y un barrio social ejecutado por el Instituto Provincial de la Vivienda. Este trabajo resulta particularmente relevante porque se centra en los dos modelos fundamentales para la incorporación de sistemas fotovoltaicos, los cuales presentan una estructura sencilla que facilita su replicación y adaptación a diversos tipos de construcciones, conduciendo potencialmente a su expansión en aplicaciones futuras (Padrones Bacallado, 2023).

En primer lugar, fundado en 1965, el Colegio Central Universitario "Mariano Moreno" (CCUMM) constituye una emblemática institución educativa de nivel secundario con orientación preuniversitaria, dependiente de la Universidad Nacional de San Juan (Figura 1). Su propuesta pedagógica enfatiza la integración del conocimiento teórico con la práctica cotidiana, estimulando a los jóvenes a desarrollar actitudes basadas en el respeto, el compromiso social y la conciencia ambiental, ejes fundamentales que orientan su formación integral. En consonancia, impulsa diversas iniciativas institucionales que buscan promover la participación activa y el compromiso social de sus estudiantes. Entre estas destacan "Creando Acciones Solidarias", que incentiva proyectos de ayuda comunitaria y el innovador "Rescate de Residuos Tecnológicos", enfocado en la gestión sustentable y el reciclaje de materiales electrónicos. Su oferta académica integra saberes científicos, sociales y artísticos para responder a los desafíos del mundo actual, promoviendo la innovación pedagógica y el uso de tecnologías digitales como herramientas para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo expuesto, el CCUMM se constituye como un referente educativo dinámico y comprometido con la formación holística de sus estudiantes, que apoya, no sólo el desarrollo académico, sino también fomenta valores éticos y sociales esenciales para la construcción de una sociedad más justa, participativa y sostenible.



*Figura 1: Colegio Central Universitario Mariano Moreno. Fotografías del frente del edificio (orientación sur) y del patio central (orientación norte). Fuente: Elaboración propia.*

En segundo lugar, se toma un barrio social conformado por 540 unidades funcionales distribuidas en 48 bloques edilicios (Figura 2), cuyo perfil de consumo es analizado por Alonso Frank y Michaux (2022). Tanto el CCUMM como el barrio objeto de estudio se emplazan en la banda urbana de la Ciudad de San Juan, cuyos índices urbanísticos resultan los más altos de la misma (Kurbán et al., 2017).



Figura 2: Barrio social objeto de estudio. Planta y fotografías. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se destaca que la provincia posee abundante recurso solar, con niveles diarios promedio de radiación solar global horizontal de 7,33 kWh/m<sup>2</sup> entre octubre y marzo y de 3,95 kWh/m<sup>2</sup> durante abril a septiembre, así como una heliofania efectiva que varía entre 4 y 9 horas diarias según la ubicación y la época del año (Bianchi y Cravero, 2010; Montenegro, 2019).

### **Perfil de consumo del establecimiento CCUMM**

Conforme datos suministrados por Naturgy San Juan (2025), se tiene un consumo anual de 88774 kWh, con una mínima en el mes de enero de 2396 kWh y máxima en el mes de noviembre de 10912 kWh (Figura 3).

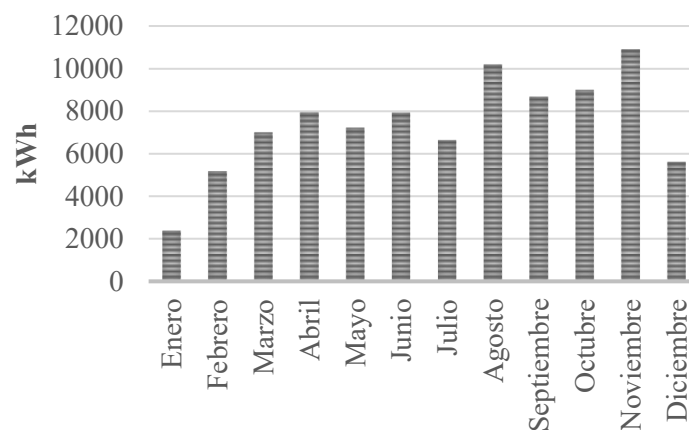


Figura 3: Perfil de consumo del establecimiento CCUMM. Fuente: Naturgy San Juan (2025).

