

Perspectiva Financiera En La Evaluación Multiescalar De La Rentabilidad Y Riesgo De Sistemas Fotovoltaicos

Financial Perspective In The Multiscale Assessment Of Profitability And Risk Of Photovoltaic Systems

Recibido: 16 de enero de 2025

Aprobado: 17 de junio de 2025

Publicado: 01 de septiembre de 2025

Forma de citar: Forma de citar: L. S. Lobo, Y. A. Ojeda Pacheco, W. J. Angarita Avendaño, and L. D. Barreto Hernández, “Perspectiva Financiera En La Evaluación Multiescalar De La Rentabilidad Y Riesgo De Sistemas Fotovoltaicos”; Mundo Fesc, vol. 15, no. 33, pp.84-97 sep. 2025, doi: 10.61799/2216-03882000

Ledy Sumalave Lobo



Especialista en gerencia tributaria,
Universidad Santo Tomás, Grupo de Investigación ECONFI,
Universidad Popular del Cesar,
<https://orcid.org/0009-0001-9153-5056>,
lsumalave@unicesar.edu.co
Aguachica, Colombia

Yoiber Antonio Ojeda Pacheco



Especialista en gerencia tributaria,
Universidad Santo Tomás, Grupo de Investigación ECONFI,
Universidad Popular del Cesar,
<https://orcid.org/0009-0007-9335-1553>,
yoiberojeda@unicesar.edu.co,
Aguachica, Colombia

William Jairo Angarita Avendaño



Estudiante Pregrado, Contaduría Pública, Universidad Popular del Cesar, Grupo de Investigación ECONFI, Universidad Popular del Cesar,
<https://orcid.org/0009-0009-0633-5243>,
wjangarita@unicesar.edu.co
Aguachica, Colombia

Luis David Barreto Hernández



Estudiante Pregrado, Contaduría Pública, Universidad Popular del Cesar,
Grupo de Investigación ECONFI, Universidad Popular del Cesar
<https://orcid.org/0009-0007-0677-9667>,
ldbarreto@unicesar.edu.co
Aguachica, Colombia

***Autor para correspondencia:**

Email: lsumalave@unicesar.edu.co



Perspectiva Financiera En La Evaluación Multiescalar De La Rentabilidad Y Riesgo De Sistemas Fotovoltaicos

Resumen

En el municipio de Aguachica, Cesar, la discusión en torno a la transición energética se inscribe en un escenario de alta dependencia de fuentes convencionales y de una creciente presión tarifaria. El presente trabajo se ocupa de examinar la incidencia de los incentivos fiscales y regulatorios sobre la factibilidad económica de los sistemas fotovoltaicos, mediante la aplicación de encuestas a usuarios finales. La investigación se desarrolló desde un enfoque mixto, a través de entrevistas con actores estratégicos del sector y la revisión sistemática de documentación relevante, con el propósito de estimar indicadores financieros de trascendencia tales como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión. Los resultados obtenidos evidencian que los usuarios identifican el ahorro en el consumo eléctrico y la posibilidad de comercialización de excedentes como factores motivacionales predominantes, mientras que los beneficios tributarios fortalecen la rentabilidad de los proyectos y contribuyen a la mitigación de riesgos financieros asociados. Se infiere, por ende, que la autogeneración mediante sistemas fotovoltaicos representa una alternativa económicamente robusta y ambientalmente sostenible, apta para favorecer la consolidación de la resiliencia energética a nivel regional.

Palabras clave: Abastecimiento de energía, administración financiera, economía de la energía, política energética, recursos energéticos.

Financial Perspective In The Multiscale Assessment Of Profitability And Risk Of Photovoltaic Systems

Abstract

In the municipality of Aguachica, Cesar, the discussion surrounding the energy transition takes place within a context of high dependence on conventional energy sources and increasing tariff pressures. This paper examines the impact of fiscal and regulatory incentives on the economic feasibility of photovoltaic systems by surveying end users. The research employed a mixed-methods approach, utilizing interviews with key stakeholders in the sector and a systematic review of relevant documentation to estimate important financial indicators such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and payback period. The results show that users identify savings in electricity consumption and the possibility of selling surplus energy as the primary motivating factors, while tax benefits strengthen project profitability and contribute to mitigating associated financial risks. It follows, therefore, that self-generation through photovoltaic systems represents an economically robust and environmentally sustainable alternative, suitable for promoting the consolidation of energy resilience at the regional level.

Keywords: energy supply, financial management, energy economics, energy policy, energy resources.

