







**Propuesta de paneles solares como fuente de generación para
equipos de aire acondicionado del laboratorio de química
orgánica de la FCB**

*Panel Proposal Solar as a Generation Source for Air Equipment Conditioning of the
Organic Chemistry Laboratory of the FCB*

Autores:

-  Anyelo José Meza Anchundia¹ | ameza5010@utm.edu.ec
-  Edison Iván Morocho Cedeño¹ | emoroch9691@utm.edu.ec
-  Alcira Magdalena Vélez Quiroz¹ | alcira.velez@utm.edu.ec
-  Gino Joaquín Mieles Mieles¹ | gino.mieles@utm.edu.ec

¹ *Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador*

Recepción: 20 de diciembre de 2025 | **Aceptación:** 28 de enero de 2026 | **Publicación:** 3 de febrero de 2026

Resumen

Uno de los equipos que mayor cantidad de energía consumen tanto en las instalaciones electrodomésticas, como industriales son los sistemas de climatización, se presenta la propuesta de para la implementación de un sistema fotovoltaico como fuente de generación eléctrica para equipos de aire acondicionado del laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí. El objetivo de la investigación fue buscar alternativas de generación eléctrica ante la vulnerabilidad del sistema eléctrico local frente a épocas de estiaje debida que es una solución viable al desarrollo energético sostenible. La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo y descriptivo, se empleó el software PVsyst para diseño y simulación de sistema fotovoltaicos on Grid y off grid. Los resultados muestran que para la ciudad de Portoviejo con una radiación promedio anualmente de 4,38 kWh/m²día, es viable la propuesta, por lo que se diseñó un sistema compuesto por 8 módulos fotovoltaicos de 550W puede generar 5,8 MWh anualmente, alimentando la demanda del equipo de climatización y produciendo excedentes de potencia inyectados a la red. Los hallazgos demuestran la factibilidad técnica, económica, ambiental y social del sistema propuesto.

Palabras clave: Energía fotovoltaica; sistemas conectados a red; sostenibilidad

Abstract

One of the types of equipment that consumes the most energy in both domestic and industrial installations is air conditioning systems. This proposal presents the implementation of a photovoltaic system as a source of electricity generation for air conditioning equipment in the Organic Chemistry Laboratory of the Faculty of Basic Sciences at the Technical University of Manabí. The objective of the research was to seek alternatives for electricity generation in view of the vulnerability of the local electricity system during periods of low water flow, which is a viable solution for sustainable energy development. The methodology used was quantitative and descriptive, and PVsyst software was used for the design and simulation of on-grid and off-grid photovoltaic systems. The results show that for the city of Portoviejo, with an average annual radiation of 4.38 kWh/m²/day, the proposal is viable. Therefore, a system consisting of eight 550W photovoltaic modules was designed to generate 5.8 MWh annually, feeding the demand of the air conditioning equipment and producing surplus power injected into the grid. The findings demonstrate the technical, economic, environmental, and social feasibility of the proposed system.

Keywords: Photovoltaics; grid-connected systems; sustainability



Introducción

La provincia de Manabí cuenta con valores altos de radiación solar que puede ser utilizada para generar energía esta investigación pretende demostrar la viabilidad del uso de paneles solares como una fuente alternativa de generación eléctrica en el laboratorio de química orgánica de la Facultad de Ciencias Básicas (FCB) en la Universidad Técnica de Manabí (UTM). En los últimos años la demanda energética en el país ha crecido significativamente y se ha generado una creciente preocupación sobre la sostenibilidad de las fuentes tradicionales de energía. En el contexto nacional, las crisis energéticas han demostrado la vulnerabilidad de los sistemas eléctricos convencionales en épocas de estiaje y han impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles y eficientes.

Durante el año 2024, los caudales que alimentaban a las principales centrales hidroeléctricas del país, entre ellas Paute, Sopladora y Mazar, se redujeron a niveles críticos, mientras que, de manera paralela, la central Coca Codo Sinclair presentó fallas estructurales significativas y su embalse operó apenas con el 2% de su capacidad. Esta condición se debió a la insuficiencia de precipitaciones en la región Sierra y Amazonia, lo que limitó la disponibilidad de agua para la generación eléctrica (Romero, 2024). Dichos factores condujeron a uno de los estiajes más severos registrados en el Ecuador en los últimos años, ocasionando interrupciones del servicio eléctrico hasta de 14 horas a escala nacional por un periodo superior a tres meses.

Según la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARC) el Balance Nacional de Energía de Ecuador correspondiente a Mayo de 2025 refleja que la matriz de generación eléctrica del país, dentro del Sistema Nacional Interconectado (SNI), se compone mayoritariamente de fuentes renovables. La generación hidroeléctrica representa el 67,37%, seguida de la generación térmica incluyendo turbogás, turbo vapor y motores de combustión interna (MCI) con un 29,43%.



En menor proporción, se registran la biomasa con 1,93%, la energía eólica con 0,83%, la fotovoltaica con 0,30% y, finalmente, el biogás con 0,14%.

Aunque los sistemas fotovoltaicos (FV) actualmente sólo aportan con un 0,30% de energía al SNI, se perfilan como una alternativa estratégica gracias a las condiciones favorables del país. No obstante, su incorporación enfrenta aun desafíos técnicos, ambientales, culturales y económicos (MERNNR, 2023). Stott (2024) advierte que el cambio climático amenaza la seguridad de la generación hidroeléctrica en América Latina, lo que hace necesario diversificar la matriz energética. El autor enfatiza que una solución viable es combinar la energía solar y eólica con una gestión más estratégica de las represas, reduciendo su operación en días de alta producción renovable para conservar agua en períodos de menor generación.

