



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE  
**CIENCIAS  
ECONÓMICAS**

Licenciatura en Economía

Tesis de grado

**Evaluación económica de  
proyecto “Colocación de paneles  
solares en una vivienda particular  
ubicada en Guaymallén –  
Mendoza”**

**Burgos Exequiel Matías - N° Registro: 25.201**

**Morralla Barbieri Esteban Alberto - N° Registro 25.389**

**Directora:** Claudia Botteon

**Co-Directora:** Adriana Pollini

**2025**



## RESUMEN TÉCNICO

El presente trabajo de investigación analiza la viabilidad económica de instalar un sistema de paneles solares fotovoltaicos en una vivienda particular ubicada en Guaymallén, Mendoza, desde una perspectiva privada. En un contexto de aumento sostenido en el costo de la electricidad y creciente interés por soluciones energéticas sustentables, la energía solar puede presentarse como una alternativa estratégica tanto en términos ambientales como económicos.

El objetivo principal del trabajo es evaluar si, bajo las condiciones actuales del mercado eléctrico y del consumo familiar, resulta rentable realizar dicha inversión. Para ello, se emplea una metodología de evaluación de proyectos basada en indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), proyectando un flujo de fondos a 15 años en dólares constantes.

Se analizan tres escenarios: sin venta de energía, sin venta pero con inversión optimizada, y con venta de energía a la red. Los resultados indican que, en el escenario inicial, el proyecto no resulta rentable, presentando un VAN negativo. No obstante, optimizando la inversión o incorporando la venta de energía, los indicadores económicos mejoran significativamente, volviéndose positivos bajo ciertas condiciones.

El análisis de sensibilidad y los escenarios comparativos permiten identificar umbrales críticos de consumo y tarifa eléctrica que vuelven viable la inversión. Esta investigación busca aportar evidencia útil para la toma de decisiones privadas y para el diseño de políticas públicas de fomento a la energía distribuida.

**Palabras clave:** *Energía solar – Paneles solares – Consumo familiar – Evaluación de proyectos – Consumo energía eléctrica.*



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO I - Energías renovables y Energía solar</b>	<b>8</b>
1.1 - Definición y clasificación de las energías renovables	8
1.2 - Potencial de la energía solar en Argentina, con un enfoque especial en Mendoza	9
1.3 - Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica	10
1.4 - Impacto social y ambiental de la energía solar	11
<b>CAPÍTULO II - Características del estudio</b>	<b>13</b>
2.1 - Contexto técnico y características del proyecto	13
2.1.1 - Características de la vivienda de estudio	13
2.1.2 - Ubicación geográfica y clima de la región	13
2.1.3 - Consideraciones técnicas para la instalación de paneles solares	13
2.1.4 - Tipos de paneles solares a considerar	15
2.1.5 - Producción de energía solar y vida útil de los paneles	16
2.1.6 - Consideraciones para la inyección de energía a la red	17
2.2 - Objetivos del estudio	17
2.2.1 - Objetivo general	17
2.2.2 - Objetivos específicos	18
2.3 - Indicadores de rentabilidad del estudio	18
2.3.1 - Valor actual neto (VAN)	18
2.3.2 - Tasa interna de retorno (TIR)	19
2.3.3 - Otros indicadores relevantes	19
<b>CAPÍTULO III - Análisis legal y de mercado</b>	<b>20</b>
3.1 - Marco normativo y legal	20
3.1.1 - Regulaciones nacionales y provinciales	20
3.1.2 - Incentivos y subsidios disponibles	20
3.2 - Consumo y costo de la energía eléctrica en Mendoza	21
3.2.1 - Categorías de consumidores	21
3.2.2 - Curvas de consumo	22
3.2.3 - Costo de la energía recibida	23
3.2.4 - Valor de la energía volcada a la red	24
3.3 - Análisis de mercado	26
3.3.1 - Oferta y demanda de energía solar	26
3.3.2 - Evolución de los costos de tecnología fotovoltaica	26
3.3.3 - Proveedores de equipamiento de generación de energía solar en Mendoza	27
<b>CAPÍTULO IV - Costos y beneficios del proyecto</b>	<b>28</b>
4.1 - Costos del proyecto	28
4.1.1 - Costos de inversión inicial	28



4.1.2 - Costos operativos	29
4.2 - Beneficios del proyecto	30
4.2.1 - Ahorro en costo de energía	30
4.2.1.1 - Supuestos y metodología de cálculo	30
4.2.2 - Posibles ingresos por venta de energía	32
4.2.2.1 - Supuestos y metodología de cálculo	32
4.2.3 - Valor residual de la inversión	32
<b>CAPÍTULO V - Flujo de fondos</b>	<b>33</b>
5.1 - Estructura y supuestos del flujo de fondos	33
5.1.1 - Período de análisis	33
5.1.2 - Estructura de consumo eléctrico	33
5.1.3 - Producción energética de los paneles	34
5.1.4 - Valor residual de los paneles	34
5.1.5 - Unidad monetaria de referencia	34
5.1.6 - Tasa de descuento	35
5.1.7 - Costos de instalación y mantenimiento	35
5.2 - Proyecto instalación de paneles solares sin venta de energía	36
5.2.1 - Flujo de fondos	37
5.2.2 - Análisis de rentabilidad	38
5.3 - Proyecto instalación de paneles solares sin venta de energía con inversión optimizada	39
5.3.1 - Flujo de fondos	40
5.3.2 - Análisis de rentabilidad	40
5.4 - Proyecto instalación de paneles solares con venta de energía	41
5.4.1 - Flujo de fondos	41
5.4.2 - Análisis de rentabilidad	42
<b>CAPÍTULO VI - Análisis de sensibilidad y escenarios</b>	<b>44</b>
6.1 - Análisis de sensibilidad	44
6.1.1 - Variables exógenas y endógenas	44
6.1.2 - Impacto en la rentabilidad	44
6.1.3 - Principales conclusiones	46
6.2 - Análisis comparativo de escenarios ampliados	47
6.2.1 - Escenarios sin venta de energía	47
6.2.2 - Escenarios con venta de energía	49
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
Principales conclusiones	53
Alcance de los objetivos planteados	53
Limitaciones del estudio y posibles líneas de investigación futuras	54
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>58</b>



## INTRODUCCIÓN

El sol le ha proporcionado energía al planeta tierra desde mucho antes que el hombre habitara la tierra y se estima que lo seguirá haciendo por alrededor de unos 6000 millones de años más. El hombre, quién ha aprovechado en parte esa energía desde la antigüedad, por ejemplo cuando dejaba la carne secar al aire libre para que la misma durara por un tiempo más prolongado, en el último tiempo y debido en parte a la creciente contaminación del planeta tierra, se ha visto en la necesidad de explotar fuentes de energía renovables e inagotables como lo es la energía solar.

Si bien existen muchos estudios a nivel global que destacan la evolución de las fuentes de energía renovables, particularmente de la energía solar, la contribución de la energía solar (incluyendo la energía solar de concentración (CSP) y la energía solar fotovoltaica (PV)) a la producción mundial de electricidad sigue siendo generalmente baja, con un 3.6%. Sin embargo, se ha consolidado firmemente entre otras tecnologías de energía renovable, representando cerca del 31% de la capacidad total instalada de energías renovables en 2022, convirtiéndose en el segundo recurso de energía renovable más instalado después de la energía hidroeléctrica (Pourasl, Vatankhah, & Khojastehnezhad, 2023).

En 2020, los combustibles fósiles produjeron el 62% de la electricidad. Este porcentaje se reducirá al 21% en 2050, con la energía solar como responsable del 56% de la producción (Nijse et al., 2023).

Con la intensificación del cambio climático, la humanidad se está quedando sin tiempo para lograr limitar el calentamiento global a 1,5 ° C por encima de los niveles preindustriales (IPCC, 2022) por lo que es necesaria una rápida transformación de los sistemas de energía para mantener los niveles de calentamiento global por debajo del 2%. Muchos países se han comprometido a lograr emisiones 0% para 2050 (incluidos EE. UU., UK., Japón, Corea), 2060 (China) o 2070 (India) (Nijse et al., 2023).

El avance de la utilización de energías renovables no solo depende de los avances tecnológicos alcanzados hasta el momento que han logrado disminuir los costos de implementación, sino también del precio de las energías no renovables y de las facilidades que cada gobierno proporciona para adoptar las mismas. Es importante destacar también que las grandes empresas a nivel global como IBM, Amazon, Google, Microsoft y Accenture,

entre otras, tienen fuertes compromisos asumidos para eliminar su huella de carbono y hasta volverla negativa<sup>1</sup> en los próximos 15 años.

Según un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el 75 % de las personas que no tienen acceso a la electricidad se concentran en siete países: Haití (7,5 millones), Perú (3 millones), Argentina (2,1 millones), Bolivia (1,8 millones), Brasil y Colombia (1,7 millones cada uno) y Guatemala (1,6 millones) (BID y OLADE, 2013).

Mientras tanto, en Argentina, luego de varios años de atraso en las tarifas eléctricas, hoy en día uno de los problemas al que se enfrentan los consumidores es el fuerte incremento en el costo domiciliario de la energía eléctrica. Por ello se deben buscar alternativas más económicas tanto para generar un ahorro de dinero como para aportar a la sostenibilidad del planeta y la energía solar se presenta como una alternativa. Se estima que para el 2030 la fuente de energía más barata en todo el mundo será la energía solar.

En concordancia con lo expuesto anteriormente, *la presente investigación intenta realizar un análisis sobre la conveniencia económica, desde el punto de vista privado, de colocar un sistema de paneles solares en una vivienda particular de la provincia de Mendoza, ubicada en el departamento de Guaymallén.* En la vivienda bajo estudio habitan dos adultos y dos niños, y no se utilizan artefactos eléctricos como aire acondicionado, horno eléctrico, calefón/termotanque eléctrico.

El estudio se encuentra estructurado en seis capítulos. En el Capítulo I se realiza una introducción a la energía solar.

En el Capítulo II se detallan las características generales del estudio, incluyendo el caso de estudio, los objetivos, la metodología empleada y los principales indicadores de rentabilidad. El Capítulo III aborda el análisis legal y de mercado, haciendo énfasis en el marco normativo vigente y las condiciones del mercado de energía solar en Mendoza.

En el Capítulo IV se realiza un análisis detallado de los costos y beneficios asociados al proyecto para posteriormente en el Capítulo V presentar el flujo de fondos proyectado y sus fundamentos.

Posteriormente, el Capítulo VI incluye el análisis de sensibilidad y escenarios. Esta estructura busca facilitar la comprensión integral del proyecto y su viabilidad económica y

---

<sup>1</sup> Emisión negativa se refiere a que las medidas adoptadas para capturar o compensar emisiones superan la cantidad de gases de efecto invernadero que se generan, resultando en una huella de carbono neta negativa.

técnica. Finalmente se presentan las conclusiones del estudio, sus limitaciones y posibles investigaciones futuras.

Se espera que el análisis realizado pueda servir como fuente de consulta y decisión para que propietarios de otras viviendas de características similares, de la provincia, o del país, puedan analizar la inversión en colocación de paneles solares. También podría ser utilizado por parte del sector público como fuente de información, entre otras tantas, para determinar medidas de política energética en la región.



## CAPÍTULO I - Energías renovables y Energía solar

### 1.1 - Definición y clasificación de las energías renovables

Las energías renovables son fuentes de energía que se obtienen de recursos naturales inagotables, o que pueden regenerarse en un corto lapso de tiempo. En cambio, las energías no renovables como la proveniente de los combustibles fósiles, se agotan con el correr del tiempo y son más contaminantes al ambiente.

Las energías renovables pueden clasificarse según el recurso natural del cuál provienen:

- **Energía Solar:** aprovecha la radiación solar para generar electricidad o calor, denominada energía fotovoltaica y energía térmica respectivamente.
- **Energía Eólica:** utiliza la fuerza del viento para producir electricidad mediante aerogeneradores.
- **Energía Hidroeléctrica:** genera electricidad a partir del movimiento del agua, como ríos o presas.
- **Biomasa:** aprovecha el material orgánico (residuos agrícolas, madera, etc.) para producir energía mediante procesos de combustión o transformación.
- **Energía Geotérmica:** aprovecha el calor del suelo terrestre para generar electricidad o calefacción.

La **energía solar** se obtiene directamente de la radiación emitida por el sol. Se considera una de las fuentes de energía más prometedoras debido a su abundancia y disponibilidad en casi todo el planeta. Se clasifica principalmente en dos tipos:

- **Energía Solar Fotovoltaica:**
  - Utiliza celdas fotovoltaicas, generalmente de silicio, para convertir la luz solar en electricidad.
  - Estas celdas generan electricidad directa y pueden ser instaladas tanto en pequeños dispositivos como en grandes plantas solares.
  - Utilizada en paneles solares instalados en techos de viviendas, edificios y parques solares.



- **Energía Solar Térmica:**
  - Aprovecha el calor del sol para calentar un fluido, que puede utilizarse para producir vapor y generar electricidad mediante turbinas o para calefacción en edificios.
  - Dentro de esta categoría se encuentran los sistemas de concentración solar (CSP), que utilizan espejos o lentes para concentrar la radiación solar en un punto y generar calor a alta temperatura.
  - Se utiliza tanto en el ámbito residencial para calentamiento de agua como en plantas industriales.

## 1.2 - Potencial de la energía solar en Argentina, con un enfoque especial en Mendoza

La energía solar puede presentarse como una alternativa que merece ser considerada por su potencial ecológico y económico para cubrir la demanda energética en Argentina. Más de la mitad del país recibe una irradiación solar promedio anual superior a 3,5 kWh/m<sup>2</sup> (kilovatios por metro cuadrado), lo que destaca su gran potencial para esta fuente de energía (Mordor Intelligence, s.f.).

A nivel global, el crecimiento de la energía solar ha sido significativo. Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA), en 2022 la capacidad de producción de energía renovable aumentó un 8%, alcanzando 320 GW (gigavatios), de los cuales el 60% correspondió a la energía solar fotovoltaica. Se proyecta que esta tecnología liderará la expansión de energías renovables, especialmente en China y la Unión Europea (International Energy Agency, 2022).

En Argentina, a pesar de los desafíos para importar tecnología avanzada, el desarrollo de parques solares sigue en expansión, con gran potencial en las regiones andinas y subandinas. Este crecimiento se evidencia en el aumento de parques solares distribuidos en varias provincias y el interés de empresas públicas y privadas en este sector (Portal Solar, s.f.).

Argentina cuenta con un recurso solar abundante, especialmente en las regiones del noroeste y cuyo, lo que la posiciona como un país con un gran potencial para el desarrollo de la energía solar fotovoltaica y termosolar. La radiación solar promedio en estas

regiones es superior a la de muchos países europeos, lo que se traduce en una mayor eficiencia de los sistemas solares.

De acuerdo al Ministerio de Economía de la Nación, existen 45 parques solares en funcionamiento en toda Argentina, de los cuales 22 se encuentran en la región de Cuyo, y particularmente sólo 3 pertenecen a la provincia de Mendoza. Actualmente hay seis nuevos parques fotovoltaicos proyectados para construirse en la provincia.

Durante el último año, Mendoza ha incrementado 11% la generación de energía fotovoltaica e hidroeléctrica, y actualmente cuenta con 637 usuarios generadores<sup>2</sup> (415 residenciales y 222 comerciales), con potencia total fotovoltaica solicitada para el período 2016/2024 de 12 megavatios, equivalente al consumo de 6.000 hogares (Gobierno de Mendoza, s.f.).

### 1.3 - Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica presenta varias ventajas:

- **Sostenibilidad:** no emite gases de efecto invernadero ni contamina el medio ambiente.
- **Abundancia:** el recurso solar es prácticamente inagotable.
- **Escalabilidad:** los sistemas fotovoltaicos pueden adaptarse a diferentes escalas, desde pequeñas instalaciones residenciales hasta grandes plantas solares.
- **Independencia energética:** permite a los usuarios particulares y comerciales reducir su dependencia de la red eléctrica y generar su propia energía.
- **Generación distribuida:** facilita la integración de la generación de energía en los sistemas eléctricos locales.

A pesar de sus múltiples ventajas, la energía solar fotovoltaica posee algunas desventajas o desafíos:

- **Costos de inversión:** los costos iniciales de instalación pueden ser elevados, aunque están disminuyendo con el tiempo.

