

INTEGRACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA VIVIENDA DE
INTERÉS SOCIAL DEL ÁREA METROPOLITANA DE SAN JUAN

Alción de las Pléyades Alonso Frank¹, argalcionfrank@gmail.com,
Cristian Emmanuel Recio¹, emma.2014.0996@gmail.com,
María Celina Michaux¹, celinamichaux@gmail.com,
Osvaldo Gastón Blanco² Coria, arg.gastonblancoria@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0347-6402>

1 Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa-CONICET-UNSJ), San Juan, Argentina.

2 Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

Submitted: 10/11/2023. Accepted: 14/08/2024

Published: 14/12/2024

RESUMEN

Propósito: Debido al elevado consumo energético de origen fósil del sector edilicio, sumado al déficit habitacional, resulta prioritario que las políticas públicas habitacionales promuevan la integración de la arquitectura con los flujos naturales de energía renovable. Dentro de ésta, la solar fotovoltaica genera gran interés por sus avances tecnológicos, así como la disminución de sus costes. En este marco, el presente artículo realiza una propuesta de integración de la energía solar fotovoltaica en un barrio de interés social del Área Metropolitana conforme al alcance del autoconsumo.

Metodología-Abordaje: La investigación se sustenta en una metodología de tipo cuantitativa que integra técnicas documentales, observacionales y proyectuales.

Resultados: Sierras de Marquesado se constituiría en un barrio de energía casi nula que genera un 178,5% de la energía consumida, vertiendo el excedente a la red eléctrica de distribución.

Limitación/implicación de la investigación: La aplicación online utilizada "Calculador Solar" suele no estar disponible para su uso en línea en algunos momentos. Además, se requiere de la obtención de consumos energéticos residenciales (privados), lo cual es un proceso administrativo ante la empresa prestadora del servicio energético que conlleva tiempo.

Originalidad/valor del trabajo: La propuesta representa el camino que nos acerca a un modelo en el cual los patrones de producción y consumo compatibilicen el desarrollo económico, social y ambiental, satisfaciendo las necesidades energéticas de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las futuras.

PALABRAS CLAVES: Energías renovables, BIPV (Build Integrate Photovoltaics), Generación distribuida, Política pública energética.

INTEGRATION OF PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY IN THE POPULAR HABITAT OF THE SAN JUAN
METROPOLITAN AREA

ABSTRACT

Purpose: Due to the high energy consumption of fossil fuels in the building sector, coupled with the housing deficit, it is a priority for public housing policies to promote the integration of architecture with natural renewable energy flows. Within this, solar photovoltaic generates great interest due to its technological advances, as well as the decrease in its costs. Within this framework, this article makes a proposal for the integration of photovoltaic solar energy in a neighborhood of social interest in the Metropolitan Area according to the scope of self-consumption.

Methodology/Approach: The research is based on a quantitative methodology that integrates documentary, observational and project techniques.

Findings: Sierras de Marquesado would be a near-zero energy neighborhood that generates 178,5% of the energy consumed, discharging the surplus to the distribution grid.

Research Limitation/implication: The used online application "Solar Calculator" is often not available for online use at certain times. In addition, it is required to obtain residential (private) energy consumption, which is a time-consuming administrative process with the energy service provider.

Originality/Value of paper: The proposal represents the path that brings us closer to a model in which production and consumption patterns make economic, social and environmental development compatible, satisfying the energy needs of present generations without compromising the possibilities of future generations.

KEYWORD: Renewable energies, BIPV (Build Integrate Photovoltaics), Distributed generation, Public energy policy.



1. INTRODUCCIÓN

El sector energético se constituye en uno de los principales responsables de la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producto de la quema de combustibles fósiles. En consecuencia, conforme señala la Organización de las Naciones Unidas (2023), urge reducir las emisiones a casi la mitad en 2030 y obtener el cero neto en 2050. Para su alcance, se requiere revertir la dependencia de los fósiles por fuentes de energía alternativas que sean limpias, accesibles, asequibles, sostenibles y fiables (Naciones Unidas, 2023). En este aspecto, la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés) precisa que el 90% de la electricidad mundial debiera tener origen renovable para la mitad del siglo. En la actualidad, ello es factible considerando que dichas tecnologías presentan año a año costes menores, como ser el caso de la electricidad proveniente de la energía solar, la cual ha disminuido el 85% entre los años 2010 y 2020 producto de la combinación de apoyo político específico e impulso de la industria (Mascarenhas *et al.*, 2021; IRENA, 2021). En consecuencia, la Asociación Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) prevé que la transición justa hacia emisiones cero netas, en la cual se tengan en cuenta las necesidades y los derechos de los trabajadores, conlleva a un aumento de la demanda de personal del sector energético, favorecido por los compromisos internacionales sobre el cambio climático (Saget *et al.*, 2020; Naciones Unidas, 2023). A su vez, dentro de las renovables es importante tener en cuenta que, dado que el mundo podría enfrentarse a un déficit hídrico global del 40% en 2030 como consecuencia del cambio climático, es prioritario reorientar el modo de generación de la energía en aquellas regiones cuyas políticas hídricas se vinculan a la producción de energía eléctrica (Marín Ramírez, 2018; Morales Jasso, 2018; Naciones Unidas, 2020; López Ramírez y Segura Ramírez, 2021; Kuzma *et al.*, 2023;). En consecuencia, la energía solar fotovoltaica (SFV) cobra mayor interés dada su versatilidad, al constituir una oferta de energía a pequeña y gran escala, en contextos rurales y urbanos (Videla *et al.*, 2022; Ruiz Arranz, 2020). El atender estos últimos hoy resulta primordial puesto que en ellos habitan el 57% de la población mundial, ascendiendo en la República Argentina al 92,35% (Banco Mundial, 2024).