En este contexto, las investigaciones orientadas a la implementación de sistemas FV en entorno urbanos en Ecuador adquieren relevancia, dado el alto potencial solar disponible y la necesidad urgente de transitar hacia soluciones energéticas sostenibles (Narváez, Barragán-Escandón, León, & Guerrero, 2024). En el país, las investigaciones y aplicaciones de la energía fotovoltaica han mostrado un crecimiento progresivo en la última década. Un acontecimiento importante se alcanzó en 2013, cuando en el cantón Pimampiro, provincia de Imbabura, se inauguró la primera central fotovoltaica a gran escala conectada al SNI. Esta planta cuenta con una capacidad instalada de 998kW y conformada por 4160 paneles solares.

En relación con las aplicaciones en sectores de difícil acceso (Paredes, Lazo, Torres, & Vera, 2023), analizaron experiencias latinoamericanas de electrificación rural mediante sistemas FV, destacando que en Ecuador estas soluciones representan una alternativa viable en comunidades amazónicas y zonas aisladas de la sierra, donde la extensión de redes convencionales no es factible económicamente. De manera complementaria (Mera-

Bravo & Rodríguez-Gómez, 2024), evaluaron la factibilidad técnica, social y ambiental de sistemas autónomos de Manabí, concluyendo que la tecnología fotovoltaica constituye una solución sostenible frente a fuentes no renovables contaminantes y costosas a base de combustibles como el Diésel.

En otros estudios, (Lituma Torres & Vásquez Solis, 2020) proyectaron un diseño de electrificación solar para el cantón Sucúa, donde se apreció reducciones de emisiones de CO₂ cercana a 4,38 toneladas anuales, alcanzando resultados positivos en el ámbito ambiental. Mientras que (Orozco & Coello, 2023) analizaron el potencial solar en las cuatro regiones del Ecuador, estimando una radiación promedio de entre 4 y 5 kWh/m²día, lo cual afirma la viabilidad técnica del país para desarrollar proyectos fotovoltaicos a gran y pequeña escala.

Dentro de la provincia de Manabí (Delgado & Rodríguez, 2025), se presentó el estudio de sistemas autónomos fotovoltaicos que generan 1,76MWh/año para la comunidad rural "El Descanso" del cantón Paján, por otro lado (Chicaiza & Mieles, 2025), propusieron el diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red para el laboratorio de física en la UTM, ambos proyectos resultaron favorables en el ámbito técnico, económico y ambiental en los cuales reducen ahorrando notablemente emisiones de CO₂ al ambiente.

Conforme a lo expuesto en varios estudios fotovoltaicos, se puede decir que Ecuador posee un gran potencial de energía FV debido a su alta radiación solar. En la ciudad de Portoviejo, la radiación solar se encuentra entre 2,6 y 3,03 kWh/m²día (Saltos & Rodríguez, 2023), lo que representa una gran viabilidad de aplicación de sistemas FV para dicha ciudad. Por otra parte debido a la gran radiación solar, esto provoca grandes olas de calor en distintas épocas del año, lo que podría ser un factor negativo, para disminuir este efecto sobre todo en espacios cerrados como aulas, oficinas, laboratorios o casas, se opta por la instalación y aplicación de aires acondicionados. La instalación de

estos electrodomésticos incrementa la demanda energética del país, según un reporte del diario Expreso (2024), el consumo diario de varios electrodomésticos empezando por los aire acondicionados ascienden a más de 500 MW.

El laboratorio de Química Orgánica posee un aire acondicionado 2170W de potencia nominal y 2860W de potencia máxima, las instalaciones fotovoltaicas se clasifican en dos tipos:

- On Grid: Es un sistema que se encuentra conectado al sistema de transmisión o distribución eléctrica, ya que su función principal es inyectar la energía producida a la red pública reduciendo la demanda de fuentes tradicionales de electricidad (Mohamed, Mat, Masri, & Zainuri, 2020).
- Off Grid: Es aquel que no está conectado a la red pública y guarda la energía producida en baterías y alimenta a una carga establecida (Călin, Cotfas, & Cotfas, 2024).

El objetivo principal fue proponer el uso de paneles solares como fuente de generación para los equipos de aire acondicionado del laboratorio de química orgánica de la FCB de la UTM, con el fin de aprovechar la radiación solar para producir energía eléctrica por medio de paneles FV, además se evaluó la factibilidad técnica de la instalación, factibilidad económica, social y ambiental.

Metodología

La investigación fue de carácter cuantitativo con apoyo descriptivo cualitativo, se adoptó un enfoque cuantitativo basado en la recolección y análisis de datos números que involucraban el consumo eléctrico, la radiación solar y la capacidad de generación del sistema FV, sin embargo se insertó un componente cualitativo descriptivo orientado a la problemática energética nacional, estructura, clasificación y análisis de los sistemas FV



como una solución sustentable frente al cambio climático y mejorar la eficiencia energética de los equipos de climatización del laboratorio de Química Orgánica.

