

ISSN 3008-7104

EXPLORA EL MUNDO DEL COMERCIO
EN TODAS LAS DIRECCIONES

COMERCIO 360



REVISTA DIGITAL
DE COMERCIO INTERNACIONAL

www.comercio360.unlu.edu.ar

Año 4 | Número 6 | Mayo 2026

COMERCIO 360



Revista Digital de
Comercio Internacional

EQUIPO EDITORIAL

DIRECTOR

GUSTAVO GABRIEL ALVES

SECRETARIA DE REDACCIÓN

MARÍA FERNANDA GAZZO

SUBSECRETARIO DE REDACCIÓN

FELIPE EZEQUIEL RÍOS DÍAZ

COMITÉ EDITORIAL

JOAQUÍN GUSTAVO BELGRANO

SEBASTIÁN STERZER

RUBÉN FEDERICO VELEZ BERGAMI

COMITÉ ACADÉMICO

MIGUEL ÁNGEL DE MARCO (H) | *NCPR - IDEHESI CONICET - ARGENTINA*

LUZ ROCIO CORREDOR GONZÁLEZ | *UAMÉRICA - COLOMBIA*

EDGAR AUGUSTO GARCÍA MEDINA | *UNISABANETA - COLOMBIA*

OSCAR EDUARDO FERNÁNDEZ GUILLÉN | *ULA - VENEZUELA*

MARTÍN ANDRÉS RODRÍGUEZ | *UCASAL - ARGENTINA*

CÉSAR JAVIER CORIA AUGUSTO | *UCCUYO - ARGENTINA*

LUKAS KERR-OLIVEIRA | *UNILA - BRASIL*

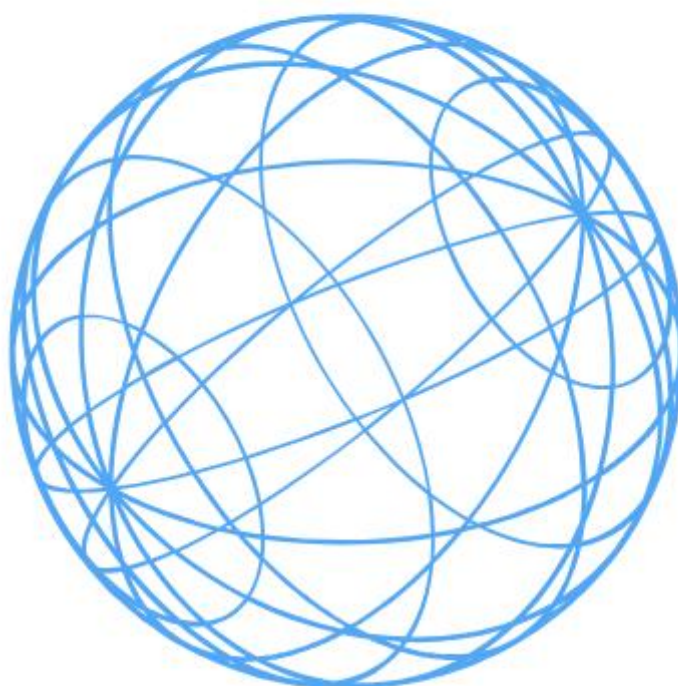
www.comercio360.unlu.edu.ar

Año 4 | Número 6 | Mayo 2026

Esta revista debe citarse como:

Universidad Nacional de Luján [UNLu] (2026). *COMERCIO 360. Revista Digital de Comercio Internacional*. Campana, Buenos Aires, Argentina. Año 4. Número 6.

COMERCIO 360



Revista Digital de Comercio Internacional

Es una publicación semestral e indexada del área de las Ciencias Sociales y Humanidades, enfocada en el comercio internacional. Editada desde 2023 por Profesores, Docentes e Investigadores del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján.



Esta obra está bajo una
Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-Com
partirigual 4.0 Internacional.

Forma parte de los índices
y bases de datos de



Responsabilidad del autor:

El contenido de los artículos, así como las opiniones expresadas en los mismos, son responsabilidad exclusiva del autor.

El Equipo Editorial, Comité Editorial o el Consejo Académico no se hacen responsables por las opiniones vertidas en los artículos publicados.

[Haga clic aquí para conocer las Normas de Publicación](#)

Índice

NOTA EDITORIAL

Equipo Editorial 6

COLOMBIA EN EL NUEVO ORDEN MUNDIAL: RETOS, OPORTUNIDADES Y ESTRATEGIA PARA LA INSERCIÓN PRODUCTIVA

Nasli Cartagena Pulgarín & Edgar Augusto García Medina 8

FACTORES LOGÍSTICOS QUE INTERVIENEN EN LA EFICIENCIA DEL COMERCIO EXTERIOR DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN COLOMBIA

Egna Avendaño Cárdenas & Hazleth Caycedo Suárez 21

¿LAS REGLAS DE LA HAYA Y DE LA HAYA VISBY, PERMITEN RECLAMAR CONTRA EL TRANSPORTADOR MARÍTIMO POR EL RETRASO EN LA ENTREGA DE MERCANCÍAS?

Luis Rojas Páez 34

EL FIN DEL SUEÑO DE LA PROSPERIDAD YUGOSLAVA EN LA ÚLTIMA DÉCADA DEL MARISCAL TITO (1971-1980)

Ricardo Méndez Barozzi 48

MODELO DE SOSTENIBILIDAD EMPRESARIAL APLICADO A CAMPUS UNIVERSITARIOS. UN ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD Y EL IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Yaliangelica Del Valle Briceño Romero, Luisa María Ramírez Herrera & María Fernanda Sánchez García 59

SUBJETIVIDADES DE LAS MUJERES EN EL SECTOR PORTUARIO BONAERENSE: UNA APROXIMACIÓN DESDE LOS CONJUNTOS BORROSOS

María Fernanda Gazzo 92

MODELO DE SOSTENIBILIDAD EMPRESARIAL APLICADO A CAMPUS UNIVERSITARIOS. UN ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD Y EL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Yaliangelica Del Valle Briceño Romero

Docente Investigador. Miembro del Grupo Investigación GIDEM de la Corporación Universitaria de Sabaneta

yaliangelica.briceno.docente@unisabaneta.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1214-3880>

Luisa María Ramírez Herrera

Joven Investigador. Corporación Universitaria De Sabaneta (UNISABANETA), Sabaneta, Antioquia, Colombia

luisa.ramirez.842@unisabaneta.edu.co

María Fernanda Sánchez García

Joven Investigador. Corporación Universitaria De Sabaneta (UNISABANETA), Sabaneta, Antioquia, Colombia

maria.sanchez.615@unisabaneta.edu.co

Resumen

Este artículo investigativo se centra en la viabilidad de implementar sistemas fotovoltaicos en un campus universitario. La iniciativa surge con el objetivo de promover el uso de energías renovables en las universidades, reduciendo la dependencia de fuentes convencionales y minimizando el impacto ambiental. El proyecto inicia evaluando la demanda energética del bloque.

A través de un análisis exhaustivo, se estimó el consumo energético, lo que permitió que expertos en energía fotovoltaica analizaran con los datos suministrados el diseño, la dimensión y el tipo de sistema adecuado para la implementación del proyecto. Esto incluyó establecer el número de paneles solares requeridos, la cantidad de energía que el sistema podría generar, así como evaluar su viabilidad técnica y económica. Por tanto, se realizó una estimación del impacto ambiental, que evidenció una reducción significativa en las emisiones de CO₂, junto con otros beneficios ecológicos.

En conclusión, la implementación de un sistema fotovoltaico en el campus universitario se presenta como una alternativa ecológica y económicamente viable. Este modelo no solo puede replicarse en otros campus, sino que también representa un paso crucial hacia un desarrollo más sostenible y resiliente.

Palabras claves: Ahorro Energético, Campus Universitario, Sistemas Fotovoltaicos, Sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

El uso masivo de combustibles fósiles y recursos no renovables, están generando un impacto negativo al medio ambiente, por los cambios climáticos abruptos que se presentan en la actualidad. Colombia ha comenzado su estrategia para enfrentar el cambio climático a través del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), este plan responde a los desafíos que presenta el clima cambiante y los fenómenos climáticos extremos. El PNACC establece acciones prioritarias que buscan reducir las pérdidas y daños anticipados, así cómo aprovechar las oportunidades que pueden surgir de esta situación. Este Plan Nacional presenta una tabla con sus líneas y estrategias prioritarias para adaptarse y responder eficazmente a los efectos del cambio climático, buscando promover el uso y la gestión eficiente de los recursos naturales, al tiempo que invita a las entidades gubernamentales a incorporar y adaptar estas estrategias en sus planes de desarrollo.