---

<sup>2</sup> Usuarios que inyectan electricidad excedente a la red de distribución eléctrica local.

- **Costos de almacenamiento:** aunque el costo de los paneles solares ha disminuido, los sistemas de almacenamiento para suministrar energía de forma constante siguen siendo costosos.
- **Intermitencia:** la generación de energía solar depende de las condiciones climáticas, lo que requiere sistemas de almacenamiento o integración con otras fuentes de energía.
- **Ocupación de suelo:** Las grandes plantas solares requieren extensas superficies de terreno.

#### 1.4 - Impacto social y ambiental de la energía solar

La energía solar es una poderosa herramienta para avanzar hacia la sostenibilidad, con importante impacto tanto social como ambiental.

Desde el punto de vista ambiental, la energía solar contribuye directamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mitigando el cambio climático y la contaminación atmosférica ya que al reemplazar fuentes de energía basadas en combustibles fósiles, se disminuyen las emisiones contaminantes y se protege la biodiversidad. Sin embargo, el ciclo de vida de los paneles solares plantea ciertos desafíos: la producción requiere minerales como el silicio, cobre y plata, cuya extracción puede generar impactos negativos en los ecosistemas. Además, la gestión de residuos al final de su vida útil, especialmente en ausencia de sistemas de reciclaje eficientes, es un tema que requiere atención prioritaria para garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

En el ámbito social, la energía solar tiene el potencial de transformar comunidades. Su implementación genera empleo tanto directo como indirecto en la instalación, fabricación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos. Esto resulta especialmente beneficioso en áreas rurales y económicamente desfavorecidas, donde estas oportunidades laborales pueden mejorar significativamente la calidad de vida. En comunidades remotas, los proyectos de electrificación solar permiten el acceso a servicios básicos como iluminación, comunicación y refrigeración, promoviendo el bienestar social y reduciendo la pobreza energética. Además, al disminuir la necesidad de recurrir a fuentes de energía más contaminantes, la energía solar contribuye a un sistema energético más limpio y sostenible, fortaleciendo así la adaptabilidad y autonomía de las comunidades.

A pesar de los efectos positivos del avance en la energía solar, se debe trabajar fuertemente también en reducir los efectos ambientales negativos, y también en las regulaciones legales para la instalación de paneles solares que impidan el establecimiento en determinadas zonas por inconvenientes de espacio, ya sea porque entran en conflicto con zonas agropecuarias o productivas, o porque quitan belleza a un paisaje (Hernandez et al., 2014).



## CAPÍTULO II - Características del estudio

### 2.1 - Contexto técnico y características del proyecto

#### 2.1.1 - Características de la vivienda de estudio

Como se ha mencionado en la introducción, el tema a investigar se centra en la factibilidad económica de la instalación de paneles solares para la generación de energía eléctrica en una vivienda particular de una familia, ubicada en Guaymallén, Mendoza, con el objetivo de reducir los costos mensuales de consumo energético.

En el caso de la vivienda particular analizada en el presente trabajo, corresponde a una vivienda en la que habitan dos adultos y dos niños, y no se utilizan artefactos eléctricos como: aire acondicionado, horno eléctrico, calefón/termotanque eléctrico.

Si bien muchas viviendas actualmente están dotadas con algunos de los artefactos que se excluyen en la presente investigación, se estima que en caso de que la evaluación privada del proyecto resulte conveniente para el consumo actual, también lo será para el caso de mayores niveles de consumo eléctrico.

#### 2.1.2 - Ubicación geográfica y clima de la región

Mendoza está situada en una región árida y montañosa, convirtiéndose en un excelente lugar para el aprovechamiento de la energía solar. La altitud y la claridad de su atmósfera contribuyen a reducir la dispersión de la radiación solar, maximizando la cantidad de energía que se puede captar.

Con un clima semiárido, cielos mayormente despejados y un promedio anual de 300 días de sol, se garantiza una disponibilidad constante de luz solar optimizando el rendimiento de los paneles solares (Climate-Data.org, s. f.).

Por otro lado, fenómenos meteorológicos presentes en la provincia como el viento “zonda” pueden generar polvo que afecten el correcto funcionamiento de los paneles solares, lo que requiere mantenimiento adicional para mantener la eficiencia de los mismos.

#### 2.1.3 - Consideraciones técnicas para la instalación de paneles solares

En los sistemas fotovoltaicos, la orientación (acimut) y la inclinación (beta) de los paneles solares son parámetros fundamentales que determinan la eficiencia con la que se



capta la radiación solar. Estos ángulos influyen directamente en la cantidad de energía generada, al afectar el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la superficie del panel.

El ángulo acimut ( $Az$ ) se define como el ángulo horizontal entre el norte geográfico y la proyección del sol sobre el plano horizontal. Se mide en sentido horario desde el norte ( $0^\circ$ ) hacia el este ( $90^\circ$ ), sur ( $180^\circ$ ) y oeste ( $270^\circ$ ). En el hemisferio sur, la orientación óptima para los paneles es hacia el norte geográfico, lo que corresponde a un acimut de  $0^\circ$ , para maximizar la captación solar a lo largo del año.

El ángulo beta ( $\beta$ ), también llamado ángulo de inclinación, es el ángulo entre el plano del panel solar y la horizontal. Este valor determina la cantidad de radiación solar que incide perpendicularmente sobre el panel. Un ángulo de inclinación adecuado maximiza la irradiancia recibida y, por lo tanto, la producción eléctrica.

Una regla práctica para instalaciones fijas es tomar el valor de  $\beta \approx |\text{latitud}|$  como una aproximación óptima anual (Sun Fields Europe, s.f.-a). Si la ubicación geográfica de la propiedad es  $32^\circ 51' 58''$  Sur y  $68^\circ 47' 31''$  Oeste entonces, la inclinación óptima anual será aproximadamente:

$$\beta_{\text{óptima}} \approx |\phi| = 32,87^\circ$$

Si se desea ajustar estacionalmente la inclinación para optimizar aún más la captación, se pueden aplicar las siguientes aproximaciones:

- Invierno:  $\beta_{\text{invierno}} \approx |\phi| + 15^\circ = 32,87^\circ + 15^\circ = 47,87^\circ$
- Verano:  $\beta_{\text{verano}} \approx |\phi| - 15^\circ = 32,87^\circ - 15^\circ = 17,87^\circ$

Estos valores permiten adaptar el sistema según la época del año, aunque en la mayoría de las instalaciones residenciales o comerciales se utiliza un ángulo fijo para reducir costos y simplificar la estructura.

Si bien es importante apuntar a una orientación e inclinación óptima, desviaciones moderadas no generan grandes pérdidas:

- Una desviación de hasta  $\pm 15^\circ$  en beta o acimut resulta en pérdidas menores al 5% en la generación anual.
- Desviaciones mayores ( $\pm 20^\circ$ ) pueden provocar hasta un 10% de pérdida.
- Una orientación completamente al este u oeste puede implicar pérdidas del 15–20%, aunque puede adaptarse a ciertos perfiles de consumo.

Esto justifica que muchas instalaciones utilicen estructuras fijas con inclinación promedio, priorizando la simplicidad y el costo-beneficio. Una correcta selección de la



orientación, la inclinación y el tipo de panel solar permite maximizar la eficiencia del sistema fotovoltaico. Si bien las condiciones ideales se logran con ajustes precisos, las pérdidas por desviaciones moderadas son bajas, por lo que muchas instalaciones priorizan un diseño estructural sencillo, estable y económicamente viable.

#### 2.1.4 - Tipos de paneles solares a considerar

Existen distintos tipos de paneles solares, entre los cuales se destacan los monocristalinos y los policristalinos.

Los paneles **monocristalinos** están fabricados a partir de un único cristal de silicio puro, que se corta en delgadas obleas. Se caracterizan por su color negro y su alta eficiencia, ya que son capaces de absorber una mayor cantidad de luz solar.

Por otro lado, los paneles **policristalinos** son los más comúnmente utilizados debido a su menor costo. En lugar de estar compuestos por un solo cristal, se fabrican a partir de múltiples fragmentos de silicio que se funden y solidifican conjuntamente. Aunque su eficiencia es ligeramente inferior a la de los monocristalinos, representan una opción económicamente atractiva para muchos proyectos.

En la siguiente tabla se pueden encontrar las principales características de los ambos tipos de paneles:

**Tabla 1: Comparación de tipo de paneles**

Característica	Monocristalino	Policristalino
Eficiencia	17% - 22%	16% - 18%
Costo de fabricación	Más elevado	Más bajo
Duración promedio estimada	30 años	25 años
Degradación	Lenta	Más rápida

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de Sun Fields Europe (SFE-Solar)

Los paneles monocristalinos son preferidos cuando el espacio es limitado o se busca mayor rendimiento, mientras que los policristalinos representan una opción más económica en instalaciones con amplio espacio disponible.

En cuanto al comportamiento ante la sombra, en el presente estudio (dada la ubicación de la vivienda) no se han considerado pérdidas de este tipo, dado que la propiedad no posee árboles ni edificios cercanos que proyecten sombra sobre los paneles en ningún momento del día.

### 2.1.5 - Producción de energía solar y vida útil de los paneles

Para el cálculo de la potencia eléctrica generada por los paneles solares, se emplea el Calculador Solar<sup>3</sup> provisto por la Secretaría de Energía de la Nación, organismo dependiente del Ministerio de Hacienda.

Este simulador permite configurar diversos parámetros de la instalación, tales como la cantidad de paneles, la potencia individual de cada uno, el cargo variable por energía y el consumo eléctrico mensual.

Seleccionando una provincia determinada, la herramienta proporciona los ángulos óptimos de instalación para maximizar la eficiencia del sistema. De acuerdo al simulador y lo detallado en la sección [2.1.3](#), los ángulos recomendados para la ubicación de la vivienda son:

- Orientación del panel respecto al norte (Acimut  $\alpha$ ): 0°
- Inclinación ( $\beta$ ): 35°

Con estos valores se estima la producción energética de cada panel<sup>4</sup> para cada mes del año, detallada en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Producción energética por panel**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kWh	69.4	60.0	62.8	53.4	45.5	37.7	41.6	49.2	53.2	64.5	66.2	69.5

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Calculador Solar.

La vida útil de un panel solar se define como el período durante el cual el dispositivo es capaz de generar al menos el 80 % de su capacidad de producción original. Generalmente, esta se estima entre 25 y 30 años, dependiendo de la calidad del panel y de las condiciones de operación (Sun Fields Europe, s.f.-b).

Por otro lado, la tasa de degradación representa la disminución anual en el rendimiento del panel. En condiciones óptimas, los paneles solares presentan una degradación media del 0,5 % por año, valor que se adopta en este trabajo para estimar la pérdida de eficiencia a lo largo del tiempo.

Cabe destacar que los paneles de alta calidad pueden experimentar una degradación inferior a la mencionada, mientras que aquellos de menor calidad pueden

<sup>3</sup> La herramienta “Calculador solar” puede consultarse en la Secretaría de Energía, Ministerio de Economía, Argentina. (s.f.). Calculador solar. <https://calculadorsolar.energia.gob.ar/calculador>

<sup>4</sup> El panel solar utilizado en esta investigación tiene una potencia nominal de 400W.

alcanzar tasas de hasta el 1 % anual. Asimismo, diversos factores inciden en el ritmo de degradación, tales como las condiciones ambientales, la correcta instalación y mantenimiento del sistema, y la tecnología utilizada en la fabricación de los módulos.

### **2.1.6 - Consideraciones para la inyección de energía a la red**

Para poder vender la energía excedente generada por instalación solar, un profesional apto debe realizar un estudio técnico donde se presentan las características del sistema ante el ente regulador (EPRE). En el mismo, se detallan la capacidad del sistema y las medidas de seguridad implementadas que garanticen que el sistema no entregará energía a la línea cuanto ésta ha sido desconectada para realizar tareas de mantenimiento, a modo de ejemplo.

Una vez aprobado el estudio técnico, se debe completar y presentar el formulario de conexión. Completado este paso, la empresa proveedora de energía realiza una verificación del sistema ya instalado y procede a cambiar el medidor de energía ubicado al ingreso del domicilio por uno bidireccional. A partir de ese momento, la energía generada y volcada a la red comenzará a representar una ganancia para el proyecto. El proceso completo puede llevar alrededor de seis a ocho meses en total, esto considerando el trámite express que posee la Municipalidad de Guaymallén, estos tiempos pueden ser distintos en otros departamentos. Los formularios pueden consultarse en los [anexos](#) de esta investigación.

## **2.2 - Objetivos del estudio**

### **2.2.1 - Objetivo general**

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar la viabilidad económica, desde una perspectiva privada, de instalar paneles solares en el techo de una vivienda particular con el propósito de generar energía a partir de la radiación solar, contribuyendo así a la reducción de los costos asociados al consumo de electricidad.

Además, desde una perspectiva social, este proyecto presenta un impacto positivo en términos de externalidades, al contribuir a la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, promoviendo un modelo energético más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.



### 2.2.2 - Objetivos específicos

El primer objetivo se centra en analizar la relación entre el costo de la electricidad y la rentabilidad del proyecto. Esto implica determinar la tarifa eléctrica mínima que haría viable la instalación de paneles solares, considerando el patrón de consumo actual de energía eléctrica del hogar.

Como segundo objetivo específico, se busca identificar el consumo eléctrico mínimo necesario para justificar la inversión en el sistema fotovoltaico, tomando como referencia las tarifas eléctricas vigentes. Este análisis permitirá establecer un límite clave que facilite la toma de decisiones tanto a nivel individual como en el diseño de políticas públicas de incentivo.

El tercer objetivo consiste en realizar un análisis de sensibilidad de las principales variables del proyecto, con el fin de identificar los valores críticos o umbrales que influyen significativamente en su rentabilidad. Este análisis permitirá evaluar la robustez del proyecto frente a posibles variaciones en los parámetros clave y aportar información valiosa para la toma de decisiones.

## 2.3 - Indicadores de rentabilidad del estudio

Los indicadores de rentabilidad son herramientas fundamentales para la evaluación económica de proyectos, permitiendo determinar la factibilidad económica de los mismos. En este apartado se explicarán brevemente aquellos que son de interés a este estudio.

### 2.3.1 - Valor actual neto (VAN)

El VAN es la suma algebraica de los beneficios netos del proyecto debidamente actualizados utilizando la tasa de descuento relevante (Botteon, 2011).

Si la tasa de costo de oportunidad de los fondos o tasa de descuento relevante para el inversor es constante a través del tiempo, la fórmula general para el cálculo del VAN es:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t},$$

donde  $BN_t$  es el beneficio neto correspondiente al momento  $t$  de la vida del proyecto;  $r$  es la tasa de descuento por período; y  $n$  es el momento final de la vida del proyecto.

Conceptualmente, el VAN es el valor actual del cambio en riqueza que tendrá el



inversionista debido a la ejecución del proyecto, es decir, la diferencia entre la riqueza en la situación con proyecto y la riqueza en la situación sin proyecto.

Un VAN positivo indica que el proyecto generará beneficios superiores a los costos, lo que lo hace económicamente viable. Por el contrario, un VAN negativo sugiere que no es económicamente conveniente ejecutar el proyecto.

### 2.3.2 - Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR es un indicador que mide la rentabilidad promedio anual que genera un proyecto, expresado en términos porcentuales. Es el valor de la tasa de descuento que iguala a cero el VAN del proyecto:

$$\sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

La TIR se interpreta como la tasa máxima que el proyecto puede soportar para cubrir el costo del capital sin incurrir en pérdidas.

En caso de que la TIR sea mayor a la tasa de descuento “r” o costo de oportunidad del capital, se considera que el proyecto es conveniente, caso contrario no lo es.

### 2.3.3 - Otros indicadores relevantes

Según Ferrá y Botteon (2017), el período de recuperación de la inversión (PRI) se define como el momento k de la vida del proyecto para el cual la suma de los valores actuales de los beneficios netos generados por el proyecto hasta ese momento es igual a cero:

$$\sum_{t=0}^k \frac{BN_t}{(1 + r)^t} = 0$$

Si bien no se considera un indicador de rentabilidad y no se puede utilizar aisladamente para decidir, es importante tenerlo en cuenta en un contexto político-económico con incertidumbre como es el de Argentina. Un indicador muy alto puede inducir a quien realiza la inversión a reconsiderar hacerlo.