De acuerdo a la Figura 3 y en línea con lo analizado por Ré et al. (2018), en los meses de verano el consumo es inferior al de los meses de invierno. Ello se asocia a un menor uso de las instalaciones de diciembre a febrero producto de la disminución de las actividades por el cierre del ciclo lectivo.

### **Perfil de consumo del barrio social**

El barrio social está compuesto por edificios de 9 y 12 unidades funcionales, que en conjunto alcanzan 540 unidades. Del perfil de consumo analizado por Alonso Frank y Michaux (2022) se deducen los resultados que se indican en Figura 4.

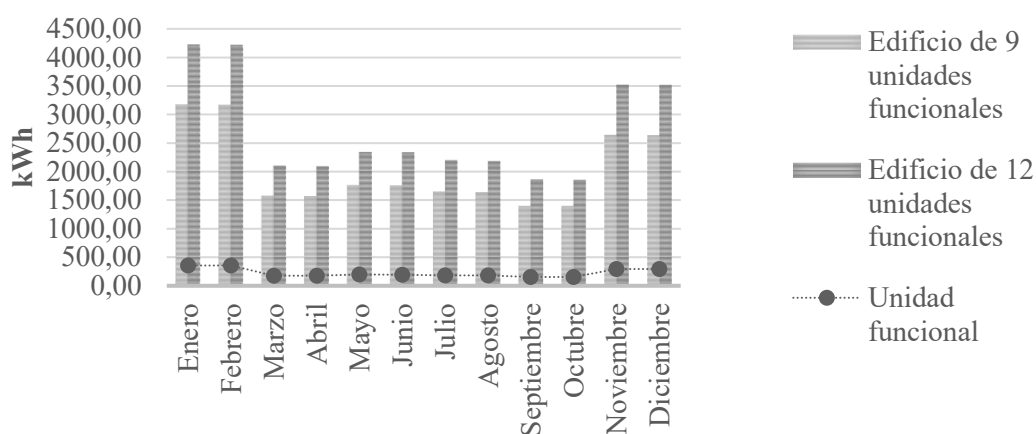


Figura 4: Perfil de consumo del barrio social. Fuente: Alonso Frank y Michaux (2022).

Como se puede observar, en contraposición al CCUMM, en los meses de verano el consumo es pronunciadamente mayor que en los meses de invierno. De acuerdo a Alonso Frank y Kuchen (2017), ello guarda correspondencia con el mayor uso de sistemas de climatización, atendiendo a las condiciones climáticas locales.

## SISTEMA GENERADOR FOTOVOLTAICO

En el presente estudio, el diseño de una instalación fotovoltaica se centra en maximizar la energía solar captada anualmente. Esto implica una optimización cuidadosa tanto en la orientación como en el ángulo de inclinación de los paneles solares. Para ello, es fundamental realizar un análisis exhaustivo del emplazamiento, considerando la latitud geográfica, la superficie disponible y posibles obstrucciones que puedan generar sombras. La cantidad de energía generada anualmente por los paneles solares está determinada por los ángulos de inclinación y orientación adoptados, resultando la disposición hacia el norte como la opción óptima para instalaciones ubicadas en el hemisferio sur (Secretaría de Energía, 2019). Conforme Secretaría de Energía (2025), en una ubicación con una latitud cercana a  $31^\circ$ , como es el caso de San Juan, se recomienda ajustar la inclinación del panel a un valor similar, aunque se pueden ponderar modificaciones estacionales para mejorar la captación en períodos específicos. En cuanto al espaciamiento, esto es, la distancia entre los paneles y cualquier elemento circundante, se calcula en dirección perpendicular al plano del módulo, considerando la altura de los obstáculos y el ángulo solar crítico (Secretaría de Energía, 2019). Esta separación es esencial para evitar el sombreado, ya que la presencia de sombras reduce significativamente la energía directa recibida y puede inducir la formación de puntos calientes que deterioran las celdas fotovoltaicas a largo plazo, afectando su vida útil (Pérez, 2024; Coña Mira, 2024). Para esta evaluación, se emplean herramientas como diagramas solares o software especializado que permiten simular y prever los efectos del sombreado anual. Complementariamente, aunque el diseño ideal minimiza las sombras, la incorporación de tecnologías como optimizadores de potencia y microinversores puede ayudar a mitigar parcialmente los impactos negativos en escenarios donde la presencia de obstáculos es inevitable, como en ciertas configuraciones arquitectónicas o restricciones ambientales (Niño Sierra, 2025).

