

Intervenciones Fotovoltaicas en campus universitarios. Estrategias de reubicación y diseño en la Universidad Nacional del Nordeste

Photovoltaic Interventions on University Campuses: Relocation and Design Strategies at the National University of the Northeast

Bruno Nicolás Domínguez  Claudia Alejandra Pilar  Luis Horacio Vera 

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes y Chaco, Argentina

brunodzestudio@gmail.com, claudiapilar2014@gmail.com, lh_vera@yahoo.com.ar

RESUMEN

Este artículo presenta dos experiencias proyectuales desarrolladas en el marco de una beca de investigación sobre energías renovables en la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). La primera aborda la reubicación de un sistema fotovoltaico en el edificio de Electromecánica del Campus de la Reforma en Resistencia, con el objetivo de optimizar su rendimiento y visibilidad social. La segunda propone el diseño de un Patio Solar provisto de estructura fotovoltaica en el Parque Tecnológico de la UNNE en Corrientes. Ambos proyectos fueron elaborados mediante modelado 3D, simulaciones energéticas y procesos participativos. Se destaca el potencial de estas intervenciones para fortalecer el compromiso institucional con la sostenibilidad, generar espacios de uso académico y comunitario, y servir como nodos demostrativos y educativos de arquitectura sustentable.

ABSTRACT

This article presents two design experiences developed within a research grant on renewable energy at the National University of the Northeast (UNNE). The first focuses on the relocation of a photovoltaic system on the Electromechanics building in the Reforma Campus, aiming to improve its performance and social visibility. The second proposes the design of a Solar Patio provided with a photovoltaic structure at UNNE's Technology Park in Corrientes. Both projects were developed using 3D modeling, energy simulations, and participatory processes. These interventions highlight the institutional commitment to sustainability, while creating academic and community-use spaces, and serving as educational and demonstrative nodes of sustainable architecture.

PALABRAS CLAVES: Concientización ambiental, eficiencia energética, diseño arquitectónico.

KEY WORDS: Environmental awareness, energy efficiency, architectural design.

FECHA DE RECEPCIÓN: 15/06/25 | **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 07/07/25

INTRODUCCIÓN

La incorporación de tecnologías sostenibles en el ámbito académico constituye un eje estratégico para las universidades públicas argentinas, especialmente en el marco de los compromisos globales con la

transición energética. En este contexto, la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) ha impulsado diversas iniciativas para fomentar el uso de energías renovables en sus campus, combinando objetivos de eficiencia energética, formación profesional y sensibilización ambiental. Particularmente, la adopción de sistemas fotovoltaicos en entornos urbanos y periurbanos universitarios se presenta como una estrategia efectiva para integrar aspectos técnicos, educativos y simbólicos en favor de una cultura energética responsable.

El presente artículo expone dos experiencias proyectuales desarrolladas en el marco de una beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas (EVC-CIN), con la participación de equipos interdisciplinarios de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), la Facultad de Ingeniería y el Grupo Energías Renovables (GER) de la FACENA. Ambas propuestas abordan la integración arquitectónica de sistemas solares fotovoltaicos en infraestructuras universitarias de la UNNE, una, mediante la reubicación y rediseño de un sistema preexistente en el edificio de Electromecánica del Campus de la Reforma (Resistencia, Chaco); la otra, a través de la creación de un Patio Solar en el Parque Tecnológico de la UNNE (Corrientes), destinado al encuentro, la dispersión y el trabajo al aire libre.

Estas intervenciones se inscriben en una línea de continuidad iniciada por proyectos como el Programa FITS 2010 – Energía Solar del FONARSEC, y experiencias pioneras como la instalación del primer Sistema Fotovoltaico Conectado a Red (SFCR) de la provincia del Chaco en 2014, promovido por el consorcio público-privado IRESUD. Asimismo, se apoyan en el marco regulatorio nacional (Ley N.º 27.424 y Resolución 314/2018) que impulsa la generación distribuida y el autoconsumo de energías limpias por parte de usuarios residenciales e institucionales.

