



La sostenibilidad energética en las plantas de producción en el municipio de Barrancabermeja

Natalia Del Pilar Huiza Fandiño – NRC-5646

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

agosto de 2025

Proyecto de investigación

La sostenibilidad energética en las plantas de producción en el municipio de Barrancabermeja

Natalia Del Pilar Huiza Fandiño – NRC-5646

Asesor(a)

Deivi David Fuentes Doria

PhD en Ciencia e inteligencia artificial

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

agosto de 2025

Contenido

INTRODUCCIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 1.1 La pregunta de investigación
- 1.2 Los objetivos de investigación
 - 1.2.1 Objetivo general
 - 1.2.2 Objetivos específicos
- 1.3 Justificación de la investigación

2. Marco referencial

- 2.1 Marco de antecedentes
- 2.2 Marco teórico:
 - 2.2.1. Eficiencia Energética
 - 2.2.2. Energías renovables
 - 2.2.3. Generación distribuida
- 2.3. Marco legal:

3. METODOLOGÍA

- 3.1 Enfoque y alcance de la investigación**
- 3.2 Población y muestra
- 3.3 Instrumento
- 3.4 Descripción de procedimiento
- 3.5 Análisis de la información
- 3.6 Consideraciones éticas

4. Datos recolectados

- 4.1. Categorías de análisis:
- 4.2. Codificación de datos

5. RESULTADOS

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 6.1. Relevancia del estudio

7. CONCLUSIONES

8. RECOMENDACIONES

- 8.1. Acciones Claves(social)**
- 8.2. Líneas Futuras de Investigación**
- 8.3 Limitaciones del Estudio para Futuros Investigadores**

Referencias

INTRODUCCIÓN

Hoy, la sostenibilidad energética es un concepto fundamental para el sector industrial, por lo que empieza a ser una de las piedras angulares en la búsqueda de un equilibrio entre el crecimiento económico, el bienestar social y la protección del medio ambiente. En este sentido, la sostenibilidad energética implica una profunda transformación en la forma en que producimos, distribuimos y consumimos la energía en un contexto global marcado por el cambio climático. Por lo tanto, implementar prácticas sostenibles ayuda a reducir el impacto ambiental, lo que es crucial para preservar los recursos naturales y la biodiversidad local en el municipio de Barrancabermeja Colombia.

La implementación de cambios orientados a la sostenibilidad energética en diversas plantas industriales ha demostrado beneficios significativos en áreas clave como la competitividad, la producción y la economía. Este enfoque no solo impulsa el uso de recursos renovables y de generación continua, sino que también contribuye a la reducción de la huella de carbono y el aseguramiento de un suministro energético confiable y accesible. Además, la adopción de fuentes de energía renovable y la optimización del consumo energético permiten a las empresas reducir costos operativos a largo plazo, generando un impacto positivo en la economía local, la creación de empleo y el desarrollo de tecnologías limpias.

Por su parte, en los últimos años, la investigación ha estado profundamente centrada en la innovación tecnológica en las fuentes de energía renovable, particularmente en solar y eólica (Mujtaba et al. 2023). También, la energía eólica marina ha ganado atención, con investigaciones como las de (Liu et al. 2022). Además, los recursos naturales inagotables son las principales fuentes de energía renovable, siendo este tipo de energías las principales responsables para que se cumplan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), asegurando de esta manera la sostenibilidad del planeta. Dentro de estos tipos de energía, se incluyen las fuentes de energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, mareomotriz, undimotriz, biomasa y biogás (Naciones Unidas/CEPAL, 2019).