Introducción

La transformación energética global ya no es un tema de laboratorio: afecta directamente decisiones políticas y debates científicos. No basta con conocer la tecnología; hay que evaluar cómo los recursos energéticos se cruzan con la sociedad y cómo lograr un equilibrio entre eficiencia, sostenibilidad y equidad [1]. Factores como la disminución progresiva de los combustibles fósiles, la volatilidad de los mercados internacionales y los efectos persistentes del cambio climático instan a la exploración de alternativas energéticas más limpias y sostenibles. En este contexto, la energía solar fotovoltaica adquiere un papel preeminente, no solo por su disponibilidad prácticamente inagotable, sino también por los significativos avances tecnológicos que han permitido que la conversión de la radiación solar en energía eléctrica sea cada vez más eficiente, económica y confiable, acercando así los principios de sostenibilidad a la cotidianidad de comunidades y entidades productivas [2].

Durante los últimos diez años, la producción de energía solar ha experimentado un auge sostenido a nivel global, con tasas de crecimiento anual que en algunos lugares han rebasado el 20 % [3]. Este auge se explica no solo por los avances en el rendimiento de los módulos —con eficiencias que en aplicaciones comerciales superan ya el 20 %—, sino también por el desarrollo de dispositivos complementarios como inversores inteligentes y sistemas de almacenamiento más accesibles [4]. Paralelamente, la drástica reducción de los costos de capital desde 2010 ha colocado a esta fuente de energía en condiciones de franca competitividad frente a las tecnologías convencionales.

Pese a este panorama alentador, en numerosos países en desarrollo persisten obstáculos que limitan la adopción de energías renovables a gran escala. Entre ellos se encuentran la falta de infraestructura especializada, la escasez de capital de riesgo y la percepción de incertidumbre financiera en torno a proyectos de largo plazo [5]. América Latina constituye un ejemplo ilustrativo: la región dispone de elevados niveles de irradiación solar, equiparables a los de las zonas más avanzadas en producción fotovoltaica, y sin embargo la penetración de esta fuente en las matrices energéticas nacionales permanece en niveles incipientes [6].

Para ejemplificar, Colombia, en particular, mantiene una fuerte dependencia de la generación hidroeléctrica, lo cual, aunque le confiere un perfil relativamente limpio en términos de emisiones, la hace vulnerable a fenómenos climáticos como El Niño, que reducen de manera significativa la capacidad de generación en épocas de sequía [7]. La termoeléctrica, por su parte, ligada a los precios internacionales de los combustibles fósiles, introduce riesgos de volatilidad tarifaria y compromete la seguridad energética. Frente a esta realidad, la diversificación de la matriz se presenta como una necesidad estratégica, en la cual la energía solar emerge como una alternativa viable y de creciente pertinencia, el gobierno ha venido implementando un marco regulatorio que se destina a la promoción de las energías no convencionales como lo es la energía solar; además, de la publicación de políticas que se adecuan a la reducción de costos favoreciendo la competitividad en el desarrollo de la energía solar [8]. Aún así, contar con políticas gubernamentales que favorezcan este tipo de proyectos no garantizan la viabilidad de estos, el éxito requiere un análisis financiero exhaustivo que incluya la inversión inicial, la depreciación de los paneles, gastos operativos, la vida útil de los inversores y las diversas fluctuaciones del clima [9].

Bajo este contexto, la viabilidad de proyectos de energía solar no depende únicamente del cumplimiento normativo ante el gobierno nacional, su éxito va asociado a diversas variables, como lo son: la capacidad de evaluar la precisión de su rentabilidad, las zonas con alta irradiación, la variación climática y los costos elevados. Este análisis muestra la planificación energética mediante alternativas robustas y que sean económicamente sostenibles, integrando los estándares de eficiencia, los compromisos nacionales e internacionales y la resiliencia frente al cambio climático [10]. Es así, como se analizó los incentivos fiscales y normativos que influyen en la viabilidad económica de los sistemas solares fotovoltaicos, mediante encuestas aplicadas a los usuarios finales en el municipio de Aguachica – Cesar, Colombia.

Con base en lo anterior, la energía solar cumple un rol fundamental en la transición tecnológica hacia sistemas energéticos sostenibles y resilientes; al combinar factores económicos y técnicos, que permiten una completa evaluación de su viabilidad [11]. Según [12,13] los estudios en este campo alcanzan también a incluir factores sociales y ambientales, lo cual permiten desarrollar estrategias de inversión que sean ajustables a las características específicas de cada entorno y contexto local.