En este marco, se pone en valor que el mercado de generación distribuida presenta un importante crecimiento, representando más del 40% del mercado SFV global en 2021 (Godfrin, 2022). Por su parte, en lo referido a la demanda energética del sector edilicio nacional, el residencial ha experimentado un crecimiento interanual del 7,4% en términos absolutos en el último año (Brunello, 2023) con sus correspondientes emisiones asociadas. Sumado a ello, resulta que la producción de viviendas de interés social (VIS) desarrolladas en el marco de las políticas públicas ha estado supeditada a la disminución del déficit habitacional y el impulso de la actividad económica, desestimando aspectos vinculados al ambiente (SAyDS, SV y SEN, 2019; Finck, y Puntel, 2021). En consecuencia, apremia aplicar este novedoso modelo a la VIS en particular, en especial en territorios con elevado potencial solar como es el caso de la provincia de San Juan (Raichijk *et al.*, 2009). Es en este sentido que el presente trabajo tiene por objeto realizar una propuesta de diseño sustentable basada en la integración de la tecnología SFV en un barrio de interés social del Área Metropolitana de San Juan, conforme al alcance del autoconsumo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Según la IEA (2022), el mundo está inmerso en una crisis energética global, una conmoción de una amplitud y complejidad sin precedentes. Ello conlleva a que las legislaciones en energías renovables estén evolucionando, pero no con la rapidez suficiente.

En este contexto, Argentina se posiciona en primer lugar en el ranking regional ODS, por su nivel de cumplimiento respecto de los 17 objetivos y por presentar un ascenso en el séptimo ODS debido al aumento de la proporción de energías renovables en el conjunto de fuentes energéticas, entre otros (CODS, 2022). En lo referido a nivel legislativo, sanciona en noviembre de 2017 la Ley N° 27.424 “Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública”. Por su intermedio se crean dos entidades encargadas del otorgamiento de

incentivos basándose en un esquema de "Facturación Neta", garantías y préstamos, entre otros, y la promoción e incentivo de actividades de investigación, diseño, inversión, producción, desarrollo, certificación y servicios de instalación (Coria Pantano y Samper, 2022). A la fecha, numerosas provincias se han adherido a la misma (Alonso Frank y Michaux, 2022) alcanzando, en el primer trimestre de 2023, 1167 usuarios-generadores con una potencia total instalada de 21228 kW. Particularmente, San Juan sanciona la Ley Provincial N°1.878-A en diciembre de 2018, mediante la cual se adhiere a la Ley Nacional y participa en la instalación del 8% de dicha potencia (1716,9 kW) (Ministerio de Economía, 2023). Estas legislaciones representan a un Estado que entiende que el autoconsumo a partir de energías renovables cumple un rol primordial en el cambio de modelo energético, como así en la democratización y descentralización del sistema, puesto que la sociedad se convierte en partícipe de la transformación energética (Alonso Frank y Michaux, 2019).

En este marco, dado que la provincia presenta recurso solar con condiciones propicias para el aprovechamiento de generación de energía SFV, es que se posiciona como líder por contar con el 42% de los parques solares del país (EPSE, 2023a). Ello, en conjunto a la disponibilidad de materia prima local (minas de cuarzo de alta calidad), el recurso industrial que produce silicio metálico con 98-99% de pureza, la ejecución de la fábrica integrada de lingotes de silicio solar, obleas y celdas cristalinas y paneles solares fotovoltaicos, la disponibilidad edilicia y el contexto político (Kazimierski y Sámper, 2021; EPSE, 2023b), hacen propicio que se constituya a futuro como un referente en diseño urbano y arquitectónico integral. En este sentido, el interés en abordar la VIS radica en que, producto del sismo ocurrido el 15 de enero de 1944 se destruye el 90% de la ciudad, con lo cual se procede a la construcción de un gran número de viviendas con heterogéneas calidades constructivas para albergar, en el menor tiempo posible, a la mayor cantidad de familias que perdieron sus hogares (Cremaschi, 2022). Desde entonces, es objetivo de la política pública local reducir el déficit habitacional, erradicar los asentamientos de emergencia en condiciones de pobreza y facilitar el acceso a una vivienda digna, entre otros (Consejo nacional de la vivienda, 2010). Particularmente, desde 1952 hasta 2022, el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) construye 43624 VIS dentro del Área Metropolitana de San Juan, pertenecientes a 321 barrios. Éstos se distribuyen en los seis departamentos que lo conforman, correspondiendo 84 a Chimbas, 42 a Rivadavia, 85 a Rawson, 18 a Pocito, 31 a Santa Lucia y 61 a Capital.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se sustenta en una metodología de carácter cuantitativo que integra técnicas documentales, observacionales y proyectuales. En una primera instancia se selecciona el caso de estudio, para lo cual se analizan con software libre QGIS (versión 3.16.11 Hannover) y planillas Excel, los barrios proyectados y financiados por el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) en el Área Metropolitana de San Juan. En segunda instancia, se procesa con software estadístico SPSS Statistics (versión 25) los datos de consumo eléctrico anual del barrio y se realiza un relevamiento in situ de los parámetros físicos de las viviendas y de su entorno urbano inmediato. En tercera instancia se elabora, con el software de libre disponibilidad SketchUp (versión 2022), una propuesta de diseño de integración de la tecnología SFV al caso de estudio seleccionado, sustentada en su viabilidad técnica, arquitectónica y urbana. En cuarta instancia, se calcula la generación SFV con conexión a red con la aplicación "Calculador Solar"¹ elaborada en 2018 por la Secretaría de Energía de la Nación perteneciente al Ministerio de Hacienda de la Nación. Como resultado, se obtiene la cantidad de energía eléctrica generada in situ y la que se requerirá de la red eléctrica de distribución cuando la generación SFV no alcance para abastecer la misma (Pontoriero *et al*, 2013). Una vez finalizada la simulación, la herramienta suministra un resumen de los resultados, junto a tablas y gráficas del comportamiento de la instalación, así como el ahorro de emisiones de GEI expresado en Toneladas

¹ <https://calculadorsolar.energia.gob.ar/calculador>

de CO₂equivalentes (Secretaría de Energía, 2023). A continuación, se precisan las fórmulas utilizadas por la aplicación:

$$\text{Energía autoconsumida [kWh/ mes]} = \text{Generación total mensual SFV} * \text{Porcentaje de autoconsumo}$$

Ecuación 1

$$\text{Ahorro de consumo energético mensual de la red [\%]} = \frac{\text{Energía autoconsumida}}{\text{Consumo energético mensual de la red sin SFV}}$$

Ecuación 2

$$\begin{aligned} \text{Consumo energético mensual de la red con SFV [kWh/mes]} \\ = \text{Consumo energético mensual de la red con SFV} * (1 \\ - \text{Ahorro de consumo energético mensual de la red}) \end{aligned}$$

Ecuación 3

$$\text{Saldo mensual [$/ mes]} = \text{Consumo energético mensual de la red} * \text{Valor del cargo variable}$$