Se empleó la herramienta principal de software PVsyst y las ilustraciones correspondientes del sistema FV propuesto. Según Domínguez et al. (2019) el software PVsyst posee la capacidad de calcular valores diarios de radiación solar a partir de mediciones mensuales, este contiene todos los subprogramas para el diseño, optimización y simulación de cuatro tipos de sistemas como: On Grid, Off Grid, bombeo solar y redes de corriente directa (DC), debido a que cuenta con herramientas únicas que permiten a los diseñadores analizar, comparar y mejorar la orientación y las especificaciones del sistema para lograr el máximo rendimiento posible (Al Sarhan, 2024).

Resultados

Ubicación del lugar y datos meteorológicos

El laboratorio de Química Orgánica de la UTM está ubicado en la ciudad de Portoviejo, el laboratorio se sitúa en latitud (S) 1,0409, longitud (W) 80,4538 y una altitud de 45 metros como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Ubicación geográfica del laboratorio de Química Orgánica

Introduciendo las coordenadas al programa PVsyst se obtienen los datos meteorológicos y radiación solar del sitio por medio de la fuente de Meteonorm 8.0 (2010-2014) que se observa en la Tabla 1.



Tabla 1. Datos meteorológicos del sitio de estudio

	Irradiación horizontal global kWh/m ² /día	Irradiación difusa horizontal kWh/m ² /día	Temperatura °C	Velocidad del viento m/s	Turbidez Linke [-]	Humedad relativa %
Enero	4.35	2.54	25.9	2.99	4.581	77.8
Febrero	4.57	3.00	26.0	2.30	4.522	82.0
Marzo	5.08	2.61	26.2	2.30	4.538	81.4
Abril	5.43	2.68	25.7	2.60	5.085	81.9
Mayo	4.92	2.60	25.8	3.20	5.309	78.2
Junio	3.87	2.39	24.4	3.59	5.130	80.7
Julio	4.00	2.53	24.1	3.91	4.932	79.9
Agosto	4.43	2.92	23.7	4.00	5.431	79.7
Septiembre	4.26	2.61	23.3	4.10	6.122	80.7
Octubre	3.37	2.50	23.8	4.19	5.354	79.1
Noviembre	3.82	2.47	23.8	4.19	5.446	79.6
Diciembre	4.45	2.86	25.1	3.90	5.220	75.9
Año	4.38	2.64	24.8	3.4	5.139	79.7

Fuente: PVsyst

Los datos meteorológicos destacan la cantidad de radiación solar en el año, donde se aprecia que anualmente alcanza 4,38 kWh/m²día con una humedad relativa del 79,7%.

La temperatura ambiente oscila los 24,8°C anualmente. Con esta información se valoró la alternativa de generar energía para el laboratorio de química.

Orientación e Inclinación

Los módulos FV deben ser dispuestos con el objetivo de captar la mayor cantidad posible de radiación solar anualmente y reducir al mínimo las pérdidas energéticas. En la figura 2 muestra como se ha configurado la orientación de los módulos correspondientes a esta investigación. Se ha fijado el ángulo de inclinación en 15° y el ángulo azimut en 0°, con el propósito de tener las menores pérdidas por orientación.

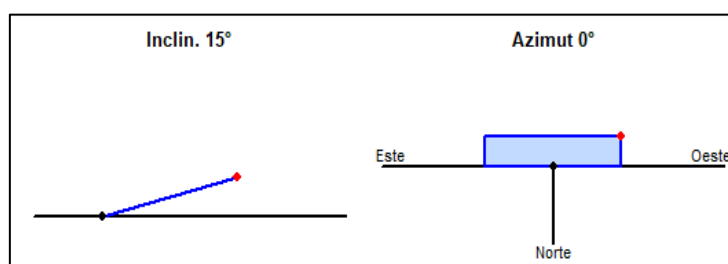


Figura 2. Inclinación y Azimut de los módulos fotovoltaicos

Demanda Eléctrica

La carga demandada para el proyecto necesita ser evaluada con atención para establecer la capacidad necesaria de módulos FV. Esto previene gastos innecesarios que surgen de un sistema sobredimensionado y evita la falta de energía provocada por un diseño inadecuado. Teniendo en cuenta el equipo de climatización se insertó un autoconsumo promedio en el software PVsyst de 11,25 kWh/día, en la figura 3 se muestran las necesidades del usuario, donde se ve distribuido el autoconsumo diario, por lo general el consumo solo son los días laborables (lunes a viernes) y durante 7 horas al día.

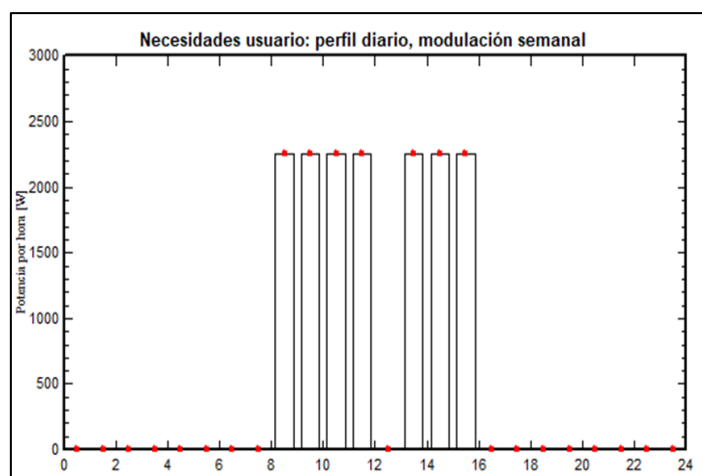


Figura 3. Necesidades del usuario

Elección de componentes del sistema FV

El sistema FV este compuesto por paneles solares e inversor de CC-CA. En esta investigación se escogieron los módulos FV *Powest* Monocristalino de 550W, se optó por módulos monocristalinos que son fabricados de un solo cristal de silicio, son eficientes (17-22%) y duraderos (Cordero, 2026), los módulos seleccionados cuentan con eficiencia del 21,30%.