Desde una perspectiva ambiental, se reconoce la necesidad de superar el modelo lineal de producción energética (“de la cuna a la tumba”) hacia esquemas circulares y sostenibles (Braungart & McDonough, 2005). La energía solar, como fuente limpia, inagotable y disponible en abundancia en el nordeste argentino, representa una alternativa estratégica frente a la crisis ecológica contemporánea (Latour, 2017; Gore, 2006). Más allá del rendimiento técnico de los sistemas, estas propuestas adoptan un enfoque integral que considera factores sociales, culturales e institucionales.

Tal como advierten autores como Mohsen Mostafavi (2016) y Renata Tyszczyk (2021), la arquitectura ocupa un lugar clave en la transición ecológica, no solo como respuesta técnica, sino como mediadora cultural y espacial. Desde esta perspectiva, las decisiones proyectuales tienen el potencial de activar nuevas narrativas sobre la sostenibilidad, materializando prácticas cotidianas responsables y configurando entornos que refuerzan el compromiso ambiental institucional. En este sentido, los sistemas fotovoltaicos integrados en campus universitarios no deben entenderse únicamente como fuentes de generación energética, sino también como dispositivos pedagógicos, simbólicos y arquitectónicos capaces de transformar la experiencia del espacio construido.

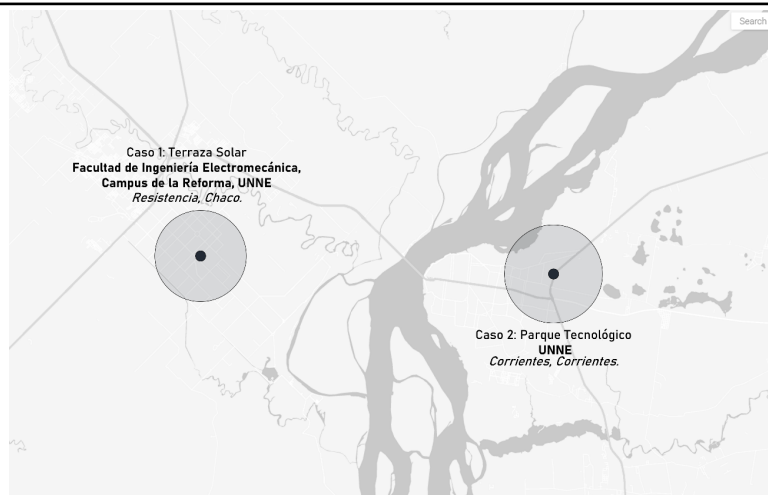


Figura 1. Ubicación de los proyectos de intervención fotovoltaica.

Fuente: Elaboración propia

METODOLOGÍA

El desarrollo de las propuestas presentadas en este trabajo se inscribió dentro de una metodología proyectual exploratoria, articulada con herramientas propias de la arquitectura, la ingeniería y la simulación energética. El enfoque metodológico combinó análisis del sitio, modelado tridimensional, elaboración de alternativas, simulación de rendimiento, y verificación técnica, con el fin de asegurar la viabilidad técnica, la integración espacial y la apropiación social de los sistemas fotovoltaicos.

Relevamiento y diagnóstico energético

La primera etapa consistió en el relevamiento de las condiciones físicas, solares y constructivas de los sitios seleccionados: el edificio de Electromecánica en el Campus de la Reforma (Resistencia, Chaco) y el predio del Parque Tecnológico de la UNNE (Corrientes). Se analizaron factores como orientación, presencia de obstáculos que puedan arrojar sombras como la rugosidad edilicia del entorno y la vegetación existente. En el caso de la reubicación del sistema, también se analizaron las condiciones actuales de los paneles fotovoltaicos, sus componentes y su dinámica de funcionamiento.