Ecuación 4

$$\begin{aligned} \text{Nuevo saldo mensual [$/mes]} \\ = \text{Consumo energético mensual de la red con SFV} * \text{Valor del cargo variable} - \text{Inyección mensual} \end{aligned}$$

Ecuación 5

$$\begin{aligned} \text{Inyección mensual [$/mes]} \\ = \text{Energía inyectada} \\ * \text{Precio estabilizado de energía y transporte que deben pagar los distribuidores en el Mercado Eléctrico Mayorista} \end{aligned}$$

Ecuación 6

$$\text{Energía inyectada [kWh/ mes]} = \text{Generación total mensual SFV} * (1 - \text{Porcentaje de autoconsumo})$$

Ecuación 7

4. RESULTADOS

Caso de Estudio

La provincia de San Juan se caracteriza por su clima desértico, el elevado nivel de peligrosidad sísmica y el abundante recurso solar (Gobierno de San Juan, 2021). Respecto de esto último, los niveles diarios promedios de radiación solar global horizontal para el período comprendido entre octubre y marzo son de 7,33 kWh/m², mientras que los de abril a septiembre son de 3,95 kWh/m² (Bianchi y Cravero, 2010). Por su parte, la heliofanía efectiva registra entre 4 y 9 horas diarias según la ubicación y el período del año (Montenegro, 2019).

En base al Atlas Solar Global (2024), para el caso de estudio, la irradiación normal directa es de 2404,8 kWh/m², la irradiación horizontal global es de 2106,5 kWh/m² y la irradiación horizontal difusa es de 607,6 kWh/m². Asimismo, la irradiación global inclinada en un ángulo óptimo alcanza valores de 2387,5 kWh/m², de manera que el atlas recomienda como inclinación óptima de los módulos los 31° (Figura 1).

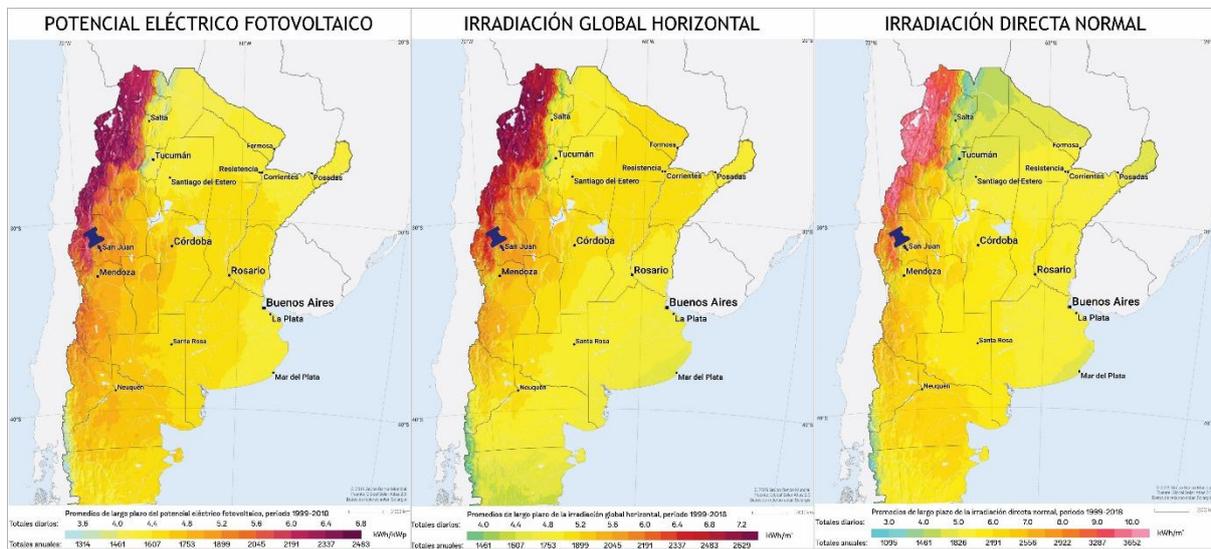


Figura 1. Características del recurso solar para San Juan. Fuente: elaboración propia en base a Solargis, 2024.

Dentro del Área Metropolitana de San Juan, se selecciona como caso de estudio el Barrio Sierras de Marquesado. El mismo contempla dos zonas, a nombrar, oeste y este. La primera cuenta con 374 viviendas y la segunda está integrada por 351, conformando un total de 725. Éstas, construidas en 2022, se distribuyen en cuatro orientaciones solares de acuerdo a su disposición en el conjunto, con la particularidad de que la tipología presenta adaptaciones por orientación (Figura 2). Los prototipos son de 61,48 m² y 61,91m², teniendo en cuenta las viviendas con accesibilidad.



Figura 2: Ubicación del caso de estudio (izq.), en su entorno inmediato (centro) y sus tipologías (der.). Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el IPV y Google Earth, 2023.

Como se observa en Figura 1, su sistema constructivo es el tradicional de ladrillón y revoque. Sus cubiertas responden a una tipología de dos aguas en el área social con paneles autoportantes y plana en el área privada de la vivienda. Sobre esta última está dispuesto un colector solar, conforme disposición pública nacional.

En lo referido a la vegetación, en la línea de arbolado público de las calles principales de gran dimensión se dispone la tipa, mientras que en las calles internas dirección este-oeste el Fresno americano y en la norte-sur la morera (ver Figura 3).



Nº	Referencia	Nombre Técnico	Nombre Común	Crecimiento	Ø(m) final aproxim. árbol adulto	Follaje	Forma de copa
1		Tipuana Tipu	TIPA	Rápido	de 15.00 a 20.00 m	semipersistente	Densa redondeada
2		Fraxinus excelsa	FRESNO AMERICANO	Rápido	4.00 a 8.00 m	caduco	Globosa piramidal
3		Morus Nigra tartarica	MORERA	Rápido	4.00 a 6.00 m	caducifolio hojas acorazonadas	Globosa
4		ESPECIE DE ARBOLADO EXISTENTE					

Figura 3: Diseño del arbolado público. Fuente: IPV, 2023.

Generación de energía SFV

Para determinar la cantidad y tipo de panel SFV a implementar, es necesario conocer los consumos reales a los cuales hay que abastecer. De Energía San Juan (2024) se tienen los mismos correspondientes al año 2023 (Figura 4).