En este contexto, con el fin de dar respuesta a los consumos descritos en la comunidad objeto de estudio, se propone la instalación de módulos solares monocristalinos PERC de 550 Wp, 21.3% de eficiencia, dimensiones de 228 x 113cm y 27,5kg por unidad (LV ENERGY, 2025). Su selección se fundamenta en la óptima relación generación y precio (Vargas Ruiz, 2023). Esta tecnología asegura buen desempeño aún en condiciones de nubosidad parcial y es ideal para sistemas interconectados urbanos. La cantidad y disposición de paneles se dimensiona respecto a la superficie disponible en el CCUMM, acorde a las características de la envolvente arquitectónica. De esta manera se aprovechan las cubiertas inclinadas orientación norte (Sector A), junto con las cubiertas horizontales de los bloques de dos niveles (Sector B) (Figura 5).

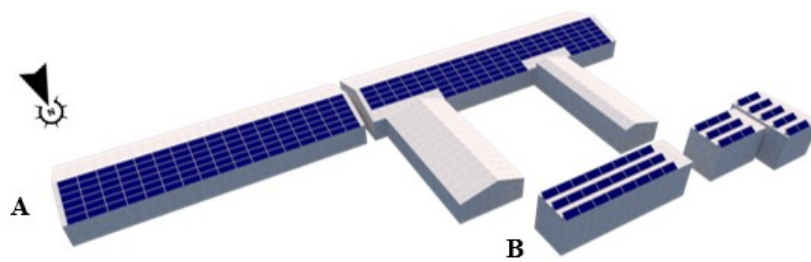


Figura 5: Disposición de la instalación solar fotovoltaica en el establecimiento CCUMM. Fuente: Elaboración propia (2025).

En el Sector A se disponen un total de 204 paneles solares fotovoltaicos de 550 Wp cada uno (=112,2 kWp), mientras que, en el B, un total de 43 (= 23,6 kWp), resultando una instalación con un total de 247 paneles, esto es, una potencia total instalada de 135,8 kWp. Ello conforma una generación energética que se indica en Figura 6, de acuerdo al cálculo efectuado con el Calculador Solar elaborado por la Secretaría de Energía de la Nación. Se pone en valor que el mismo se constituye en una herramienta que permite obtener estimaciones precisas acerca de la producción anual de energía, considerando la radiación solar promedio local.