Respecto a la aplicabilidad de la sostenibilidad energética en el contexto de las plantas industriales en Barrancabermeja es un tema clave dado que la ciudad alberga importantes instalaciones industriales, particularmente la Refinería de Barrancabermeja de Ecopetrol. Esta refinería y otras plantas industriales en la zona dependen principalmente de fuentes de energía convencionales, como los combustibles fósiles, que generan altas emisiones de CO₂ y tienen un impacto ambiental significativo. Implementar prácticas de sostenibilidad energética en estas

plantas puede contribuir tanto a la reducción de su huella ambiental como a la mejora de su eficiencia operativa y competitividad.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La literatura científica sobre la sostenibilidad energética en las plantas de producción en Barrancabermeja donde se presenta la vulnerabilidad energética del país. Primero, si Colombia desea abonar el terreno para continuar en esta senda productiva, debe considerar la provisión de energía como una de sus variables técnicas clave. (Triana, 2010). Segundo, como recurso local, eliminan la necesidad de importar combustibles fósiles de países ricos en petróleo. La importación de fuentes de energía incluye costos económicos y estratégicos. La alta dependencia de la energía del extranjero puede generar incertidumbre en el suministro debido a problemas políticos o económicos en los países proveedores.(Castro · 2022).

Tercero, muchos estudios solo se enfocan en tecnologías de sostenibilidad para garantizar el suministro eléctrico a las plantas de producción y población aledaña de Barrancabermeja mediante la implementación de granjas solares, sin embargo, no se tienen estudios o proyectos de otras técnicas de sostenibilidad energética como son la gestión y/o aprovechamiento de residuos sanitarios (Ramírez R, 2024). Cuarto, algunos autores han mencionado la necesidad de realizar transiciones energéticas para disminuir la huella de carbono y el consumo de recursos naturales, sin tener en cuenta que el cambio a la sostenibilidad energética también tiene implicaciones culturales y sociales (Castro, 2022).

La sostenibilidad energética en las plantas de producción en el país sufre varios impactos negativos. Primero, en la región se sigue dependiendo en gran manera de las fuentes de energía no renovables mencionadas en el presente proyecto como el petróleo y el gas natural, lo que contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero y al agotamiento de recursos fundamentales para el diario vivir de la sociedad. A pesar del potencial de energías renovables en Colombia, la integración de estas fuentes es limitada debido a la falta de infraestructura adecuada y a la escasa adopción de tecnologías limpias por parte de las industrias locales.

Además, las grandes empresas y multinacionales no aprovechan completamente las oportunidades para mejorar la eficiencia energética en sus plantas, lo que resulta en un alto consumo de energía y un aumento de los costos operativos. La infraestructura energética en la región también es crítica, la cual cuenta con una red eléctrica que no facilita el acceso a fuentes de energía más sostenibles. Esto, también sumado a los impactos ambientales negativos de la contaminación del aire y agua, lo cual demuestra una deficiencia en el ambiente.

1.1 La pregunta de investigación

¿Cómo integrar técnicas de sostenibilidad energética en las plantas de producción en Barrancabermeja?

1.2 Los objetivos de investigación

1.2.1 Objetivo general

Integrar técnicas de sostenibilidad energética en las plantas de producción en Barrancabermeja

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar las principales fuentes de energía renovable aplicables a las plantas de producción en Barrancabermeja.

Evaluar los beneficios económicos de la implementación de técnicas de sostenibilidad energética en las industrias locales.

Proponer la línea base para el desarrollo de un proyecto para capacitaciones enfocadas en sostenibilidad energética.

1.3 Justificación de la investigación

La integración de técnicas de sostenibilidad energética en las plantas de producción en Barrancabermeja es una necesidad imperante debido a los desafíos ambientales, económicos y operativos que enfrenta el sector industrial, este se caracteriza por su alta demanda energética y dependencia de combustibles fósiles, enfrenta la urgente necesidad de optimizar sus procesos para reducir costos operativos y mejorar su competitividad. La implementación de energías renovables y prácticas de eficiencia energética permitirá a las empresas locales no sólo reducir su consumo energético, reducir la huella de carbono y garantizar su productividad y capacidad de adaptación a un mercado global cada vez más competitivo.

Tomando una perspectiva social, esta investigación toma relevancia al contribuir al bienestar común. La adopción de prácticas de sostenibilidad en las plantas industriales puede traer muchos beneficios como lo son las emisiones contaminantes, promover un entorno saludable,

generar nuevas oportunidades laborales, impulsando el desarrollo económico local y fomentando la equidad social.