El software PVsyst permitió calcular la cantidad de potencia requerida de acuerdo a la demanda del sistema, también el área necesaria para la correcta instalación de los paneles solares. El sistema se compone por 8 paneles solares (4×2) que generan 4.4 kWp

nominales y un área de 21m². Correspondiente al inversor, se escogió el modelo SUN2000L-3KTL de la marca Huawei de dos entradas MTTP. Las características de este inversor son las siguientes: potencia nominal de 3kW, tensión de funcionamiento 90V-560V y máxima eficiencia de 98,3%, la proporción de potencia nominal es de 1,47.

Balance Energético Anual

Este parámetro resume resultados donde se incluyen la energía efectiva a la salida del conjunto (E. Array), Energía suministrada al usuario (E. Used) y la Energía inyectada a la red (E. Grid) generada mensualmente. Los datos se muestran en la figura 4, notándose que la producción energética es superior entre los meses de marzo y mayo.

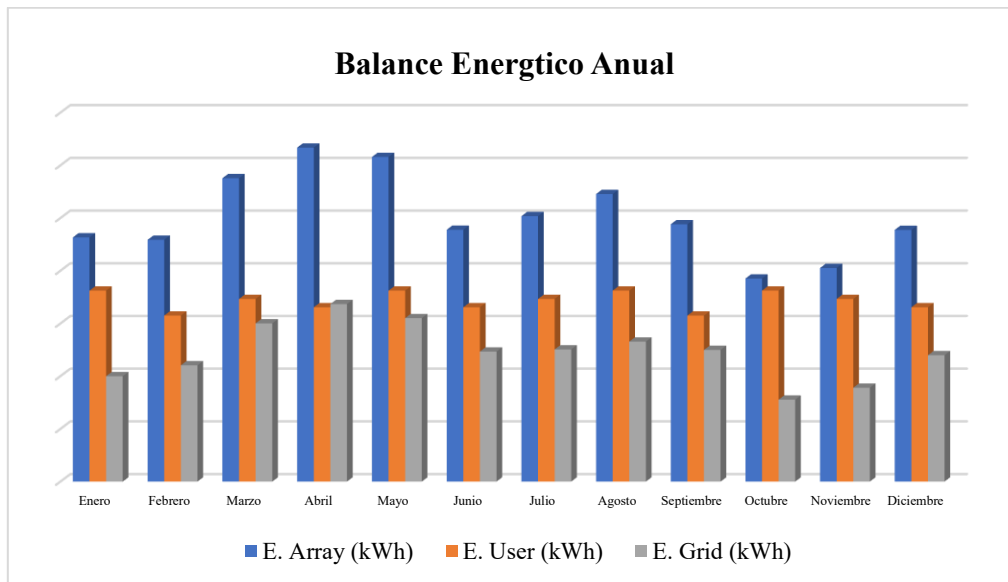


Figura 4. Balance Energético Anual del sistema FV

El valor máximo de energía generada se observó en el mes de abril, con 633,6kWh, mientras que el menor registro se observó en octubre, con una producción aproximada de 385,2 kWh. La energía consumida por el usuario se observa en un rango de 300 a 363kWh manteniéndose relativamente constante durante el año. Además, mensualmente se registra energía inyectada a la red, lo que indica que la capacidad instalada del sistema supera la demanda del equipo de climatización, donde existe la posibilidad de abastecer a otros equipos de menor consumo.

Producción Normalizada

La energía útil y pérdidas del sistema FV a través de paneles solares e inversor se observa en la figura 5. De acuerdo a la leyenda del grafico: Pérdidas del conjunto FV (Lc), Pérdidas del inversor (Ls) y Energía útil producida (Yf).

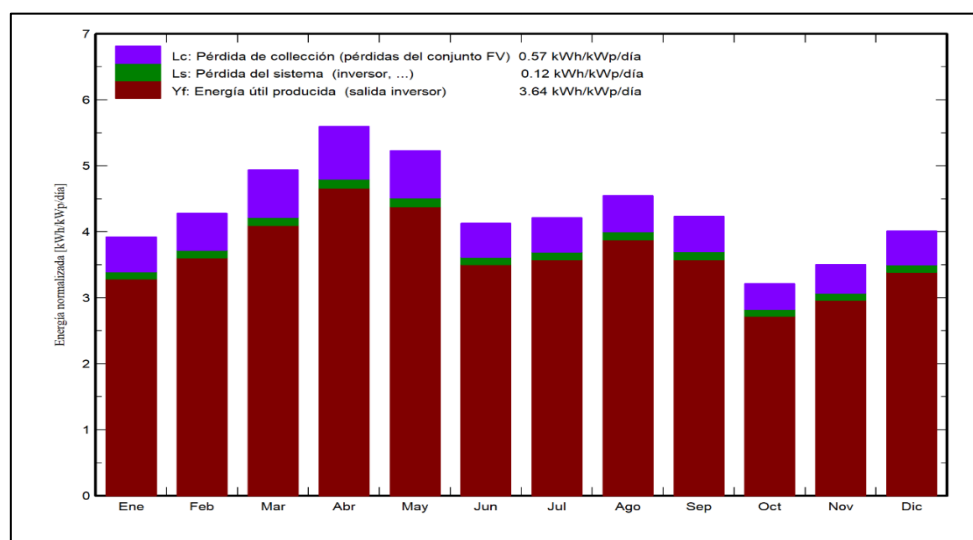


Figura 5. Producciones Normalizadas por kWp instalado.