## CAPÍTULO III - Análisis legal y de mercado

### 3.1 - Marco normativo y legal

#### 3.1.1 - Regulaciones nacionales y provinciales

La Ley 27.424 de Argentina, conocida como la Ley de Generación Distribuida de Energías Renovables, fue promulgada en diciembre de 2017. Su objetivo principal es promover y regular la generación de energía renovable por parte de los usuarios finales en su propio lugar, permitiendo que el excedente de energía pueda inyectarse a la red eléctrica.

Entre los puntos principales de esta ley se pueden mencionar:

- *Generación Distribuida*: permite a los usuarios finales instalar sistemas de generación de energía renovable para autoconsumo y venta de excedente de energía a la red.
- *Balance Neto*: los usuarios reciben una “compensación” por la energía que aportan a la red eléctrica, lo que ayuda a reducir el importe a abonar en su factura eléctrica.
- *Incentivos Fiscales*: establece beneficios fiscales y mecanismos de financiamiento para incentivar estos sistemas de energía renovable.
- Crea un fondo de fomento (FODIS) para facilitar el financiamiento de proyectos y apoyar el desarrollo de esta tecnología.

En Mendoza, la Ley de Generación Distribuida 9084, ha sido pionera en la modificación del servicio público de distribución de energía eléctrica, permitiendo el desarrollo de más inversiones en energías verdes, y la posibilidad de que los usuarios finales inyecten energía a la red.

#### 3.1.2 - Incentivos y subsidios disponibles

El gobierno de Mendoza lanzó un programa de financiamiento dirigido a pequeñas y medianas empresas (PYMEs) para la instalación de sistemas solares. Los créditos pueden alcanzar hasta un 80% de la inversión, con montos de hasta 120 millones de pesos, con una tasa de interés baja y plazos de devolución de hasta 48 meses, con 6 meses de gracia.

En una fase posterior, se prevé que el gobierno extienda los incentivos a usuarios residenciales, particularmente aquellos que pagan tarifas plenas (segmento N1). Esto forma

parte de una estrategia para fomentar la generación distribuida de energía.

En lo que concierne al objetivo directo de este trabajo, la municipalidad de Guaymallén cuenta con un trámite exprés para ser usuario generador de energía, aplicable a Pymes, comercios y hogares residenciales. El mismo puede iniciar de manera online y debe incluir entre otras cosas el plano fotovoltaico y la boleta de pago del certificado profesional<sup>5</sup>.

Al igual que sucede en otras partes del mundo, es de esperar que con el avance tecnológico y las preocupaciones acerca del cambio climático, cada vez se tomen medidas similares a estas no solo a nivel nacional y provincial, sino también municipal.

## 3.2 - Consumo y costo de la energía eléctrica en Mendoza

### 3.2.1 - Categorías de consumidores

Dentro del cuadro tarifario provisto por el EPRE<sup>6</sup>, el caso bajo investigación se encuadra dentro del régimen *Tarifa T1* - Pequeñas demandas (potencias de hasta 10 kW).

Dentro de este régimen tarifario, se pueden determinar tres categorías de consumidores de acuerdo al volúmen de consumo:

- Residencial 1 (R1) hasta 299 kWh/Bimestre.
- Residencial 2 (R2) entre 300 y 599 kWh/Bimestre.
- Residencial 3 (R3) mayor o igual a 600 kWh/Bimestre.

Es posible que en un bimestre determinado el consumo se ubique dentro de la categoría R1, y que en el bimestre siguiente supere dicho umbral, ubicándose, por ejemplo, en la categoría R2. En tal caso, el proveedor aplicará la tarifa correspondiente al nuevo bloque de consumo del período en cuestión, es decir, la tarifa plena de la categoría R2.

A su vez, dentro de esta categoría se pueden encontrar tres subcategorías adicionales de acuerdo al subsidio focalizado<sup>7</sup> recibido:

---

<sup>5</sup> Municipalidad de Guaymallén. (s.f.). ***Guaymallén ofrece trámite exprés para ser usuario generador y ahorrar hasta 35% en luz: cómo gestionarlo.***

<https://www.guaymallen.gob.ar/guaymallen-ofrece-tramite-expres-para-ser-usuario-generador-y-ahorrar-hasta-35-en-luz-como-gestionarlo/>

<sup>6</sup> Ente Provincial de Regulación Eléctrica de Mendoza

<sup>7</sup> Las condiciones de aplicación para cada nivel pueden consultarse en: Gobierno de Argentina. (s.f.). Subsidios a la energía. <https://www.argentina.gob.ar/subsidios>



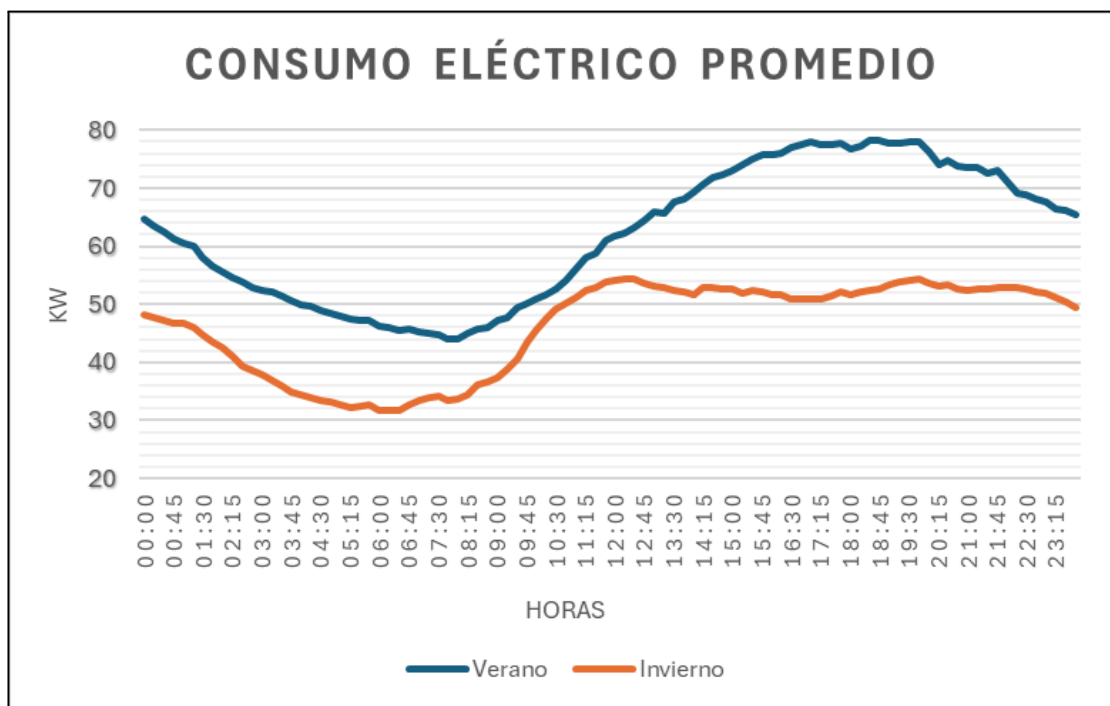
- Nivel de ingresos altos (N1).
- Nivel de ingresos bajos (N2).
- Nivel de ingresos medios (N3).

### 3.2.2 - Curvas de consumo

Para estimar el porcentaje de consumo eléctrico que puede ser cubierto por los paneles solares —y, en consecuencia, el ahorro generado al no depender de la red eléctrica—, es fundamental conocer previamente las curvas de consumo eléctrico promedio de un hogar. Estas curvas permiten identificar qué proporción del consumo diario coincide con las horas de producción fotovoltaica, lo que determina el potencial de ahorro al aprovechar la energía generada localmente.

A partir de los datos muestrales provistos por el EPRE (disponibles en el [Anexo 3](#)), se han graficado las curvas de consumo residenciales<sup>8</sup> correspondientes a las estaciones de invierno y verano, abarcando un ciclo diario completo:

**Gráfico 1: Consumo eléctrico promedio residencial**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos provistos por el EPRE.

<sup>8</sup> La muestra incluye viviendas con consumo de tipo residencial, aunque no es posible determinar con precisión si pertenecen a las categorías R1, R2 o R3, ni tampoco identificar si corresponden a usuarios de los niveles N1, N2 o N3.



Como es de esperarse, se observa que en ambas estaciones el consumo es relativamente elevado durante las primeras y últimas horas del día, mientras que disminuye durante la madrugada. También se puede observar que los valores absolutos de consumo eléctrico son significativamente más altos en verano que en invierno.

Durante el verano (línea azul), el consumo disminuye en las primeras horas de la madrugada y comienza a incrementarse de forma sostenida a partir de las 7:00 hs, alcanzando su punto máximo entre las 15:00 y las 18:00 hs, para luego descender gradualmente hacia la noche.

En invierno (línea naranja), el consumo también presenta su punto más bajo durante la madrugada, pero el ascenso es más suave y se estabiliza a partir del mediodía. El pico de consumo es más plano y sostenido a lo largo de la tarde y noche, lo cual reduce parcialmente la coincidencia con la franja de producción solar.

### 3.2.3 - Costo de la energía recibida

A través del cuadro tarifario publicado por el Ente Provincial Regulador de la Energía (EPRE), así como por las empresas distribuidoras de energía, es posible conocer los valores que los usuarios abonarán por la energía eléctrica suministrada en los hogares.

Para el desarrollo del presente trabajo se toma como referencia el Cuadro Tarifario N.º 053/2025<sup>9</sup>. A continuación, se detallan los valores correspondientes a la energía recibida para las categorías residenciales R1, R2 y R3:

**Cuadro 1: Cuadro tarifario categoría R1**

Residencial 1 (Hasta 299 kWh/Bim)					
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Electrodependientes por cuestiones de salud
Cargo Fijo	\$/Bim	6279,200	6279,200	6279,200	6279,200
Cargo Variable	\$/kWh	199,7011	199,7011	199,7011	199,7011
Facturación Mínima: 45 kWh/Bim					

**Fuente:** Cuadro Tarifario N.º 053/2025 publicado por Edemsa

<sup>9</sup> El Cuadro Tarifario N.º 053/2025 está disponible en: EDEMSA. (2025, abril 24). Cuadro Tarifario N.º 053/2025.

<https://www.edemsa.com/wp-content/uploads/2025/04/CT-Los-Andes-publica-24-04-2025.pdf>



**Cuadro 2: Cuadro tarifario categoría R2**

Residencial 2 (entre 300 y 599 kWh/Bim)						
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3 base hasta 500 kWh bim	Nivel 3 excedente	Electrodependientes por cuestiones de salud
Cargo Fijo	\$/Bim	6457,808	6457,808	6457,808	6457,808	6457,808
Cargo Variable	\$/kWh	192,9447	192,9447	192,9447	192,9447	192,9447

**Fuente:** Cuadro Tarifario N.º 053/2025 publicado por Edemsa

**Cuadro 3: Cuadro tarifario categoría R3**

Residencial 3 (Mayor o igual a 600 kWh/Bim)							
		Nivel 1	Nivel 2 Base hasta 700 kWh bim	Nivel 2 Excedente	Nivel 3 Base hasta 500 kWh bim	Nivel 3 Excedente	Electrodependientes por cuestiones de salud
Cargo Fijo	\$/Bim	36804,217	36804,217	36804,217	36804,217	36804,217	36804,217
Cargo Variable	\$/kWh	173,0436	173,0436	173,0436	173,0436	173,0436	173,0436

**Fuente:** Cuadro Tarifario N.º 053/2025 publicado por Edemsa

### 3.2.4 - Valor de la energía volcada a la red

A continuación, se presentan también los valores correspondientes al esquema de energía distribuida, es decir, la inyección de energía a la red proveniente de los paneles solares que no es consumida directamente por el usuario. En este caso, se modifican los cargos variables asociados a la energía recibida (ER), y se incorporan los valores correspondientes a la energía volcada (EV) a la red:

**Cuadro 4: Cuadro tarifario categoría R1 - Energía distribuida**

Residencial 1 (Hasta 299 kWh/Bim)				
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Cargo Fijo	\$/Bim	6279,200	5989,574	6050,993
C. Var. General ER	\$/kWh	122,4142	107,4592	110,6306
C. Var. ER	\$/kWh	77,2869	28,0417	39,0890
C. Var. EV	\$/kWh	77,2869	28,0417	39,0890
Facturación Mínima: 45 kWh/Bim				

**Fuente:** Cuadro Tarifario N.º 053/2025 publicado por Edemsa



**Cuadro 5: Cuadro tarifario categoría R2 - Energía distribuida**

<b>Residencial 2 (Entre 300 y 599 kWh/Bim)</b>			
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Cargo Fijo base (*) \$/Bim	6457,808	5699,139	5860,023
Cargo Fijo exced. (**) \$/kWh	6457,808	5699,139	6457,808
Cargo Variable General ER base (*) \$/kWh	115,6628	104,2851	106,6979
Cargo Variable General ER exced. (**) \$/kWh	115,6628	104,2851	115,6628
Cargo Variable ER hasta 500 kWh bim \$/kWh	77,2819	28,0402	39,0867
Cargo Variable EV hasta 500 kWh bim \$/kWh	77,2819	28,0402	39,0867
Cargo Variable ER más de 500 kWh bim \$/kWh	77,2819	28,0402	77,2819
Cargo Variable EV más de 500 kWh bim \$/kWh	77,2819	28,0402	77,2819

**Fuente:** Cuadro Tarifario N.º 053/2025 publicado por Edemsa

**Cuadro 6: Cuadro tarifario categoría R3 - Energía distribuida**

<b>Residencial 3 (Mayor igual a 600 kWh/Bim)</b>			
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Cargo Fijo base (*) \$/Bim	36804,217	30667,278	31968,688
Cargo Fijo exced. (**) \$/kWh	36804,217	36804,217	36804,217
Cargo Variable General ER base (*) \$/kWh	95,7572	90,2219	91,3957
Cargo Variable General ER exced. (**) \$/kWh	95,7572	95,7572	95,7572
Cargo Variable ER hasta 500 kWh bim \$/kWh	77,2864	28,0416	39,0888
Cargo Variable EV hasta 500 kWh bim \$/kWh	77,2864	28,0416	39,0888
Cargo Variable ER más de 500 y hasta 700 kWh bim \$/kWh	77,2864	28,0416	77,2864
Cargo Variable EV más de 500 y hasta 700 kWh bim \$/kWh	77,2864	28,0416	77,2864
Cargo Variable ER más de 700 kWh bim \$/kWh	77,2864	77,2864	77,2864
Cargo Variable EV más de 700 kWh bim \$/kWh	77,2864	77,2864	77,2864

**Fuente:** Cuadro Tarifario N.º 053/2025 publicado por Edemsa

El valor de EV corresponde al mismo monto que el distribuidor paga a una empresa generadora, ya que, desde su perspectiva, adquirir energía de los usuarios finales no debería implicar un costo superior al de comprarla directamente a los generadores tradicionales (CAMMESA).

Los valores empleados para la evaluación del proyecto serán especificados en secciones posteriores.

### **3.3 - Análisis de mercado**

#### **3.3.1 - Oferta y demanda de energía solar**

Desde marzo de 2015 hasta septiembre de 2024 existen registrados en la Provincia de Mendoza 758 usuarios/generadores (Ente Provincial de Regulación Eléctrica, 2024) - de los cuales 483 son usuarios residenciales y 275 son usuarios comerciales e industriales - con una potencia total fotovoltaica solicitada para el periodo 2016/2024 de 16,935 MW (de la cual 2,452 MW corresponden a usuarios residenciales y 14,483 MW corresponden a usuarios comerciales e industriales).

La cantidad de usuarios generadores se ha ido incrementando fuertemente principalmente a partir del 2019, con más de 100 nuevos usuarios en promedio por año. Los departamentos de Luján de Cuyo, Maipú, San Rafael, Guaymallén, Capital y Godoy Cruz, concentran el 73,2% de usuarios generadores de la provincia.

Tras la quita de subsidios y suba de las tarifas eléctricas en los primeros meses de 2024, los medios señalan que el interés por la instalación de paneles y termotanques solares aumentó un 50%, no solo en el sector residencial, sino también industrial y agro (Los Andes, 2024).