Teniendo en cuenta el aspecto metodológico esta investigación se hace con el fin de desarrollar un marco integral para la identificación, análisis e implementación de soluciones energéticas en entornos industriales. También propone un enfoque sistemático y riguroso para evaluar la viabilidad y efectividad de distintas estrategias de sostenibilidad energética. Todo esto se tiene pensado realizar por medio de estudios de caso, análisis comparativos y evaluación de impacto, se pretende identificar las mejores prácticas y adaptarlas al contexto específico de Barrancabermeja.

Teóricamente la investigación contribuye al enriquecimiento de conocimiento sobre sostenibilidad energética explorando las intersecciones entre desarrollo industrial y responsabilidad ambiental. También aporta una visión crítica sobre cómo los modelos energéticos tradicionales pueden transformarse mediante la innovación y el uso de tecnologías limpias, enriqueciendo el debate académico sobre la transición energética y el desarrollo sostenible. En resumen, esta investigación no solo ofrece soluciones concretas para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental de las industrias en Barrancabermeja, sino que también fortalece el conocimiento teórico, apoya el desarrollo social y proporciona un marco metodológico sólido para la implementación de prácticas sostenibles.

2. Marco referencial

2.1 Marco de antecedentes

La integración de técnicas de sostenibilidad energética en plantas de producción ha sido objeto de diversos estudios a nivel mundial, nacional y en Barrancabermeja. A nivel mundial Zhou et al. (2023) realizaron un estudio sobre el impacto de la instalación de plantas solares en el desierto de Gobi, China. El objetivo fue evaluar cómo estas infraestructuras influyen en el microclima, la biodiversidad y la calidad del suelo en zonas áridas. La metodología incluyó análisis de temperatura, humedad y crecimiento vegetal en áreas cercanas a los paneles solares. Los resultados demostraron mejoras en la retención de humedad y en la diversidad de microorganismos.

Se concluyó que la expansión de estas plantas no solo genera energía limpia, sino que también favorece el ecosistema local. Sin embargo, el estudio recomendó investigaciones a largo plazo para evaluar impactos sostenibles. Otro es el caso internacional de Smith et al. (2020), donde investigaron la implementación de energía eólica en plantas industriales en Alemania. Su objetivo fue medir el impacto de turbinas de mediana escala en el consumo eléctrico de fábricas. Aplicaron un estudio experimental con mediciones de producción energética y reducción de costos operativos. Los resultados indicaron una disminución del 25 % en el uso de electricidad convencional y un ahorro anual de 10 millones de euros. Se concluyó que la energía eólica es una alternativa efectiva, aunque su instalación está limitada por restricciones espaciales y costos iniciales elevados.

Así mismo a nivel nacional, López y Ramírez (2024) analizaron el impacto del parque solar "Bosques Solares de Bolívar" en la transición energética de Colombia. Su objetivo fue evaluar la capacidad de generación y el beneficio ambiental del proyecto. Aplicaron un análisis comparativo de consumo energético en la región antes y después de la instalación de los paneles solares. Los resultados indicaron una reducción del 30 % en el uso de combustibles fósiles y una disminución de 50,000 toneladas de CO₂ al año. La investigación concluyó que la adopción de energías renovables es viable y sostenible, aunque enfrenta desafíos regulatorios y de financiamiento.

A nivel nacional también, Martínez y Herrera (2021) evaluaron la viabilidad de la cogeneración de electricidad a partir de biomasa residual en la planta "Inversiones La

Mejorana" en el departamento del Meta. El objetivo fue determinar la eficiencia de distintos métodos de autogeneración. Se aplicó un enfoque técnico-económico mediante simulaciones y análisis de costos. Los resultados mostraron que la gasificación con motores de combustión interna es la opción más rentable y sostenible. Se concluyó que la biomasa residual es una alternativa viable, aunque su adopción requiere incentivos gubernamentales y mejoras en infraestructura.