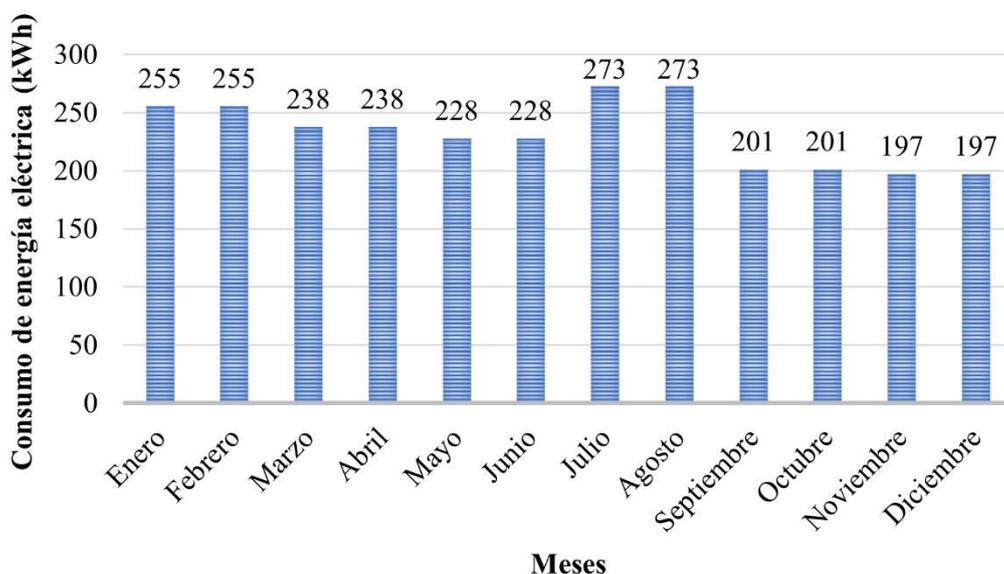


Figura 4: Consumos mensuales de energía eléctrica promedio por vivienda del barrio objeto de estudio del año 2023. Fuente: Energía San Juan (2024).

Como se puede observar, el consumo promedio es de 232,04 kWh/mes, presentando una mínima de 197,27kWh en noviembre-diciembre y una máxima de 272,67kWh en julio-agosto. En correspondencia, y en base al relevamiento realizado in situ, se selecciona el panel SFV. El mismo es del tipo policristalino de potencia nominal de 270 W de 1650 x 992 x 40 mm. Según normas de fabricación, posee vidrio templado, marco de aleación de aluminio anodizado y su estructura de sujeción debe ser calculada para que soporte el peso propio, la acción del viento y del sismo.

Dadas las características del diseño arquitectónico del barrio objeto de estudio, se aprovecha la cubierta inclinada para la disposición de los mismos (Figura 5). Ésta posee la óptima inclinación que deben tener los paneles SFV (β), maximizando la generación de energía a lo largo del año (Secretaría de Energía, 2019). Por consiguiente, los mismos no generan sombras entre sí. En cuanto a la orientación, el sector oeste presenta variaciones de 0° hasta 7° con respecto al norte solar y el sector este de 23°. Puesto que la herramienta presenta una graduación de 0°, 15°, 30° y 60°, se adopta la de 0° para el primer caso y de 30° para el segundo.

Respecto a las sombras, el “Calculador Solar” no las considera. No obstante, la presente propuesta de diseño si, motivo por el cual únicamente se emplazan en la cubierta inclinada.

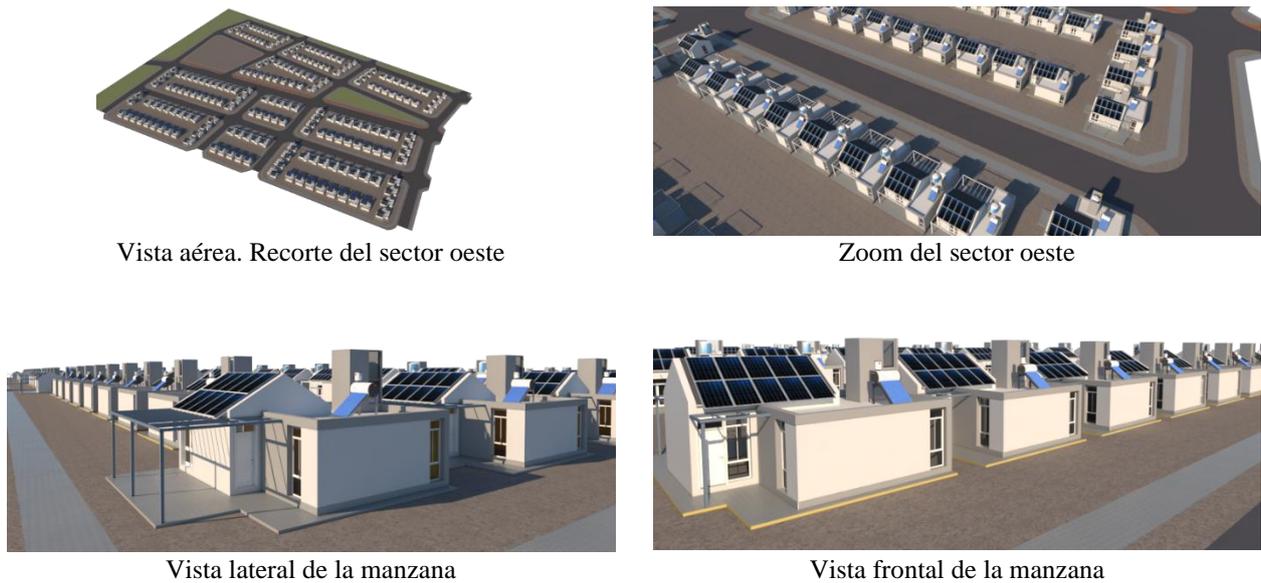


Figura 5: Propuesta de diseño de aplicación de tecnología SFV en el caso de estudio. Fuente: Elaboración propia, 2023.

En base a los datos del panel SFV y la cantidad dispuesta de los mismos, esto es, 10 unidades por vivienda que ocupan la totalidad de la cubierta inclinada orientación norte, con el “Calculador Solar” se obtienen los kWh que se podrían llegar a generar in situ. Así mismo, previendo que los habitantes puedan, en el marco de la Ley Nacional N°27.424 “Régimen de Fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública” (2017) y su homóloga Ley Provincial N°1.878-A (2018), constituirse en usuarios-generadores, se determina la cantidad de energía autoconsumida, inyectada y consumida de la red de distribución (Figuras 6 y 7).