Tabla 1

Plan nacional de adaptación al cambio climático

Objetivo	Estrategia	Acciones
CONOCIMIENTO	Fortalecimiento de la gestión del conocimiento climático, hidrológico y oceanográfico, y sobre los impactos potenciales de sus variaciones en el contexto de cambio climático	Reunir evidencias de cambio climático y desarrollar análisis complementarios con base en los escenarios de cambio climático. Estudiar los potenciales impactos, la vulnerabilidad y el riesgo frente al cambio y la variabilidad climática en el territorio colombiano. Fortalecer el conocimiento sobre medidas de adaptación al Cambio Climático.
	Educación, formación, comunicación y sensibilización de públicos sobre el cambio climático	Desarrollar la estrategia de socialización, divulgación y apropiación de información y conocimiento en materia de cambio climático y sus impactos potenciales. Promover un proceso de capacitación, educación y socialización con entidades territoriales y tomadores de decisión.
	Fortalecimiento de capacidades institucionales para la adaptación al cambio climático	Fortalecer el entorno institucional público y privado para la adaptación al cambio climático. Fortalecer la colaboración, investigación e innovación en materia de adaptación al cambio climático.
PLANIFICACIÓN	Incorporación de la variabilidad y cambio climático en los instrumentos de planificación del Estado	Incorporar lineamientos y acciones de adaptación al cambio climático en los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial.
	Desarrollo de proyectos de inversión resilientes	Fijar metas de adaptación sectorial al cambio climático que orienten los proyectos de inversión públicos y privados.

TRANSFORMACIÓN DEL DESARROLLO	Reducción prospectiva de riesgos en infraestructuras básicas	Infraestructura, transporte y movilidad, competitivas y resilientes al cambio climático. Fortalecimiento de la confiabilidad y acceso a la energía en escenarios de cambio climático.
	Crecimiento verde de hábitats humanos	Salud. Sistema de ciudades resilientes.

Nota: Adaptación del Cuadro 3. Estrategias para la adaptación al cambio climático. (Departamento Nacional de Planeación, 2016, p. 43).

La comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)) también hace mención sobre el cambio climático: «las consecuencias del cambio climático afectan en gran medida a las empresas, teniendo en cuenta la relación entre la inversión y el PIB desciende de forma pronunciada, lo que provoca un aumento de las primas de las empresas y de los desajustes monetarios en su cartera» (Nalin et al., 2024, p. 30) promoviendo a tener más conciencia dentro de los consumidores, aplicando estrategias y políticas gubernamentales, municipales y locales, además de motivar tanto a las empresas como al individuo a crear proyectos y acciones que generen alternativas en la utilización de los recursos naturales de forma eficiente, con la implementación de energías limpias, como lo dice el Plan de Negocios Verdes 2022-2030 en su línea 3 que «tiene como propósito viabilizar los instrumentos económicos y financieros del sector público y privado que impulsen las categorías de los negocios verdes en Colombia. También busca impulsar el desarrollo de instrumentos económicos, financieros y de promoción especializados a las necesidades de los negocios verdes, de acuerdo, con las subcategorías y actividades productivas de impacto positivo ambiental» (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022, p. 132).

El impacto negativo de los combustibles fósiles en el medio ambiente y la salud humana genera una creciente toma de conciencia por parte de los gobiernos (Ciudadanos por un Clima Vivible, 2023), quienes ahora reconocen la necesidad de diseñar políticas públicas que fomenten una transición energética hacia fuentes más limpias, sostenibles y eficientes. En este contexto, el Estado Colombiano ha orientado sus políticas públicas hacia el aprovechamiento de energías renovables, particularmente la eólica y la solar fotovoltaica, basados en el artículo de estudio (Hernández y Ramírez, 2015). El análisis de la política pública colombiana para la

implementación de energía renovable solar, es un deber ser en cuanto a metas. Este esfuerzo se ha visto influenciado por la experiencia de países pioneros en este campo, como Alemania, Australia, España, Estados Unidos y Japón (Naciones Unidas, 2002).

Colombia, gracias a su ubicación privilegiada cerca de la línea ecuatorial, goza de una abundante radiación solar durante todo el año (Jaramillo, 2005), lo que brinda una oportunidad única para el desarrollo de sistemas de generación solar que beneficien tanto a grandes ciudades como a zonas rurales, a nivel industrial y residencial. En respuesta a esta ventaja, se han implementado diversas normativas para fomentar la inversión en energías renovables, entre ellas destaca la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, suscrita por Colombia, cuyo objetivo es promover prácticas de eficiencia energética alineadas con las metas de la COP21.

Dentro de este artículo investigativo y acogiendo nuestra pregunta problematizadora, la adopción de paneles solares en campus universitarios se presenta como una estrategia viable y efectiva para reducir la dependencia a la red eléctrica y promover la sostenibilidad energética. Esta transición hacia fuentes de energía renovables no solo disminuiría los costos operativos a largo plazo, sino que también contribuiría significativamente a la reducción de la huella de carbono de estas instituciones. Al aprovechar la energía solar, los campus pueden convertirse en modelos de sostenibilidad, demostrando a estudiantes y a la comunidad la importancia de la responsabilidad ambiental. Además, la implementación de sistemas fotovoltaicos en entornos educativos podría fomentar la innovación y la investigación en energías renovables, creando un impacto positivo tanto en el ámbito académico como en la comunidad en general.

ANTECEDENTES

En Colombia, la adopción de energías renovables, especialmente la solar, ha cobrado relevancia en los últimos años, impulsada por la necesidad de diversificar las fuentes de energía y promover la sostenibilidad. Las universidades han comenzado a liderar el camino hacia la implementación de tecnologías limpias, convirtiéndose en

ejemplos de innovación y responsabilidad ambiental. Sin embargo, estos esfuerzos no siempre han tenido resultados positivos.

Un caso de éxito notable es el de la Universidad de los Andes en Bogotá. Esta institución decidió implementar un sistema de paneles solares en varios de sus edificios con el objetivo de reducir su huella de carbono y fomentar la sostenibilidad entre sus estudiantes. La universidad no solo instaló paneles solares, sino que también desarrolló un sistema de monitoreo en tiempo real que permite a la comunidad universitaria visualizar el impacto de la generación de energía. Como resultado, logró reducir su factura eléctrica en un 30% y aumentar la participación estudiantil en actividades relacionadas con la sostenibilidad. Este éxito la posicionó como un referente en la promoción de energías renovables en el país.

Por otro lado, un caso de fracaso se observa en la Universidad Nacional de Colombia, que implementó un proyecto piloto de paneles solares en uno de sus edificios. Aunque la intención era evaluar la viabilidad de la energía solar, la iniciativa se enfrentó a múltiples desafíos. La instalación se realizó con un número limitado de paneles y con escasa promoción. Además, no se integró adecuadamente en el plan curricular, lo que resultó en un bajo uso y conocimiento por parte de la comunidad. La falta de mantenimiento y los problemas técnicos llevaron a que la generación de energía fuera inferior a lo esperado, lo que desmotivó a la universidad a replicar la iniciativa en otras áreas del campus.

Estos ejemplos ilustran la dualidad de experiencias en la implementación de paneles solares en el entorno universitario colombiano. Mientras que algunas instituciones han logrado integrar exitosamente tecnologías sostenibles en sus operaciones y cultura, otras han enfrentado obstáculos que han limitado el alcance y el impacto de sus proyectos. Estas experiencias son valiosas para aprender y optimizar futuros esfuerzos en la promoción de energías renovables en el país.

MARCO TEÓRICO

Modelo Sostenible en Acción e Innovación

Con miras a la implementación y generación de energías limpias como fuentes sustentables, se debe analizar y apuntar a un cambio de consumo, teniendo más conciencia hacia los recursos ambientales y la conservación del planeta, transformando las fuentes de energía de alto consumo por fuentes de energía amigables con el medio ambiente, abriendo paso a nuevos modelos ambientales y dándole una mirada diferente que impacte al consumidor final. Según Ana Cecilia Atehortúa, Vicerrectora de Investigación Multicampus de la UPB: «uno puede ser un auto generador, instalando paneles solares, aerogeneradores u otros mecanismos que me permiten producir parte de la energía que consumo» (2022), logrando una transición a un consumismo responsable y eficiente.

El ex ministro de Minas y Energía, Diego Mesa Puyo, junto al ex presidente Iván Duque Márquez, indican que “A través de un conjunto de acciones que comprenden la adopción de políticas, nuevos esquemas y resultados concretos al desarrollo de fuentes no convencionales y la transición paulatina de combustibles fósiles para generación y transporte a fuentes renovables” (2021, p. 27), lo que conlleva a que Colombia esté considerando más la utilización de fuentes no convencionales de energía y promoviendo la participación de personas naturales y jurídicas en el uso de fuentes de energías sostenibles, dándole paso a la economía circular y dejando un impacto significativo en la sostenibilidad ambiental y social.