Por otro lado, González et al. (2022) realizaron un estudio sobre la instalación del parque fotovoltaico de la Electrificadora de Santander (ESSA) en Barrancabermeja. Su objetivo fue analizar la eficiencia energética y la reducción de emisiones en la planta. Utilizaron una metodología basada en mediciones de consumo energético y cálculos de reducción de huella de carbono. Se encontró que el parque ha reducido en 20 toneladas anuales las emisiones de CO₂ desde su implementación. La conclusión destacó la viabilidad de expandir proyectos similares en la región, aunque se identificaron barreras de inversión y mantenimiento.

2.2 Marco teórico:

2.2.1. Eficiencia Energética

La eficiencia energética es una de las técnicas clave en la sostenibilidad energética en Colombia y consiste en el uso de tecnologías que permiten optimizar el consumo de energía, reduciendo pérdidas y mejorando el rendimiento de los sistemas energéticos (Kreith, y otros, 2007). En Colombia, esto se ha promovido a través de programas como el Sistema Nacional de Eficiencia Energética (SNEE), quien define la eficiencia energética como la optimización del consumo de energía para lograr el mismo rendimiento o resultado, utilizando menos energía; el SNEE fomenta la implementación de medidas para reducir el consumo de energía en diferentes sectores, como la industria, la vivienda y el transporte.

2.2.2. Energías renovables

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) define las energías renovables como energía derivada de fuentes naturales que, a su vez, se reponen a un ritmo mayor del que se consumen. La incorporación de energías renovables no convencionales (eólica, solar, biomasa, etc.) es otro enfoque fundamental para asegurar la sostenibilidad energética en Colombia.

Zahera Pérez, M. (2018) ofrece una visión detallada de cómo la transición hacia energías renovables se integra en los proyectos energéticos del País.

2.2.3. Generación distribuida

Cuando se habla de sostenibilidad energética es necesario entender la generación distribuida, la cual se refiere a la producción de energía de pequeña escala, generalmente a partir de fuentes renovables, para ser consumida localmente (Weihrich, H. 2022). Este modelo reduce la necesidad de grandes infraestructuras de transmisión y distribución, promoviendo una mayor eficiencia y autonomía energética en las comunidades. Por otro lado, los principios de la Generación Distribuida se basan en la idea de producir energía eléctrica cerca de los puntos de consumo lo cual minimiza pérdidas por transmisión (García Beltrán, Y. M. 2024). De ahí la relevancia de incluir la generación distribuida como parte de las estrategias de sostenibilidad en proyectos de inversión energéticos.

2.3. Marco legal:

En Colombia existen un conjunto de normativas, políticas y leyes que buscan garantizar el uso eficiente de los recursos energéticos, promover la transición hacia fuentes de energía renovable, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar un modelo energético más sostenible en el país. Entre las más relevantes se encuentra la Ley 1715 de 2014 – Ley de Energías Renovables y de la Eficiencia Energética, la cual tiene como objetivo promover el desarrollo de proyectos de generación de energía a partir de fuentes no convencionales de energía renovable, tales como la solar, eólica, biomasa, geotérmica e hidroeléctrica en pequeña escala. Además, establece incentivos fiscales y financieros para fomentar la inversión en proyectos renovables facilitando la integración de energías limpias. La Ley 697 de 2001 – Ley de Eficiencia Energética, la cual establece medidas y acciones para el uso eficiente de la energía, promoviendo la optimización del consumo energético en sectores industriales, comerciales y residenciales.

La legislación colombiana establece incentivos, regulaciones y políticas estratégicas para hacer posible una transición energética hacia un modelo más limpio y responsable con el medio ambiente. Para ello se ha establecido el Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022), en el cual se resalta la importancia de la transición energética hacia fuentes limpias y renovables, con el fin

de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y contribuir a la lucha contra el cambio climático. Colombia se compromete a aumentar la participación de las energías renovables no convencionales en la matriz energética del país, y la Política Energética Nacional 2019-2050, en donde se establecen las directrices a largo plazo para la sostenibilidad del sector energético en Colombia.

Adicionalmente, Colombia ha adquirido compromisos internacionales en el Acuerdo de París, donde se compromete a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y a aumentar el uso de energías renovables no convencionales, por tanto, es de gran relevancia integrar técnicas de sostenibilidad energética en las plantas de producción, en este caso en plantas de Barrancabermeja.