El pico de energía útil del sistema alcanza 4,6 kWh/kWp/día en el mes de abril. No obstante, se observa que durante los meses de mayor producción existen las mayores pérdidas del sistema debido al incremento de temperatura ambiente ocasionando un impacto negativo en el rendimiento de los módulos FV.

La menor producción del sistema FV es de 2,7 kWh/kWp/día durante el mes de octubre, pero a la vez suceden las menores pérdidas, debido a que no existe tanta irradiación y reduce pérdidas asociadas al sistema. En promedio anual las pérdidas Lc son de 0,57 kWh/kWp/día, las pérdidas Ls son de 0,12 kWh/kWp/día y la energía útil es de 3,64 kWh/kWp/día.

Índice de rendimiento (PR)

El PR es la relación entre energía potencia real y energía teórica del sistema FV. Como se observa en todos los meses del año existen ligeras variaciones en un rango aproximado de 0,83 a 0,86 como se observa en la figura 6. Un índice PR del 84% es favorable para

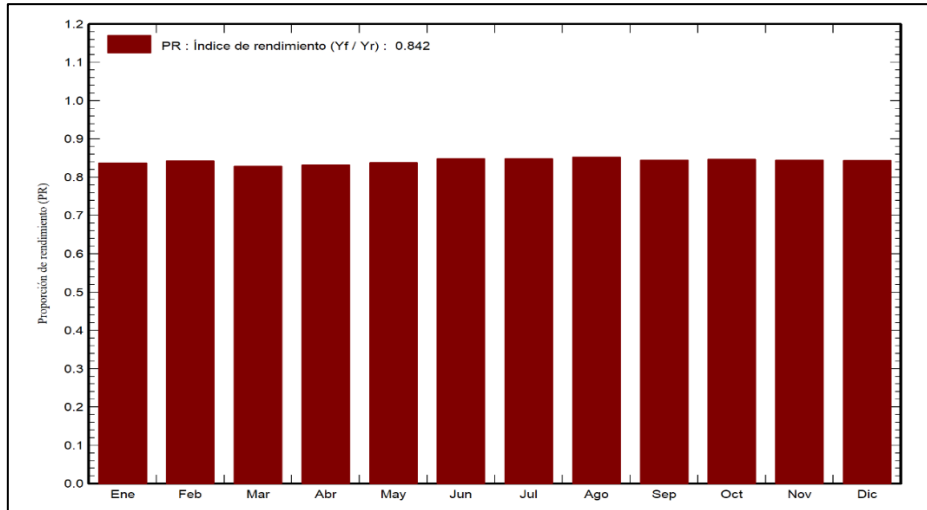


Figura 6. Índice de rendimiento PR

un sistema FV conectado a red, indica que las diferentes pérdidas desde los paneles hasta la salida del inversor son controladas.