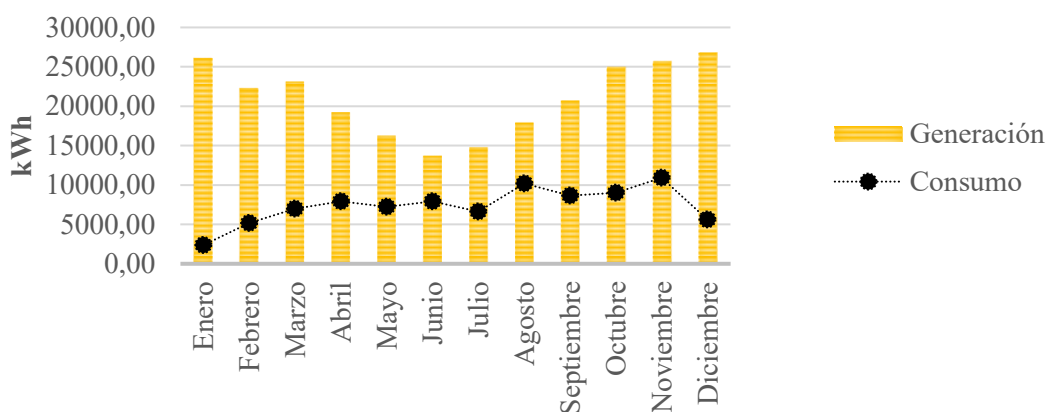
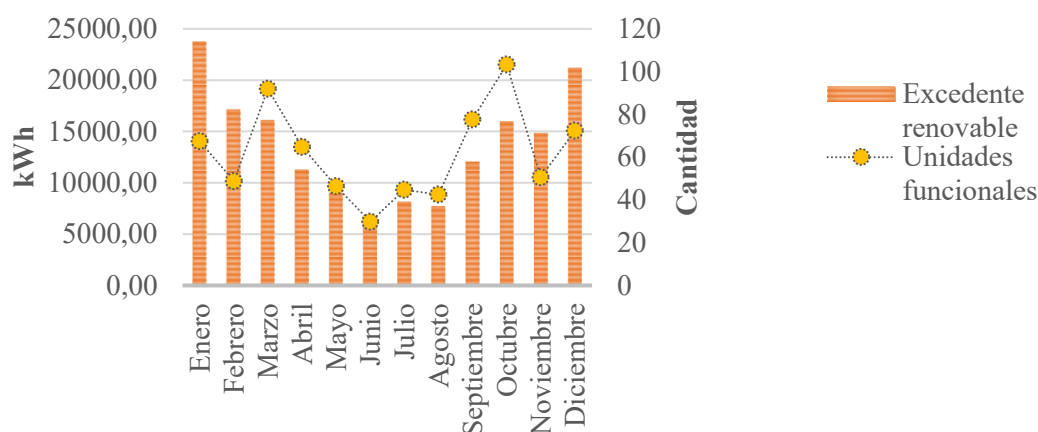


Figura 6: Generación solar fotovoltaica versus consumo energético del establecimiento CCUMM. Fuente: Elaboración propia (2025).

Como se puede observar en Figura 6, el CCUMM tiene un potencial de generación renovable que supera el consumo del mismo. Se constata con ello, que los edificios dedicados a actividades educativas representan una excelente oportunidad para el desarrollo de comunidades energéticas, incluso a nivel vecinal, lo que permite optimizar el aprovechamiento de la energía (Alonso Frank y Ré, 2022; Palacios Ferrer, 2024). En esta línea, en Figura 7 se detalla, en valores absolutos, la cantidad de unidades funcionales que puede abastecerse con la misma, mediante el modelo de UG-CV. De esta manera, los excedentes energéticos generados por el CCUMM se reducen al destinarse parcialmente para satisfacer la demanda de las unidades funcionales pertenecientes al barrio social, vinculadas a la comunidad energética. En esta línea se destaca que, puesto que la provincia no adopta formalmente el Decreto 608/23, este estudio se basa en un marco regulatorio anticipatorio que considera la posible adopción futura de estos modelos, con el propósito de evaluar las capacidades operativas y comunitarias dentro del entorno local.



*Figura 7: Excedente de generación solar fotovoltaica del establecimiento CCUMM y cantidad de unidades funcionales que pueden ser potencialmente abastecidas por autoconsumo virtual. Fuente: Elaboración propia (2025).*

Siguiendo a Palacios Ferrer (2024), la correlación temporal entre la generación fotovoltaica en edificaciones dedicadas a actividades educativas y el consumo energético de unidades residenciales asociadas, presenta un potencial relevante para optimizar la operación de comunidades energéticas. Esto debido a que los perfiles de demanda y producción se manifiestan en intervalos horarios complementarios. De esta manera, el CCUMM permite abastecer un promedio de 62 (del total de 540) unidades funcionales del barrio en estudio. En este aspecto, es relevante analizar el concepto de autoconsumo en sistemas comunitarios mediante la figura UG-CV, la cual representa una ventaja sustancial frente a modelos aislados. El autoconsumo colectivo permite optimizar la utilización de excedentes generados por fuentes renovables, distribuyéndolos eficientemente entre los miembros de la comunidad. A su vez, la medición en tiempo real del consumo y generación facilitan una gestión energética colaborativa y transparente. De este modo, el mismo se configura como un mecanismo técnico-social clave para maximizar los beneficios derivados de la generación distribuida renovable (Camacho Morales et al., 2024).