Conciencia Ambiental, por un Planeta más Verde

El uso inadecuado de los recursos naturales se refleja en la persistente utilización de tecnologías y equipos obsoletos, como es el caso de las bombillas convencionales en muchas instituciones educativas. Este tipo de prácticas no solo incrementa innecesariamente los costos de consumo energético, sino que también incumple con los compromisos de sostenibilidad ambiental, generando un impacto negativo y gradual en el medio ambiente. La transición hacia tecnologías más eficientes, como la iluminación LED, ha demostrado ser fundamental para optimizar el consumo energético y reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)

asociados al consumo eléctrico (Leal, 2022). Implementar modelos sostenibles y energéticamente eficientes permite no solo una reducción en los costos operativos, sino también una contribución significativa a la protección del ecosistema y la mitigación del cambio climático.

La *World Wildlife Fund* (s.f.) establece que: «con el aumento de la temperatura, se derriten los polos, sube el nivel del mar y las poblaciones costeras se ven afectadas. La agricultura sufre y peligra la seguridad alimentaria. Los fenómenos climáticos son más intensos, frecuentes e impredecibles. Según la ONU, Colombia es el tercer país del mundo más vulnerable frente al cambio climático», debido a su ubicación geográfica y diversa entre montañas, costas y selvas, el aumento de la temperatura y las variaciones en los patrones de precipitación afectan los ecosistemas provocando la pérdida del hábitat para muchas especies. Esto no solo amenaza la biodiversidad, sino que también pone en peligro los servicios ecosistémicos esenciales, como la polinización y la regulación del agua, que son vitales para la agricultura y la salud humana.

Por esta problemática algunos países como Suecia, Costa Rica, Islandia, Noruega, Uruguay, Paraguay, Tayikistán y Brasil se destacan por liderar, dar ejemplo en la adopción y uso de energías renovables (Ente Provincial Regulador de la Energía, s.f.), impulsando un compromiso como pioneros y líderes en la utilización de fuentes renovables, reduciendo los gases de efecto invernadero e incluso exportando energía a otros países.

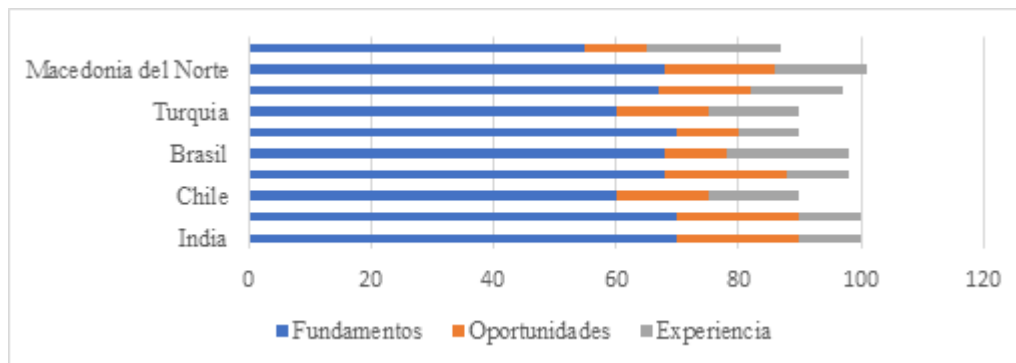
Estos avances a nivel mundial también pueden servir como modelos sociales desde las universidades o grupos investigativos, aportando unas bases a nivel teórico, práctico y tecnológico en la implementación de los sistemas, logrando un avance en las energías del futuro.

El poder del sol y los beneficios en la implementación de paneles solares

Colombia se posicionó en el octavo puesto como una de las diez economías en desarrollo más atractivas para las inversiones en energías, según un estudio realizado con la herramienta Climatescope en el año 2023 por el proveedor de

investigación y análisis BloombergNEF, en un ranking entre 107 mercados emergentes y 29 naciones desarrolladas, el informe menciona el potencial que tiene el país para invertir en el sector solar y eólico para la transición a energías limpias (BloombergNEF, 2023), tal como se muestra en el Gráfico 1:

Gráfico 1. Puntuación de Climatescope



Nota. Datos tomados de (BloombergNEF, 2023) y adaptado por las autoras.

Los siprofistemas solares fotovoltaicos en Suramérica se presentan como una opción viable y ventajosa, ya que sus beneficios trascienden el ámbito energético, generando un incremento en la creación de empresas y empleos relacionados con la instalación mantenimiento y soporte de estos sistemas. Esto a su vez, promueve el desarrollo técnico y profesional, dado que se requiere personal con diversos niveles académicos, además la implementación de tecnologías avanzadas en equipos y maquinarias contribuye al progreso tecnológico de las regiones. En términos ambientales la adopción de estas soluciones ayuda a reducir el impacto negativo en el entorno desempeñando un papel crucial en la sostenibilidad. Los beneficios derivados de estos proyectos pueden manifestarse a escala local, nacional o incluso global, dependiendo de su magnitud.

Que es un sistema fotovoltaico o panel solar

Los paneles solares son módulos fotovoltaicos individuales que reciben la luz solar convirtiéndola en electricidad. Están compuestas por celdas solares individuales (Colnodo, 2022). Es un sistema eléctrico especial que produce energía a partir de una fuente renovable e inagotable: el sol.

Figura 1. Panel sola o sistema fotovoltaico



Nota: Tomado del documento-Sistemas fotovoltaicos ON-GRID OFF-GRID (Solar Fácil, 2020).

La elección entre un sistema fotovoltaico *On Grid* y uno *Off Grid* no es solo una cuestión de preferencia, sino también de necesidad y funcionalidad específica. A continuación, se detallan las diferencias entre los dos sistemas, teniendo en cuenta aspectos importantes basados en los análisis realizados por el Grupo Suroeste Chile (s.f.):

Conexión a la Red Eléctrica

- *On Grid*: estos sistemas están directamente conectados a la red eléctrica pública. Esto significa que puedes consumir energía de la red cuando la producción solar no es suficiente y viceversa, puedes inyectar el excedente de energía solar a la red.
- *Off Grid*: estos sistemas son completamente independientes de la red eléctrica pública. Son ideales para lugares remotos donde la conexión a la red es inexistente o demasiado costosa.
- *Almacenamiento de Energía*
- *On Grid*: no requieren baterías para el almacenamiento de energía, ya que cualquier excedente se envía directamente a la red eléctrica. Esto reduce los costos iniciales y el mantenimiento.
- *Off Grid*: requieren baterías para almacenar la energía generada. Esto asegura un suministro constante de energía, incluso durante la noche o en días nublados. Sin embargo, el costo y el mantenimiento de las baterías deben ser considerados.

Suministro Energético

- *On Grid*: dependiente de la red. Si la red falla, el sistema On Grid también deja de funcionar. Esto se debe a razones de seguridad, por lo que, durante un apagón, el sistema debe evitar inyectar energía a la red para proteger a los trabajadores que podrían estar recuperándose.
- *Off Grid*: totalmente autónomo. Puede proporcionar energía de manera continua, independientemente de las condiciones de la red pública.

Costo y Escalabilidad

- *On Grid*: generalmente, tienen un costo inicial menor comparado con los sistemas Off Grid. Además, son más fáciles de ampliar simplemente añadiendo más paneles solares.
- *Off Grid*: tienen un costo inicial más alto, principalmente debido a las baterías y a un sistema de gestión de energía más complejo. Escalar estos sistemas puede ser más costoso y técnico.

Impacto Ambiental y Sostenibilidad

- *On Grid*: contribuyen a la reducción de la huella de carbono, ya que el excedente de energía puede ser utilizado por otros, disminuyendo la dependencia de fuentes de energía no renovables.
- *Off Grid*: promueven una autosuficiencia energética completa y son ideales para minimizar el impacto ambiental en áreas remotas, donde la conexión a la red podría requerir infraestructura adicional y disruptiva.

Luego de conocer las ventajas y desventajas, anexamos la siguiente tabla comparativa a cerca de ambos sistemas.

Tabla 2. Resumen sistema on grid y off grid

Tabla Resumen		
Factor	On Grid	Off Grid
Conexión a la red	Sí	No
Almacenamiento de energía	No necesario	Baterías esenciales
Suministro energético	Depende de la red	Independiente
Costo inicial	Menor	Mayor

Nota: Datos tomados de Suroeste Chile, s.f. adaptado por las autoras

Regulaciones a nivel nacional e internacional en la integración a las energías renovables no convencionales

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), dentro de su objetivo para el desarrollo sostenible (ODS) número siete busca que los países garanticen el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para el bienestar humano y el desarrollo global (Wu & Wu, 2015). El objetivo siete resalta la interconexión entre la energía y otros aspectos cruciales de la vida como la salud, la educación y la integridad.

Al desglosar las cuatro dimensiones propuestas desde la ONU por los investigadores Jianguo Wu y Tong Wu (2015) podemos ver cómo cada una contribuye a una visión integral del acceso energético. Comenzamos por la Asequibilidad la cual habla de que la energía debe ser accesible económicamente para todos, esto no solo implica precios justos, sino también la eliminación de barreras que impidan a las comunidades más vulnerables acceder a fuentes de energía, lo que a su vez puede impulsar el desarrollo económico y social. La Fiabilidad hace referencia a que la energía debe ser continua y estable, la falta de acceso a una energía confiable puede obstaculizar el crecimiento económico, afectar la educación y limitar el desarrollo social.