Diagrama de Pérdidas

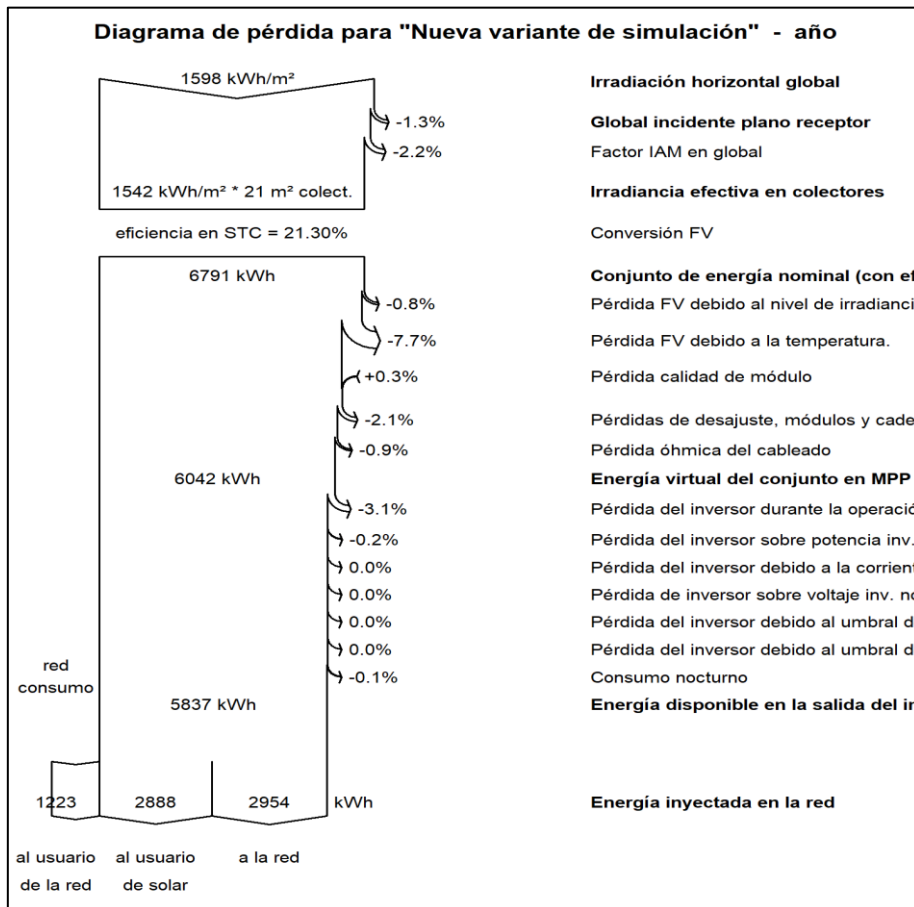


Figura 7. Diagrama de Perdidas

Las pérdidas del sistema FV anualmente, en conjunto todas estas que poseen un porcentaje aproximado del 14% de la energía producida, todas ellas están relacionadas a niveles de irradiancia, temperatura, calidad del módulo, cableado, inversor y entre otras como se muestra en el diagrama de la figura 7.

La energía nominal generada es de 6042 kWh, después del proceso de pérdidas del 14% mencionado anteriormente, el sistema entrega 5837 kWh convertidos a corriente alterna, donde 2888 kWh es consumido para alimentar la demanda, 2954 kWh son inyectados a la red y en caso de irradiación baja el sistema ocupa 1223 kWh de la red para abastecer la demanda eléctrica

Factibilidad Económica

Una de las dificultades de los sistemas FV es su alto costo financiero de componentes, instalación y mantenimiento, se opta por sistemas *on-grid* ya que el uso de baterías no es necesario, donde se disminuyen costos, pero igualmente el costo financiero es elevado. Se determinaron los costos de componentes, mantenimiento y operación del sistema FV, estimando una inversión de USD 2940 aproximadamente sin el costo de mano de obra, porque se espera que la instalación se realice por estudiantes como proyecto de beca. En la figura 8 se observa el Valor Actualizado Neto (VAN) y la tasa de retorno (TIR).

Resultados económicos detallados (USD)									
	Venta de electricidad	Costos de func. de amortización	Subsidio de amortización	Ingreso imponible	Impuestos	Beneficio después de impte	Ahorro de autoconsumo	Cumul lucro	% amorti.
2027	295	150	0	145	0	145	289	-2503	14.8%
2028	297	153	0	144	0	144	289	-2071	29.5%
2029	298	156	0	142	0	142	289	-1639	44.2%
2030	300	159	0	141	0	141	289	-1210	58.8%
2031	301	162	0	139	0	139	289	-782	73.4%
2032	303	166	0	137	0	137	289	-356	87.9%
2033	304	169	0	135	0	135	289	66	102.3%
2034	306	172	0	133	0	133	289	490	116.7%
2035	307	176	0	131	0	131	289	910	131.0%
2036	309	179	0	129	0	129	289	1328	145.2%
2037	310	183	0	127	0	127	289	1744	169.4%
2038	312	187	0	125	0	125	289	2168	173.5%
2039	313	190	0	123	0	123	289	2570	187.5%
2040	315	194	0	121	0	121	289	2979	201.4%
2041	316	198	0	118	0	118	289	3386	215.3%
2042	318	202	0	116	0	116	289	3791	229.1%
2043	319	206	0	113	0	113	289	4193	242.7%
2044	321	210	0	110	0	110	289	4592	260.3%
2045	322	214	0	108	0	108	289	4988	269.8%
2046	323	219	0	105	0	105	289	5382	283.2%
Total	6'188	3'645	0	2'544	0	2'544	5'776	5'382	283.2%

Figura 8. Valor Actualizado Neto (VAN) y la tasa de retorno (TIR)



Los costos anuales de mantenimiento se le estimó un 5% del costo total del proyecto, con una tasa de inflación del 2%. De acuerdo a los costos totales y energía en bruta producida, se estima que el costo nivelado de electricidad (LCOE) es de 0,054 USD/kWh. El proyecto está estimado para una vida útil de 20 años, donde la inversión se recupera en 7 años y un ahorro en consumo eléctrico tarifario que supera los 5000 USD como se muestra en la figura 9.