Paralelamente, se estimó la demanda energética promedio de los edificios involucrados, en base a sus superficies, usos previstos y datos comparativos de consumos reales en edificios institucionales similares. Estos valores sirvieron como referencia para evaluar el impacto de las propuestas de generación en relación con las necesidades del consumo eléctrico.

Modelado 3D y simulación energética

Se elaboraron modelos digitales en 3D utilizando herramientas digitales como SketchUp y AutoCAD, que permitieron representar los edificios, sus entornos inmediatos y las distintas alternativas de disposición de los paneles. Este modelado fue fundamental para el análisis del recorrido solar, la incidencia de sombras y el comportamiento espacial y funcional de las estructuras propuestas.

Sobre estos modelos se realizaron simulaciones energéticas utilizando el software PV*SOL, que permitió estimar la generación anual de energía, las pérdidas por sombreado y otros factores. Estas simulaciones fueron fundamentales para validar técnicamente cada alternativa y seleccionar las configuraciones más eficientes desde el punto de vista energético.

Desarrollo de alternativas y selección de propuesta

Con base en los modelos y simulaciones, se desarrollaron distintas alternativas de diseño arquitectónico, considerando criterios como: eficiencia de captación solar, integración morfológica con los edificios existentes, posibilidades de acceso, facilidad de mantenimiento, generación de sombra útil, estética, y visibilidad institucional.

En el caso del edificio de Electromecánica, se evaluaron varias opciones de disposición sobre la azotea hasta determinar la que presentaba menor pérdida por sombreado y mejor potencial visual. En el Patio Solar del Parque Tecnológico, se experimentó con estructuras tipo pérgola que permiten modular el espacio, generar sombra e integrar los módulos solares de manera funcional y simbólica.

En ambas propuestas, luego del proceso de verificación y simulación energética, se seleccionaron las alternativas más adecuadas para su posterior desarrollo arquitectónico. Esta fase incluyó la elaboración de planos técnicos, planimetrías, modelado volumétrico y renderizados, con el objetivo de comunicar con claridad la materialización espacial de las propuestas y su potencial de implementación

DESARROLLO

Caso 1: Reubicación del sistema fotovoltaico en el Campus de la Reforma – Resistencia, Chaco

El edificio de Electromecánica del Campus de la Reforma contaba desde 2014 con un sistema fotovoltaico de pequeña escala, instalado a nivel de suelo como parte de una estrategia institucional temprana de transición energética. Sin embargo, el crecimiento urbano circundante, la proliferación de edificaciones en altura y el desarrollo de vegetación alta en los bordes del predio generaron un aumento significativo en la rugosidad del entorno, lo cual derivó en un sombreado progresivo sobre el sistema. Esta situación, sumada al desgaste y a la obsolescencia natural de componentes derivada del tiempo transcurrido desde su instalación, redujo considerablemente su rendimiento y capacidad operativa.



Figura 2. Esquema de Ubicación del Proyecto en Campus de la Reforma, Resistencia, Chaco.

Fuente: Elaboración propia

Frente a este diagnóstico, se propuso la reubicación del sistema en la azotea del mismo edificio, que cuenta con tres niveles y una terraza accesible, sin interferencias importantes de sombra (ver figura 3). Este espacio fue evaluado como favorable por su orientación, exposición solar directa y potencial articulación con futuras propuestas académicas. No obstante, el proyecto superó la escala meramente técnica. A partir de un modelado tridimensional del edificio y su entorno, se desarrollaron múltiples alternativas de disposición del sistema en la azotea, evaluadas mediante simulaciones energéticas con el software PV*SOL. Las decisiones de diseño incorporaron criterios de eficiencia, facilidad de mantenimiento y optimización del uso del espacio, pero también se enfocaron en generar un ámbito arquitectónicamente calificado. Se incorporaron pérgolas de madera, bancos, luminarias y áreas de permanencia, configurando un nuevo espacio exterior de uso flexible, adecuado tanto para la vida académica como para actividades sociales. De este modo, la azotea —anteriormente de uso de servicio— se transforma

en una plataforma de usos múltiples que potencia la visibilidad del sistema energético a través de su integración espacial.