Fundamentos teóricos

Bases para la planificación y ejecución de proyectos fotovoltaicos

La aplicación de técnicas clásicas de gestión de proyectos permite acotar alcance, costos y plazos, asegurando la coherencia entre objetivos técnicos y metas económicas [14]. El correcto dimensionamiento de un sistema solar exige determinar con precisión la demanda eléctrica, la irradiación disponible y las condiciones ambientales, de manera que la selección de paneles, inversores y demás componentes se ajuste al sitio, evitando ineficiencias y costos adicionales. [15]. De igual modo, la evaluación financiera tiene que tomar en cuenta no solo los gastos de compra e instalación, sino también los costos que surgen de la operación y el mantenimiento, así como los ingresos posibles por la venta de excedentes energéticos y los beneficios fiscales actuales. El uso de modelos de flujo de efectivo descontado y simulaciones económicas ayuda a visualizar escenarios a mediano y largo plazo, lo que apoya una toma de decisiones más fundamentada sobre la viabilidad de la inversión [16].

Desde la perspectiva ambiental, la formulación de proyectos fotovoltaicos integra el análisis de ciclo de vida (ACV) con el propósito de evaluar los impactos asociados a la fabricación, el transporte y la disposición final de los distintos componentes del sistema. Este enfoque permite mitigar efectos negativos y seleccionar tecnologías con menor huella ecológica, asegurando que la transición energética contribuya efectivamente a la sostenibilidad local [17].

Teorías económicas y tributarias aplicadas a la política fiscal

La comprensión de la política fiscal y de su incidencia en la economía exige el examen de distintas corrientes teóricas que esclarecen la respuesta de los agentes económicos frente a la tributación, el gasto público y la deuda del Estado. La teoría de la equivalencia, formulada inicialmente por David Ricardo y más tarde ampliada por Milton Friedman, sostiene que en mercados financieros perfectamente competitivos y bajo supuestos de racionalidad, el financiamiento del gasto público mediante endeudamiento no altera de manera relevante la deman-

da agregad [18].

La función de los tributos trasciende la simple recaudación, pues actúa sobre la distribución del ingreso y la eficiencia del sistema económico, al tiempo que condiciona la justicia social [19]. La teoría de Mirrlees aporta una visión sobre los desafíos de la tributación en contextos de información imperfecta, mientras que Musgrave resalta el papel redistributivo del Estado; ambos enfoques permiten comprender cómo las políticas fiscales repercuten simultáneamente en la equidad y la eficiencia [20][21].

Materiales y métodos

Metodología de la investigación

La factibilidad de los sistemas fotovoltaicos en Aguachica se abordó mediante un enfoque metodológico que articula perspectivas cuantitativas que se ocupa de describir hechos a partir de un criterio teórico definido previamente [22] y cualitativas que busca estudiar las diferentes formas de interpretación de un fenómeno y apunta a la construcción colectiva de las realidades internas del fenómeno [23]; [24], es por ello que el análisis numérico permitió identificar patrones y correlaciones entre variables económicas y sociales, mientras que la investigación cualitativa, sustentada en estudios de caso, contextualizando los hallazgos y considerando factores socioculturales y económicos que inciden en la evaluación financiera [25].

Técnicas de recolección de datos. La información se recopiló a través de la realización de encuestas organizadas dirigidas a una muestra representativa de usuarios de sistemas de energía fotovoltaica en Aguachica, con el objetivo de obtener datos sobre patrones de consumo, gastos relacionados y beneficios que se perciben. Además, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con actores clave del ámbito energético local, lo que ayudó a aclarar motivaciones, barreras y puntos de vista sobre la adopción de tecnologías. Por último, se realizó un exhaustivo análisis de documentos de fuentes regulatorias, técnicas y académicas, lo que permitió situar los resultados dentro de su marco legal y teórico.

Población y muestra. La población que se analiza en esta investigación está compuesta por las personas que utilizan sistemas de energía solar en la localidad de Aguachica, César. Se estima que hay entre veinticuatro y cuarenta instalaciones operativas que están asociadas a negocios oficialmente registrados en la Cámara de Comercio de la zona. Para asegurar que los resultados sean representativos, se eligió una muestra de veintiséis usuarios, seleccionados al azar de entre el grupo identificado. El tamaño de la muestra se determinó utilizando la fórmula estadística adecuada para poblaciones limitadas:

$$n = \frac{(N)(Z)^2(P)(Q)}{(e)^2(N-1) + (Z)^2(P)(Q)}$$

(1) Variables

n = Muestra obtenida

N = Población objeto

Z = Nivel de confianza (0.95) o Puntuación z (1.96)

P = Probabilidad de éxito (0.50)

Q = Probabilidad de fracaso (0.50)

e = Margen de error (0.1152)

Donde N se refiere a la magnitud del grupo, Z representa el valor relacionado con el grado de confianza (1,96 para un 95%), P y Q son las probabilidades de éxito y de fracaso (0,50 en cada caso), y e es el margen de error aceptable (0,1152). La cifra obtenida —veintiséis casos— ofrece una buena combinación entre la exactitud estadística y la factibilidad práctica.