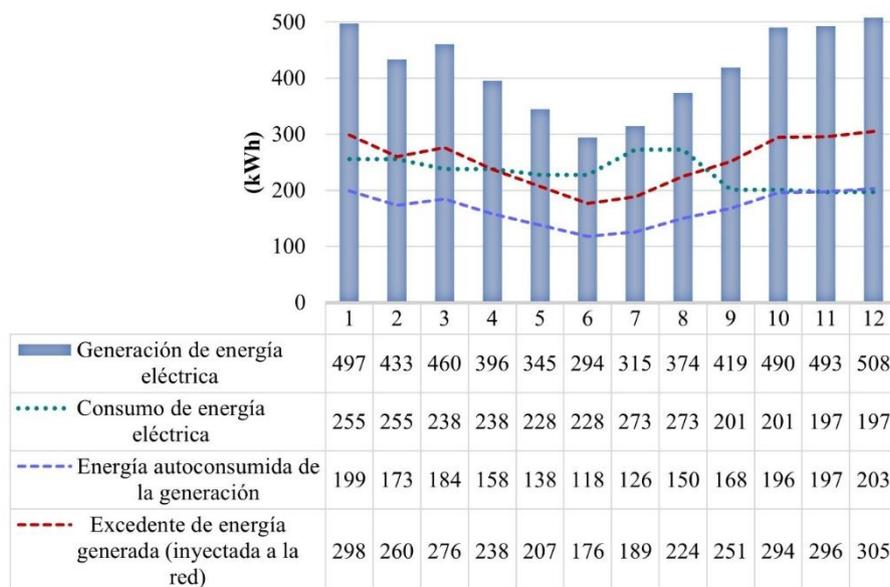


Figura 6: Generación SFV, consumos mensuales, energía autoconsumida y excedente de energía generada por vivienda del barrio objeto de estudio en el sector oeste. Fuente: Elaboración propia en base a Secretaría de Energía, 2024.

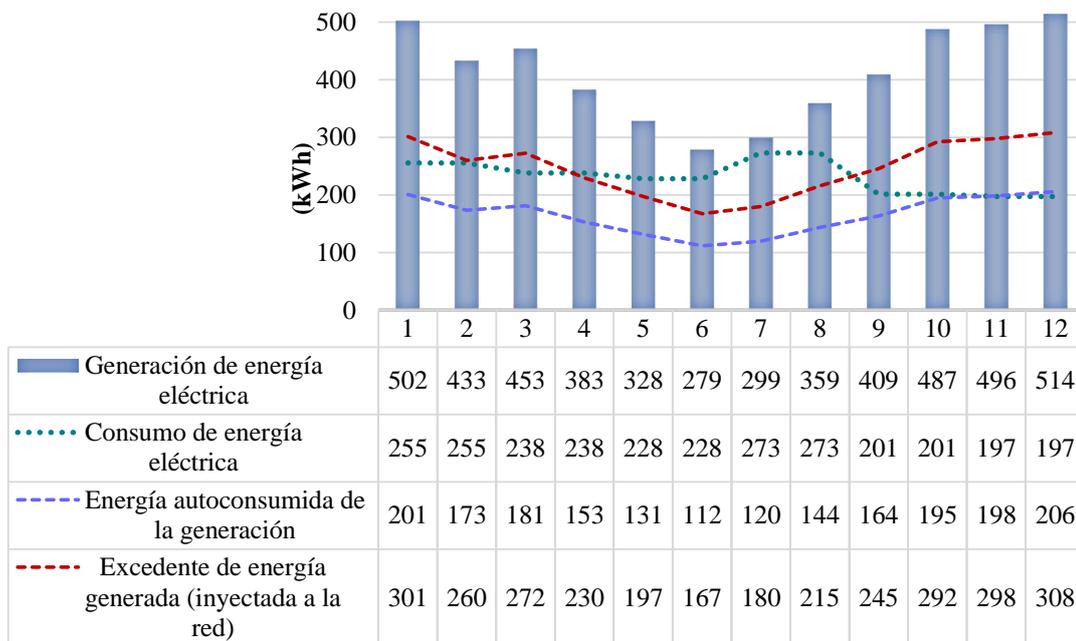


Figura 7: Generación SFV, consumos mensuales, energía autoconsumida y excedente de energía generada por vivienda del barrio objeto de estudio en el sector este. Fuente: Elaboración propia en base a Secretaría de Energía, 2024.

En las figuras precedentes se observa que la VIS dispone, en sus cubiertas, de un potencial de generación SFV que, además de convertirlos en edificios de energía casi nula, los posiciona como potenciales centros de generación renovable de aquellos entornos donde la sustentabilidad ambiental se encuentra más comprometida (Pila y Vera, 2023). Esto dado que el consumo promedio de una vivienda es de 2784 kWh/año y la generación SFV total anual de 5023 kWh/año para el sector oeste y de 4941 kWh/año para el este. A su vez, debido a las características propias del uso de una vivienda es que el ahorro anual por autoconsumo es del 72,2% y 71% respectivamente, de manera que el excedente es vertido a la red de distribución para su venta, en el marco de las leyes de referencia. Por último, como consecuencia de los resultados obtenidos, la simulación precisa que se obtiene un ahorro de emisiones de GEI de 2,6825 Toneladas de CO_{2equivalentes} por unidad habitacional en el sector oeste y de 2,6387 Toneladas de CO_{2equivalentes} en el sector este. Ello, traducido a la totalidad del barrio, asciende a 1929,4387 Toneladas de CO_{2equivalentes} al año.

En correspondencia, las Figuras 8 y 9 presentan las variaciones en la facturación por ahorro en el consumo (en USD) pro vivienda en conformidad a la reglamentación vigente y los precios de la energía eléctrica de la empresa Energía San Juan y del Mercado eléctrico Mayorista a marzo 2024.