Figura 3. Visualización 3D del Proyecto de Terraza Solar, en Campus de la Reforma.

Fuente: Elaboración propia

Caso 2: Patio Solar en el Parque Tecnológico – Corrientes

A diferencia del caso anterior, donde el punto de partida fue la readecuación de una infraestructura existente, este segundo caso se enmarca en una iniciativa de diseño integral desde su origen. En el Parque Tecnológico de Corrientes, se proyectó la creación de un Patio Solar como intervención estratégica dentro de la planificación urbana y arquitectónica del campus, que articula criterios energéticos, ambientales y espaciales en un mismo gesto arquitectónico.

El Parque Tecnológico de la UNNE se ubica en la periferia noroeste de la ciudad de Corrientes como se aprecia en la figura 4, en un sector en proceso de consolidación urbana y académica, destinado a concentrar actividades de innovación, transferencia tecnológica y servicios científicos. Forma parte de un nodo estratégico vinculado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y a otras instituciones científicas, donde se prevé la instalación de laboratorios, oficinas de investigación, incubadoras de empresas y áreas comunes de uso institucional. Si bien el edificio principal aún no se encuentra en funcionamiento pleno, su planificación contempla un fuerte vínculo entre infraestructura tecnológica y sostenibilidad ambiental.

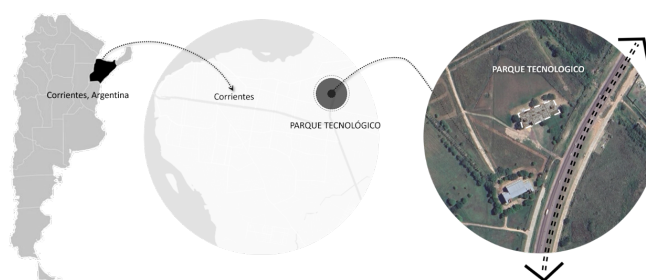


Figura 4. Esquema de Ubicación del Proyecto de Parque Tecnológico, en Corrientes.

Fuente: Elaboración propia

Dado que el edificio del Parque Tecnológico de la UNNE aún no se encuentra en funcionamiento pleno, se realizó una estimación del consumo energético anual en base a su superficie total (1257 m²) y el destino previsto, que contempla laboratorios, oficinas, incubadoras de empresas y servicios tecnológicos. A partir de estos parámetros, se definió un consumo mensual medio orientativo de 1400 kWh, valor obtenido en base a experiencias comparables en edificios institucionales de uso público en la región. So-

bre esta base se desarrolló una simulación del consumo mensual ajustado, considerando los periodos climáticos más demandantes (verano e invierno) en la provincia de Corrientes, la cual se detalla en la figura 5. Se asignaron mayores niveles de consumo en los meses más cálidos (diciembre a febrero), por la alta demanda de climatización, y aumentos moderados en los meses más fríos (junio y julio), aunque en este caso el requerimiento energético por calefacción es menor. Asimismo, la estimación se ajusta teniendo en cuenta que el edificio tendrá un uso institucional diurno, con ocupación entre las 8:00 y las 20:00 horas. Como resultado de esta proyección, se obtuvo un consumo energético anual aproximado de 20.320 kWh, valor que servirá como referencia para generar una simulación de inyección de energía a la red de consumo.