#### **3.3.2 - Evolución de los costos de tecnología fotovoltaica**

En la última década, los costos de generación de energía solar fotovoltaica han disminuido significativamente, consolidándose como una de las fuentes de energía más competitivas a nivel mundial. Según el informe de IRENA (2020), entre 2010 y 2019 el costo nivelado de electricidad para proyectos solares fotovoltaicos a gran escala se redujo en un 82%, impulsado principalmente por una baja del 90 % en los precios de los módulos solares y una disminución cercana al 80 % en los costos de instalación. Esta tendencia descendente ha sido posible gracias a avances tecnológicos, economías de escala, mayor competencia en las cadenas de suministro y una creciente experiencia en el desarrollo e implementación de estos proyectos.

Durante 2019, el costo promedio global de generación de energía solar fotovoltaica a escala industrial alcanzó los 0.068 USD/kWh, lo que representó una disminución del 13% con respecto al año anterior.

Estas reducciones no solo evidencian el creciente atractivo económico de la energía solar frente a las fuentes fósiles, sino que también refuerzan su papel central en la

transición energética global. IRENA señala que el reemplazo de aproximadamente 500 GW de capacidad instalada en plantas de carbón poco eficientes por generación renovable (principalmente solar y eólica terrestre) podría generar un ahorro anual de entre 12.000 y 23.000 millones de dólares, además de contribuir significativamente a la reactivación económica global, con un impacto estimado de hasta 940.000 millones de dólares. En este contexto, la energía solar emerge como una herramienta clave para alcanzar los objetivos de sostenibilidad y descarbonización, al tiempo que promueve beneficios económicos concretos.

### **3.3.3 - Proveedores de equipamiento de generación de energía solar en Mendoza**

Como se mencionó anteriormente, el incremento en las tarifas eléctricas y la creciente preocupación por el cuidado del medio ambiente no solo han generado un aumento sostenido en la demanda de soluciones energéticas a nivel global, sino que también han impulsado la aparición de numerosos comercios especializados en la provisión e instalación de sistemas de energía renovable.

Una simple búsqueda en plataformas de comercio electrónico o motores de búsqueda permite comprobar la vasta oferta de proveedores de equipos de energía solar disponibles en el mercado. Asimismo, la apertura de las importaciones ha ampliado significativamente las posibilidades de comparación en términos de precios y calidad, tanto frente a proveedores locales como internacionales.

Esta tendencia evidencia un crecimiento sostenido en el número de comercios dedicados al rubro, los cuales ofrecen una amplia variedad de productos que varían según su potencia y la calidad de los materiales empleados. En el Gran Mendoza, por ejemplo, se pueden identificar al menos una veintena de locales físicos orientados a la comercialización de este tipo de equipamiento.

Dado que los presupuestos proporcionados por los distintos proveedores de sistemas de energía solar consultados eran muy similares entre sí, se optó por seleccionar el de mayor costo, con el objetivo de adoptar un enfoque prudente en la estimación de los costos y así contemplar un escenario más pesimista.

## CAPÍTULO IV - Costos y beneficios del proyecto

### 4.1 - Costos del proyecto

En el presente capítulo se detallan los costos asociados a los elementos considerados para la instalación y el mantenimiento del sistema de energía solar, los cuales se encuentran dentro del marco de una instalación ONGRID<sup>10</sup>.

#### 4.1.1 - Costos de inversión inicial

Dentro de los costos para la instalación del sistema se pueden mencionar los siguientes elementos:

- **Inversor:** su función principal es convertir la corriente continua (CC) generada por los paneles solares en corriente alterna (CA), que es el tipo de electricidad utilizada por la mayoría de los electrodomésticos y sistemas eléctricos en hogares y empresas.

Además, muchos inversores modernos también monitorizan el rendimiento del sistema, optimizan la producción de energía y garantizan la seguridad de la instalación, cortando el suministro eléctrico en caso de fallos. En los sistemas conectados a la red, el inversor también permite sincronizar la energía generada con la red eléctrica pública, e incluso inyectar excedentes cuando el sistema está habilitado para generación distribuida.

Para el caso de esta investigación se considera un *Inversor FV Growatt Monofásico 1 MPPT de 2000W*.

- **Paneles solares:** son los módulos diseñados para convertir la energía solar en electricidad. El panel considerado en esta investigación, *Panel Solar Fotovoltaico Mono Perc Amerisolar de 108 celdas - 400Wp*, utiliza tecnología monocristalina PERC, que mejora la captación de luz y el rendimiento en condiciones de baja radiación.
- **Soportes:** comprende la estructura para realizar el montaje de los paneles en la vivienda.

---

<sup>10</sup> Sistema de instalación solar interconectado a la red eléctrica pública, que utiliza energía de la red o de los paneles según la demanda, e incluso puede inyectar el excedente de producción de los paneles a la red.

- **PowerMeter:** es un dispositivo que evita que el excedente de energía solar se inyecte al sistema eléctrico público. Solo debe ser considerado en caso de que se decida no inyectar energía a la red pública.
- **Mano de obra:** corresponde al costo del proveedor de colocar todo el sistema para que pueda ser utilizado en óptimas condiciones. En el flujo de fondo se diferenciará entre mano de obra fija y variable (dependiendo de la cantidad de paneles instalados).
- **Cableado:** corresponde al costo de cables para poder realizar la instalación.
- **Gestión de habilitación para venta de energía:** corresponde a los trámites y autorizaciones necesarias ante organismos regulatorios para que un usuario-generador pueda inyectar y comercializar excedentes de energía en la red eléctrica.
- **Honorarios:** corresponden a la remuneración del ingeniero encargado de la inspección de obra y de la gestión del proceso de habilitación para la venta de energía.

#### 4.1.2 - Costos operativos

Dentro de los costos operativos se tendrá en cuenta la limpieza de los paneles solares, siendo una tarea esencial para mantener su eficiencia, ya que la acumulación de polvo, hojas o suciedad puede reducir significativamente su rendimiento.

Aunque no es una actividad que se deba realizar con demasiada frecuencia, se recomienda hacerla al menos una o dos veces al año, dependiendo de las condiciones ambientales del lugar.

En este caso particular, se considerará un costo de limpieza trimestral. No obstante, este monto podría reducirse si el propio usuario lleva a cabo dicha tarea. Asimismo, si el mantenimiento es realizado por el usuario, puede contemplarse un posible costo de oportunidad, dado que el tiempo invertido en estas actividades podría haberse destinado a otras tareas o actividades.

## 4.2 - Beneficios del proyecto

### 4.2.1 - Ahorro en costo de energía

La instalación de paneles solares permite una reducción significativa en el gasto mensual por consumo eléctrico, ya que gran parte de la energía utilizada proviene del propio sistema fotovoltaico. Este ahorro se traduce en una disminución constante en las facturas de electricidad, lo que contribuye a una recuperación progresiva de la inversión inicial.

A través de datos muestrales acerca del consumo residencial de electricidad provistos por el EPRE (sección [3.2.2](#)) se puede estimar el consumo eléctrico aproximado que un usuario puede obtener de los paneles solares en detrimento de la red eléctrica, dependiendo de cuán alineado esté el consumo eléctrico a las horas de producción de los paneles. En general, se estima que el consumo eléctrico obtenido de los paneles se encuentra entre un 30% - 40% del total de consumo del hogar. Es por ello que es frecuente observar afirmaciones que indican que la instalación de paneles pueden generar un ahorro de un 35% en la factura eléctrica.

Teniendo en cuenta que un panel tiene un rendimiento máximo de generación diaria de entre 5 a 6 horas, se toma como referencia que dichas horas se encuentran entre las 11am hasta las 17pm. De acuerdo a las curvas de consumo anteriormente vistas, el porcentaje del consumo eléctrico total representado en estas horas es en promedio un 30%, tanto en verano como en invierno. Es decir que en promedio, un 70% del consumo eléctrico se obtendrá de la red y un 30% de los paneles. Es importante mencionar que dicho porcentaje puede variar en caso de una vivienda en que el consumo tenga una mayor concentración en este horario, o también en caso de suponer un rango de producción de los paneles un poco más amplio, adoptando un criterio más optimista a la hora del cálculo del ahorro.

#### 4.2.1.1 - Supuestos y metodología de cálculo

Tanto en el escenario con proyecto como en el escenario sin proyecto, se considerará la categoría general T1 -pequeñas demandas sin subsidios del Estado nacional-,



específicamente la subdivisión Nivel 1 (N1)<sup>11</sup>, que implica el pago de la tarifa plena sin subsidios. Dependiendo del nivel de consumo, la facturación podrá encuadrarse en las categorías Residencial 1, 2 o 3 (R1, R2 o R3).

Para estimar el consumo eléctrico en la situación con proyecto, debe considerarse el porcentaje del consumo total que será abastecido por los paneles solares, correspondiente al 30% mencionado previamente. En este sentido, el consumo final utilizado para el cálculo de la facturación estimada será igual a la diferencia entre el consumo total y el aporte de los paneles<sup>12</sup>.

Para estimar el ahorro en el consumo eléctrico, se calculará la facturación proyectada para ambos escenarios, considerando tanto los componentes fijos como variables, así como los impuestos correspondientes, conforme a los valores establecidos en los cuadros de la sección [3.2.3](#). La diferencia entre ambas estimaciones refleja el ahorro real en la factura eléctrica.

$$\text{Ahorro en consumo} = \text{Fact. Est. sin Proyecto} - \text{Fact. Est. con Proyecto}$$

El cálculo de la facturación estimada se resume como la suma algebraica de los siguientes componentes:

**Tabla 3: Variables de cálculo de facturación eléctrica**

Facturación Estimada		Cálculo
Cargo Fijo (CF)		Valor Fijo de acuerdo a consumo Bim / 2
Cargo Variable (CV)		Consumo Total * Tarifa Variable \$kWh
Impuestos Provinciales (IP)	3.09%	(CF + CV) * 3.09%
IVA	21%	(CF + CV + IP) * 21%
Sobretasa Provincial (SP)	3%	(CF + CV) * 3%
Tasa Fiscal (TF)	1.50%	(CF + CV + IP) * 1.5%
CCCE	9%	(CF + CV + IP) * 9%

**Fuente:** Elaboración propia en base a factura eléctrica de Edemsa

En la situación con proyecto, un mayor ahorro en el consumo puede implicar una modificación en el esquema de cargos fijos y variables respecto a la situación sin proyecto.

<sup>11</sup> La decisión de utilizar la subdivisión N1 para el análisis responde a la necesidad de evitar posibles distorsiones ocasionadas por la aplicación de subsidios.

<sup>12</sup> Es importante señalar que el porcentaje de consumo cubierto por los paneles solares está limitado por la capacidad máxima de generación de los mismos.

Por ejemplo, el usuario podría pasar de una tarifa R2 a una R1, lo que incrementaría la diferencia de ahorro reflejada en la factura de electricidad.

#### **4.2.2 - Posibles ingresos por venta de energía**

Cuando el sistema genera más energía de la que se consume, este excedente puede inyectarse a la red eléctrica, lo que representa el esquema de venta de energía distribuida. Esto permite al usuario recibir una compensación o crédito en su factura, generando ingresos adicionales y permitiendo acortar el tiempo de recuperación de la inversión.

Inicialmente se analizará el caso sin inyección de energía a la red, y luego el caso en que si se vende energía excedente.

##### **4.2.2.1 - Supuestos y metodología de cálculo**

A partir del punto anterior, el cálculo de la energía vendida se determina como la diferencia entre la producción total generada por los paneles solares y el porcentaje destinado al autoconsumo. Este resultado se multiplica por el precio de venta de la energía establecido en la sección [3.2.4](#) (Cargo Variable de Energía Volcada).

$$\text{Venta de Energía.} = (\text{Producc. Total} - \text{Autoconsumo}) * (\$kWh E. Volc.)$$

#### **4.2.3 - Valor residual de la inversión**

Bajo un criterio conservador aplicado en la estimación de ingresos, el análisis contempla únicamente el valor residual del panel fotovoltaico, descartando el recupero de valor de la estructura de soporte asociada y del resto de los componentes (inversor, power meter, cableado).



## CAPÍTULO V - Flujo de fondos

### 5.1 - Estructura y supuestos del flujo de fondos

#### 5.1.1 - Período de análisis

El horizonte temporal considerado es de 15 años. Esta elección responde, por un lado, a criterios técnicos asociados a la vida útil promedio del inversor fotovoltaico, componente clave en un sistema de generación solar, cuya duración estimada se encuentra generalmente entre los 10 y 15 años. Aunque los paneles solares poseen una vida útil mayor, que puede oscilar entre 20 y 25 años, se optó por limitar el análisis a los primeros 15 años para enfocar la evaluación en el período de mayor rendimiento energético y eficiencia del sistema.

Durante estos primeros 15 años, tanto la producción energética como la rentabilidad económica del sistema fotovoltaico se encuentran en su fase más favorable, dado que las pérdidas por degradación de los módulos solares aún son reducidas y el inversor opera en condiciones óptimas. De esta manera, se asegura una estimación conservadora pero realista, que refleja el comportamiento del sistema en su etapa más representativa en términos de generación y retorno de inversión.

Si bien el análisis se realiza con datos de producción y variables económicas mensuales, los resultados se presentan como un resumen anual con el objetivo de facilitar su interpretación, comparación y evaluación a lo largo del tiempo.

#### 5.1.2 - Estructura de consumo eléctrico

A continuación, se presenta el cuadro que describe el patrón de consumo eléctrico anual correspondiente a la vivienda tipo considerada en este estudio. Cabe recordar que en este perfil residencial no están incorporados artefactos eléctricos de alto consumo, tales como aire acondicionado, termotanque eléctrico u horno eléctrico como medio de cocina principal.

**Tabla 4: Estructura de consumo eléctrico**

	Bimestre 1		Bimestre 2		Bimestre 3		Bimestre 4		Bimestre 5		Bimestre 6	
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kWh	230.0	230.0	176.0	176.0	133.0	133.0	101.0	101.0	161.5	161.5	167.5	167.5

**Fuente:** Elaboración propia en base a factura eléctrica de Edemsa



### 5.1.3 - Producción energética de los paneles

Tal como se detalló en la sección [2.1.5](#), la capacidad de generación unitaria de cada panel solar ha sido estimada en función de parámetros técnicos estándar provistos por la Secretaría de Energía. En el análisis se contempla una degradación anual del 0,5 %, valor que representa una pérdida progresiva en la eficiencia de conversión energética del sistema a lo largo del tiempo.

Según las consultas realizadas con proveedores de sistemas de energía solar, y considerando el perfil de consumo eléctrico de la vivienda tipo analizada, se prevé una instalación inicial de cuatro paneles solares. De acuerdo a las condiciones técnicas del inversor presupuestado, puede utilizarse con un mínimo de tres paneles instalados y como máximo de siete. Este rango define los límites de escalabilidad del sistema sin necesidad de modificar el equipo inversor, permitiendo contemplar posibles ampliaciones futuras en caso de incrementos en la demanda energética, o una menor inversión en paneles en caso de necesitar.

### 5.1.4 - Valor residual de los paneles

En la sección [2.1.5](#) se indicó que la vida útil promedio de los paneles solares se encuentra en un rango de 20 a 25 años. Siguiendo el criterio conservador para la estimación de ingresos, se establece una vida útil estándar de 20 años.

El cálculo del porcentaje de uso remanente de los paneles puede obtenerse por la siguiente fórmula:

$$\text{Uso remanente \%} = [1 - (\text{Vida útil consumida} / \text{Vida útil total})] * 100$$

Dado que el horizonte temporal del estudio es de 15 años, se considera que los paneles conservarán un uso remanente del 25 % al final del período analizado.

En línea con el criterio conservador mencionado, se estima que el valor de reventa de los paneles al final del período será aproximadamente el 10% de su valor inicial.

### 5.1.5 - Unidad monetaria de referencia

Con el objetivo de facilitar la lectura, comparación y actualización del análisis en el tiempo, se ha decidido expresar los valores en dólares estadounidenses. Esta decisión se fundamenta en la inestabilidad del peso argentino, que afectado por la inflación y devaluación, dificulta la interpretación de resultados a mediano y largo plazo.