Por último, el Calculador Solar proporciona información detallada sobre la reducción de emisiones de GEI asociada con la instalación propuesta. En este caso específico, la herramienta estima que la implementación del sistema genera un ahorro significativo de aproximadamente 134,5 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Este dato refleja el impacto positivo y tangible que tiene la adopción de tecnologías solares en la mitigación del cambio climático, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y a la reducción de la huella de carbono del proyecto.

## DISCUSIONES

El enfoque desde el hábitat construido, junto con la incorporación de normativas emergentes específicas para la generación distribuida comunitaria, subraya la importancia de las políticas públicas como facilitadoras y potenciadoras de estos proyectos. En este sentido, la propuesta contribuye a consolidar un marco científico y normativo que legitima y promueve la autogeneración energética comunitaria, lo que representa un avance significativo a nivel regional al alinear los objetivos locales con la agenda global de sostenibilidad y mitigación del cambio climático. A su vez, la generación y consumo colectivo propuestos permiten disminuir la huella ambiental producto de la reducción de 134,5 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente y mitigar la pobreza energética, aspectos críticos para el desarrollo económico y social. La complementariedad temporal entre la generación en un establecimiento escolar en respuesta a su consumo junto con el de unidades funcionales de un barrio social se traduce en una mayor eficiencia operativa y en un modelo replicable y escalable, aspectos que denotan originalidad y robustez técnica. Esta unicidad no sólo amplía la aplicabilidad del concepto de comunidad energética bajo la forma de microrredes dentro del modelo de generación distribuida en contextos urbanos sustentables, sino que también posiciona al trabajo como un referente para futuras implementaciones en provincias con características climáticas similares.

En complemento, es fundamental reconocer que la consolidación de comunidades energéticas abarca tanto los aspectos tecnológicos y de infraestructura, como un compromiso intenso con las dinámicas sociales y comunitarias. La efectividad y sostenibilidad de estos proyectos dependen, en gran medida, del fortalecimiento del tejido social, la participación activa y el empoderamiento de los miembros de la comunidad. Esta dimensión social implica procesos de educación, construcción de confianza, diálogo inclusivo y adaptaciones culturales que son esenciales para facilitar la apropiación colectiva de la energía y garantizar una gobernanza compartida. Por ende, el desarrollo de comunidades energéticas constituye una práctica profundamente interdisciplinaria, donde la interacción entre tecnología, política y sociedad resulta clave para impulsar transiciones energéticas justas y resilientes.

En consecuencia, la presente investigación abre la puerta para una participación ciudadana más activa y un empoderamiento comunitario, factores esenciales para la sostenibilidad ambiental y la resiliencia energética. Así, el estudio aporta evidencia técnica en un marco normativo tangible, a la vez que refuerza el paradigma de la energía como un bien común que puede y debe ser gestionado en forma colaborativa.

## **CONCLUSIONES**

El presente estudio demuestra el importante rol que desempeña el hábitat construido en la implementación de modelos innovadores de generación distribuida comunitaria, específicamente en el contexto de San Juan, Argentina. La integración de un edificio escolar público con un conjunto residencial social para la generación y consumo colectivo de energía fotovoltaica constituye una estrategia novedosa que contribuye significativamente a la mitigación de la huella ambiental local y a la mejora de la eficiencia energética operativa. Este enfoque colaborativo y autogestionado mejora la sustentabilidad técnica y presenta beneficios sociales relevantes para comunidades vulnerables. Además, se reafirma la importancia de un entorno regulatorio adecuado, como el establecido recientemente en Argentina, que facilite y reglamente la generación distribuida comunitaria, asegurando la viabilidad y sustentabilidad de estos proyectos a mediano y largo plazo. La complementariedad entre los perfiles de consumo y generación permite optimizar el uso de la energía renovable, mientras que el uso de tecnologías de medición y gestión en tiempo real, propio de estos modelos, fortalece la transparencia y eficiencia del sistema.