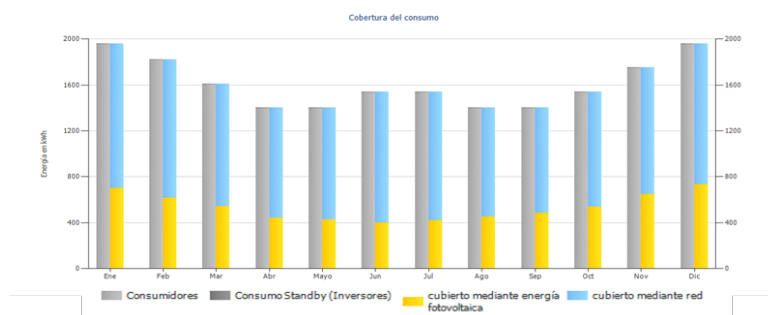


Figura 5. Simulación Energética a Través del Programa PV*SOL

Fuente: Elaboración propia

En este marco, el sistema fotovoltaico fue concebido desde el inicio como parte constitutiva de la propuesta del Patio Solar, con una pérgola metálica de escala pequeña que soporta paneles solares orientados estratégicamente para optimizar la captación en las horas de mayor demanda institucional que no solo responde a objetivos de generación eléctrica, sino que genera un espacio público de calidad, activando un área inactiva del campus. Se dispusieron bancos, mesas y áreas de reunión con criterios de accesibilidad y adaptabilidad al clima local, promoviendo su uso como aula a cielo abierto, espacio de descanso o punto de encuentro institucional. Así, el Patio Solar opera como un dispositivo multifuncional que condensa la lógica productiva de generación energética con una propuesta arquitectónica que responde al paisaje y a la dinámica de la vida universitaria, como puede observarse en la figura 6.



Figura 6. Detalle arquitectónico Proyecto de Parque Tecnológico, en Corrientes.

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir del desarrollo de ambas propuestas permiten confirmar la relevancia del diseño arquitectónico como herramienta integradora en proyectos de energía solar en el ámbito

universitario. Más allá de las simulaciones energéticas y los cálculos de eficiencia, los procesos proyectuales aportaron nuevas formas de interpretar el espacio construido, al dotarlo de funciones técnicas, educativas y simbólicas, y al insertarlo dentro de una lógica institucional de transición energética.

En ambos casos, la aplicación de herramientas digitales —como el modelado tridimensional y las simulaciones en PV*SOL— fue fundamental para fundamentar decisiones proyectuales. Estas herramientas no solo permitieron estimar la generación energética anual y las pérdidas por sombreado, sino que también sirvieron como medio de verificación formal y visual para validar el potencial arquitectónico de las propuestas de manera precisa y eficiente. El cruce entre información técnica y exploración morfológica hizo posible generar alternativas espaciales viables, eficientes y significativas desde el punto de vista institucional, tal como se visualiza en las figuras 7 y 8, donde se representan las disposiciones seleccionadas.

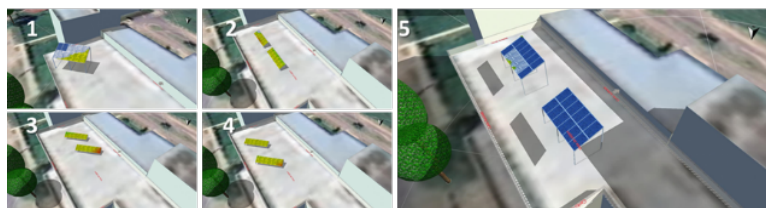


Figura 7. Alternativas de simulación a través del programa PVSOL del Campus de la Reforma, Resistencia, Chaco.