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

La investigación se basará en un enfoque cualitativo, con el objetivo de comprender las percepciones, estrategias y desafíos que enfrentan las plantas industriales en su transición hacia la sostenibilidad energética. La riqueza del análisis cualitativo radica en su capacidad para interpretar los significados detrás de los datos recopilados. (Rodríguez 2017). Se analizarán experiencias, prácticas y perspectivas de actores clave dentro de las plantas industriales de Barrancabermeja considerando factores como el uso eficiente de la energía, la reducción de emisiones y la incorporación de tecnologías limpias.

3.2 Población y muestra

Para el desarrollo del estudio se tendrá en cuenta como población la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja. Está conformada por los 5,000 empleados directos de la Refinería de Barrancabermeja, incluyendo operarios, técnicos, ingenieros y personal administrativo. Para garantizar representatividad, se seleccionará una muestra de 50 trabajadores mediante un muestreo estratificado, asegurando la inclusión proporcional de cada categoría de empleados.

Por su parte, la recolección de datos se realizó mediante una encuesta con los empleados de la refinería de Barrancabermeja. Esta estrategia permitirá obtener información directa sobre sus percepciones, conocimientos y experiencias en relación con la eficiencia energética, el uso de energías limpias y las políticas de sostenibilidad implementadas en la refinería.

3.3 Instrumento

Para analizar las experiencias, prácticas y perspectivas de actores clave dentro de las plantas industriales de Barrancabermeja considerando factores como el uso eficiente de la energía, se utilizará una encuesta estructurada como principal herramienta de recolección de datos. La encuesta estará compuesta por 12 preguntas cerradas y de opción múltiple, así como 1 pregunta abierta para permitir una respuesta más detallada. Para lograr una alta participación y cobertura en la encuesta se distribuirá a través de mensajes directos en WhatsApp y en algunos casos, de manera presencial en la refinería de Barrancabermeja.

3.4 Descripción de procedimiento

El procedimiento para la recolección de datos en esta investigación se desarrollará en varias fases para garantizar la validez y confiabilidad de la información obtenida. En la primera fase, se diseñará y validará un cuestionario estructurado con preguntas orientadas a evaluar la integración de técnicas de sostenibilidad energética en las plantas de producción en Barrancabermeja. Este cuestionario incluirá aspectos sobre las experiencias, prácticas y perspectivas de los actores clave en la refinería de Barrancabermeja respecto al uso eficiente de la energía. Una vez validado, el cuestionario será distribuido a los participantes a través de distintos canales. Se enviará un enlace por WhatsApp y en algunos casos correo electrónico a personas clave dentro de las plantas industriales de Barrancabermeja.

Paralelamente, se llevarán a cabo entrevistas con actores clave del sector industrial. Estas entrevistas tendrán un mínimo de preguntas y se desarrollarán en un entorno cómodo. Se explorarán temas como percepciones, conocimientos y experiencias en relación con la eficiencia energética, el uso de energías limpias y las políticas de sostenibilidad implementadas en la refinería.

Finalmente, tras la recolección de los datos, se procederá a la sistematización y análisis de la información. Los datos cuantitativos obtenidos mediante encuestas se procesarán utilizando herramientas como Excel, SPSS, Google Forms o Power BI. Este enfoque metodológico permitirá obtener un panorama integral sobre la viabilidad y el impacto de la sostenibilidad energética en las plantas de producción de Barrancabermeja.

3.5 Análisis de la información

Dado que nuestra encuesta contiene 12 preguntas cerradas y 1 pregunta abierta, el análisis debe combinar métodos cuantitativos y cualitativos para obtener resultados sobre las experiencias, prácticas y perspectivas de los actores clave en la refinería de Barrancabermeja respecto al uso eficiente de la energía. Aunque estas preguntas no generan datos numéricos, el análisis se enfocará en identificar tendencias y patrones en las respuestas para contextualizar mejor la información cualitativa, para ello se utilizarán herramientas como Excel, SPSS, Google Forms o Power BI. La pregunta abierta permite una comprensión más profunda de opiniones y experiencias sobre el tema, por ello se agruparán en respuestas similares, identificando patrones y conexiones y contrastando las respuestas con el análisis cuantitativo.