Por último, se destaca el potencial de replicar y escalar la presente propuesta en otras regiones con condiciones climáticas similares, sentando un precedente importante para la transición energética regional hacia sistemas descentralizados, democráticos y sostenibles. Al respecto, el fortalecimiento de la participación ciudadana en este tipo de proyectos contribuye a construir comunidades más resilientes y empoderadas frente al cambio climático, posicionando al país como un referente en el impulso de políticas públicas que integren aspectos técnicos, sociales y ambientales para un desarrollo energético justo y sostenible.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

El presente trabajo se enmarca en los proyectos de investigación de la Universidad Nacional de San Juan CICITCA 2023-2025 “Metodología de evaluación y calificación de la sustentabilidad ambiental para escuelas. Aplicación en casos de estudio del Área Metropolitana de San Juan” bajo la dirección de la Mg. Arq. Ré y codirección de la Dra. Arq. Alonso Frank y PRONIS 2025-2026 “Eficiencia energética en viviendas sociales de San Juan: Estrategias proyectuales para un futuro sustentable” bajo la dirección de la Dra. Arq. Alonso Frank.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan por la contribución en el financiamiento de la investigación en el marco de los proyectos descriptos.

## REFERENCIAS

- Alonso Frank A. y Ré, M.G. (2022). Establecimientos escolares: Potenciales centros de generación de energía renovable. Casos de estudio en Ciudad de San Juan, Argentina. *Revista PENSUM*, 8, 1-19.
- Alonso Frank, A. y Michaux, M. C. (2022). Incorporación de energías renovables en el hábitat popular de San Juan, Argentina. *Revista Arquitecto*, 20, 78-86.
- Alonso Frank, A. y Kuchen, E. (2017). Estado del uso de artefactos de consumo de energía eléctrica en período cálido en edificios residenciales en altura en la Ciudad de San Juan – Argentina. En *XL Congreso ASADES*, 5, 07.13-07.20.
- Baigorrotegui B., G. (2019). Destabilization of Energy Regimes and Liminal Transition through Collective Action in Chile. *Energy Research & Social Science*, 55, 198-207.
- Baigorrotegui, G. (2018a). Comunidades energéticas en la Patagonia: Tan lejos y tan cerca del extractivismo. *Estudios Avanzados*.
- Baigorrotegui, G. (2018b). Comunidades energéticas en Latinoamérica. Notas para situar lo abigarrado de prácticas energocomunitarias. En *¿Conectar o Desconectar? Comunidades energéticas y transiciones hacia la sustentabilidad* (pp. 197-222).
- Baigorrotegui, G. (2021). Comunidades energéticas y pensamiento amerindio desde las roturas del COVID-19. *Revista Polis e Psique*, 11(SPE), 177-203.
- Baigorrotegui, G. y Chemes, J. (2023). Comunidades energéticas latinoamericanas. Sostenedoras de transiciones que mantienen y reparan la vida. *Energía y Equidad*, 7.
- Bertinat, P. J. y Chemes, J. (2023). El camino de la transición energética en Argentina. *Energía y Equidad*, 7.
- Bianchi, A. R. y Cravero, S. A. (2010). *Atlas climático digital de la República Argentina*. INTA, 1° ed.
- Camacho Morales, O. A., Vásquez Torres, N. J., Rey Peña, N. M., García Orrego, S., Aponte, J. E., Baquero Maldonado, J. A., Pineda Guzman, J. A., Forero Portela, J., Walteros Ruiz, Y., Ávila, A. K., Gámez Peñaranda, Á., Kohl, U., Hernández Delgado, A. V. y Agreda Botina, J. C. (2024). Metodología General Estrategia Nacional Comunidades Energéticas. Ministry of Mines and Energy, Colombia. <https://www.minenergia.gov.co/documents/13312/Metodologia-General-Estrategia-Nacional-Comunidades-Energeticas-2024.pdf>
- 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*, 28.
- Chemes, J., Garrido, S., Bertinat, P. y Arraña, I. (2024). Reconstrucción de trayectoria y alianzas socio-técnicas de la generación distribuida en Santa Fe (2013-2020). *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 28, 356-368.
- Coña Mira, P. (2024). *Estudio experimental del comportamiento de placas fotovoltaicas en relación a fallas tipo hotspot*. (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica Metropolitana).
- De Manuel Jerez, E., González-Arriero, C., y Donadei, M. (2025). Construyendo la comunidad energética Torreblanca Ilumina desde el aprendizaje-servicio. *Revista de Fomento Social*, (311), 47-78.
- Falcón Pérez, C. E. (2023). Las comunidades energéticas como iniciativas emergentes que luchan contra el cambio climático. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 136, 1-58.
- Galera Rodrigo, S. (2023). Autoconsumo colectivo:(mucho) más allá de los tejados. *Cuadernos de derecho local*, 55-81.
- Hidalgo Cifuentes, M. (2022). *Estudio de viabilidad de una comunidad energética*. (Master dissertation, Universidad Europea de Madrid)
- IDEA (s/f). [en línea] Comunidades energéticas. Dirección URL: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/comunidades-energeticas> [consulta: 8 de agosto de 2025]
- IPCC (2020). [en línea] Energy is at the heart of the solution to the climate challenge. Dirección URL: <https://www.ipcc.ch/2020/07/31/energy-climatechallenge/> [consulta: 8 de agosto de 2025]
- FARN – Fundación Ambiente y Recursos Naturales (2019). *Informe Ambiental 2019*. Premio Adriana Schiffrin “Jóvenes por el Ambiente” 17° Convocatoria.
- Kazimierski, M. (2020). *La transición energética como oportunidad de descentralización y desconcentración. Un acercamiento al potencial de la generación distribuida de energía renovable en Argentina y su aplicación en San Juan*. (Magister dissertation, Universidad de Buenos Aires).
- Kurbán, A., Cúnsulo, M., Papparelli, A. y Montilla, E. (2017). Distribución espacial de la urbanización en el oasis de Tulum: Área metropolitana de San Juan. *El Ojo del Cóndor*, 27–29.