La fiabilidad también se traduce en infraestructuras adecuadas que soporten el suministro energético. La sostenibilidad, se referencia una producción y consumo de energía responsables y respetuosas con el medio ambiente, esto implica una transición hacia fuentes de energía renovables, que no solo son más limpias, sino que también contribuyen a mitigar el cambio climático, asegurando así un planeta habitable para las futuras generaciones. Y, por último, la modernidad es crucial, porque nos lleva a que el acceso a tecnologías energéticas avance a la modernización, lo que implica no solo la opción de fuente de energía renovables, sino también le apunta a las tecnologías que mejoren la eficiencia y reduzcan las pérdidas en difusión y comercialización. La ONU a pesar de que considera un reto importante en su implementación resalta que: «se puede lograr si las organizaciones internacionales demuestran la suficiente visión, si los gobiernos consiguen trabajar

juntos y si se ofrecen a las comunidades y a las personas los incentivos adecuados y los medios necesarios. El ODS 7 es, como mínimo un paso importante en esa dirección» (Wu & Wu, 2015).

En el contexto institucional del sector eléctrico en el país, diversas entidades desempeñan funciones clave para garantizar un adecuado funcionamiento del sistema. El Ministerio de Minas y Energía (MINMINAS) se encarga de formular la política pública en materia energética. La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) regula las tarifas de energía y gas, al mismo tiempo que supervisa el mercado eléctrico y el código de redes, entre otras responsabilidades. La Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) tiene la tarea de planificar la infraestructura eléctrica del país, asegurando su interconexión. Por su parte, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Súper Servicios) se encarga de la vigilancia y el control para asegurar el cumplimiento de las normas regulatorias establecidas por la CREG.

La Superintendencia de Industria y Comercio también juega un rol importante, su tarea es asegurar que se respeten las reglas de competencia en el sector. Finalmente, el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE) se dedica a la electrificación de áreas que no están conectadas a la red eléctrica nacional, estas entidades, en conjunto, conforman un marco institucional que busca garantizar la eficiencia, la sostenibilidad y la equidad en el sector eléctrico del país.

Dentro de todas las disposiciones legales colombianas, la Ley 1715 de 2014 tiene por objeto fomentar y promover el uso de fuentes de energía no convencionales, dando un enfoque eficiente al uso energético. Igualmente promueven la participación de algunos actores que brinden ayuda para aquellas regiones del país no interconectadas. El Artículo 11 de esta Ley establece los incentivos económicos y tributarios que puede obtener aquella persona natural o jurídica al momento de implementar fuentes de energías renovables. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en su Resolución 1283 de 2016 en su artículo 4 explica qué se debe hacer para la obtención del certificado de beneficios ambientales, allí dispone que toda persona natural o jurídica que implemente fuentes de energías no convencionales,

tendrá unos beneficios para la deducción especial en renta, complementarios y la exclusión de impuesto de valor agregado o IVA (Unidad de Planeación Minero-Energética, 2016).

Área de Estudio: Campus Universitario

El bloque 8 es uno de los edificios principales del campus universitario, reconocido por su moderna infraestructura y su ubicación estratégica con un total de 8 pisos, este edificio ofrece los servicios necesarios para el bienestar del estudiante. En el primer piso se encuentran las áreas comunes como una cafetería, oficinas administrativas y espacios de estudios colaborativos, que fomentan la interacción social. Los pisos superiores albergan aulas equipadas con tecnología avanzada y diseñadas para atender las necesidades académicas de la comunidad. Cada nivel está optimizado para maximizar el uso del espacio permitiendo la realización de clases seminarios y talleres. Además, el último piso cuenta con una terraza que tiene una cafetería y sirve como un espacio recreativo de encuentro promoviendo un ambiente de aprendizaje integral. En síntesis, el bloque 8 es un núcleo vital en el campus combinando con una infraestructura y diseño moderno centrado en el estudiante, lo que contribuye a un entorno académico dinámico y accesible. A continuación, se detalla la tabla de distribución del bloque 8 por pisos:

Tabla 3. Distribución bloque 8

PISO 1	PISO 2	PISO 3	PISO 4	PISO 5	PISO 6	PISO 7	PISO 8
Papelería	Salones	Auditorio	Salones	Salones	Salones	Salones	Cafetería
Cafetería	Baños	Baños	Baños	Baños	Baños	Baños	Baños
Oficina asuntos estudiantiles	Maquinas snack	Sala de profesores					Duchas
Laboratorio robótico	Maquina café						
CAD							
Admisiones y registro							
Tesorería							
Centro de conciliación							
Consultorio jurídico							
Decanatura derecho							

Nota: El bloque 8 es la estructura más moderna del campus universitario, siendo la edificación de construcción más reciente. Cuenta con múltiples accesos y esta estratégicamente ubicado como la edificación más cercana a la portería principal del campus.

Figura 2. Imágenes externas del bloque 8 Campus universitario. Unisabaneta



Nota: Fotos tomadas por Luisa María Ramírez y María Fernanda Sánchez.

En las visitas realizadas se pudo interactuar con el personal administrativo, estudiantil y externo, logrando evidenciar una afluencia moderada de personas en este bloque. El edificio cuenta con un ascensor, 2 cafeterías, oficinas administrativas donde atiende el centro documental, tesorería, crédito y cartera, admisiones y registros. La facultad de Derecho ocupada una parte significativa del primer piso, donde se ubican la decanatura, el centro de conciliación y el consultorio jurídico. En este espacio, los estudiantes, bajo la supervisión de sus docentes, atienden asesorías y brindan atención presencial a usuarios externos, gestionando procesos jurídicos y de conciliación.

MARCO METODOLÓGICO

La investigación se clasifica como aplicada y descriptiva, ya que busca evaluar la viabilidad y los impactos técnicos, económicos y ambientales de implementar sistemas fotovoltaicos en un entorno universitario específico, proporcionando un modelo replicable de sostenibilidad energética para campus universitarios. El estudio sigue un enfoque cuantitativo, centrado en la recopilación y análisis de datos específicos del consumo energético actual del campus y en la evaluación del potencial de generación de energía mediante sistemas fotovoltaicos.

La población de estudio es el campus universitario, con una muestra específica en el bloque 8. Este bloque fue seleccionado por su relevancia en términos de infraestructura, ubicación y nivel de consumo energético dentro del campus.

Las variables del estudio se establecen

- Variables Independientes: Características del sistema fotovoltaico (tipo, cantidad de paneles, área de instalación).
- Variable Dependiente: Consumo energético del bloque 8.
- Variables de Control: Condiciones ambientales (irradiación solar, temperatura) y requerimientos de energía diaria.

Los instrumentos utilizados fueron de observación directa y recolección manual de datos sobre consumo energético, además de consultas a fuentes secundarias, como tarifas energéticas establecidas por proveedores locales (EPM). Asimismo, se contó con la asesoría de ingenieros expertos en sistemas fotovoltaicos para verificar y estimar la viabilidad del sistema seleccionado.

En este sentido, el estudio incluyó visitas exhaustivas al bloque 8 para registrar dispositivos eléctricos y evaluar su impacto en el consumo energético. Se emplearon herramientas tecnológicas para el análisis de viabilidad económica y técnica del sistema fotovoltaico, como simulaciones de consumo y producción energética, que permitieron seleccionar el sistema *On-Grid* como el más adecuado para el bloque, al optimizar el costo y eficiencia energética.

Para el análisis de los datos fueron analizados mediante cálculos de consumo total de energía en kilovatios/hora (kWh), utilizando modelos financieros para evaluar el retorno de inversión y los beneficios económicos a largo plazo del sistema. Además, se calcularon las reducciones potenciales de emisiones de CO₂, considerando el impacto ambiental acumulado en un periodo de 25 años.

Es importante destacar que la principal limitación fue la falta de acceso a información directa del consumo energético por parte de la universidad, clasificada como confidencial. Esto llevó a la necesidad de realizar estimaciones basadas en observaciones y en consultas a expertos para validar la viabilidad del proyecto. Este análisis es clave para identificar oportunidades de optimización y dimensionar adecuadamente el sistema fotovoltaico más idóneo. En este sentido, Jimena Ortiz (2024) menciona que «se llevó a cabo un análisis económico para evaluar la viabilidad

del proyecto a lo largo de su vida útil, abarcando desde la inversión inicial hasta los costos operativos y de mantenimiento» (p. 6). En la siguiente tabla se detalla el tipo de elemento que consume energía, su consumo en vatios (W), la cantidad de elementos presentes y el tiempo de uso en horas. Estos datos permiten calcular el consumo total en Kilo vatios * hora (KW/hora) de cada elemento, proporcionando una visión clara del impacto energético de cada equipo en el bloque.