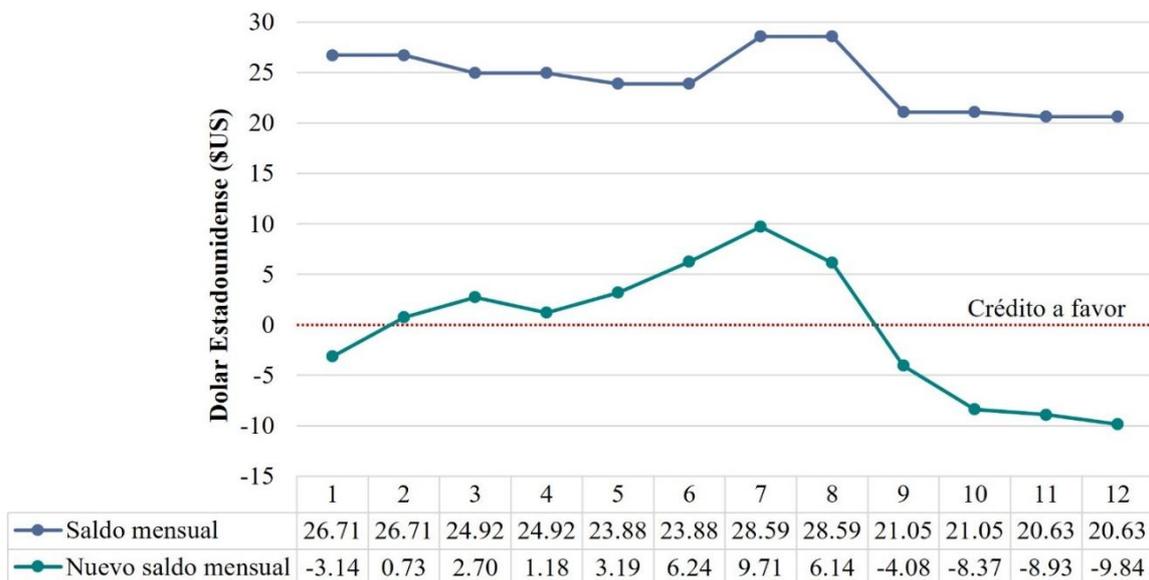


Figura 8: Variación en la facturación por ahorro en el consumo por vivienda del barrio objeto de estudio en el sector oeste en USD. Fuente: Elaboración propia en base a Secretaría de Energía, 2024.

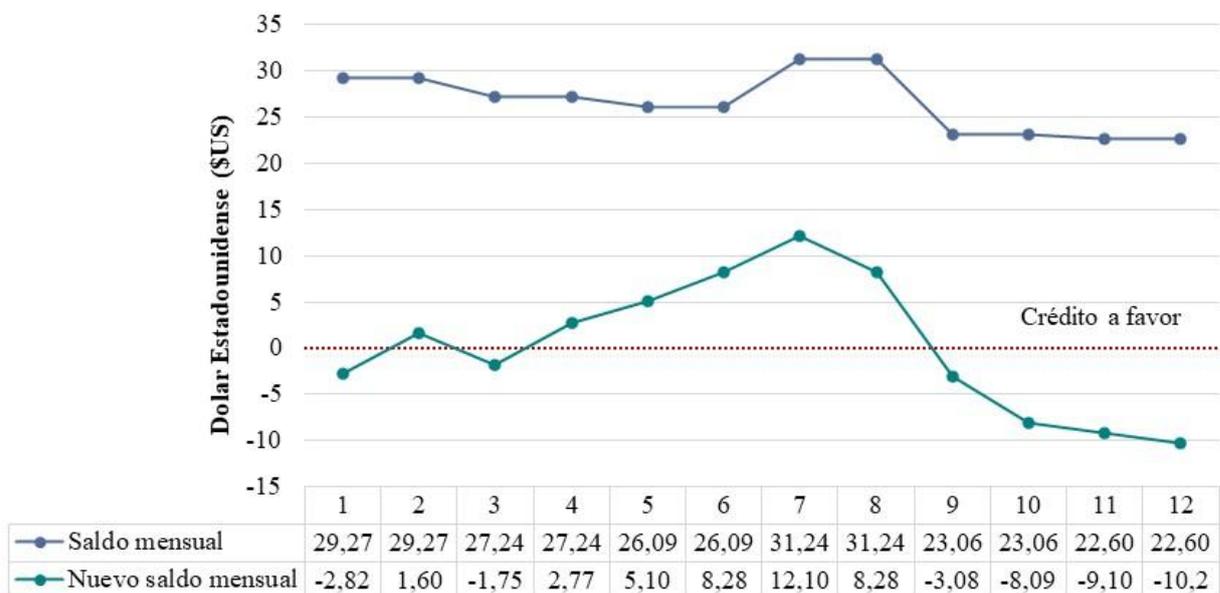


Figura 9: Variación en la facturación por ahorro en el consumo por vivienda del barrio objeto de estudio en el sector este en USD. Fuente: Elaboración propia en base a Secretaría de Energía, 2024.

Se observa que, en los meses de enero, septiembre, octubre, noviembre y diciembre se obtiene un crédito a favor.

5. CONCLUSIÓN

La crisis ambiental conlleva a que los Estados del globo establezcan medidas conducentes a una transición energética. Al respecto, la energía SFV presenta un creciente desarrollo y despliegue territorial en ámbitos urbanos, producto de su capacidad de adaptación e integración arquitectónica. En este aspecto, el presente trabajo ejemplifica que su introducción en un prototipo de VIS existente, y que no fue a priori diseñado a tales fines, es posible. De esta manera, los resultados exponen que el Barrio Sierras de Marquesado se constituiría, en el marco de la Ley Nacional N° 27.424 y Ley

Provincial N° 1878-A, en un barrio de energía casi nula por generar un 178,5% de la energía consumida, según valores de referencia, vertiendo el excedente a la red eléctrica de distribución. En consecuencia, se entiende que el potencial aporte que podría generar la inclusión de dicha tecnología en el sector residencial del AMSJ es significativo dado que, extrapolando los resultados, su consumo equivalente a 121468411 kWh/año se vería reducido en un 36% con la incorporación de, por ejemplo, sólo dos paneles SFV por generar aproximadamente 43827288 kWh/año. Esta cifra podría incrementarse si se incorporaran más paneles SFV, como se señala en el presente trabajo

Por lo expuesto, y poniendo en valor el recurso solar local, se concluye que la propuesta de diseño de incorporación de la tecnología SFV en la VIS representa el camino que nos acerca a un modelo en el cual los patrones de producción y consumo compatibilicen el desarrollo económico, social y ambiental, satisfaciendo las necesidades energéticas de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones venideras.