- Linares Ochoa, R. L. (2025). *Comunidades Ecosistémicas y transición energética: Bio-Educación comunitaria y los derechos energéticos en Las zonas rurales de Ciudad Bolívar*. (Grade dissertation, Universidad Pedagógica Nacional).
- Levy, A., Messina, D. y Contreras Lisperguer, D. (2021). *Definiciones del sector eléctrico para la incorporación de las energías renovables variables y la integración regional en América Latina y el Caribe*. CEPAL. Dirección URL: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/46120321-fd1d-4b75-a24a-b3b92c7e880b/content> [consulta: 8 de agosto de 2015]
- Ley N° 27.424 (2017). Régimen de Fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27424-305179>
- Ley Provincial N°1.878-A (2018). Adhesión a la Ley N° 27.424. San Juan, Argentina. <http://www.saij.gob.ar/1878-local-san-juan-se-declara-interes-tecnico-social-generacion-distribuida-energia-electrica-partir-fuentes-energia-> Recuperado de [http://www.probiomasa.gob.ar/\\_pdf/ley1878\\_SanJuan.pdf](http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/ley1878_SanJuan.pdf)
- Lode, M. L., te Boveldt, G., Coosemans, T. y Ramirez Camargo, L. (2022). A transition perspective on Energy Communities: A systematic literature review and research agenda. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 163, 1-12.
- LV ENERGY (2025). Módulo solar monocristalino PERC de 550 Wp. Dirección URL: <http://www.lv-energy.com/#!/producto/17/> [consulta: 1 de agosto de 2025]
- Maskova, I., Rabadán, M. S., Amengual, L. L., Horrach, E. G. y Salom, J. (2022). *Análisis del potencial de las instalaciones fotovoltaicas sobre cubierta para la creación de una comunidad energética ciudadana en el distrito de innovación de Llevant*. In CIES 2022-XVIII Congreso Ibérico y XIV Congreso Iberoamericano de Energía Solar, 67.
- Menéndez Sánchez, J. y Fernández Gómez, J. (2022). Comunidades Energéticas: Casos De Estudio. *Cuadernos Orkestra*, 1-125.
- Ministerio de Economía (2025). *Generación Distribuida: se incorporó al usuario-generador comunitario en el marco normativo*. Dirección URL: <https://www.argentina.gob.ar/> [consulta: 1 de agosto de 2025]
- Montenegro, M. (2019). *San Juan y su política de desarrollo de la energía fotovoltaica*. Dirección URL: <http://sisanjuan.gob.ar/interes-general/2019-10-07/18102-san-juan-y-su-politica-de-desarrollo-de-la-energia-fotovoltaica> [consulta: 4 de abril de 2020]
- Niño Sierra, W. J. (2025). *Análisis a estrategias de optimización energética en sistemas de energía solar fotovoltaica para aplicaciones residenciales: Un enfoque comparativo*. (Grade dissertation, Universidad, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD)
- ONU (2025) [en línea] Energías renovables: energías para un futuro más seguro. Dirección URL: <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy> [consulta: 1 de agosto de 2025]
- Padrones Bacallado, A. J. (2023). *Estudio de comunidad energética en edificios*. (Grade dissertation, Universidad de La Laguna).
- Palacios Ferrer, J. A. (2024). *Estudio de la sostenibilidad y energías renovables en comunidades energéticas*. (Doctoral dissertation, Universidad de Valladolid).
- Pérez, D. (2024). *Energía solar térmica. Fundamentos, tecnologías y aplicaciones*. Marcombo.
- Ré, G., Filippín C. y Blasco Lucas, I. (2018). Consumos energéticos de gas natural y electricidad de edificios escolares del Área Metropolitana de San Juan, Argentina. Análisis estadístico en función de variables arquitectónicas. *Revista Hábitat Sustentable*. Vol. 8, N°2, pp. 105-115
- Secretaría de Energía (2019). *Manual de Generación Distribuida Solar Fotovoltaica*. Buenos Aires.
- Secretaría de Energía (2025). Calculador solar: Autoconsumo residencial. Disponible en: <https://calculadorsolar.minem.gob.ar/calculador>.
- Sono Hernández, J., Neyra López, C., Rosas Lezama, R. y Lema Martínez, Y. (2024). *Educación ciudadana para la sostenibilidad ambiental: recomendaciones de política en el marco del Proyecto Educativo Nacional al 2036*. Ministerio de Educación, Perú.
- Ulloa de Souza, R. C. y Rodríguez Gámez, M. (2025). Prosumidores y comunidades energéticas en Ecuador: viabilidad y potencial. *Revista Social Fronteriza*, 5(4), e–828. [https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(4\)828](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(4)828)
- Vargas Ruiz, M. (2023). *Diseño de una comunidad energética local (CEL) Estudio de caso en el Campus de Moncloa de la UPM*. (Doctoral dissertation, ETSI\_Diseno).