Figura 3. Tabla de consumo bloque 8

Tipo de elemento	Consumo W	Cantidad	Consumo Horas/Día	kWh
Luminaria panel Led	15	179	8	696,6
Luminaria tubo Led	36	472	8	4405,104
PC	200	17	8	734,4
Impresora	300	6	8	207,36
Scanner	5	1	8	1,08
Nevera	250	7	24	1134
TV	300	2	4	64,8
Microondas	1500	3	2	243
Maquina Snack	250	3	24	486
Maquina de Café	250	3	24	486
Proyector	120	36	6	699,84
Horno	2000	2	4	432
Ventilador	50	2	6	16,2
TOTAL	5276	733	134	9606,384

Nota. Elaboración a partir de las observaciones hechas en la Corporación Universitaria - Unisabaneta, bloque 8.

El estudio para la implementación del sistema fotovoltaico en el bloque 8 del campus universitario ha generado resultados significativos en términos de eficiencia energética y sostenibilidad. Los datos obtenidos durante el periodo de estudio permiten evaluar el impacto de la instalación en la reducción del consumo energético tradicional, como una contribución a la disminución de la huella de carbono del campus. Se presentará un análisis detallado de los indicadores clave, incluyendo la capacidad de generación, la eficiencia operativa y el ahorro que se obtendría si se implementara el sistema. Estos resultados permiten abordar la pregunta de investigación y ofrecer una visión integral sobre los beneficios y desafíos asociados al uso de energía solar en espacios educativos.

Una vez recopilada la información necesaria para calcular la energía según los tipos y cantidades de dispositivos presentes en el bloque 8, se procedió a consultar con un equipo de ingenieros expertos en sistemas fotovoltaicos. Durante esta reunión, con ayuda de los ingenieros se hizo una revisión de los datos tomados en el campus, con el fin de verificar su precisión y garantizar que reflejaran las condiciones reales del consumo energético del bloque. Con esta validación se obtuvo una estimación detallada del consumo total de energía, permitiendo avanzar en el análisis técnico para seleccionar el sistema fotovoltaico más adecuado. Este análisis consideró tanto la capacidad de generación requerida como la eficiencia económica del sistema.

Se presenta una tabla final que muestra el consumo energético total en vatios, así como los costos monetarios estimados, siendo fundamental en la evaluación y viabilidad del proyecto.

Figura 4. Cálculo consumo total aproximado bloque 8.

Tipo de elemento	Consumo W	Cantidad	Consumo Horas/Día	Valor por W	kWh	\$/wKh
Luminaria panel Led	15	179	8	583,1	696,6	\$ 406.187
Luminaria tubo Led	36	472	8	583,1	4405,104	\$ 2.568.616
PC	200	17	8	583,1	734,4	\$ 428.229
Impresora	300	6	8	583,1	207,36	\$ 120.912
Scanner	5	1	8	583,1	1,08	\$ 630
Nevera	250	7	24	583,1	1134	\$ 661.235
TV	300	2	4	583,1	64,8	\$ 37.785
Microondas	1500	3	2	583,1	243	\$ 141.693
Maquina Snack	250	3	24	583,1	486	\$ 283.387
Maquina de Café	250	3	24	583,1	486	\$ 283.387
Proyector	120	36	6	583,1	699,84	\$ 408.077
Horno	2000	2	4	583,1	432	\$ 251.899
Ventilador	50	2	6	583,1	16,2	\$ 9.446
TOTAL	5276	733	134	7580,3	9606,384	\$ 5.601.483

Nota. Propia tomada de la Corporación universitaria Unisabaneta bloque 8.

Dentro de la inspección en campo se pudo verificar la viabilidad de instalar el sistema fotovoltaico en el techo del octavo piso del bloque 8. Para ello, se realizaron mediciones detalladas del área disponible en metros cuadrados (m²), lo que le permitió al ingeniero evaluar y cuantificar la idoneidad del espacio disponible. Esta

información es fundamental para determinar cuántos paneles solares se pueden instalar optimizando el uso del área disponible y garantizando la eficiencia del sistema. Este análisis no solo permitió saber la cantidad de paneles a instalar, si no que a su vez se pudo cuantificar y determinar cuanta potencia en kilovatios genera el sistema y cuál es el más idóneo para el bloque 8.

Figura 5. Imagen terraza bloque 8 Unisabaneta



Fuente: elaboración propia, 2025.

Análisis De Resultados

Después de analizar los datos recopilados en campus y obtener los cálculos, se definió que el sistema más idóneo para la instalación en el bloque 8 es el On-grid, dado que es una solución más eficiente y recomendada para áreas residenciales, comerciales o industriales, sobre todo en zonas donde existe un suministro estable de la red eléctrica, como es el caso del bloque 8. El sistema se conecta directamente a la red eléctrica, permitiendo una interacción constante entre la generación de energía solar y el consumo del edificio. El sistema *On-grid* se compone de paneles solares fotovoltaicos que generan electricidad a partir de la luz solar.

Lo más relevante de este tipo de sistemas es que, en los momentos en que la demanda de energía es superior a los que los paneles generan, el edificio puede

tomar energía de la red eléctrica, en cambio, si los paneles solares generan más energía de lo que se consume, el excedente se devuelve a la red eléctrica, lo que puede ser remunerado por la empresa de servicios públicos, así lo explica Nicolle Galindo (2023): «inyectar excedentes de energía, generados de forma local, lo que, a su vez, deberá ser remunerado por parte del operador regional según la comisión de regulación energética y gas (CREG)» (p. 7). Este sistema presenta varios aspectos favorables que respaldan su implementación, entre ellos la optimización de costos a largo plazo, el buen acceso a la red eléctrica local y la posibilidad de aprovechar al máximo la energía solar sin la necesidad de baterías de almacenamiento, lo cual hace que en la instalación sea más asequible. A continuación, se detalla el análisis del proyecto fotovoltaico conectado a la red On-grid el cual fue dimensionado para generar la demanda promedio de energía que consume el bloque 8 y el área aproximada para su montaje, de acuerdo con las visitas y la tabla de consumo en vatios que se logró establecer.

Tabla 6. Tipo de paneles solares, información entregada por el ingeniero experto

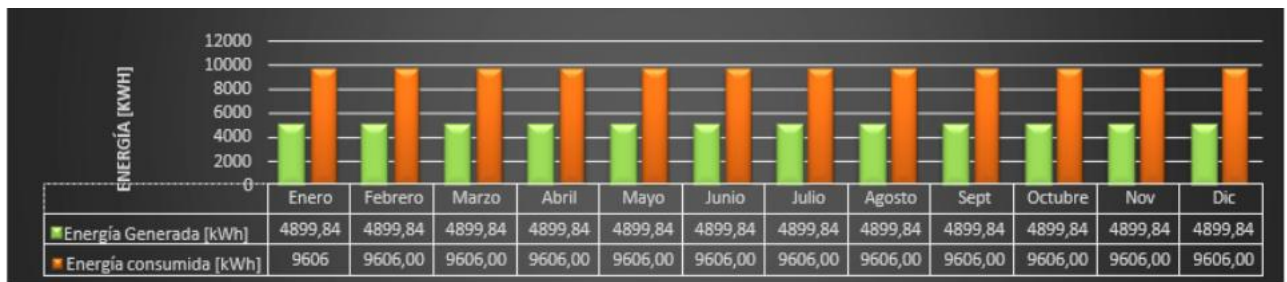
Sistema de montaje	Área aproximada requerida [m2]	Tipo de paneles solares	Potencia para instalar [kW]	Inversor	Producción de energía anual aproximada [kWh]	% de demanda promedio a cubrir por el SSFV
Estructura fija en techo	193	Silicio cristalino (marcas Trina Solar, Yingli Solar, Jinko Solar JA Solar o similar)	51	Inversores de cadena	58.799	51%

Nota: Elaborada a partir de la información brindada desde la empresa Elite Ingenieros

La gráfica ofrece una visión más detallada y reveladora sobre la capacidad de generación de energía solar fotovoltaica con una potencia y una demanda a cubrir de 51 % y una producción de anergia anual aproximada de 58.799 kWh, para satisfacer las necesidades energéticas del bloque 8 del campus universitario.

En la siguiente tabla se puede apreciar, al detalle, mes por mes, la energía que el sistema On-grid generaría anualmente, que correspondería al 51 % de la demanda de energía, lo que indica un avance significativo hacia la adopción de fuentes de energías renovables y sostenibles.

Figura 6. Generación mensual de energía



Nota: Elaborada a partir de la información brindada desde la empresa Elite Ingenieros

Este porcentaje fue determinado a partir de un estimado de consumo energético dentro del bloque 8. Es fundamental entender que este análisis se basa en datos recogidos durante un período determinado, lo que garantiza que los resultados sean representativos de las condiciones reales de uso de energía. Lo relevante, es que el sistema puede cubrir más de la mitad de la demanda energética y no puede ser subestimada. Este hecho tiene implicaciones directas en términos de reducción de la huella de carbono de la comunidad, dado que disminuye la dependencia de fuentes de energías convencionales que a menudo son responsables de la emisión de gases de efecto invernadero.