Adicionalmente, los componentes que se requieren en la instalación de un sistema solar son principalmente importados, por lo que utilizar esta moneda permitirá comparar los resultados con estudios similares realizados en otro contexto o regiones, sin necesidad de realizar ajustes por tipo de cambio o inflación.

#### **5.1.6 - Tasa de descuento**

De acuerdo al punto anterior, los valores se expresan en dólares estadounidenses a precios de mayo de 2025. Si bien se reconoce que los ingresos y costos pueden variar a lo largo del tiempo, se asume que lo harán de forma proporcional conjunta, permitiendo trabajar en términos reales.

Para estimar una tasa de descuento real, se pueden considerar instrumentos financieros en dólares accesibles y conocidos para residentes en Argentina, como las obligaciones negociables. Por ejemplo, el rendimiento anual de una obligación negociable de YPF es aproximadamente del 6,5% (YM350). Considerando que la inflación proyectada para Estados Unidos en 2025 se sitúa alrededor del 3%, esto implicaría una tasa real cercana al 3,25% anual.

En línea con lo anterior, y adoptando un enfoque exigente en la evaluación de costos, se contempla una tasa de descuento del 4% anual nominal en dólares, o su equivalente a 0,33% mensual.

#### **5.1.7 - Costos de instalación y mantenimiento**

A continuación se presentan los valores correspondientes a los costos de inversión inicial detallados en la sección [4.1.1](#):



**Tabla 5: Costos de instalación y mantenimiento**

Descripción	Precio Unitario USD
<b>Inversor FV Growatt Monofásico 1MPPT 2000W</b>	\$603.16
<b>Panel Solar Fotovoltaico Mono Perc Amerisolar 108 celdas celdas 400Wp</b>	\$156.05
<b>Soporte para panel solar de 108 celdas, de hierro zingado. Kit tornillería y anclaje</b>	\$85.47
<b>PowerMeter: opcional en caso que elija no inyectar a la red.</b>	\$405.64
<b>Mano de obra fija</b>	\$196.58
<b>Mano de obra variable (por panel)</b>	\$25.64
<b>Gestiones de habilitación: en caso de venta de energía</b>	\$170.94
<b>Honorarios Ingeniero: en caso de venta de energía</b>	\$256.41
<b>Cableado</b>	\$128.21

**Fuente:** Elaboración propia en base a presupuesto de proveedor de equipamiento

Respecto a los costos operativos mencionados en la sección [4.1.2](#), se establece un valor trimestral de mantenimiento de **USD 12.82**.

## 5.2 - Proyecto instalación de paneles solares sin venta de energía

En una primera etapa, se lleva a cabo el análisis del proyecto considerando que no se inyectará energía a la red. En cuanto a los ingresos asociados, además del valor residual de los paneles solares, únicamente se contempla el ahorro generado por la reducción en el consumo de energía.

A continuación, se detallan las variables relacionadas con los valores de la energía, provenientes de las secciones [3.2.3](#) y [3.2.4](#), que deben considerarse para el cálculo del flujo de fondos. Estas variables se aplicarán tanto a este escenario como al escenario con venta de energía:



**Tabla 6: Cargos fijos y variables de la energía eléctrica**

VARIABLES	UNIDADES	VALORES
Cargo fijo hasta 299 kw/h	USD	\$ 2.49
Cargo fijo hasta 599 kw/h	USD	\$ 2.59
Cargo fijo hasta 1000 kw/h	USD	\$ 14.89
Precio hasta 299 kw/h	USD	\$ 0.17
Precio hasta 599 kw/h	USD	\$ 0.16
Precio hasta 1000 kw/h	USD	\$ 0.15
Precio venta kw/h	USD	\$ 0.07

**Fuente:** Elaboración propia en base a Cuadro Tarifario N.º 053/2025 publicado por Edemsa

Por otra parte, en la sección [5.1.3](#) se indicó que la cantidad de paneles sugerida por los proveedores para la instalación es de cuatro unidades. Con base en este supuesto, la siguiente tabla presenta el esquema anual de producción energética de los paneles, el consumo total, el consumo cubierto por la red y por los paneles (sección [4.2.1](#)), así como el excedente disponible para la venta (concepto que no es tenido en cuenta en esta sección, pero si en la posterior):

**Tabla 7: Distribución de consumo y producción eléctrica**

VARIABLES	UNIDADES	MESSES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consumo total de electricidad	kw/h	230.0	230.0	176.0	176.0	133.0	133.0	101.0	101.0	161.5	161.5	167.5	167.5
Consumo cubierto por los paneles*	kw/h	69.0	69.0	52.8	52.8	39.9	39.9	30.3	30.3	48.5	48.5	50.3	50.3
Consumo cubierto por la red	kw/h	161.0	161.0	123.2	123.2	93.1	93.1	70.7	70.7	113.1	113.1	117.3	117.3
Producción eléctrica total de los paneles	kw/h	277.5	240.1	251.1	213.6	182.2	150.9	166.4	196.8	212.6	257.9	264.8	278.0
Remanente de energía para venta	kw/h	208.5	171.1	198.3	160.8	142.3	111.0	136.1	166.5	164.2	209.5	214.5	227.8
Producción eléctrica por panel**	kw/h	69.4	60.0	62.8	53.4	45.5	37.7	41.6	49.2	53.2	64.5	66.2	69.5

\* Correspondiente a un esquema de consumo 70% de la red - 30% de los paneles

\*\* La producción unitaria, y por ende la producción total, disminuyen a una tasa del 0.5% anual

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.2.1 - Flujo de fondos

A continuación, se presenta el flujo de fondos correspondiente al proyecto de instalación de paneles sin inyección de energía a la red eléctrica. Como se mencionó



anteriormente, se consideran únicamente los ingresos derivados del ahorro en el consumo eléctrico y el valor residual de los paneles.

**Tabla 8: Flujo de fondos - Proyecto sin venta de energía**

Periodo	0	1 a 14	15
<b>Ingresos</b>			
Ahorro en consumo	\$ 0.00	\$ 129.14	\$ 129.14
Valor residual paneles	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 62.42
<b>Costos</b>			
Instalación Power Meter	-\$ 405.64	\$ 0.00	\$ 0.00
Instalación paneles y soportes	-\$ 966.08	\$ 0.00	\$ 0.00
Inversor	-\$ 603.16	\$ 0.00	\$ 0.00
Mano de Obra Fija	-\$ 196.58	\$ 0.00	\$ 0.00
Mano de Obra Variable	-\$ 102.56	\$ 0.00	\$ 0.00
Materiales (cables)	-\$ 128.21	\$ 0.00	\$ 0.00
Mantenimiento	\$ 0.00	-\$ 51.28	-\$ 51.28
<b>Totales</b>	<b>-\$ 2,402.22</b>	<b>\$ 77.86</b>	<b>\$ 140.28</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis incluye los costos de inversión inicial y mantenimiento necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto, así como los beneficios económicos generados por la reducción en la factura eléctrica y el valor residual de los paneles.

En cuanto a los costos de inversión, es importante considerar que, para este escenario, es necesaria la instalación del *PowerMeter* (según lo indicado en la sección [4.1.1](#)), dado que no se inyectará energía excedente a la red. Este componente representa aproximadamente el 17% del costo total de inversión, por lo que constituye un elemento significativo dentro del presupuesto del proyecto.

### 5.2.2 - Análisis de rentabilidad

Del análisis del flujo de fondos proyectado se desprende a simple vista que los ingresos acumulados a lo largo de los 15 años son insuficientes para compensar la inversión inicial realizada.

Considerando la tasa de descuento planteada del 4% anual (equivalente al 0,33% mensual), el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto resulta negativo, con un valor de **-USD 1.482**. Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) mensual también es negativa, con un valor de **-0,65%**. Bajo estas condiciones, no resulta económicamente viable la realización del proyecto.



En línea con los objetivos planteados en la sección [2.2.2](#), se determinó que, bajo los supuestos adoptados para la estructura de inversión, el consumo eléctrico del hogar debería ser un 70,2% mayor respecto al nivel actual para que el proyecto resulte económicamente viable.

De manera similar, se calculó que la tarifa eléctrica (carga variable) debería ser un 103% mayor para alcanzar el umbral de rentabilidad.

Estos resultados evidencian que, para que el proyecto sea rentable en el contexto analizado, se requerirían cambios significativos en las condiciones actuales de consumo o en el esquema tarifario. Dado que ambos escenarios presentan una baja probabilidad de ocurrencia de esa magnitud, se concluye que la ejecución del proyecto, en estas condiciones, no es económicamente recomendable.

Una alternativa que podría contribuir a mejorar la rentabilidad del proyecto sería la posibilidad de adquirir los componentes del sistema fotovoltaico a un costo inferior en el mercado externo, siempre que la normativa vigente lo permita y los costos asociados a la importación no anulen el ahorro obtenido, lo cual impactaría positivamente en los indicadores financieros del proyecto.

En cuanto al tamaño del sistema instalado, se estima que una adecuación de la inversión al nivel actual de consumo podría resultar más favorable, dado que no se puede comercializar el excedente producido. Es decir, dimensionar el sistema fotovoltaico de modo que se maximice el aprovechamiento de la energía generada para el autoconsumo, minimizando el excedente destinado a la venta, permitiría mejorar los indicadores económicos del proyecto. Este escenario será analizado en la siguiente sección.

### **5.3 - Proyecto instalación de paneles solares sin venta de energía con inversión optimizada**

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, adecuar la inversión al nivel de autoconsumo resulta fundamental para evaluar la posible rentabilidad del proyecto.

En primer lugar, el número de paneles solares podría reducirse de cuatro a dos, ya que la producción energética de un solo panel cubre, en algunos meses, hasta el 30% del consumo actual, y en otros serían necesarios dos paneles para satisfacer completamente dicho porcentaje de autoconsumo. Por lo tanto, el requerimiento máximo sería de dos paneles para cubrir el autoconsumo actual.



En lo que respecta al inversor, se plantea ahora la utilización de un equipo con la mitad de la potencia original, es decir, de 1000 W, el cual es capaz de operar con uno o dos paneles. El costo de este nuevo equipo se estima en USD 361.67, en comparación con el valor inicial de USD 603.16.

### 5.3.1 - Flujo de fondos

A continuación, se presenta el flujo de fondos correspondiente, elaborado conforme a los nuevos supuestos:

**Tabla 9: Flujo de fondos - Proyecto sin venta de energía con inversión optimizada**

Período	0	1 a 14	15
<b>Ingresos</b>			
Ahorro en consumo	\$ 0,00	\$ 129,14	\$ 129,14
Valor residual paneles	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 31,21
<b>Costos</b>			
Instalación Power Meter	-\$ 405,64	\$ 0,00	\$ 0,00
Instalación paneles y soportes	-\$ 483,04	\$ 0,00	\$ 0,00
Inversor	-\$ 361,67	\$ 0,00	\$ 0,00
Mano de Obra Fija	-\$ 196,58	\$ 0,00	\$ 0,00
Mano de Obra Variable	-\$ 51,28	\$ 0,00	\$ 0,00
Materiales (cables)	-\$ 128,21	\$ 0,00	\$ 0,00
Mantenimiento	\$ 0,00	-\$ 51,28	-\$ 51,28
<b>Totales</b>	<b>-\$ 1.626,41</b>	<b>\$ 77,86</b>	<b>\$ 109,07</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Puede observarse que el monto de inversión resulta considerablemente menor en comparación con la situación inicial: USD 1.626,41 frente a los USD 2.402,22. Los valores intermedios del flujo de fondos se mantienen idénticos a los del caso previamente analizado, con la excepción del periodo 15, que contempla únicamente el valor residual correspondiente a dos paneles.

### 5.3.2 - Análisis de rentabilidad

En este caso, el VAN continúa siendo negativo, con un valor de **-USD 723.52**. Por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) mensual se sitúa en **-0,32%**. Si bien el ajuste en la inversión inicial no ha sido suficiente para alcanzar la rentabilidad del proyecto, sí ha permitido reducir el resultado negativo a la mitad.

En este caso, el consumo eléctrico del hogar debería ser un 32% mayor respecto al nivel actual para que el proyecto resulte económicamente viable. Respecto a la tarifa eléctrica, debería ser un 50,2% mayor para que el proyecto sea rentable.

A pesar de no haberse alcanzado aún el punto de rentabilidad, este modelo plantea modificaciones en las variables mucho más realistas en comparación con el caso anterior. Por ello, en el análisis de sensibilidad que se desarrollará en las secciones siguientes, se tomará este último modelo como base de referencia.

## **5.4 - Proyecto instalación de paneles solares con venta de energía**

En la sección anterior se expuso que la instalación del sistema sin la posibilidad de inyectar excedentes a la red limita las posibilidades de alcanzar una rentabilidad positiva, por lo que en esta sección se analiza la alternativa de vender el remanente de producción no consumido.

Esta opción permitiría generar un ingreso adicional en comparación al escenario sin venta de energía. Si bien no es necesario contemplar la instalación del PowerMeter, sí deben considerarse los costos asociados a las gestiones administrativas requeridas para habilitar la inyección de energía, así como los honorarios del ingeniero responsable de la inspección de obra y de la tramitación correspondiente.

En este escenario, se presenta un rezago en la puesta en marcha del sistema, ya que solo puede comenzar a operar una vez que el proveedor de energía eléctrica haya reemplazado el medidor actual por uno bidireccional (sección [2.1.6](#)). El plazo estimado entre la instalación del sistema, el inicio de los trámites y la ejecución del cambio de medidor se sitúa entre 6 y 8 meses. En consecuencia, y siguiendo un criterio conservador, se considera que tanto el ahorro en la factura de electricidad como los ingresos por la venta de energía comenzarán a percibirse a partir del octavo mes posterior a la instalación.

### **5.4.1 - Flujo de fondos**

A continuación, se presenta el flujo de fondos correspondiente, elaborado conforme a los supuestos y condiciones expuestos previamente:



**Tabla 10: Flujo de fondos - Proyecto con venta de energía**

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Ingresos</b>																
Ahorro en consumo		\$ 49.13	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14	\$ 129.14
Venta de energía		\$ 64.90	\$ 138.53	\$ 137.64	\$ 136.76	\$ 135.89	\$ 135.02	\$ 134.15	\$ 133.29	\$ 132.43	\$ 131.57	\$ 130.72	\$ 129.88	\$ 129.04	\$ 128.20	\$ 127.37
Valor residual paneles																\$ 62.42
<b>Costos</b>																
Gestiones de habilitación	-\$ 170.94															
Honorarios Ingeniero	-\$ 256.41															
Instalación paneles y soportes	-\$ 966.08															
Inversor	-\$ 603.16															
Mano de Obra Fija	-\$ 196.58															
Mano de Obra Variable	-\$ 102.56															
Materiales (cables)	-\$ 128.21															
Mantenimiento		-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28	-\$ 51.28
<b>Totales</b>	<b>-\$ 2,423.93</b>	\$ 62.75	\$ 216.39	\$ 215.50	\$ 214.62	\$ 213.75	\$ 212.87	\$ 212.01	\$ 211.14	\$ 210.29	\$ 209.43	\$ 208.58	\$ 207.74	\$ 206.89	\$ 206.06	\$ 267.64

**Fuente:** Elaboración propia

A diferencia del escenario sin venta de energía, en este caso se observa una mejora significativa en el flujo de fondos positivos generados a lo largo de los distintos períodos analizados. La posibilidad de inyectar el excedente de producción a la red y percibir ingresos por dicha venta contribuye de manera sustancial a mejorar los ingresos del proyecto. En relación con la inversión inicial planteada para el escenario sin venta de energía, el valor actual resulta prácticamente idéntico. Sin embargo, al compararlo con la inversión optimizada para el mismo escenario, se observa un incremento del 50%.

#### 5.4.2 - Análisis de rentabilidad

En este caso, el VAN también resulta negativo, con un valor de **-USD 140.93**. Por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) mensual se sitúa en **0,26%**. A pesar de que la inversión es considerablemente mayor en comparación con la situación sin venta optimizada, los ingresos adicionales derivados de la venta de energía han permitido obtener un Valor Actual Neto (VAN) más próximo al punto de indiferencia en la decisión de ejecución del proyecto.

Siguiendo el enfoque planteado en la sección [5.2.2](#), en este caso el consumo eléctrico debería ser un 17% mayor para que el proyecto comience a ser rentable.