Fuente: Elaboración propia

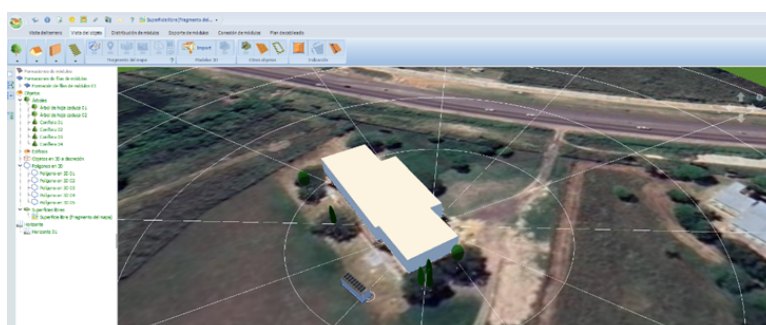


Figura 8. Simulación a través del programa PVSOL del Parque Tecnológico. Corrientes.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados más relevantes no se limitan a cifras de producción eléctrica, sino que expresan también transformaciones espaciales y simbólicas que resignifican el rol del diseño arquitectónico en la transición energética. Tal como señalan autores como Mostafavi (2016) y Guy & Moore (2007), la sostenibilidad en arquitectura no puede reducirse a criterios de rendimiento, sino que implica la construcción de nuevos imaginarios culturales, formas de habitar y lenguajes proyectuales. En uno de los casos, el traslado del sistema fotovoltaico a una cubierta hasta entonces infrautilizada no solo propone un mejor rendimiento, sino que habilitó un nuevo espacio para la observación, el aprendizaje y la visibilidad institucional. En el otro, la integración de los módulos solares en un patio de uso común transformó un espacio inactivo en un ámbito de encuentro académico, donde la producción energética convive con la vida cotidiana del campus. Ambas intervenciones proponen una visión ampliada del diseño arquitectónico como articulador de lo técnico, lo social y lo ambiental. Desde esta perspectiva, los sistemas fotovoltaicos no son solo dispositivos de captación energética, sino también intervenciones arquitectónicas que permiten experimentar, comunicar y educar en torno a un futuro resiliente. En línea con los aportes de Renata Tyszczyk (2021) y Jeremy Till (2013), el proyecto arquitectónico se posiciona aquí como una herramienta crítica capaz de anticipar escenarios, movilizar percepciones y operar en la interfaz entre conocimiento técnico, agencia institucional y deseo colectivo.

En ambos contextos se desarrollaron elementos gráficos como planos, renders y visualizaciones que consolidan cada propuesta como intervención concreta y replicable. La capacidad de estas imágenes para transmitir el valor simbólico y funcional de los sistemas resultó clave para su validación, como se aprecia en la figura 9, donde se sintetiza la espacialidad proyectada.

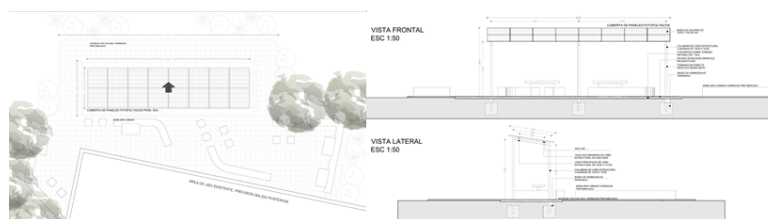


Figura 9. Detalles del Proyecto Arquitectónico del Patio Solar en el Parque Tecnológico. Corrientes.

Fuente: Elaboración propia

Las estimaciones energéticas realizadas arrojan una cobertura parcial de la demanda en los edificios, con niveles cercanos al 40% del consumo anual. Si bien no se pretende alcanzar la autosuficiencia energética, estos valores representan una disminución significativa en la dependencia de la red convencional y una mejora concreta en la eficiencia operativa de los edificios. En los meses de mayor radiación solar, la proporción de energía generada aumenta, coincidiendo con las épocas de mayor demanda térmica, lo cual refuerza la pertinencia de la optimización de los sistemas energéticos implementados. Estas experiencias también deben inscribirse dentro del paradigma actual de resiliencia ambiental frente al cambio climático. Según Mattern (2021), las infraestructuras contemporáneas deben pensarse no solo como redes técnicas, sino como soportes sociales y culturales de adaptación ecológica. En este sentido, la incorporación de energías renovables en entornos institucionales —como universidades o edificios públicos— permite no solo reducir emisiones, sino también generar capacidades colectivas, visibilizar alternativas sostenibles y cultivar una cultura de corresponsabilidad ambiental.