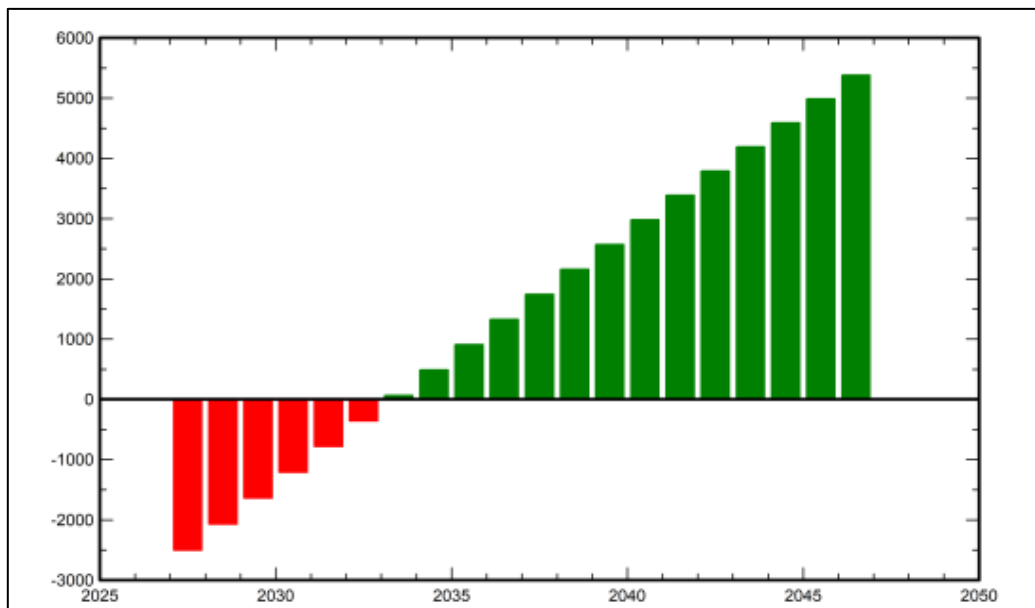


Figura 9. Flujo de caja acumulado (USD) de la vida útil del proyecto

Factibilidad Ambiental

Una ventaja de los sistemas de generación eléctrica a través de energía renovables es la reducción de emisiones de carbono hacia la atmósfera, la energía FV en comparación a diferentes tipos de energías no renovables reduce el impacto de contaminación de gases invernadero. El programa PVsyst realiza una comparación de cuantas toneladas de emisiones de CO₂ se ahorra durante la vida útil del sistema frente a un sistema convencional de capacidad semejante.

En Ecuador según la Agencia Internacional de Energía (AIE) en un plazo de 20 años las emisiones de carbono de la red convencional son de 319gCO₂/kWh aproximadamente.

Los resultados demuestran que la emisión del sistema y componentes es de 7tCO₂,



mientras que un sistema de red convencional con una capacidad semejante emite 37,3tCO₂ durante la vida útil del sistema.

En la figura 10 se observa el ahorro de emisiones de CO₂ en el plazo de 20 años de vida útil del sistema, en total son 26,979tCO₂ corroborando la factibilidad ambiental al aplicar sistemas de energías fotovoltaicas.

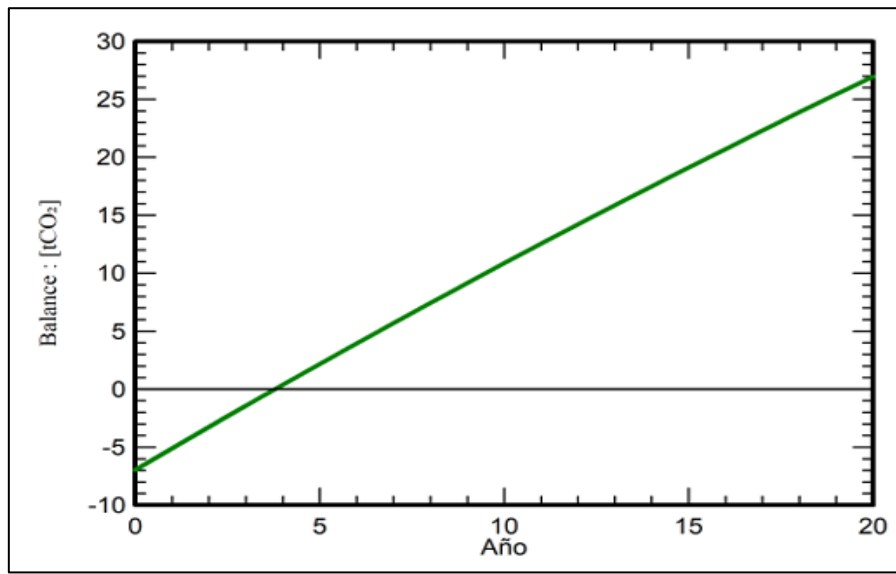


Figura 10. Emisión de CO₂ ahorrada vs tiempo

Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica del sistema FV se basó en examinar el consumo del equipo de climatización del laboratorio y proyectar un sistema adecuado por medio del programa PVsyst con componentes disponibles en el mercado. Los datos del programa arrojaron una radiación promedio de 4,38 kWh/m²/día en la ciudad de Portoviejo que produce energía útil después del inversor 3,64 kWh/kWp/día en promedio anualmente, con un índice PR del 84% de alta eficiencia en sistemas conectados a red que abastece gran parte de la demanda.

Factibilidad Social

La factibilidad social se basa en como la comunidad universitaria adoptaría estas nuevas tecnologías de energía fotovoltaica y replicarla en otros campus de la universidad y fuera de ella.



Relativamente en diferentes partes del Ecuador como en la región amazonia se implementaron microrredes fotovoltaicas lo que permitió mejorar notablemente la calidad de vida y energética de esas comunidades (Mendez, 2023). Dentro de este contexto, la experiencia de los sistemas FV en el país corrobora la factibilidad social, que no solo es viable, sino que construye un modelo replicable para futuras generaciones.

Discusión / Conclusiones

La propuesta de la implementación de módulos FV para equipos de aire acondicionado en el laboratorio de Química Orgánica es una opción sostenible para alimentar la demanda de dichos equipos. La decisión es optar por sistemas FV conectados a red en zonas urbanas es adecuada, por contar con un buen suministro de la red convencional y ahorro de costo en comparación de sistemas aislados de red. El software PVsyst dispone de herramientas sofisticadas para este tipo de proyectos, por lo que es muy recomendada por profesionales e investigadores y resultado de ayuda en la investigación.