Por otro lado, tanto el cargo variable total de la energía consumida de la red como el precio de venta de la energía inyectada a la red deberían incrementarse un 5% respecto a sus valores actuales para que el proyecto alcance la rentabilidad<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Se ha asumido que los cargos variables de la energía recibida varían en la misma proporción que los de la energía inyectada a la red. En el Anexo 4 se presentan las proporciones entre cargo variable total de la energía recibida (USD kWh) y el cargo variable de la energía volcada (USD kWh EV) de las últimas nueve resoluciones.



## CAPÍTULO VI - Análisis de sensibilidad y escenarios

### 6.1 - Análisis de sensibilidad

#### 6.1.1 - Variables exógenas y endógenas

Las variables exógenas son aquellas sobre las cuales el inversor no tiene control, es decir, las que están determinadas por el mercado. En esta categoría se han identificado el precio de la energía (tanto la recibida como la volcada a la red), la relación entre el costo variable total de la energía recibida y el precio de venta, y el valor de la inversión inicial.

Por otro lado, se consideran variables endógenas aquellas que pueden ser gestionadas o ajustadas por el inversor. En este grupo se incluyen el consumo energético, el autoconsumo (porcentaje del consumo total proveniente de los paneles) y el dimensionamiento del sistema de energía solar.

#### 6.1.2 - Impacto en la rentabilidad

Para los flujos de fondos presentados en las secciones [5.3](#) (Proyecto sin venta de energía con inversión optimizada) y [5.4](#) (Proyecto con venta de energía), se evaluará el impacto que generan diferentes combinaciones de variaciones en la tarifa y niveles de consumo sobre el VAN, manteniéndose constantes las demás variables (autoconsumo del 30% y cantidad de paneles solares).

**Tablas 11 y 12: Análisis de sensibilidad comparativo**

<i>Sin venta de energía</i>						<i>Con venta de energía</i>					
2 Paneles						4 Paneles					
Variación del Consumo						Variación en Consumo					
Var. Tarifa	-50%	-25%	0%	25%	50%	Var. Tarifa	-50%	-25%	0%	25%	50%
-20%	-1.563	-1.273	-1.011	-721	-164	-20%	-1.059	-867	-705	-513	-74
-10%	-1.485	-1.160	-867	-542	37	-10%	-820	-604	-423	-208	242
0%	-1.408	-1.047	-724	-362	238	0%	-582	-342	-141	98	559
10%	-1.331	-935	-580	-182	439	10%	-343	-80	141	404	875
20%	-1.254	-822	-436	-2	640	20%	-105	182	423	710	1.191
30%	-1.177	-709	-292	177	842	30%	134	445	704	1.015	1.507
40%	-1.100	-597	-148	357	1.043	40%	373	707	986	1.321	1.824
50%	-1.023	-484	-4	537	1.244	50%	611	969	1.268	1.627	2.140
60%	-946	-371	140	716	1.445	60%	850	1.232	1.550	1.933	2.456
70%	-868	-259	284	896	1.646	70%	1.088	1.494	1.832	2.238	2.772
80%	-791	-146	428	1.076	1.848	80%	1.327	1.756	2.114	2.544	3.089

**Fuente:** Elaboración propia



La principal conclusión que puede observarse de las tablas es que tanto incrementos de tarifas como niveles de consumo mejoran el VAN.

Para el caso en que se inyecta energía a la red, el VAN es más sensible a variaciones en la tarifa que a niveles de consumo. En la situación actual (recuadro negro), un aumento del 10% en la tarifa provocaría que el proyecto sea rentable.

El caso contrario ocurre en la situación sin venta de energía, la cual resulta más sensible a variaciones en el consumo que en la tarifa. Por ejemplo, se requeriría un aumento del 20% tanto en la tarifa y un 25% en el consumo para colocar al inversor en una situación de indiferencia entre realizar o no el proyecto.

A partir de estos análisis, surgen una serie de interrogantes adicionales que complementan la evaluación realizada basada únicamente en las variaciones de tarifas y niveles de consumo. Entre ellos, se pueden mencionar: ¿cuál es la cantidad mínima de paneles solares necesaria para que el proyecto sea rentable, tanto en escenarios con venta de energía como sin ella? ¿Cómo influye el nivel de autoconsumo en la factibilidad económica? ¿Qué ocurre si varía la relación entre el costo variable de la energía adquirida y el precio al que puede venderse la energía generada? Además, en el caso de inyectar energía a la red, cabe preguntarse si incrementar la cantidad de paneles siempre resulta beneficioso, o si existe un punto de saturación a partir del cual las ganancias marginales disminuyen.

En cuanto a la cantidad de paneles utilizados en la instalación, los resultados muestran diferencias significativas según exista o no venta de energía. En el escenario con venta, aumentar la cantidad de paneles a 5 provoca que el VAN se torne positivo, haciendo rentable al proyecto. En contraste, en el escenario sin venta de energía, aunque reducir la instalación a un panel mejora el VAN en relación a la configuración de dos paneles, dicha mejora no es suficiente para alcanzar una rentabilidad positiva.

En lo que respecta al autoconsumo, se observan grandes diferencias entre ambos escenarios. En el caso sin venta de energía, sería necesario alcanzar un nivel de autoconsumo del 44% para que el proyecto resulte rentable. Este valor resulta un supuesto ligeramente exigente considerando que, en la mayoría de los casos, los valores típicos de autoconsumo oscilan entre el 30% y el 40%. Por el contrario, en el escenario con inyección de energía a la red, el proyecto alcanzaría la rentabilidad con un autoconsumo del 34%, evidenciando una mayor flexibilidad frente a variaciones en este parámetro.



En relación con la proporción entre la tarifa de compra de energía y el valor percibido por la energía inyectada a la red (en el escenario con venta), se ha determinado que la relación mínima que coloca al usuario en una situación de indiferencia respecto a la ejecución del proyecto es del 42,48%. En otras palabras, el precio de venta de la energía tendría que aumentar en un 9,77%, pasando de los actuales USD 0.66 a USD 0.73, para llegar a una situación de indiferencia entre realizar o no el proyecto.

Respecto al último planteamiento vinculado al efecto de incrementar la cantidad de paneles en el escenario con venta de excedentes, se concluye que es favorable aprovechar la capacidad máxima de siete paneles. Esto se debe a que el ingreso adicional generado por la venta de energía compensa ampliamente el costo adicional de instalación. En este caso, el VAN alcanza los *USD 474.18 (14,7% de la inversión total de USD 3225.42)*, consolidando así la conveniencia económica de la ampliación.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado, se puede resumir el impacto de las variaciones en las variables endógenas y exógenas sobre el VAN mediante el siguiente cuadro, donde se indica si la relación es directa (+) o inversa (-):

**Tabla 13: Impacto de variables sobre el VAN**

Impacto en el VAN	Tarifa Electrica	Consumo	Autoconsumo	Cantidad de paneles	Relación \$kWh / precio de venta
Sin Venta	(+)	(+)	(+)	(-)	N/A
Con Venta	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

**Fuente:** Elaboración propia

### 6.1.3 - Principales conclusiones

De los análisis realizados en el punto anterior, se desprende que el escenario con venta de energía permite una mayor flexibilidad: incluso con un autoconsumo un poco más alto que la situación inicial o consumos moderados, el proyecto alcanza la rentabilidad. Además, ampliar la cantidad de paneles hasta el máximo permitido resulta conveniente, ya que los ingresos extra por la venta de energía compensan con creces la inversión adicional.

En cambio, en el escenario sin venta de energía, el panorama es un poco más exigente. Para que el proyecto sea rentable, se necesitaría un nivel de autoconsumo un poco más alto que el promedio o un aumento importante en el consumo y las tarifas, condiciones que no suelen ocurrir en la práctica. Incluso reduciendo la cantidad de paneles, el proyecto sigue sin ser económicamente atractivo.

Cabe recordar que en el análisis realizado se ha considerado una vivienda tipo que no utiliza artefactos eléctricos de alto consumo, como aire acondicionado, termotanque eléctrico u horno eléctrico. En el caso de una vivienda cuyo patrón de consumo incluya el uso de estos equipos, el proyecto podría resultar rentable. En otras palabras, si bien con la estructura de consumo analizada el proyecto no alcanza la rentabilidad, podría ser económicamente viable en hogares con un nivel de consumo eléctrico más elevado.

En resumen, la posibilidad de vender energía no solo mejora los números del proyecto, sino que aporta flexibilidad frente a distintos escenarios de uso y precio, convirtiéndose en una opción mucho más segura y conveniente para el usuario.

## 6.2 - Análisis comparativo de escenarios ampliados

En este capítulo se analizan escenarios con y sin venta de energía, incorporando un espectro más amplio de posibles variaciones en los parámetros relevantes, así como distintas combinaciones entre ellos, teniendo como objetivo observar cómo estos cambios afectan la rentabilidad del proyecto y ofrecer al lector un marco de referencia para evaluar el proyecto desde distintas perspectivas posibles, facilitando la identificación con el escenario que mejor represente su criterio.

### 6.2.1 - Escenarios sin venta de energía

**Tablas 14 y 15: Análisis de sensibilidad ampliado - Proyecto sin venta de energía con inversión optimizada**

Var. Tarifa	1 panel														
	Autoconsumo 30%					Autoconsumo 40%					Autoconsumo 50%				
	Variación en Consumo					Variación en Consumo					Variación en Consumo				
	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%
-20%	-1.304	-1.014	-789	-656	-353	-1.096	-739	-620	-613	-348	-888	-595	-602	-613	-348
-10%	-1.227	-901	-650	-500	-206	-993	-592	-459	-452	-201	-759	-430	-439	-452	-201
0%	-1.150	-789	-510	-344	-59	-890	-445	-299	-290	-53	-631	-265	-276	-290	-53
10%	-1.073	-676	-371	-188	87	-787	-299	-138	-129	94	-503	-101	-114	-129	94
20%	-996	-564	-231	-32	234	-684	-152	22	33	241	-374	64	49	33	241
30%	-918	-451	-92	124	381	-582	-6	183	194	389	-246	228	212	194	389
40%	-841	-338	48	280	528	-479	141	343	356	536	-117	393	375	356	536
50%	-764	-226	187	436	674	-376	288	504	517	683	11	557	538	517	683
60%	-687	-113	326	593	821	-273	434	664	679	831	140	722	700	679	831
70%	-610	0	466	749	968	-170	581	825	840	978	268	887	863	840	978
80%	-533	112	605	905	1.114	-67	727	985	1.002	1.125	397	1.051	1.026	1.002	1.125



2 paneles															
Var. Tarifa	Autoconsumo 30%					Autoconsumo 40%					Autoconsumo 50%				
	Variación en Consumo					Variación en Consumo					Variación en Consumo				
	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%
-20%	-1.563	-1.273	-1.011	-721	-164	-1.354	-960	-615	-225	355	-1.146	-647	-200	178	614
-10%	-1.485	-1.160	-867	-542	37	-1.251	-809	-423	15	620	-1.017	-458	44	468	911
0%	-1.408	-1.047	-724	-362	238	-1.149	-658	-230	256	884	-889	-268	288	758	1.208
10%	-1.331	-935	-580	-182	439	-1.046	-506	-38	496	1.149	-760	-78	531	1.049	1.504
20%	-1.254	-822	-436	-2	640	-943	-355	155	737	1.414	-632	112	775	1.339	1.801
30%	-1.177	-709	-292	177	842	-840	-204	347	977	1.679	-503	301	1.019	1.629	2.097
40%	-1.100	-597	-148	357	1.043	-737	-53	540	1.218	1.943	-375	491	1.263	1.919	2.394
50%	-1.023	-484	-4	537	1.244	-634	98	732	1.459	2.208	-246	681	1.507	2.210	2.690
60%	-946	-371	140	716	1.445	-532	250	925	1.699	2.473	-118	871	1.750	2.500	2.987
70%	-868	-259	284	896	1.646	-429	401	1.117	1.940	2.738	11	1.061	1.994	2.790	3.284
80%	-791	-146	428	1.076	1.848	-326	552	1.310	2.180	3.002	140	1.250	2.238	3.081	3.580

**Fuente:** Elaboración propia

En estos escenarios, un mayor nivel de autoconsumo se traduce en una mejora del VAN. En el caso de una instalación con un solo panel, el VAN es más sensible al incremento del autoconsumo del 30% al 40% que del 40% al 50%. Esto se debe a que la capacidad de generación del panel es similar al nivel de autoconsumo de la vivienda, por lo que un autoconsumo que iguale la producción del panel maximiza el aprovechamiento de la energía generada, impactando positivamente en el VAN. Una vez alcanzado ese punto, solo las variaciones en las tarifas eléctricas podrán influir significativamente en la rentabilidad del proyecto.

En el caso de una inversión con dos paneles y un nivel de autoconsumo del 40%, se estima que las tarifas eléctricas deberían ser aproximadamente un 12% más altas, o bien el consumo un 10,6% mayor, para que el proyecto resulte rentable. Este escenario no se percibe como alejado de la realidad.

Además, una situación no contemplada en el escenario con dos paneles es la posibilidad de una reducción en los costos de mantenimiento de los paneles. Si estos costos fueran un 10% menores al valor inicialmente considerado —teniendo en cuenta que la cantidad de paneles es menor respecto al escenario de cuatro paneles—, y tanto las tarifas como el consumo fueran un 5% superiores, el proyecto también sería rentable.

En el análisis realizado también es importante considerar posibles variaciones en la tasa de descuento utilizada para evaluar el proyecto. El siguiente cuadro presenta distintos escenarios, combinando tasas reales anuales con diferentes configuraciones de paneles solares y niveles de autoconsumo.



**Tabla 16: Análisis de sensibilidad ampliado - Proyecto sin venta de energía con inversión optimizada**

Tasa Desc.	Autocons. 30%		Autocons. 40%		Autocons. 50%	
	Cantidad de Paneles		Cantidad de Paneles		Cantidad de Paneles	
	1	2	1	2	1	2
3,00%	-452	-661	-227	-134	-203	420
3,50%	-482	-693	-264	-183	-241	352
4,00%	-510	-724	-299	-230	-276	288
4,50%	-537	-753	-332	-275	-310	227
5,00%	-562	-780	-364	-318	-343	168

**Fuente:** Elaboración propia

Con niveles normales de autoconsumo (30% o 40%), el VAN se mantiene negativo en todos los casos, independientemente de la tasa de descuento. No obstante, al aumentar el autoconsumo del 30% al 40%, la pérdida se reduce significativamente a menos de un tercio de la pérdida inicial.

La rentabilidad mejora notablemente recién cuando se alcanza un autoconsumo alto (50%) y se instalan dos paneles. En este escenario, el VAN se vuelve positivo incluso con una tasa de descuento real anual elevada, del 5%.

En conclusión, si bien bajo el esquema de consumo actual una inversión en un solo panel presenta menores pérdidas que la opción de dos paneles, la instalación de dos paneles, junto con un ajuste en el nivel de autoconsumo, ofrece una mayor flexibilidad para alcanzar la rentabilidad del proyecto.

### 6.2.2 - Escenarios con venta de energía

Para simplificar el análisis en términos de cantidad de paneles, en esta sección se presentan únicamente los valores correspondientes para 3, 5 y 7 paneles, con el objetivo de considerar los casos extremos y la media. Las tablas completas pueden consultarse en el [Anexos 5](#).