En términos cualitativos, ambas experiencias mostraron un potencial didáctico importante. Las entrevistas exploratorias realizadas en el marco del relevamiento —particularmente con estudiantes— revelaron una percepción positiva hacia la integración de tecnologías limpias en el campus, y manifestaron el deseo de participar más activamente en proyectos de este tipo. Esto sugiere que el impacto de estas intervenciones trasciende su función energética y puede actuar como disparador de prácticas educativas vinculadas a la sostenibilidad.

Finalmente, los resultados fortalecen el posicionamiento de la universidad pública como actor proactivo en la transición energética. Las propuestas desarrolladas, si bien específicas, ofrecen marcos metodológicos y proyectuales adaptables a otros contextos similares. Se confirma que la incorporación de energías renovables en infraestructura académica no debe limitarse a una solución técnica aislada, sino que puede formar parte de una estrategia institucional más amplia, que articule compromiso ambiental, diseño de calidad y pedagogía activa.

CONCLUSIONES

Las experiencias desarrolladas demuestran que la integración de sistemas fotovoltaicos en entornos académicos no solo es técnicamente viable, sino también proyectualmente enriquecedora. A través del diseño arquitectónico, es posible transformar espacios subutilizados en soportes activos de energía limpia, aprendizaje y visibilidad institucional. Tanto en intervenciones sobre estructuras existentes como en propuestas desde cero, el trabajo colaborativo entre disciplinas, el uso de herramientas digitales y la evaluación energética temprana resultan claves para tomar decisiones fundadas y replicables. Asimismo, el vínculo entre eficiencia técnica y valor simbólico refuerza el impacto de estas acciones, generando entornos que promueven una cultura de sostenibilidad desde lo cotidiano. Estas experien-

cias, aunque acotadas, trazan un camino fértil para nuevas formas de habitar, proyectar y formar en clave sustentable. El diseño arquitectónico, en este marco, no se limita a resolver necesidades energéticas, sino que puede actuar como catalizador institucional y cultural de la transición ecológica, integrando tecnología, pedagogía y compromiso ambiental en una misma estrategia espacial.

BIBLIOGRAFÍA

- Durán, J. C., Socolovsky, H. P., Raggio, D., Godfrin, E. M., & Jakimczyk, J. (2018). *Proyecto IRESUD: Interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica en ambientes urbanos*.
- GORE, A. A. (2007). Una verdad incómoda: la crisis planetaria del calentamiento global y cómo afrontarla. España: EDITORIAL GEDISA.
- Guy, S., & Moore, S. A. (2007). *Arquitecturas sustentables: Culturas y naturalezas en Europa y Norteamérica*.
- Latour, B. (2019). Dónde aterrizar. España: Penguin Random House Grupo Editorial España.
- Ley N.º 27.424. (2017). Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública.
- Mattern, S. (2021). *A city is not a computer: Other urban intelligences* [Traducción libre].
- McDonough, W., & Braungart, M. (2005). *Cradle to cradle: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas* (De la cuna a la cuna).
- Mostafavi, M., & Doherty, G. (Eds.). (2016). *Ecological urbanism*. Zurich: Lars Müller. [Traducción libre].
- Pilar, C. A. (2023). *Intervenciones fotovoltaicas en barrios de viviendas*.
- Pilar, C. A., Vera, L. H., & Vedoya, D. (2023). Regeneración energética en barrios de vivienda. Energía asequible y no contaminante. En H. Bernal Zamudio & D. Vedoya (Coords.), *Experiencias de regeneración biomimética para vivir en armonía con la naturaleza* (pp. 632–683). Red Internacional Interuniversitaria e Interinstitucional de Estudios sobre Biomímesis. ISBN 978-84-09-56000-4.
- Secretaría de Energía. (2018). Resolución 314/2018.
- Till, J. (2009). *Architecture depends* (Vol. 55) [Traducción libre].
- Tyszczyk, R. (2021). *Provisional Cities: Cautionary Tales for the Anthropocene*. [Traducción libre].