En la factibilidad económica se comprobó que la inversión inicial se recuperaría en un mediano plazo de 7 años sin el costo de instalación o mano de obra y generando ahorro en tarifas de consumo, además se propone un aporte social demostrando que estos sistemas FV ayudan a la comunidad a tener una mejor calidad de vida y sostenibilidad energética en diferentes entornos y son replicables, el ahorro de emisiones de carbono a la atmosfera durante la vida útil de 20 años es de 27 toneladas favorable en la factibilidad ambiental.

Referencias

Al Sarhan, F. F. (30 de Octubre de 2024). Design an on-grid PV system to supply electricity to a school in Babil city using PVsyst software. *Journal of Applied Research and Technology*, 22(5), 617–626: <https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2024.22.5.2411>



- Alexander Domínguez, P., Sergio Jáuregui, R., & Jorge Beltrán, M. (2019). Sistema Fotovoltaico Conectado A La Red Para Alimentar La División Territorial Copextel Cienfuegos. Anteproyecto Y Simulación. Centro Azúcar, 46(4), 39-49: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612019000400039
- ARC. (2025). Balance Nacional de Energía Eléctrica mayo de 2025. <https://datosabiertos.gob.ec/dataset/https-www-controlrecursosyenergia-gob-ec-balance-nacional-de-energia-electrica/resource/605c0f36-25ae-43f2-9010-15a43e05c872>
- Călin, A.-M., Cofas, D., & Cofas, P. (2024). A Review of Smart Photovoltaic Systems Which Are Using Remote-Control, AI, and Cybersecurity Approaches. Appl. Sci. 2024 , 14 , 7838. <https://doi.org/10.3390/app14177838>
- Chicaiza, C., & Mieles, G. (2025). Diseño de un sistema fotovoltaico como fuente de alimentación para equipos de climatización del laboratorio de Física de la Universidad Técnica de Manabí. MQRInvestigar, 9(3), e1033. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.3.2025.e1033>
- Cordero, R. (2026). Tipos de paneles solares. <https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/tipos/>
- Delgado, W., & Rodríguez, M. (2025). Sistema fotovoltaico para la comunidad “El Descanso”, parroquia rural de Cascol -Cantón Paján. 5(3),Pág. 358-373: <https://doi.org/10.60100/bciv.v5i3.262>
- Expreso. (2024). Ecuador prepara norma de eficiencia energética: aires acondicionados consumen 500 MW. <https://www.expreso.ec/actualidad/economia/ecuador-prepara-norma-eficiencia-energetica-aires-acondicionados-consumen-500-mw-217184.html>



- Lituma Torres, C. A., & Vásquez Solis, G. R. (1 de Agosto de 2020). Diseño para la implementación de energía renovable fotovoltaica, en el barrio Artesanos sector de los Empleados Municipales del cantón Sucúa. (Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambienta, Universidad de Cuenca): <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33791>
- Méndez, J. (2023). Incorporación de plantas fotovoltaicas flotantes en el embalse de la hidroeléctrica Manduriacu, Ecuador. *Revista Social Fronteriza*, 3(2), 264–278: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7772889>
- Mera-Bravo, J. P., & Rodríguez-Gámez, M. (2024). Factibilidad para la electrificación rural con tecnología fotovoltaica. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(3), 1139-1153: <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.3.2490>
- MERNNR. (2023). Plan Maestro de Electricidad. Cooperación Eléctrica del Ecuador: <https://www.celec.gob.ec/plan-maestro-de-electricidad/>
- Mohamed, H. M., Mat, D. M., Masri, S., & Zainuri, M. (2020). Grid-Connected PV Generation System—Components and Challenges: A Review. *Energías* , 13 (17), 4279: <https://doi.org/10.3390/en13174279>
- Narváez, M. M., Barragán-Escandón, A., León, E. Z., & Guerrero, X. S. (2024). Barreras para la implementación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red en Ecuador. *Sostenibilidad* , 16 (21), 9466: <https://doi.org/10.3390/su16219466>
- Orozco, J., & Coello, S. (Septiembre de 2023). Estudio De Caso: Energía Solar Como Recurso Energético Para Generación De Electricidad Urbana. (Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, Universidad de Guayaquil): <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16441.13925>
- Paredes, M. V., Lazo, E. T., Torres, J. C., & Vera, M. S. (2023). Sistemas Fotovoltaicos En Sectores Del Ecuador Con Dificil Acceso Y/O Desprovistos De Servicio



Eléctrico: Un Estudio Desde Las Experiencias Latinoamericanas. Revista Fuentes, El Reventón Energético, 21(2), 29–44:
<https://doi.org/10.18273/revfue.v21n2-2023003>

Romero, F. P. (25 de 04 de 2024). Crisis energética en Ecuador: Origen, actualidad y alternativas para esta problemática. UBE:
<https://ube.edu.ec/Pericias/articulo/23/Crisis%20energ%C3%A9tica%20en%20Ecuador:%20Origen,%20actualidad%20y%20alternativas%20para%20esta%20problem%C3%A1tica>

Saltos, M., & Rodríguez, M. (2023). Una Geoweb para el desarrollo sostenible.
https://www.researchgate.net/publication/372678859_Una_Geoweb_para_el_desarrollo_sostenible

Stott, M. (11 de Noviembre de 2024). Latin America's hydro power bet suffers effects of climate change. Financial Times: <https://www.ft.com/content/059a0657-d508-4c34-a517-57e5cca0ee4c>