**Tablas 16, 17 y 18: Análisis de sensibilidad ampliado - Proyecto con venta de energía**

Var. Tarifa	3 Paneles														
	Autoconsumo 30%					Autoconsumo 40%					Autoconsumo 50%				
	Variación en Consumo					Variación en Consumo					Variación en Consumo				
	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%
-20%	-1.171	-979	-817	-626	-186	-1.030	-766	-552	-293	206	-888	-554	-268	42	589
-10%	-979	-763	-581	-366	84	-820	-524	-284	8	525	-660	-284	35	384	955
0%	-787	-547	-346	-107	354	-610	-281	-16	309	843	-432	-15	339	726	1.321
10%	-595	-331	-111	153	624	-400	-39	253	609	1.162	-205	254	643	1.068	1.686
20%	-402	-115	125	412	893	-190	204	521	910	1.481	23	523	946	1.410	2.052
30%	-210	101	360	671	1.163	20	446	789	1.211	1.799	251	792	1.250	1.752	2.418
40%	-18	317	596	931	1.433	230	689	1.057	1.511	2.118	479	1.061	1.554	2.094	2.783
50%	174	533	831	1.190	1.703	440	932	1.325	1.812	2.436	706	1.330	1.857	2.436	3.149
60%	367	749	1.067	1.449	1.973	650	1.174	1.594	2.112	2.755	934	1.600	2.161	2.778	3.515
70%	559	964	1.302	1.709	2.243	860	1.417	1.862	2.413	3.073	1.162	1.869	2.465	3.120	3.880
80%	751	1.180	1.538	1.968	2.513	1.070	1.659	2.130	2.714	3.392	1.389	2.138	2.768	3.462	4.246

Var. Tarifa	5 Paneles														
	Autoconsumo 30%					Autoconsumo 40%					Autoconsumo 50%				
	Variación en Consumo					Variación en Consumo					Variación en Consumo				
	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%
-20%	-947	-754	-592	-401	39	-805	-542	-327	-68	431	-663	-329	-44	266	815
-10%	-662	-446	-264	-49	401	-502	-206	34	325	842	-343	33	353	701	1.274
0%	-377	-137	64	303	764	-200	129	394	719	1.254	-22	395	749	1.136	1.732
10%	-92	172	392	655	1.126	103	464	755	1.112	1.665	298	757	1.145	1.571	2.191
20%	193	480	720	1.007	1.489	406	799	1.116	1.505	2.076	619	1.119	1.542	2.005	2.649
30%	478	789	1.049	1.359	1.852	709	1.135	1.477	1.899	2.487	939	1.480	1.938	2.440	3.108
40%	763	1.098	1.377	1.712	2.214	1.011	1.470	1.838	2.292	2.899	1.259	1.842	2.335	2.875	3.566
50%	1.048	1.406	1.705	2.064	2.577	1.314	1.805	2.199	2.685	3.310	1.580	2.204	2.731	3.310	4.025
60%	1.333	1.715	2.033	2.416	2.939	1.617	2.140	2.560	3.079	3.721	1.900	2.566	3.127	3.744	4.484
70%	1.618	2.023	2.361	2.768	3.302	1.919	2.476	2.921	3.472	4.133	2.221	2.928	3.524	4.179	4.942
80%	1.903	2.332	2.689	3.120	3.665	2.222	2.811	3.282	3.865	4.544	2.541	3.290	3.920	4.614	5.401

Var. Tarifa	7 Paneles														
	Autoconsumo 30%					Autoconsumo 40%					Autoconsumo 50%				
	Variación en Consumo					Variación en Consumo					Variación en Consumo				
	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%
-20%	-722	-530	-368	-176	263	-580	-317	-103	157	656	-438	-104	181	491	1.040
-10%	-344	-128	53	269	718	-185	111	351	643	1.160	-25	350	670	1.018	1.591
0%	33	273	474	713	1.174	211	539	805	1.129	1.664	388	805	1.159	1.546	2.142
10%	411	674	895	1.158	1.629	606	967	1.258	1.615	2.168	801	1.259	1.648	2.073	2.694
20%	789	1.076	1.316	1.603	2.084	1.001	1.395	1.712	2.101	2.672	1.214	1.714	2.137	2.601	3.245
30%	1.166	1.477	1.737	2.048	2.540	1.397	1.823	2.165	2.587	3.176	1.627	2.169	2.626	3.128	3.796
40%	1.544	1.878	2.158	2.492	2.995	1.792	2.251	2.619	3.073	3.680	2.040	2.623	3.115	3.656	4.347
50%	1.922	2.280	2.579	2.937	3.450	2.187	2.679	3.073	3.559	4.184	2.453	3.078	3.605	4.183	4.899
60%	2.299	2.681	2.999	3.382	3.906	2.583	3.107	3.526	4.045	4.688	2.867	3.532	4.094	4.711	5.450
70%	2.677	3.083	3.420	3.827	4.361	2.978	3.535	3.980	4.531	5.192	3.280	3.987	4.583	5.238	6.001
80%	3.055	3.484	3.841	4.272	4.816	3.374	3.963	4.434	5.017	5.696	3.693	4.441	5.072	5.766	6.552

**Fuente:** Elaboración propia

Tal como se mencionó en secciones anteriores, el escenario con venta de energía otorga una mayor flexibilidad al proyecto. A medida que se incrementa tanto la cantidad de paneles como el nivel de autoconsumo, disminuye la probabilidad de que el proyecto deje de ser rentable.



Un mayor nivel de autoconsumo tiene un impacto positivo en el VAN a pesar de que como contrapartida se reduce la cantidad de energía inyectada a la red. Esto se explica porque el ahorro obtenido al consumir directamente una mayor proporción de la energía generada por los paneles supera el valor económico de la energía que se deja de vender al sistema.

Para el esquema de consumo y tarifa actuales, con una inversión en 5 paneles sería suficiente para que el proyecto sea rentable, alcanzando un VAN de USD 64, donde la inversión ascendería a USD 2691 (un 11% superior a la inicial). Si se optara por una inversión en 7 paneles (por un total de USD 3225, un 33% más alto que la situación inicial), se obtendría un VAN de USD 474.

Partiendo de este último caso, resulta relevante analizar el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), que en este escenario es de 13,16 años. Es decir, transcurrido ese plazo, el valor actual de los flujos de fondos netos acumulados iguala al monto de la inversión inicial, incluyendo su costo de oportunidad. A partir de ese punto, el proyecto comienza a generar beneficios netos. Cabe destacar que este PRI es considerablemente más amplio que el que usualmente informan los proveedores de equipamiento solar, quienes suelen estimar un período de recuperación en un rango de 4 a 5 años.

Al igual que en la sección anterior, se presentan también los cuadros correspondientes a distintas combinaciones de tasa de descuento, autoconsumo y cantidad de paneles instalados.

**Tabla 19: Análisis de sensibilidad ampliado - Proyecto con venta de energía**

Tasa Desc.	Autoconsumo 30%					Autoconsumo 40%					Autoconsumo 50%				
	Cantidad de Paneles					Cantidad de Paneles					Cantidad de Paneles				
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
3,00%	-213	27	266	506	745	142	381	621	860	1.100	522	761	1.001	1.240	1.480
3,50%	-281	-59	163	384	606	61	283	505	726	948	428	650	872	1.094	1.315
4,00%	-346	-141	64	269	474	-16	189	394	600	805	339	544	749	954	1.159
4,50%	-408	-219	-29	160	349	-88	101	290	479	668	254	443	633	822	1.011
5,00%	-466	-292	-118	55	229	-158	16	190	364	538	174	348	522	696	870

**Fuente:** Elaboración propia

En la situación inicial analizada, si se hubiera adoptado una tasa real anual más baja (por ejemplo, del 3%), el VAN del proyecto sería ligeramente positivo. A medida que se incrementa la cantidad de paneles instalados, el VAN mejora y se vuelve positivo bajo diversas combinaciones de tasas de descuento.

Cuando se considera un autoconsumo del 40%, el proyecto alcanza un VAN positivo para todas las tasas evaluadas a partir de la instalación de 4 paneles. En el caso de 3 paneles, el VAN aún resulta ligeramente negativo bajo la tasa actual seleccionada, pero muestra una mejora significativa respecto de escenarios con menor autoconsumo.

Si bien un mayor nivel de autoconsumo aporta flexibilidad y mejora la rentabilidad del proyecto, bajo el escenario inicial de un 30% de autoconsumo, resulta fundamental seleccionar correctamente tanto la dimensión de la instalación como una tasa de descuento adecuada para lograr la viabilidad económica.



## CONCLUSIONES

### Principales conclusiones

Este estudio permitió obtener varias conclusiones importantes sobre la viabilidad económica de instalar sistemas fotovoltaicos en hogares de la categoría N1.

En primer lugar, se concluye que bajo el esquema de consumo actual, **el proyecto no resulta económicamente rentable** tanto para el esquema con venta como sin venta de energía considerando el tamaño del sistema sugerido por los vendedores de estos equipos/sistemas.

Para la situación en la que no se inyecta energía a la red, es clave **dimensionar el sistema exclusivamente en función del autoconsumo real de la vivienda**, minimizando la generación de excedentes. Con ajustes relativamente realistas en los niveles de autoconsumo y consumo total, el sistema podría alcanzar la rentabilidad, considerando que el beneficio clave contemplado en este análisis es el ahorro directo en la factura eléctrica.

El escenario que contempla la venta de energía ofrece una mayor flexibilidad frente a variaciones en las condiciones del entorno o en las variables del proyecto. Para alcanzar la rentabilidad, las modificaciones requeridas en los niveles de autoconsumo, consumo total o tarifas son menores en comparación con el caso en que no se considera la venta de energía. Incluso al ampliar la capacidad instalada hasta el límite permitido por el sistema, se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) mayor. No obstante, debe tenerse en cuenta que esta alternativa implica una inversión inicial casi el doble de la requerida en el escenario analizado previamente.

En resumen, los resultados indican que la factibilidad económica de un sistema de generación solar residencial depende, en buena medida, de la posibilidad de inyectar energía a la red, del dimensionamiento del sistema, y del patrón de consumo y autoconsumo de la vivienda. La clave está en adaptar el sistema al perfil de consumo del usuario y aprovechar al máximo los beneficios disponibles.

### Alcance de los objetivos planteados

A lo largo del estudio se logró determinar con claridad en cada uno de los escenarios analizados si el proyecto resulta rentable o no, cumpliendo así con el objetivo principal de la investigación. Además, se alcanzaron los objetivos secundarios, ya que se

pudo obtener una visión precisa del impacto que tienen las variables clave en la evaluación económica del proyecto, determinando el valor que deben alcanzar para lograr alcanzar o no la rentabilidad.

También se avanzó en el análisis incorporando escenarios adicionales, donde se modificaron otras variables relevantes, con el propósito de observar cómo responde el proyecto ante distintos contextos. Esto permitió ampliar el alcance del trabajo y ofrecer al lector una mayor variedad de herramientas para la toma de decisiones, enriqueciendo la aplicabilidad práctica de los resultados obtenidos.

No obstante, algunos objetivos complementarios no fueron abordados en esta investigación, ya sea por limitaciones metodológicas o de alcance, y quedan pendientes para futuros trabajos. Estos aspectos se detallan en el siguiente apartado, donde se exponen las principales limitaciones del estudio y se proponen posibles líneas de investigación futura.

### **Limitaciones del estudio y posibles líneas de investigación futuras**

Este estudio se ha centrado exclusivamente en el análisis de una única categoría de consumidores eléctricos, la categoría N1. Sin embargo, se deja abierta la posibilidad de ampliar esta investigación a otras categorías de usuarios de pequeña demanda, como los pertenecientes a los grupos N2 y N3, que actualmente reciben algún tipo de subsidio por parte del Estado nacional. Esta extensión permitiría evaluar el impacto de los incentivos estatales en la viabilidad económica de los sistemas fotovoltaicos.

En cuanto a los escenarios con venta de energía, se podría estudiar el impacto de posibles variaciones en la proporción del costo variable de la energía consumida versus la energía inyectada a la red. También se podría evaluar la conveniencia de que el estado otorgue subsidios a las tarifas o a la compra de equipamiento de energía solar. Este análisis permitiría evaluar la sensibilidad del modelo económico ante cambios regulatorios y tarifarios.

Asimismo, se propone como línea de investigación futura la ampliación del horizonte temporal de análisis, considerando la totalidad de la vida útil de los paneles solares. En este caso, se debería incluir la reinversión en un nuevo inversor hacia el año 15, lo cual podría modificar los resultados de rentabilidad a largo plazo.

Otro aspecto que podría explorarse en futuras investigaciones es la determinación de la dimensión óptima del sistema. En el modelo que contempla la venta de energía, la capacidad del sistema fotovoltaico podría seguir ampliándose —mediante la incorporación de más paneles y un inversor de mayor potencia u otro inversor de igual potencia conectado en paralelo al primero— hasta que los ingresos obtenidos por la energía inyectada a la red sean equivalentes al valor total de la energía consumida, descontando el consumo mínimo facturable de 45 kWh bimestrales. Una vez alcanzado ese umbral, continuar ampliando la instalación sólo tendría sentido económico si los excedentes pudieran destinarse a compensar el consumo eléctrico de otro usuario, por ejemplo, a través de esquemas de facturación compartida o mecanismos de créditos entre cuentas. Debe considerarse también que el nivel de inversión requerido podría resultar elevado en relación con el tipo de vivienda analizada.

Para determinar con mayor precisión el patrón de consumo real de cada vivienda (evitando depender únicamente de datos muestrales provistos por el EPRE o de supuestos generales sobre el autoconsumo), una línea de investigación futura podría consistir en considerar la instalación de un instrumento de medición de consumo en tiempo real, previo a realizar la inversión en el sistema. Esto permitiría registrar de manera continua y detallada el consumo energético de la vivienda, proporcionando una base más sólida y precisa para dimensionar adecuadamente el sistema de generación de energía solar.

También se sugiere investigar la aplicación de estos sistemas en consumos comerciales. Dado que el horario de operación de estos establecimientos suele coincidir con las horas de mayor producción solar, existe la posibilidad de que incluso en escenarios sin venta a la red, los sistemas resulten económicamente viables.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Botteón de Trapé, C. N. (2011). **¿Cuándo es correcto utilizar el valor periódico equivalente para decidir?** *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*.
2. Ferrá, C., & Botteon, C. (2017). **Evaluación privada de proyectos** (2.ª ed.). Mendoza: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). **Global warming of 1.5°C: IPCC special report on impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels in the context of strengthening the global response to climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty**. Cambridge University Press.
4. Hernandez, R. R., Easter, S. B., Murphy-Mariscal, M. L., Maestre, F. T., Tavassoli, M., Allen, E. B., ... & Allen, M. F. (2014). **Environmental impacts of utility-scale solar energy**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 766–779.
5. Banco Interamericano de Desarrollo & Organización Latinoamericana de Energía. (2013). **Acceso a la energía moderna en algunos países de América Latina y el Caribe** (Informe, p. 5) [Datos]. En *El sector energético: desafíos y oportunidades – Acceso a la energía moderna* (Documento IADB-MG-756).
6. Climate-Data.org. (s. f.). *Mendoza – climate data for Mendoza, Argentina*. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/argentina/mendoza/mendoza-1893>
7. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020). **Renewable power generation costs in 2019**. <https://www.irena.org/publications>
8. Mordor Intelligence. (s.f.). **Argentina's solar energy market - Size, share & industry analysis**. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/argentina-solar-energy-market>
9. International Energy Agency. (2022). **Renewable power is set to break another global record in 2022 despite headwinds from higher costs and supply chain bottlenecks**. <https://www.iea.org/news/renewable-power-is-set-to-break-another-global-record-in-2022-despite-headwinds-from-higher-costs-and-supply-chain-bottlenecks>





10. Los Andes. (2024, enero 5). **La suba de la luz impulsa las consultas por los paneles solares en Mendoza.**  
<https://www.losandes.com.ar/economia/la-suba-de-la-luz-impulsa-las-consultas-por-los-paneles-solares-en-mendoza/>
11. Nijse, F. J. M. M., Mercure, J.-F., Ameli, N., et al. (2023). **The momentum of the solar energy transition.** *Nature Communications*, 14, 6542.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-41971-7>
12. Portal Solar. (s.f.). *Artículos sobre energía solar.* <https://portalsolar.com.ar/>
13. Pourasl, H. H., Vatankhah Barenji, R., & Khojastehnezhad, V. M. (2023). **Solar energy status in the world: A comprehensive review.** *Energy Reports*, 10.  
<https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.10.022>
14. Gobierno de Mendoza. (s.f.). *Prensa oficial.* <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/>
15. Sun Fields Europe. (s.f.-a). *Orientación e inclinación de placas solares.*  
<https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/inclinacion-orientacion>
16. Sun Fields Europe. (s.f.-b). *Vida útil de los paneles solares.*  
<https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/vida-util>
17. Ente Provincial de Regulación Eléctrica. (2024, septiembre). **Informe energía distribuida.**



## ANEXOS

### 1. Solicitud de estudio técnico

  <p>Secretaría de Servicios Públicos <b>EPRE</b> Ente Provincial Regulador Districo</p>	<p><b>SOLICITUD DE ESTUDIO TÉCNICO</b></p>
--	--

#### ANEXO I SOLICITUD DE ESTUDIO TÉCNICO EQUIPOS DE GENERACIÓN (SET)

##### 1. Datos del Usuario/Generador:

Nombre \_\_\_\_\_

*En caso de representación acompañar poder/instrumento legal habilitante*

Domicilio: \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_

Departamento de la Provincia: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

Identificación del Suministro: \_\_\_\_\_

##### 2. Información del Equipamiento de Generación:

2.1. Lugar de Emplazamiento: \_\_\_\_\_

##### 2.2. Fuente de energía:

- Hidráulica       Eólica       Biomasa  
 Solar       Geotérmica       Otra

##### 2.3. Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas:

Número de Unidad/es Generador/es: \_\_\_\_\_

Potencia Total del Equipamiento de Generación: \_\_\_\_\_ kW

Tensión de Generación: \_\_\_\_\_ kV

Longitud de la línea de conexión: \_\_\_\_\_ Km

Tensión de la línea de conexión: \_\_\_\_\_ kV

Punto de conexión sugerido: \_\_\_\_\_

##### 3. Documentos que debe adjuntar:

3.1 Acreditación de Representación legal, en caso de corresponder.

3.2 Mapa cartográfico a escala 1:50.000 que defina con precisión la ubicación del Equipamiento de Generación, trayectoria de la línea de conexión, punto de conexión sugerido, con toda la información que sea necesaria, incluyendo coordenadas geográficas.