Como trabajos futuros se destaca el análisis económico que representa el incorporar este tipo de instalaciones, en un contexto en el cual se está finalizando la construcción de la primera planta de paneles SFV propiedad del Estado.

6. REFERENCIAS

- Alonso Frank, A. y Michaux, M. C. (2022). Introducción de energías renovables en edificios. Estrategia prioritaria de la política pública energética Argentina. *Revista AUS* 31(11), 86 – 93.
- Alonso Frank, A. y Michaux, M. C. (2019). *Generación distribuida de energía renovable en Argentina. Políticas públicas conducentes a la transición energética*. III Congreso Binacional de Investigación Científica (Argentina - Chile) - VI Encuentro de Jóvenes Investigadores, San Juan, Argentina.
- Atlas Solar Global (01 de enero de 2024). *Información solar para Rivadavia*. <https://globalsolaratlas.info/map?c=-31.53884,-68.61331,15&s=-31.544235,-68.619018&m=site>
- Banco Mundial (21 de febrero de 2024). *Población urbana*. Banco Mundial Datos. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS?view=chart>
- Bianchi, A. R. y Cravero, S. A. (2010). *Atlas climático digital de la República Argentina*. INTA, 1°ed. <http://sisol.salta.gob.ar/files/AtlasClimaticoINTA.pdf>
- Brunello, F. (02 de Agosto de 2023). *Demanda energética del sector edilicio nacional*. Observatorio de la Energía, Tecnología e Infraestructura para el Desarrollo. <https://www.oetec.org/nota.php?id=6431yarea=1>
- CODS (2022). *Índice ODS 2021 para América Latina y el Caribe. Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe: Bogotá, Colombia*. <https://cods.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/2023/11/Indice-ODS-2021-para-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Consejo Nacional de la Vivienda. (2010). *Gestión en materia habitacional en San Juan 2003–2010. Segunda reconstrucción. San Juan*. Instituto Provincial de la vivienda de San Juan, 69, N° 30. <https://es.scribd.com/document/652823559/Trabajo-final-Parte-4-Gestion-materia-habitacional-2003-2010>
- Coria Pantano, G. E., y Samper, M. E. (2022). *Evaluación de mecanismos de incentivo para la generación de energía solar distribuida en San Juan, Argentina*. *Ingeniare*, 30, 3. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/208475/CONICET_Digital_Nro.e4af7032-9e4f-4ee6-8f90-941e9b18ed63_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Cremaschi, V. (2022). *Habitar San Juan en el posterremoto de 1944. Un análisis a partir de la prensa*. Cuaderno 175. Centro de Estudios En Diseño y Comunicación, 175. <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cdc/article/view/8596>
- EPSE (2023a). *Energía Solar en San Juan*. Energía Provincial Sociedad del Estado. <https://www.epse.com.ar/web/energia-solar-desarrollo/2>
- EPSE (2023b). *Fábrica integrada de lingotes de silicio solar, obleas y celdas cristalinas y paneles solares fotovoltaicos*. Energía Provincial Sociedad del Estado. <https://www.epse.com.ar/web/proyecto/fabrica-integrada-de-lingotes-de-silicio-solar-obleas-y-celdas-cristalinas-y-paneles-solares-fotovoltaicos-71-mw/1>
- Finck, N. y Puntel, M. L. (17-19 de junio de 2021). *Políticas públicas para el hábitat popular en el nuevo contexto. Análisis de experiencias, de las nuevas medidas y aportes a los procesos de gestión en marcha* [Discurso principal]. II Encuentro Red de Asentamientos Populares: pandemia, crisis y oportunidades para el hábitat popular, Corrientes,

- Argentina. https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/30380/RIUNNE_FAU_AC_Finck-Puntel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gobierno de San Juan. (2021). *Caracterización de la Provincia de San Juan. Plan estratégico San Juan*. https://planestrategico.sanjuan.gob.ar/?page_id=314
- Godfrin, E., Krautner, A. y Durán, J. (2022). Análisis de un sistema fotovoltaico con almacenamiento conectado a red en una vivienda unifamiliar en la ciudad de buenos aires: autoconsumo, inyección a red y ahorros en la factura del servicio eléctrico. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 26, 103-114.
- Google Earth. (2023). Barrio Sierras de Marquesado: https://earth.google.com/web/search/barrio+sierras+de+marquesado,+san+juan,argentina/@-31.5254381,-68.65841545,736.99695158a,9907.97133305d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCY92a5rwiT_AESOXM9WBkT_AGFTEIMTpJVHAIxBdBaLuKFHAOGMKATA
- IEA. (2022). *World Energy Outlook 2022*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/executive-summary?language=es>.
- IPV. (2023). *Documentación técnica Barrio Sierras de Marquesado*. San Juan, Argentina. Instituto Provincial de la Vivienda
- IRENA. (2021). *Costos de generación de energía renovable en 2020. Resumen Ejecutivo*. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2020_Summary_ES.pdf?rev=ac2dc583c470469d88ba64f5b014ff5f
- IRENA. (2023). *Renewable capacity statistics 2023*. Informe técnico International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/Publications/2023/Mar/Renewable-capacity-statistics-2023>
- Kazimierski, M., y Samper, M. (2021). Desarrollo fotovoltaico en San Juan: un acercamiento al entramado de estrategias públicas para la transición energética. *Ciencia, docencia y tecnología*, (63), 46-48. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/158040/CONICET_Digital_Nro.216274d5-8bc1-4dad-ba6b-c237d77e56d3_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Kuzma, S., Bierkens, M. F., Lakshman, S., Luo, Saccoccia, L., Sutanudjaja, E. H., y Van Beek, R. (2023). *Aqueduct 4.0: Updated Decision-Relevant Global Water Risk Indicators*. World Resources Institute. <https://reliefweb.int/report/world/aqueduct-40-updated-decision-relevant-global-water-risk-indicators>
- Ley N° 27.424 (2017). *Régimen de Fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública*. Buenos Aires, Argentina. <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-http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/ley1878_SanJuan.pdf
- López Ramírez, A., y Segura Ramírez, L. D. (2021). Fragmentación y bifurcación en el Sistema Internacional Pos COVID-19: Las implicaciones para Centroamérica. *Revista Relaciones Internacionales*, 94(2), 119-140. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ri/v94n2/2215-4582-ri-94-02-119.pdf>
- Marín Ramírez, R. y Palacio, G. N. (2018). *El agua en la ciudad y los asentamientos urbanos*. Universidad Central de Colombia, 1° ed. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1m0kh1s>
- Mascarenhas, T. B., Gutman, V., Lourenco, M. B. D., Pezzarini, L., y Palazzo, G. (2021). *Políticas de Desarrollo Productivo Verde para la Argentina*. Fundar. <https://fund.ar/wp-content/uploads/2021/11/Fundar-Poli%CC%81ticas-de-Desarrollo-Productivo-Verde-para-la-Argentina.pdf>
- Ministerio de Economía. (8 de mayo de 2023). *Generación Distribuida: se superaron los 20 MW de potencia instalada*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/generacion-distribuida-se-superaron-los-20-mw-de-potencia-instalada>
- Montenegro, M. (17 de octubre de 2019). *San Juan y su política de desarrollo de la energía fotovoltaica*. <https://sisanjuan.gob.ar/interes-general/2019-10-17/18102-san-juan-y-su-politica-dedesarrollo-de-la-energifotovoltaica#:~:text=Como%20ventajas%2C%20San%20Juan%20presenta,la%20zona%20de%20la%20provincia>
- Morales Jasso, G. (2018). La sed urbana. La ciudad como construcción hidráulica. *Oficio Revista de Historia e Interdisciplina*, 6, 125-128. <https://www.revistaoficio.ugto.mx/index.php/ROI/article/view/52>
- Naciones Unidas. (2023). *Energías renovables: energías para un futuro más seguro*. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
- ONU. (2020). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: agua y cambio climático*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611.locale=es>