- Zhang, C. (2023). *Aspectos económicos de la transición a un sistema energético bajo en emisiones*. (Doctoral dissertation, Universidad Rey Juan Carlos).
- Zarate Cugat, G. (2025). *Estudio técnico económico de viabilidad de instalación fotovoltaica frente a fotovoltaica combinada con PVT*. (Grade dissertation, Universidad Miguel Hernández de Elche).

## **THE ROLE OF THE BUILT ENVIRONMENT IN COMMUNITY DISTRIBUTED GENERATION. CASE STUDY IN SAN JUAN, ARGENTINA**

**ABSTRACT** The energy-environmental sector is undergoing a process of permanent transformation, driven by climate change and the limitation of fossil resources. In response to this problem, energy communities are emerging as an innovative model that redefines generation and consumption, promoting sustainability, decentralization, and resilience. Within this framework, this study evaluates the renewable generation potential of a proposed community consisting of a public educational establishment and a social housing neighborhood in San Juan, Argentina. A quantitative methodology is applied that combines computational modeling using the “Solar Calculator” with urban-architectural analysis to estimate energy generation. The results show that solar photovoltaic production exceeds the consumption of the school building, enabling a collective self-consumption scheme that includes residential units. In addition, the reduction in pollutant emissions is quantified, highlighting the technical and environmental viability of these in urban areas with favorable climatic conditions. It is concluded that buildings constructed by the State play a strategic role in the transition to sustainable habitats, especially through the inclusion of the concept of community distributed generation as a mechanism to promote energy self-management and collective participation in the management of renewable resources.

**Keywords:** photovoltaic solar energy, energy community, school building, social housing, energy transition, sustainability.