3.3 Esquema unifilar del Equipamiento de Generación, incluyendo dispositivos de protección previstos.

3.4 Información de parámetros eléctricos de los elementos:

- Equipo de Generación (Voltaje (kV), Potencia Nominal (kVA), Potencia Activa (kW), Potencia reactiva, etc.);
- Transformador (Potencia Nominal (kVA), Voltaje Nominal primario (kV), Voltaje Secundario (kV), impedancias, grupo de conexión);
- Línea de Conexión (capacidad de conducción (A), sección, material, resistencia y reactancia);
- Otros que sean necesarios para realizar estudios eléctricos.

3.5 Copia del estudio de impacto ambiental, en caso de corresponder.

LUGAR Y FECHA: \_\_\_\_\_

Firma del Usuario/Generador: \_\_\_\_\_



## 2. Solicitud de conexión

	<p><b>Secretaría de Servicios Públicos EPRE</b> Ente Provincial Regulador Eléctrico</p>	<p><b>SOLICITUD DE CONEXIÓN</b></p>
--	---	-------------------------------------

### SOLICITUD DE CONEXIÓN

El que suscribe y luego de haberse emitido el Estudio de las Condiciones Técnicas para el Vuelco de Excedentes (N° ECT \_\_\_\_\_) con dictamen favorable, se presenta ante usted a fin de formalizar la respectiva conexión especificándole lo siguiente:

#### **A. Datos del Usuario/Generador**

Nombre del Titular \_\_\_\_\_

CUIT/CUIL \_\_\_\_\_

Domicilio del Suministro: \_\_\_\_\_

Identificación del Suministro: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

#### **B. Datos del Equipo de Generación**

Potencia Máxima del Equipamiento de Generación	.....kW
Tipo de Equipamiento de Generación	<input type="checkbox"/> Hidráulica <input type="checkbox"/> Eólica <input type="checkbox"/> Solar <input type="checkbox"/> Biomasa <input type="checkbox"/> Geotérmica <input type="checkbox"/> Otra
<p>Memoria Técnica de la Instalación <i>(conforme a la información de la SET y del dictamen correspondiente a la ECT, según corresponda)</i></p>	



**C. Datos del Instalador**

Nombre del Profesional o Empresa instaladora del Equipo de Generación: -

\_\_\_\_\_

Matricula Profesional: \_\_\_\_\_

CUIT: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_

**D. Documentación a adjuntar**

i) Habilitación/permiso municipal: Si  No

ii) Inspección previa a conexión de la Empresa Distribuidora: Si  No

iii) Otros: \_\_\_\_\_

LUGAR Y FECHA: \_\_\_\_\_

Firma del Usuario/Generador: \_\_\_\_\_

### 3. Datos muestrales de consumo eléctrico (EPRE)

**Tabla 20: Consumo eléctrico residencial muestral**

Hora	kWh Verano	kWh Invierno	Hora	kWh	kWh
00:00	64,707	48,215	12:00	61,679	54,053
00:15	63,460	47,750	12:15	62,244	54,456
00:30	62,446	47,131	12:30	63,255	54,285
00:45	61,217	46,660	12:45	64,341	53,615
01:00	60,456	46,690	13:00	65,823	53,134
01:15	60,023	45,910	13:15	65,799	52,964
01:30	57,990	44,696	13:30	67,559	52,393
01:45	56,516	43,497	13:45	68,122	52,168
02:00	55,499	42,497	14:00	69,321	51,678
02:15	54,520	41,053	14:15	70,518	52,908
02:30	53,840	39,411	14:30	71,849	52,975
02:45	52,775	38,540	14:45	72,242	52,544
03:00	52,403	37,881	15:00	72,988	52,555
03:15	52,088	36,853	15:15	74,117	51,881
03:30	51,358	35,870	15:30	74,966	52,440
03:45	50,650	34,987	15:45	75,688	52,211
04:00	50,014	34,316	16:00	75,750	51,716
04:15	49,746	33,891	16:15	76,098	51,772
04:30	49,034	33,452	16:30	77,027	50,847
04:45	48,436	33,221	16:45	77,530	50,811
05:00	48,035	32,697	17:00	78,049	50,814
05:15	47,495	32,303	17:15	77,430	51,000
05:30	47,315	32,448	17:30	77,430	51,376
05:45	47,211	32,771	17:45	77,707	52,203
06:00	46,290	31,742	18:00	76,710	51,704
06:15	46,102	31,665	18:15	77,344	52,096
06:30	45,421	31,669	18:30	78,216	52,456
06:45	45,692	32,766	18:45	78,169	52,761
07:00	45,137	33,457	19:00	77,739	53,271
07:15	44,902	33,918	19:15	77,796	53,927
07:30	44,763	34,134	19:30	78,068	54,053
07:45	44,093	33,408	19:45	78,007	54,310
08:00	44,109	33,796	20:00	76,306	53,566
08:15	45,096	34,328	20:15	74,113	53,090
08:30	45,656	36,073	20:30	74,738	53,292
08:45	45,949	36,698	20:45	73,875	52,568
09:00	47,223	37,435	21:00	73,677	52,397
09:15	47,762	38,804	21:15	73,587	52,538
09:30	49,341	40,696	21:30	72,583	52,609
09:45	50,304	43,609	21:45	73,176	52,895
10:00	50,984	45,487	22:00	71,035	52,951
10:15	51,602	47,454	22:15	69,225	52,952
10:30	52,522	49,307	22:30	68,778	52,663
10:45	54,076	50,297	22:45	68,096	52,217
11:00	55,983	51,102	23:00	67,628	51,823
11:15	57,967	52,322	23:15	66,454	51,269
11:30	58,891	52,916	23:30	66,209	50,458
11:45	60,896	53,886	23:45	65,533	49,334

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos provistos por el EPRE



#### 4. Cargos Variables según resolución EPRE

**Tabla 21: Comparación de cargos variables**

Resolución	025/2024	078/2024	086/2024	137/2024	170/2024	204/2024	258/2024	033/2025	053/2025
USD kWh	0.091	0.134	0.142	0.151	0.158	0.164	0.172	0.169	0.171
USD kWh EV	0.046	0.061	0.061	0.064	0.067	0.068	0.069	0.065	0.066
Proporción	50.44%	45.30%	42.89%	42.19%	42.26%	41.85%	40.31%	38.28%	38.70%

**Fuente:** Elaboración propia en base a resoluciones del EPRE

Para esta investigación, la proporción corresponde a la más baja registrada en dicho historial, quedando en línea con el enfoque conservador adoptado para la estimación de ingresos.



5. Escenarios ampliados (proyecto con venta de energía)

**Tablas 16, 17 y 18: Análisis de sensibilidad ampliado - Proyecto con venta de energía**

Autoconsumo 30%																									
3 Paneles					4 Paneles					5 Paneles					6 Paneles					7 Paneles					
Variación en Consumo																									
Var. Tarifa	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%
-20%	-1.171	-979	-817	-626	-186	-1.059	-867	-705	-513	-74	-947	-754	-592	-401	39	-834	-642	-480	-289	151	-722	-530	-368	-176	263
-10%	-979	-763	-581	-366	84	-820	-604	-423	-208	242	-662	-446	-264	-49	401	-503	-287	-105	110	560	-344	-128	53	269	718
0%	-787	-547	-346	-107	354	-582	-342	-141	98	559	-377	-137	64	303	764	-172	68	269	508	969	33	273	474	713	1.174
10%	-595	-331	-111	153	624	-343	-80	141	404	875	-92	172	392	655	1.126	159	423	644	907	1.378	411	674	895	1.158	1.629
20%	-402	-115	125	412	893	-105	182	423	710	1.191	193	480	720	1.007	1.489	491	778	1.018	1.305	1.787	789	1.076	1.316	1.603	2.084
30%	-210	101	360	671	1.163	134	445	704	1.015	1.507	478	789	1.049	1.359	1.852	822	1.133	1.393	1.704	2.196	1.166	1.477	1.737	2.048	2.540
40%	-18	317	596	931	1.433	373	707	986	1.321	1.824	763	1.098	1.377	1.712	2.214	1.153	1.488	1.767	2.102	2.605	1.544	1.878	2.158	2.492	2.995
50%	174	533	831	1.190	1.703	611	969	1.268	1.627	2.140	1.048	1.406	1.705	2.064	2.577	1.485	1.843	2.142	2.500	3.014	1.922	2.280	2.579	2.937	3.450
60%	367	749	1.067	1.449	1.973	850	1.232	1.550	1.933	2.456	1.333	1.715	2.033	2.416	2.939	1.816	2.198	2.516	2.899	3.422	2.299	2.681	2.999	3.382	3.906
70%	559	964	1.302	1.709	2.243	1.088	1.494	1.832	2.238	2.772	1.618	2.023	2.361	2.768	3.302	2.147	2.553	2.891	3.297	3.831	2.677	3.083	3.420	3.827	4.361
80%	751	1.180	1.538	1.968	2.513	1.327	1.756	2.114	2.544	3.089	1.903	2.332	2.689	3.120	3.665	2.479	2.908	3.265	3.696	4.240	3.055	3.484	3.841	4.272	4.816

Autoconsumo 40%																									
3 Paneles					4 Paneles					5 Paneles					6 Paneles					7 Paneles					
Variación en Consumo																									
Var. Tarifa	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%
-20%	-1.030	-766	-552	-293	206	-917	-654	-440	-180	319	-805	-542	-327	-68	431	-693	-429	-215	44	543	-580	-317	-103	157	656
-10%	-820	-524	-284	8	525	-661	-365	-125	167	684	-502	-206	34	325	842	-344	-48	192	484	1.001	-185	111	351	643	1.160
0%	-610	-281	-16	309	843	-405	-76	189	514	1.049	-200	129	394	719	1.254	5	334	600	924	1.459	211	539	805	1.129	1.664
10%	-400	-39	253	609	1.162	-148	213	504	861	1.413	103	464	755	1.112	1.665	355	716	1.007	1.363	1.916	606	967	1.258	1.615	2.168
20%	-190	204	521	910	1.481	108	502	819	1.208	1.778	406	799	1.116	1.505	2.076	704	1.097	1.414	1.803	2.374	1.001	1.395	1.712	2.101	2.672
30%	20	446	789	1.211	1.799	364	791	1.133	1.555	2.143	709	1.135	1.477	1.899	2.487	1.053	1.479	1.821	2.243	2.831	1.397	1.823	2.165	2.587	3.176
40%	230	689	1.057	1.511	2.118	621	1.079	1.448	1.902	2.508	1.011	1.470	1.838	2.292	2.899	1.402	1.860	2.229	2.683	3.289	1.792	2.251	2.619	3.073	3.680
50%	440	932	1.325	1.812	2.436	877	1.368	1.762	2.249	2.873	1.314	1.805	2.199	2.685	3.310	1.751	2.242	2.636	3.122	3.747	2.187	2.679	3.073	3.559	4.184
60%	650	1.174	1.594	2.112	2.755	1.133	1.657	2.077	2.596	3.238	1.617	2.140	2.560	3.079	3.721	2.100	2.624	3.043	3.562	4.204	2.583	3.107	3.526	4.045	4.688
70%	860	1.417	1.862	2.413	3.073	1.390	1.946	2.391	2.943	3.603	1.919	2.476	2.921	3.472	4.133	2.449	3.005	3.450	4.002	4.662	2.978	3.535	3.980	4.531	5.192
80%	1.070	1.659	2.130	2.714	3.392	1.646	2.235	2.706	3.290	3.968	2.222	2.811	3.282	3.865	4.544	2.798	3.387	3.858	4.441	5.120	3.374	3.963	4.434	5.017	5.696



Autoconsumo 50%																									
3 Paneles						4 Paneles					5 Paneles					6 Paneles					7 Paneles				
Variación en Consumo																									
Var. Tarifa	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%	-50%	-25%	0%	25%	50%
-20%	-888	-554	-268	42	589	-775	-441	-156	154	703	-663	-329	-44	266	815	-551	-217	69	379	927	-438	-104	181	491	1.040
-10%	-660	-284	35	384	955	-501	-126	194	542	1.115	-343	33	353	701	1.274	-184	192	511	860	1.432	-25	350	670	1.018	1.591
0%	-432	-15	339	726	1.321	-227	190	544	931	1.527	-22	395	749	1.136	1.732	183	600	954	1.341	1.937	388	805	1.159	1.546	2.142
10%	-205	254	643	1.068	1.686	47	505	894	1.319	1.939	298	757	1.145	1.571	2.191	550	1.008	1.397	1.822	2.442	801	1.259	1.648	2.073	2.694
20%	23	523	946	1.410	2.052	321	821	1.244	1.708	2.352	619	1.119	1.542	2.005	2.649	916	1.416	1.840	2.303	2.947	1.214	1.714	2.137	2.601	3.245
30%	251	792	1.250	1.752	2.418	595	1.136	1.594	2.096	2.764	939	1.480	1.938	2.440	3.108	1.283	1.824	2.282	2.784	3.452	1.627	2.169	2.626	3.128	3.796
40%	479	1.061	1.554	2.094	2.783	869	1.452	1.944	2.484	3.176	1.259	1.842	2.335	2.875	3.566	1.650	2.233	2.725	3.265	3.957	2.040	2.623	3.115	3.656	4.347
50%	706	1.330	1.857	2.436	3.149	1.143	1.767	2.294	2.873	3.588	1.580	2.204	2.731	3.310	4.025	2.017	2.641	3.168	3.746	4.462	2.453	3.078	3.605	4.183	4.899
60%	934	1.600	2.161	2.778	3.515	1.417	2.083	2.644	3.261	4.000	1.900	2.566	3.127	3.744	4.484	2.383	3.049	3.610	4.228	4.967	2.867	3.532	4.094	4.711	5.450
70%	1.162	1.869	2.465	3.120	3.880	1.691	2.398	2.994	3.650	4.413	2.221	2.928	3.524	4.179	4.942	2.750	3.457	4.053	4.709	5.472	3.280	3.987	4.583	5.238	6.001
80%	1.389	2.138	2.768	3.462	4.246	1.965	2.714	3.344	4.038	4.825	2.541	3.290	3.920	4.614	5.401	3.117	3.865	4.496	5.190	5.976	3.693	4.441	5.072	5.766	6.552

**Fuente:** Elaboración propia

## **DECLARACIÓN JURADA RESOLUCIÓN 212/99 CD**

Los autores de este trabajo declaran que fue elaborado sin utilizar ningún otro material que no hayan dado a conocer en las referencias que nunca fue presentado para su evaluación en carreras universitarias y que no transgrede o afecta los derechos de terceros.

Mendoza, 13 de junio de 2025



***Esteban Alberto Morralla Barbieri***

Firma y aclaración

**25.389**

Número de registro

**33.440.150**

DNI



***Burgos Exequiel Matías***

Firma y aclaración

**25.201**

Número de registro

**32.504.896**

DNI