Resultados y discusión

Caracterización de los usuarios de sistemas fotovoltaicos en Aguachica

El análisis empírico permitió establecer que los usuarios actuales de sistemas fotovoltaicos se distribuyen entre los sectores residencial y comercial, con capacidades instaladas comprendidas entre 5 kW y 36 kW. Conforme a la normativa de la CREG 174 de 2021, se constató la prevalencia de usuarios regulados, con predominio en el ámbito doméstico y en establecimientos empresariales de pequeña escala. En la tabla 1 se presenta la clasificación de usuarios según CREG 174 de 2021.

Tabla 1. Clasificación de usuarios según CREG 174 de 2021

	Código de usuario	Rol/Tipo de establecimiento	Capacidad (kW/h)	Tipo de instalación
Educativo	E1	Rector de institución educativa	7	Residencial
	E2	Rector de institución educativa	8.5	Residencial
	E3	Docente de institución educativa	8.5	Residencial
	E4	Docente universitario	6	Residencial
Salud	S1	Clínica privada	36	Comercial
	S2	Médico especialista	8.5	Residencial
	S3	Médico especialista	10	Comercial
Comercial	C1	Empresa de materiales	14	Comercial
	C2	Establecimiento de entretenimiento	88	Comercial
	C3	Local comercial	6	Residencial
	C4	Hotel	20	Comercial
	C5	Distribuidora de productos agropecuarios	15	Comercial
	C6	Vivero	8.5	Residencial
Religioso	R1	Centro religioso	30	Comercial
Profesionales independientes	P1	Profesional independiente	8.5	Residencial
	P2	Contador público	8	Residencial
	P3	Profesional independiente	12	Comercial
	P4	Profesional independiente	8	Residencial
	P5	Profesional independiente	8	Residencial
	P6	Profesional independiente	8	Residencial
	P7	Profesional independiente	5	Residencial
	P8	Profesional independiente	6	Residencial
	P9	Empresa de servicios	30	Comercial
	P10	Contador público	20	Comercial

	P11	Profesional independiente	8.5	Residencial
Total de usuarios	25			

El examen de los veinticinco usuarios de sistemas fotovoltaicos en Aguachica permite advertir una característica común: todos se encuentran inscritos en la categoría de Autogeneradores a Pequeña Escala (AGPE), al poseer capacidades instaladas inferiores a 100 kW [26]. Esta condición regulatoria no es un detalle menor, pues define tanto el régimen jurídico al que se someten como las prerrogativas tributarias y de conexión a red de las que pueden beneficiarse [27]. En cuanto al desempeño técnico, las mediciones revelan un rendimiento promedio de 2,4 kWh diarios por cada kW instalado, valor coherente con los parámetros reportados para regiones de elevada irradiación solar [28]. Ello confirma que el entorno geográfico de Aguachica, caracterizado por niveles estables de radiación, constituye un terreno particularmente propicio para el despliegue de la autogeneración fotovoltaica.

El caso de mayor envergadura dentro de la muestra, correspondiente a un establecimiento de entretenimiento con 88 kW de capacidad, merece atención especial. Su potencial de producción, estimado en 211 kWh diarios o 77.000 kWh anuales, ilustra con claridad la magnitud de los beneficios que esta tecnología puede reportar al sector terciario, tradicionalmente intensivo en consumo eléctrico [29]. No solo implica un ahorro económico en los costos de operación, sino también una contribución real a disminuir la dependencia de la red tradicional y, por ende, a reducir las emisiones vinculadas [30].

En el contexto residencial, los sistemas eléctricos que incorporan componentes electrónicos que van de 5 a 8,5 kW, y que, constituyen la tipología más recurrente, alcanzan producciones comprendidas entre 12 y 20 kWh diarios (4.380–7.300 kWh anuales). Tales magnitudes, si bien modestas en comparación con los proyectos comerciales, resultan suficientes para cubrir buena parte de las necesidades energéticas de un hogar promedio en la región [31]. De este modo, la tecnología no solo se erige como una alternativa económicamente ventajosa, sino también como un mecanismo de resiliencia energética frente a los incrementos tarifarios que han caracterizado el mercado eléctrico nacional.