En un momento en que el cambio climático representa uno de los desafíos más críticos a nivel global, el uso de energías renovables como la solar se presenta como una solución viable y necesaria. Además, la adopción de sistemas de energía solar puede generar un impacto económico positivo, al reducir la necesidad de adquirir electricidad de la red convencional, dentro del bloque, y se podría experimentar un ahorro significativo en sus facturas de energía. A largo plazo, esto no solo beneficia al campus, sino que también contribuye a una mayor independencia energética, permitiendo a la universidad gestionar mejor sus recursos.

En resumen, la gráfica ilustra la generación de energía solar fotovoltaica y su capacidad para suplir aproximadamente un 51% de la demanda energética destacando una perspectiva optimista sobre el futuro de la energía renovable.

Dentro del detalle y análisis financiero, se tuvo como objeto evaluar la viabilidad de la instalación del sistema On-grid, teniendo en cuenta las posibles restricciones que podría presentar el operador de la red con relación a la conexión del sistema y por otro lado se entregara en detalle todo el suministro que este conllevaría.

Tabla 7. Descripción sumisitos del sistema fotovoltaico

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Suministro, transporte e instalación de estructura de soporte para arreglo en serie-paralelo de sistema solar fotovoltaico de ochenta y ocho (88) módulos de 585 Wp cada uno, instalado en techo de lámina plástica. Incluye impermeabilizante, pletinas para conexión en aluminio, anclajes doble-rosca, tornillos, arandelas, tuercas, grapas finales, grapas intermedias, conectores tipo correa, perfiles y todo lo necesario para su correcta instalación
2	Suministro, transporte e instalación de ochenta y ocho (88) módulos solares fotovoltaicos de 585 Wp monocristalino
3	Suministro, transporte e instalación de cable solar calibre 2x4 mm ² + 1N10 AWG THWN + 1N10 AWG THWN. Incluye conectores solares MC4, terminales, cintas, marcaciones, correíllas y todo lo necesario para su correcta instalación
4	Suministro, transporte e instalación de tubería IMC de 3/4". Incluye uniones, curvas, juego de boquillas, cajas de paso tipo Rawelt de 4" x 4" con tapa lisa, chazos, tornillos, grapas doble ala galvanizadas en caliente, marcaciones y todo lo necesario para su correcta instalación
5	Suministro, transporte e instalación de coraza metálica de 3/4". Incluye conectores rectos, caja de paso tipo Rawelt de 4" x 4" con tres salidas de 3/4" y tapa lisa, chazos, tornillos, marcaciones y todo lo necesario para su correcta instalación
6	Suministro, transporte e instalación de tablero de protecciones en DC de uso interior. Incluye breaker tipo riel bipolar en DC de 30 A, riel omega, marcaciones, chazos, tornillos y todo lo necesario para su correcta Instalación
7	Suministro, transporte e instalación de inversor solar trifásico de 50 kWp, 220 VAC - 4 MPPT, de alta eficiencia, IP66, con gestión inteligente de carga y monitoreo de operación las 24 horas del día. Incluye chazos expansivos y todo lo necesario para su correcta

	instalación
8	Suministro, transporte e instalación de tubería EMT de 3/4". Incluye uniones, curvas, entradas a caja, caja metálica de paso 12 x 12 x 5 cm con tapa lisa, chazos, tornillos, grapas doble ala, marcaciones y todo lo necesario para su correcta instalación
9	Suministro, transporte e instalación de acometida en cable de cobre aislado 3N8 + 1N10 en cobre, incluye: Terminales, marcaciones, correillas, mano de obra, herramientas y todo lo necesario para su correcta instalación
10	Suministro, transporte e instalación de breaker enchufable de 2 x 30 A, 220 Vac, 10 kA
11	Suministro, transporte e instalación de sistema de puesta a tierra para tablero de circuitos multibreakers enchufables. Incluye tubería IMC de 1/2", uniones, curvas, juego de boquillas, chazos, tornillos, grapas doble ala galvanizadas en caliente, marcaciones, 2 m de cable de Cu N8 desnudo, terminales, conectores, cintas, marcaciones, correillas, varilla de puesta a tierra Cu-Cu de 5/8" x 2.4m, soldadura exotérmica y todo lo necesario para su correcta instalación
12	Suministro, transporte e instalación de medidor electrónico multifuncional, clase 1 energía activa, clase 2 energía reactiva, 5*120 amperios, 3*120/208 voltios verificado y con protocolo bidireccional. Incluye caja de policarbonato polifásica con espacio para breaker tipo riel, chazos, tornillos y todo lo necesario para su correcta instalación
13	Trámites UPME para aprobación de beneficios tributarios
14	Trámites con el operador de red local para legalización y puesta en servicio de la instalación
15	Certificación RETIE de la instalación

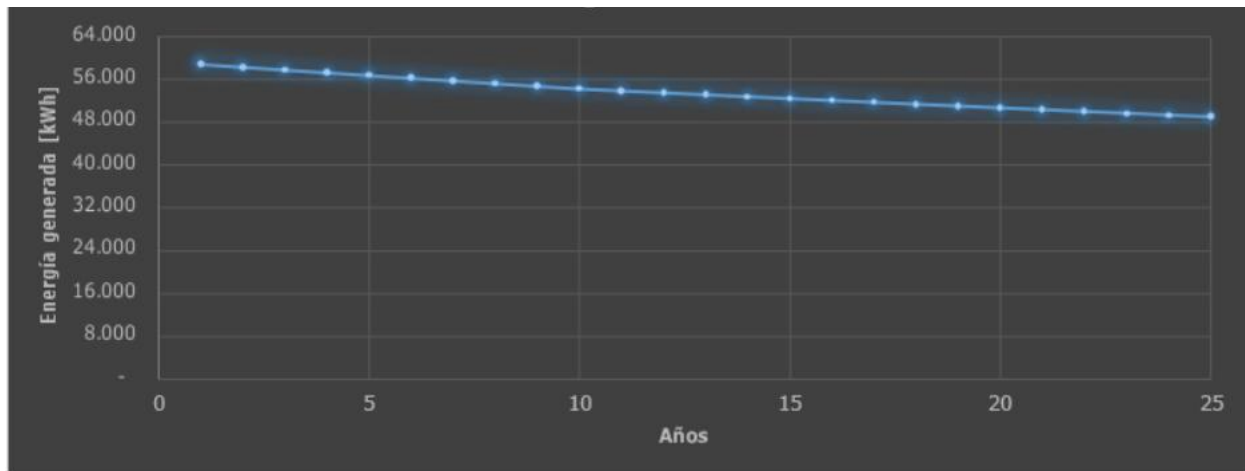
Nota: Elaborada a partir de la información brindada desde la empresa Elite Ingenieros

El análisis financiero de la instalación del sistema fotovoltaico debe considerar no solo los costos iniciales y el potencial de generación de energía, sino también las restricciones impuestas por el operador de la red. La realización de un estudio de conexión simplificado es esencial para anticipar estos desafíos y tomar decisiones informadas que maximicen la viabilidad y rentabilidad del proyecto. En caso de restricciones la flexibilidad para ajustar el tamaño del sistema será clave para asegurar su integración exitosa a la red eléctrica.

La inversión inicial es significativa, pero es fundamental evaluarla en el contexto de los beneficios a largo plazo que el proyecto puede generar a lo largo de

los 25 años, el flujo de caja proyectado debe ser analizado cuidadosamente, así lo describe José Antonio Fera Gómez (2024), de la Universidad Loyola: «Estos estudios demostraron que, aunque la inversión inicial es considerable, los beneficios económicos a largo plazo y la reducción de costos operativos hacen que el proyecto sea rentable y sostenible» (p. 2). Por ello en la siguiente grafica se puede evidenciar como el sistema tiene una generación de energía durante 25 años, con un deterioro muy bajo en su infraestructura.

Figura 7. Generación de energía en 25 años, valor del proyecto y flujo de caja.



Nota: Elaborada a partir de la información brindada desde la empresa Elite Ingenieros

La inversión total para el proyecto *On-grid* instalado en el bloque 8 del campus universitario, tiene un costo de \$296.032.000 al año 2024. Según las proyecciones de flujo de caja, se estima que el retorno de la inversión se alcanzará en un plazo de 6 años. Este plazo de recuperación puede reducirse considerablemente si se aplican incentivos tributarios a la implementación del proyecto.

Figura 8. Retorno económico en un plazo de 25 años



Nota: Elaborada a partir de la información brindada desde la empresa Elite Ingenieros

Un flujo de caja positivo a partir del sexto año indica la viabilidad económica del proyecto y su capacidad para generar rentabilidad. La aplicación de incentivos tributarios puede acelerar el retorno de la inversión, estos incentivos pueden incluir deducciones fiscales, extensiones de impuestos o subsidios que no solo mejorarán el flujo de caja en los primeros años, sino que también aumentaría la rentabilidad neta del proyecto. Con base en el marco legal y normativo sobre incentivos tributarios para las energías renovables en Colombia, se establecen las siguientes directrices que buscan promover el uso de fuentes de energía sostenible en el país (Estudio Legal Hernández abogados & asociados, 2021).