- Pilar, C. A., y Vera, L. (2023). Intervenciones fotovoltaicas en barrios de viviendas en las ciudades de Resistencia y Corrientes. *Arquitecno*, (21), 1-10. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/674/6744157005/6744157005.pdf>
- Pontoriero, D., Facchini, M., Serrano Mora, J., Baron, G. y Hoese, L. (19-23 de mayo de 2013). *Evaluación Técnica de Sistemas de Generación Fotovoltaica Conectada a Redes de Distribución* [Discurso principal]. XV Encuentro Regional Iberoamericano del CIGRE, Brasil.
- Raichijk, C., Grossi Gallegos, H., Aristegui, R. y Righini, R. (2009). *Sobre el recurso solar en la provincia de San Juan* [Discurso principal]. III Congreso Nacional – II Congreso Iberoamericano. Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía – HYFUSEN. San Juan, Argentina. https://www.researchgate.net/publication/279783574_SOBRE_EL_RECURSO_SOLAR_EN_LA_PROVINCIA_DE_SAN_JUAN
- Ruiz Arranz, José Ángel (2020). *Energías renovables de proximidad en edificación: catálogo de opciones*. Proyecto Fin de Carrera, E.T.S. Arquitectura (UPM). <https://oa.upm.es/63332/>
- Saget, C., Vogt-Schilb, A. y Luu, T. (2020). *El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe*. <https://publications.iadb.org/es/el-empleo-en-un-futuro-de-cero-emisiones-netas-en-america-latina-y-el-caribe>
- SAyDS, SV y SEN. (2019). *Manual de vivienda sustentable*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Secretaría de Vivienda del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda y Secretaría de Energía de la Nación. Buenos Aires, Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/vivienda/manual>
- Secretaría de Energía (2022). *Calculador Solar*. Disponible en <https://calculadorsolar.minem.gob.ar/calculador>.
- Secretaría de Energía. (2019). *Guía del recurso solar*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_del_recurso_solar_anexos_final.pdf
- Solargis. (2024). *Mapas de recursos solares de Argentina*. <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/argentina>
- Videla, M., Giudici, P. y Eyra, I. H. (2022). Energías renovables en áreas urbanas y periurbanas: Vehículo para la inclusión social y la soberanía energética ciudadana. *Revista Hábitat Inclusivo*, 18. <http://www.habitatinclusivo.com.ar/revista/energias-renovables-en-areas-urbanas-y-periurbanas-vehiculo-para-la-inclusion-social-y-la-soberania-energetica-ciudadana/>

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIONES AL ARTÍCULO

ROL	Autor1	Autor2	Autor3	Autor4
Conceptualización - Ideas; formulación o evolución de los objetivos y metas generales de la investigación.	x			
Curación de datos - Actividades de gestión para anotar (producir metadatos), depurar datos y mantener los datos de la investigación (incluido el código de software, cuando sea necesario para interpretar los propios datos) para su uso inicial y posterior reutilización.	x		x	
Análisis formal - Aplicación de técnicas estadísticas, matemáticas, computacionales u otras técnicas formales para analizar o sintetizar los datos del estudio.	x	x		
Adquisición de financiación - Adquisición del apoyo financiero para el proyecto que da lugar a esta publicación.	x	x	x	x
Investigación - Realización de un proceso de búsqueda e investigación, concretamente la realización de los experimentos o la recopilación de datos/pruebas.	x	x	x	
Metodología - Desarrollo o diseño de la metodología; creación de modelos.	x		x	
Administración del proyecto - Responsabilidad de gestión y coordinación de la planificación y ejecución de la actividad de investigación.	x			
Recursos - Suministro de materiales de estudio, reactivos, materiales, pacientes, muestras de laboratorio, animales, instrumentación, recursos informáticos u otras herramientas de análisis.	x			
Software - Programación, desarrollo de software; diseño de programas informáticos; implementación del código informático y de los algoritmos de apoyo; comprobación de los componentes de código existentes.	x	x		x
Supervisión - Responsabilidad de supervisión y liderazgo en la planificación y ejecución de la actividad de investigación, incluida la tutoría externa al equipo central.	x			
Validación - Verificación, ya sea como parte de la actividad o por separado, de la replicabilidad/reproducibilidad general de los resultados/experimentos y otros productos de la investigación.	x	x		x
Visualización - Preparación, creación y/o presentación del trabajo publicado, específicamente visualización/presentación de datos.	x		x	
Redacción - borrador original - Preparación, creación y/o presentación del trabajo publicado, específicamente la redacción del borrador inicial (incluida la traducción sustantiva).	x			
Redacción - revisión y edición - Preparación, creación y/o presentación del trabajo publicado por personas del grupo de investigación original, en concreto revisión crítica, comentario o revisión, incluidas las fases previas o posteriores a la publicación.	x		x	