Valoración de beneficios tributarios y económicos en la población local

El análisis de los usuarios de sistemas fotovoltaicos en Aguachica evidencia que los beneficios de carácter económico constituyen el principal incentivo para la adopción de esta tecnología, complementados por motivaciones ambientales. En la figura 1 se puede apreciar la respuesta por parte de los usuarios encuestados respecto al beneficio percibido por ellos.

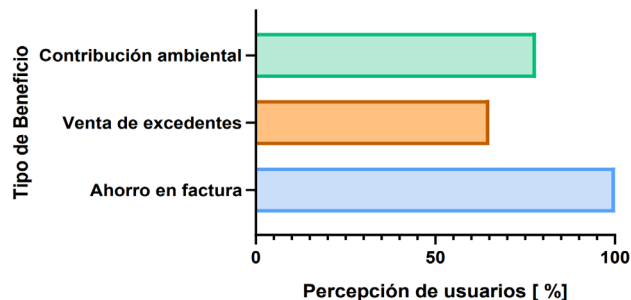


Figura 1. Distribución de beneficios percibidos por los usuarios de sistemas fotovoltaicos en Aguachica.

El ahorro en la factura de energía eléctrica, reportado por la totalidad de los entrevistados (100%), confirma la primacía de la reducción de costos como motor de decisión. La venta de excedentes a la red, adoptada por el 65% de los usuarios, refleja la aplicación efectiva de la normativa nacional vigente (Resolución CREG 174) y la obtención de ingresos adicionales. Adicionalmente, la reducción de la huella ambiental, señalada como relevante por el 78% de los participantes, subraya la consideración de factores sostenibles en la elección de sistemas fotovoltaicos.

Si bien los usuarios priorizan las recompensas económicas, no se puede subestimar el peso que tienen los beneficios ambientales en su aceptación de la tecnología. Por eso, cualquier estrategia de difusión debería integrar tanto los incentivos financieros como los impactos sostenibles para lograr mayor aceptación.

Análisis del impacto financiero de los beneficios tributarios para sistemas fotovoltaicos

El estudio evalúa el efecto de los beneficios fiscales sobre los indicadores financieros de los sistemas fotovoltaicos. Los hallazgos destacan que estos estímulos no son solo ventajas secundarias, sino un factor determinante para garantizar la viabilidad económica de los proyectos. En la figura 2 se presenta el análisis comparativo de la tasa de retorno en la implementación de los sistemas fotovoltaicos.

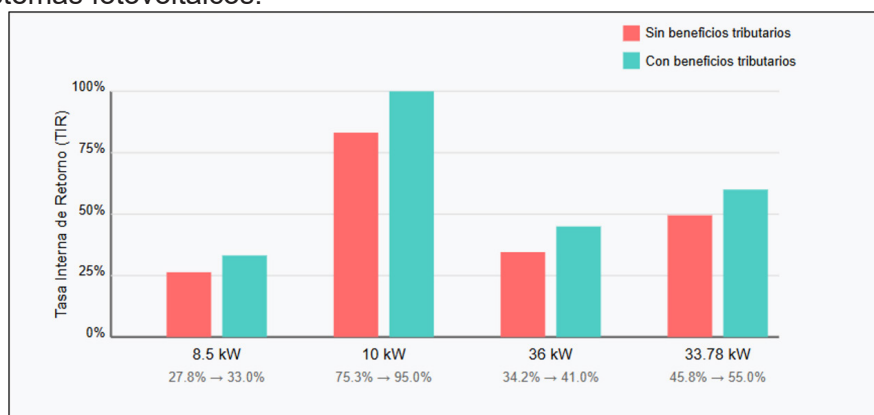


Figura 2. Análisis comparativo de la tasa interna de retorno (TIR) en sistemas fotovoltaicos

La figura 2 pone en evidencia cómo los incentivos fiscales impactan de manera significativa los indicadores financieros de los sistemas solares. Por ejemplo, la Tasa Interna de Retorno se incrementa hasta en 20 puntos porcentuales, especialmente en los sistemas de 10 kW, que alcanzan un 95 % de rendimiento. Además, los plazos de recuperación se acortan entre 3 y 8 meses, dependiendo del proyecto, lo que contribuye a mejorar la liquidez inicial y disminuir el riesgo financiero. En la tabla 2 se presentan los beneficios percibidos sobre el VPN de los sistemas fotovoltaicos.