- **Exención del IVA:** Al instalar sistemas de energía solar, las empresas están exentas del pago del 19% del IVA al 2024 sobre los paneles e inversores.
- **Deducción del impuesto de renta:** Las empresas pueden deducir el 50% del valor de la inversión en sistemas de energía solar sobre la renta líquida. Esta deducción permite reducir la carga tributaria y aumentar los beneficios financieros a largo plazo.
- **Depreciación acelerada en 3 o 5 años:** Otro beneficio tributario clave es la depreciación acelerada en 3 o 5 años para los activos relacionados con la energía solar. Esta medida permite a las empresas recuperar el costo de la inversión de manera más rápida y eficiente, lo que mejora el retorno de la inversión y contribuye a la rentabilidad a largo plazo.

Es importante considerar cómo el flujo de caja proyectado se alinea con las expectativas de crecimiento y sostenibilidad del proyecto a largo plazo, maximizando el éxito del proyecto. En la tabla 8 se presenta la información recopilada ofreciendo un análisis más detallado sobre la rentabilidad del proyecto y su retorno de inversión:

Tabla 8. Incentivos del gobierno Ley 1715

Incentivos del gobierno Ley 1715		Nota
A. Valor total de la inversión sin beneficios	\$ 296.032.000	Valor del proyecto sin deducción de incentivos con IVA incluido (19%)
B. Paneles solares e inversores exentos de IVA	\$ 236.032.000	Equipos incluidos en el programa de uso racional y eficiente de FNCE.
C. Art. 12 - Ley 1715: Excluyendo impuesto de IVA 19%	\$ 212.428.800	Exclusión del impuesto a las ventas -IVA en la adquisición de bienes y servicios para el desarrollo de proyectos de generación con FNCE y gestión eficiente de la energía. IVA calcula el 19% sobre el valor de (B).
D. Art. 11 Ley 1715: incentivo deducción de renta.	\$ 106.214.400	Los obligados a declarar renta que realicen directamente inversiones en FNCE tendrán derecho a deducir de su renta, en un periodo no mayor de 15 años, contados a partir del año gravable de la inversión, el 50 % del total de la inversión realizada equivale al 50% de C

E. Excedente de la inversión	\$ 60.000.000	Equipos no incluidos en el programa, este equivale a (A-B)
Total	\$ 166.214.400	Valor de la inversión a recuperar mediante facturación, este último equivale a (D+E)

Nota: Elaborada a partir de la información brindada desde la empresa Elite Ingenieros y la Ley 1715.

Se analiza el consumo actual de energía, que asciende a 2,744,727 pesos, y lo compararemos con el costo asociado al sistema fotovoltaico, que es de 2,856,756 pesos. En la tabla 7 se detallarán los costos del proveedor de energía en paralelo con los del sistema fotovoltaico:

Tabla 9. Costos proveedor de energía vs. Sistema fotovoltaico

Consumo actual		49% Red eléctrica		51 % Generación con sistema FV	
Kw/m total	Costo pesos	Red comercial Kw/m	Red comercial pesos	SFV Kw/m	SFV pesos
9.606.384	\$ 5.601.483	4.707.128	\$ 2.744.727	4.899.256	\$ 2.856.756

Nota: Elaborada a partir de la información brindada desde la empresa Elite Ingenieros

El análisis anterior nos permite observar el ahorro anual derivado del consumo actual de 5,601,483 pesos. Gracias al sistema fotovoltaico, se estima un ahorro del 51%, lo que equivale a 2,856,756 pesos. Esta cifra refleja el impacto positivo que la energía solar puede tener en la reducción de costos energéticos.

Tabla 10. Recuperación de la inversión con el Sistema Fotovoltaico

Recuperación de la inversión con el Sistema Fotovoltaico					
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
\$ 34.281.076	\$ 34.281.076	\$ 34.281.076	\$ 34.281.076	\$ 34.281.076	\$ 171.405.380
\$ 131.933.324	\$ 97.652.248	\$ 63.371.172	\$ 29.090.096	\$ 5.190.980	

* Cómo se observa la inversión se recupera entre los años 4 y 5 de instalación.

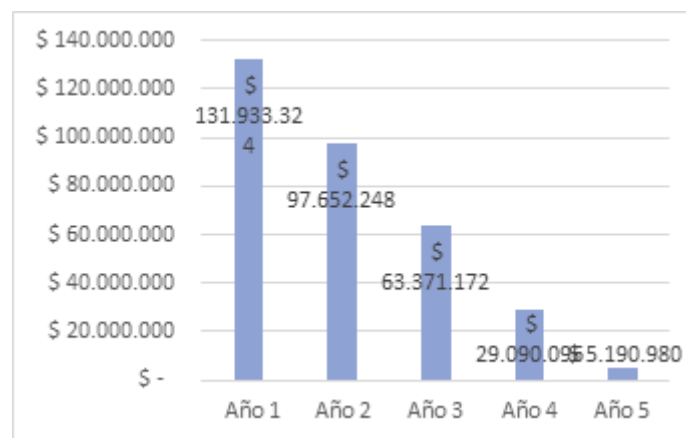
Nota: Elaborada a partir de la información brindada desde la empresa Elite Ingenieros

Los análisis realizados indican que el retorno de la inversión en la instalación de los paneles solares se recupera entre los años 4 y 5. Esta estimación se basa en diversos factores, como el ahorro en costos energéticos y las subvenciones disponibles, lo cual se detalla en la Figura 10.

Estos resultados destacan la viabilidad económica del proyecto y su potencial para contribuir a la sostenibilidad del campus universitario.

El siguiente grafico representa el retorno de la inversión desde primer año de instalado el sistema hasta el quinto año que se vería reflejado el retorno a la inversión:

Gráfico 2. Retorno de la inversión por año



Según el ahorro estimado con la siguiente formula podemos determinar cuánto tiempo el campus en recuperar la inversión del sistema:

Retorno de la inversion=Costo del proyectoAhorro mensual
Retorno de la inversion=Costo del proyectoAhorro mensual

$$Ri=166.214.4002.856.750 \quad Ri=166.214.4002.856.750$$

$$Ri=58,1 \text{ meses (4,85 años)} \quad Ri=58,1 \text{ meses 4,85 años}$$

La instalación de los paneles solares en el campus universitario presenta una viabilidad económica clara, ya que el retorno de la inversión se recupera como se muestra en la gráfica, gracias al ahorro en costos energéticos y las subvenciones disponibles. Esto resalta el potencial del proyecto para contribuir tanto a la sostenibilidad como a la eficiencia financiera a largo plazo.

Datos, Limitaciones Y Barreras

Para la recopilación de datos necesarios para este artículo investigativo, se realizaron varias visitas al bloque 8 del campus, con el fin de identificar información clave sobre el consumo energético. En este proceso, se recopilaron datos sobre el tipo y cantidad de elementos de consumo energético, así como las horas estimadas de uso de estos dispositivos. Además, se tomaron medidas del techo del octavo piso para evaluar la viabilidad en la instalación del sistema fotovoltaico. Inicialmente, se solicitó a la universidad por medio de correos electrónicos información de las facturas de energía y los planos del campus universitario en especial del bloque 8, pero este no los suministró, puesto que manifestó considerar la información como confidencial y reservada.

Esta restricción presentó un obstáculo significativo, pero no nos desanimó en la continuidad del proyecto. Frente a esta situación, optamos por una estrategia más exhaustiva y manual para la recolección de datos, aunque la falta de acceso a información precisa hizo más complejo el proceso, contamos con el apoyo de un grupo de ingenieros expertos en sistemas fotovoltaicos, quien desde sus conocimientos y con los datos recopilados ayudó a realizar estimaciones sobre el consumo energético del bloque 8. Gracias a su experiencia y conocimiento pudimos avanzar en la investigación, logrando completar el proyecto con éxito.

A pesar de las dificultades iniciales, esta experiencia no solo nos permitió obtener la información necesaria para continuar, sino que también destacó la importancia de la colaboración interdisciplinaria en la búsqueda de soluciones sostenibles, así, el proyecto culminó satisfactoriamente, proporcionando un análisis valioso sobre la viabilidad de los sistemas fotovoltaicos en campus universitarios.

La instalación del sistema fotovoltaico en el Bloque 8 del campus universitario ofrece numerosas ventajas ambientales, financieras y sociales, así como una contribución significativa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Desde el punto de vista ambiental, permitirá una reducción considerable de las emisiones de CO₂ y fomentará el uso de energías renovables, contribuyendo a la conservación del

medio ambiente. Financieramente, se proyecta un ahorro del 51% en costos de energía, lo que permitirá redirigir recursos hacia áreas críticas que el campus tenga como prioridades.