Tabla II. Impacto de los beneficios tributarios sobre VPN de los sistemas fotovoltaicos

Sistema Fotovoltaico	VPN sin beneficios tributarios (millones \$)	VPN con beneficios tributarios (millones \$)	Incremento (%)
8,5 kW	36,2	55,7	53,9

10 kW	177,8	235,9	32,7
36 kW	214,3	289,8	35,2
33,78 kW	288,5	375,4	30,1

El impacto del retorno de inversión a cinco (5) años sobre VPN, revelaron incrementos significativos, confirmando así que los incentivos fiscales son un elemento clave a la hora de garantizar el éxito, la viabilidad económica y la estabilidad financiera de este tipo de proyectos [32]. En el contexto estudiado, los hallazgos demostraron que aplicar *políticas fiscales adecuadas*, no solo incrementa la rentabilidad, sino que, además, se convierten en una herramienta estratégica para la planificación de proyectos de inversiones en energía fotovoltaica [33];[34]. Pudiendo así destacar el *sistema fotovoltaico 10kW*, que según el presente estudio consiguió los indicadores más apropiados con los parámetros evaluados.

Conclusiones

Los sistemas fotovoltaicos representan una alternativa energética con extraordinaria viabilidad financiera, demostrando ser inversiones altamente rentables en diversos contextos de aplicación. El análisis integral de diferentes configuraciones, desde instalaciones residenciales de 8.5 kW hasta sistemas comerciales de 36 Kw; revela un panorama favorable para la implementación de esta tecnología renovable. La clasificación de sistemas fotovoltaicos (conectados a red, aislados e híbridos) permiten una comprensión estructurada de las alternativas disponibles, cada una con características técnicas y económicas diferenciadas. Los sistemas conectados a red destacan por su simplicidad operativa y menores costos iniciales, mientras que los sistemas aislados ofrecen autonomía energética en zonas sin acceso a la red eléctrica convencional. Por su parte, los sistemas híbridos presentan ventajas significativas en términos de estabilidad y factor de capacidad.

Los costos operativos constituyen un componente fundamental en la evaluación económica de estos sistemas. El mantenimiento preventivo programado que incluye inspecciones visuales, limpieza de módulos, verificaciones eléctricas y termografías representa entre 0.5% y 1% del CAPEX anual. Por otro lado, el mantenimiento correctivo puede alcanzar hasta 2% del CAPEX anual en etapas avanzadas de operación. La vida útil diferencial de los componentes requiere considerar reemplazos programados, principalmente de inversores, cuya sustitución representa el costo más significativo durante el ciclo de vida del sistema. El análisis de rendimiento por unidad de capital invertido revela marcadas diferencias entre las configuraciones analizadas. El sistema de *10 kW exhibe la mejor eficiencia de capital* con una ratio beneficio/inversión cercana a la unidad, seguido por el sistema de 33.78 kW con una eficiencia muy buena. Los puntos de equilibrio financiero oscilan entre el 4.3% y el 12.4% del tiempo operativo total, confirmando la rápida recuperación de la inversión en todos los casos analizados.

En síntesis, la evidencia técnica y financiera demostró que los sistemas fotovoltaicos constituyen una oportunidad de inversión excepcional, con períodos de recuperación breves, tasas de retorno extraordinarias y beneficios secundarios significativos. El marco regulatorio actual ofrece condiciones óptimas para su implementación, recomendándose aprovechar los incentivos vigentes ante la perspectiva de una posible gradualidad decreciente en beneficios tributarios

Referencias

- [1] C. E. Falcón Pérez, “Las comunidades energéticas como iniciativas emergentes que luchan contra el cambio climático,” *Actualidad Jurídica Ambiental*, 2023.
- [2] O. F. Barón Oviedo y N. J. Villa Jiménez, “Estudio de viabilidad técnica para la conformación de una empresa en proyectos de sistemas fotovoltaicos residenciales en el área metropolitana de Bucaramanga”, tesis especialización, EAN, 2025. Disponible en: <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/05021a82-dba9-4573-92b0-0b31b7349890/content>
- [3] T. S. Kishore, P. U. Kumar, and V. Ippili, “Review of global sustainable solar energy policies: Significance and impact,” *Innovation and Green Development*, vol. 4, no. 2, p. 100224, 2025.
- [4] F. A. B. Páez, M. Del Mar Prieto Manosalva, Y. P. O. Santiago, C. A. P. Sánchez y D. L. Rivera, “Environmental Impact Study for the Construction of Solar Photovoltaic Projects in Rural Areas,” en *Advances in Sciences Behind Food, Energy, and Innovation*, G. Vilalta-Alonso, C. de Castro Pellegrini, O. Llanes-Santiago, F. Soto Pau y R. Radrigán-Ewoldt, Eds. Cham: Springer, 2025, pp. 1–?, doi: 10.1007/978-3-031-86954-9_23
- [5] L. A. Q. Morales y A. D. P. Anchatipán, “Análisis comparativo de las tecnologías de inversores On Grid utilizados en sistemas conectados a la Red,” *Tesla Revista Científica*, vol. 4, no. 1, pp. e286–e286, 2024.
- [6] M. Vázquez Vázquez, “Análisis del impacto de la financiación y del coste del capital sobre el valor de los proyectos de energía renovable”, tesis doctoral, Universidad Rey Juan Carlos, 2025. Disponible en: <https://burjcdigital.urjc.es/items/898b0a93-6565-418f-add4-ab-c8a4448e53> [acceso-14-may-2025]
- [7] J. S. Muñoz Muñoz, “Análisis de escenarios de interconexiones internacionales de Chile con un enfoque en alta penetración de energía solar”, tesis Grado, Universidad de Chile, 2018. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152502> [acceso-20-may-2025]
- [8] Y. Ortega y F. Salcedo, “Transforming agriculture: advancements in compost-biopolymers composites for enhanced sustainability,” 2024. Disponible en: <https://hdl.handle.net/1992/76037>
- [9] N. Osorio Martínez y M. Mira Ramírez, “Evolución y perspectivas de los incentivos fiscales y los impuestos verdes en Colombia para el uso de energías limpias (2019-2024)”, tesis especialización, Universidad de Antioquia, 2025. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/eca00c47-c995-407e-9707-eafeb5b63f07/content>
- [10] D. C. Aguay-Saquicaray, “Evaluación de la eficiencia energética de sistemas de energía solar fotovoltaica en diferentes condiciones climáticas,” *MQR Investigar*, vol. 8, no. 3, pp. 4993–5016, 2024.

- [11] W. J. Niño Sierra, “Análisis a estrategias de optimización energética en sistemas de energía solar fotovoltaica para aplicaciones residenciales: Un enfoque comparativo”, tesis grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2025. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/68290/WJNINOS%20%281%29.pdf?sequence=3> [acceso-14-nov-2025]
- [12] C. C. O. Escobar, “Rol de la energía solar y eólica en la transición energética en Colombia: actualidad, perspectivas y retos”, tesis grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia 2021. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/40173/ccortegatee.pdf?sequence=3&isAllowed=y> [acceso-14-nov-2025]
- [13] L. F. González Restrepo y A. Gutiérrez Quintero, “Instrumento de evaluación del impacto financiero y social de proyectos sustentables”, tesis Grado, Unidad Central del Valle del Cauca, 2024. Disponible en: <https://repositorio.uceva.edu.co/bitstream/handle/20.500.12993/4656/TG-lgonzalez-agutierrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [14] A. González Marín y J. D. Muñoz Osorio, “Estrategias financieras sostenibles en la creación de valor para una muestra de Pymes del sector de la construcción de la ciudad de Medellín”, tesis Grado, Universidad EIA Ingeniería Financiera Envigado, 2024. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/6619> [acceso-13-sep-2025]
- [15] J. Robayo Peña y C. Narváz Suarez, “Diseño e implementación de una metodología para incrementar el nivel de madurez organizacional en la gestión de proyectos para la Secretaría de Planeación y Urbanismo en el municipio de Ubaté”, tesis Grado, Universidad el Bosque, 2024. Disponible en: <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/9ec3980c-e832-4b9e-94ba-d8dc7c580b93/content> [acceso-27-oct-2025]
- [16] P. Díez del Monte, “Análisis y diseño de una instalación fotovoltaica en un bloque de viviendas: evaluación técnica y económica”, tesis de Grado, Universidad Politécnica Madrid, 2023. Disponible en: <https://oa.upm.es/75773/> [acceso-7-sep-2025]
- [17] M. J. Nivicela Cadmilema, “Modelo de evaluación de rentabilidad de un proyecto inmobiliario usando el modelo de simulaciones de Monte Carlo”, tesis maestría, Universidad de Cuenca, Ecuador 2025. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/46951> [acceso-27-oct-2025]
- [18] V. Campos Guzmán, “Orientación a la producción y consumo sostenible, análisis de ciclo de vida (ACV) y modelos de decisión multicriterio (MDMC) para evaluación de sistemas fotovoltaicos”, tesis doctoral, Universidad Politécnica Cartagena, España. 2022. <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/> [acceso-14-jun-2025]
- [19] L. F. Sepúlveda Domínguez, “Impacto del gasto tributario sobre los principios de eficiencia y equidad del sistema tributario colombiano”, tesis grado, Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB 2021. Disponible en: https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/13387/2021_Tesis_Sepulveda_Dominguez_Luisa_Fernanda.pdf?sequence=1 [acceso-27-may-2025]
- [20] M. V. R. Salgado, L. G. S. Álvarez y M. A. R. Salgado, “Planificación tributaria como herra-