Conclusiones

El uso de sistemas solares no solo ofrece beneficios económicos, sino que, tras un exhaustivo análisis de campo y una evaluación detallada de los consumos eléctricos, se concluye que estos sistemas también contribuyen significativamente a la reducción de emisiones de CO₂. En caso de implementar el sistema fotovoltaico en el bloque 8 del campus universitario, se estaría generando una reducción continua de las emisiones de CO₂ a lo largo de un período de 25 años. La gráfica muestra que las emisiones iniciales, cercanas a las 7 toneladas anuales, se reducen de manera constante hasta aproximadamente 6 toneladas al final del periodo. Esta tendencia lineal y sostenida nos muestra que el sistema funcionaría de manera óptima, sin grandes fluctuaciones en su capacidad para reducir las emisiones.

El hecho de que la tasa de reducción sea constante implica que el sistema fotovoltaico es una inversión eficiente a largo plazo, manteniendo su rendimiento ambiental durante todo el periodo observado. Además, aunque la reducción anual es modesta, su impacto acumulativo a lo largo de los años es significativa. En términos generales, este proyecto no solo contribuye a disminuir la huella de carbono del campus, sino que también refuerza su compromiso con las energías renovables y la lucha contra el cambio climático, además, el componente de sostenibilidad exclusiva para fomentar un uso más eficiente de la energía. Implementar estos sistemas dentro de una cultura empresarial enfocada a la sostenibilidad, genera un impacto positivo, especialmente en los campus universitarios que fue el lugar donde se realizó el levantamiento de información y el enfoque principal del proyecto, promoviendo un modelo responsable y consciente con el medio ambiente.

La implementación de sistemas solares no solo reduce costos, sino que también promueve una gestión energética más responsable y sostenible. Un sistema On-grid, por ejemplo, puede ser utilizado no solo en el bloque 8 del campus, sino en cualquier edificio o institución, siempre que se adecuen los datos y requerimientos

específicos de cada espacio. Esta flexibilidad permite que diversas instalaciones académicas y administrativas se beneficien de la energía solar, optimizando su consumo eléctrico y contribuyendo a la sostenibilidad a nivel institucional, al adoptar esta tecnología, se crea un impacto positivo que va más allá de un solo bloque, extendiendo los beneficios a toda la comunidad universitaria.

La integración de estos sistemas en los campus universitarios no solo disminuye la emisión de CO₂, sino que impulsa una cultura de eficiencia energética y sostenibilidad que puede servir como ejemplo para otras instituciones y sectores. Así, los beneficios económicos y ambientales se complementan, generando un modelo integral de sostenibilidad a largo plazo.

En conclusión, la instalación del sistema fotovoltaico no solo está cumpliendo sus objetivos de reducción de emisiones de manera estable y predecible, sino que también contribuye al desarrollo sostenible en la Universidad. Este proyecto sirve como un modelo inspirado para futuras iniciativas de eficiencia energética, alineándose con las regulaciones nacionales e internacionales sobre la integración de energías renovables no convencionales. Además, se enmarca en los objetivos globales promovidos por las Naciones Unidas, que buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad, en colaboración con líderes mundiales. Esta sinergia entre tecnología, sostenibilidad y compromiso social reforzando el impacto positivo del sistema fotovoltaico y su relevancia en la construcción de un futuro más sostenible.

Referencias

- Albán, E. D. y Oña, C. G. (2024). Impacto de la industria 4.0 y su relación con la energía fotovoltaica en Ecuador. *G-NER@NDO*, 5(1), 224-239.
<https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i1.190>
- Atehortúa, A. C. (1 de marzo de 2022). *Transformación del consumidor de energía*. Divulgación Científica UPB. <https://www.upb.edu.co/es/central-blogs/comportamiento-consumidor-transformacion-energetica>
- BloombergNEF. (29 de noviembre de 2023). *Informe de Climatescope*.
<https://www.global-climatescope.org/blog/press-release-climatescope-2023-es/>
- Celsia. (5 de mayo de 2018). *Paneles solares ¿Cómo funcionan y qué son?*
<https://www.celsia.com/es/blog-celsia/paneles-solares-como-funcionan-y-que-son/>
- Ciudadanos por un Clima Vivible. (30 de agosto de 2023). *Impactos salud de reducir el uso de los combustibles fósiles*.
<https://citizensclimatelobby.org/es/blog/politicas/impactos-salud-de-reducir-el-uso-de-los-combustibles-fosiles/>
- Colnodo. (27 de marzo de 2022). *Colnodo implementa paneles solares para generar energía en sus instalaciones*.
<https://www.colnodo.apc.org/es/novedades/colnodo-implementa-paneles-solares-para-generar-energia-en-sus-instalaciones>
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Plan Nacional de adaptación al cambio climático*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/PNACC-2016-linea-accion-prioritarias.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (s.f.). *La agenda 2030 en Colombia*.
<https://ods.dnp.gov.co/es/about>
- Duque, I. y Mesa, D. (2021). *Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia*. La Imprenta Editores.
- Empresas Públicas de Medellín. (2024). *Tarifas y Costo de Energía Eléctrica - Mercado Regulado*. <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/clientes-y-usuarios/energia/tarifas-energia/publicacion-tarifas-septiembre-17-2024-ant-om.pdf>

- Ente Provincial Regulador de la Energía. (s.f.). *Energía renovable 2023, estos 8 países superaron promedio*. <https://epre.gov.ar/web/energia-renovable-2023-estos-8-paises-superaron-promedio/>
- Estudio Legal Hernández abogados & asociados. (2021). *Incentivos tributarios energías renovables en Colombia: marco legal y normativo*. <https://www.andi.com.co/Uploads/CARTILLA-INCENTIVOS-TRIBUTARIOS-ENERGI%CC%81A-RENOVABLE.pdf>
- Feria, J. A. (2024). *Planta fotovoltaica para la desalación de agua del mar con uso en regadío* [Tesis de maestría]. Repositorio Institucional de la Universidad Loyola
- Galindo, N. D., Toledo, E. A. y Reyes, A. J. (2023). *Manual instructivo de beneficios y pautas para los prosumidores de energía en zonas residenciales de Barranquilla* [Trabajo de grado, Universidad EAN]. Biblioteca Digital Minerva.
- Hernández, N. E. y Ramírez, A. X. (2015). *Estudio sobre la sustitución por Energías Renovables (solar fotovoltaica) en las instituciones educativas de básica primaria y secundaria en Colombia: Análisis y posibilidades* [Trabajo de grado]. Universidad Santo Tomás.
- Jaramillo, A. (2005). La radiación solar. En *Clima andino y café en Colombia* (pp. 43-62). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/859>
- Leal, W. (2022). *Life below water*. Springer
- Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. 13 de mayo de 2014. D. O. No. 49150.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Plan Nacional de Negocios Verdes 2022-2030*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Biointropic y Corporación Biocomercio Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/11/Actualizacion-Plan-Nacional-Negocios-verdes-2022-2030.pdf>
- Naciones Unidas. (2002). *Globalización y desarrollo*. Vigésimo periodo de sesiones, Brasilia, Brasil. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/454c4451-448a-4087-b41e-4ac0b3776d40/content>

- Nalin, L., Pérez, E., Rojas, L. & Toshiro G. (2024). Un modelo stock-flujo ecológico para Centroamérica. *Revista CEPAL*, (142), 7-36.
- Ortiz, J. (2024). *Diseño de una Planta de Hidrógeno Verde mediante Energía Solar y Ósmosis para la Sostenibilidad Energética* [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Comillas]. Repositorio Comillas
- Resolución 1283 de 2016 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental gestión eficiente de la energía para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11,12 13 y 14 de la ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones. 3 de agosto de 2016.
- Solar Fácil. (31 de enero de 2020). *Sistemas fotovoltaicos ON-GRID OFF-GRID* [Video]. YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=tsNbXJojVOE&ab_channel=SolarF%C3%A1cil
- Suroeste Chile. (s.f.). *Sistemas Fotovoltaicos ON Grid y OFF Grid. Que Son, como funcionan y diferencias*. <https://gruposuroeste.cl/sistema-fotovoltaicos-on-grid-y-off-grid/>
- Unidad de Planeación Minero-Energética. (2016). *Gobierno reglamenta beneficios tributarios para energías no convencionales* [Comunicado de prensa].
http://www.upme.gov.co/Comunicados/2016/Comunicado_UPME_No03-2016.pdf
- World Wildlife Fund. (s.f.). *Cambio climático y energía*.
https://www.wwf.org.co/que_hacemos/cambio_climatico_y_energia/
- Wu, Y. & Wu, T. (1 de abril de 2015). *Objetivo 7—Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos*. Naciones Unidas.
<https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-7-garantizar-el-acceso-una-energia-asequible-fiable-sostenible-y-moderna-para-todos>