mienta eficaz para la maximización de los beneficios fiscales y económicos,” *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, vol. 5, no. 2, pp. 477–496, 2023.

[21] A. G. Carrascal, “Distribución de los ingresos y tributación óptima para Colombia, buscando la eficiencia y la equidad,” *Documento CEDE*, no. 28, 2023.

[22] Y. Chirinos, D. Rojas, y N. Barbera, “Influencia del liderazgo resonante en el desempeño laboral para crear organizaciones saludables”, En: Y. Chirinos., A. García., R. Godínez,

N. Barbera y D. Rojas, (Eds.), *Tendencias en la Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica*, 10 (10), 132–148, Fondo Editorial Universitario Servando Garcés, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.47212/Tendencias2020.10>

[23] M. Nieves, O. Bracho, y M. Acuro, “Gestión del talento humano como factor clave para el emprendimiento sostenible”, *Revista Temario Científico*, 4(2). e24415. 2024, Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.47212/rtcAlinin.2.224>

[24] C. Sánchez Castro y A. K. Santafé Rojas, “Competencias del emprendedor social para los proyectos productivos de UNODC en Tibú, Colombia”, *Mundo Fesc*, vol. 12, s3, pp. 281-297, 2022. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.149>

[25] L. B. García, *El papel del Estado en la economía: análisis y perspectivas para el siglo XXI*, Los Libros de la Catarata, 2023.

[26] J. I. B. Ascona y A. L. Mencia, “Análisis y fundamentación de los diseños de investigación: explorando los enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos basados en Creswell & Creswell (2018),” *Revista UNIDA Científica*, vol. 7, no. 2, pp. 110–117, 2023.

[27] N. E. Guerrero Tovar y A. F. Buitrago Parra, “Generación distribuida de baja potencia en Colombia: correlación con la normatividad y estrategias para el manejo de excedentes y su adecuada gestión”, tesis grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá 2024. <http://hdl.handle.net/11349/94742>

[28] M. Villar Ezcurra y M. D. C. Cámara Barroso, “Fiscalidad de las comunidades energéticas: un salto tributario cualitativo respecto del autoconsumo de energía eléctrica”, en *Fundación Democracia y Gobierno Local Serie: Claves del Gobierno Local*. 2024. Disponible en: <https://udimundus.udima.es/handle/20.500.12226/2699>,

[29] M. Á. Ramírez Pazmiño y S. J. Zurita Anzules, “Análisis de rendimiento y estrategias de mejora para una planta Fotovoltaica de 90 KW”, tesis grado, Universidad Politécnica Salesiana, 2024. DisponibleEn: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27319> [acceso: 29-nov-2025]

[30] C. M. Milla Camacho, E. Yacupoma Mattos, F. Murrugarra Peláez y A. O. Ramírez Bernardo, “Instalación de una planta solar de 100 MW para la producción y almacenamiento de energía eléctrica en el sur del Perú”, tesis maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2025. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/items/4536d13c-cbdb-4c80-a39e-978f4243e404>

[31] L. Y. M. Rojas y J. L. C. López, "Contribución de las energías renovables a la disminución de los gases efecto invernadero: una revisión de literatura," *Cuaderno activa*, vol. 16, no. 1, 2024.

[32] P. E. Forján, "*Análisis de normativa y rentabilidad del autoconsumo eléctrico en el mundo: aplicación en el sector residencial*", tesis Doctoral, Universidad de La Rioja, 2022.

[33] C. E. Mosquera Ochoa, "Incentivos fiscales para la conservación de la biodiversidad en el contexto latinoamericano", *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, vol. 7, núm. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.62452/a8xxnp38>

[34] R. Contreras Lisperguer, M. S. Eirin, A. Podestá y R. Salgado, "Políticas de atracción de inversiones para el financiamiento de la energía limpia en América Latina," 2022. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48084-politicas-atraccion-inversiones-financiamiento-la-energia-limpia-america-latina> [acceso: 3-abr-2025]