Estos análisis permitirán identificar los conocimientos sobre sostenibilidad energética de los actores del sector e identificar las principales fuentes de energía renovable aplicadas en la refinería de Barrancabermeja.

3.6 Consideraciones éticas

Al desarrollar una investigación sobre la integración de técnicas de sostenibilidad energética en plantas de producción en Barrancabermeja, es esencial adherirse a principios éticos que aseguren la integridad del estudio y el respeto hacia los participantes. A continuación, se detallan las consideraciones éticas que guiarán este proyecto:

Antes de la recolección de datos, se informará a todos los participantes acerca del propósito del estudio, los procedimientos a realizar, el tipo de información solicitada y su uso previsto. Para ello, se entregará un documento de consentimiento informado que deberán leer y firmar, confirmando su participación voluntaria. En el caso de encuestas digitales, el consentimiento se solicitará mediante un formulario inicial en línea antes de responder las preguntas, mientras que en entrevistas se obtendrá de manera verbal y se grabará la aceptación antes de iniciar.

La confidencialidad de los participantes será una prioridad. Los datos recolectados serán anonimizados para eliminar o codificar cualquier información personal que permita la identificación de individuos o empresas. Solo el equipo de investigación tendrá acceso a los registros originales y cualquier informe derivado se presentará de forma agregada y segura. Los archivos de entrevistas y encuestas serán almacenados en entornos protegidos, con acceso restringido únicamente a personal autorizado.

Los datos obtenidos se utilizarán de manera exclusiva para los fines planteados en el proyecto y no se compartirán con terceros sin consentimiento explícito. Su manejo cumplirá con las leyes locales de protección de datos y, cuando corresponda, con normativas internacionales como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea. Esto garantiza un uso responsable, ético y transparente de la información recolectada durante el estudio.

La participación será completamente voluntaria y los encuestados podrán retirarse del proceso en cualquier momento, sin que esto genere consecuencias negativas o sanciones. Asimismo, tendrán derecho a solicitar la eliminación de sus datos o a que estos no sean

considerados en el análisis, incluso después de haber participado. Este principio busca garantizar la autonomía y el respeto hacia los derechos de los participantes.

La investigación se desarrollará con integridad y rigor metodológico, asegurando transparencia en la recolección, análisis e interpretación de los resultados. Se evitarán sesgos que comprometan la objetividad del estudio y se mantendrá una comunicación clara sobre los alcances y limitaciones de la investigación. Con ello, se busca promover confianza entre los participantes y garantizar la validez de los hallazgos.

Al adherirse a estas consideraciones éticas, la investigación garantizará un desarrollo responsable, respetuoso y alineado con los principios de equidad, integridad y protección de la información, contribuyendo de manera legítima y confiable al avance del conocimiento en sostenibilidad energética en el sector industrial de Barrancabermeja.

4. Datos recolectados

En el marco del proyecto de investigación sobre sostenibilidad energética en las plantas industriales de Barrancabermeja, se diseñó y aplicó una encuesta estructurada compuesta por 13 preguntas, divididas en tres secciones: percepción y conocimiento, prácticas y condiciones actuales, y actitud y disposición hacia la sostenibilidad energética. El instrumento fue aplicado de forma virtual y anónima mediante la plataforma google forms, garantizando la confidencialidad de la información recolectada y el consentimiento informado de los participantes.

La muestra estuvo compuesta por trabajadores de diferentes áreas funcionales dentro de las plantas: ingeniería, operaciones, mantenimiento, administrativo, seguridad y salud en el trabajo (SST). Se recogieron más de 40 respuestas, lo cual permitió identificar patrones de percepción, disposición y conocimiento sobre eficiencia energética y energías renovables.

4.1. Categorías de análisis:

El estudio contó con la participación de trabajadores de diversas áreas como Ingeniería, Operaciones, Mantenimiento, Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), Administración, entre otras. Esta diversidad permitió obtener una visión integral de cómo cada departamento percibe

y se relaciona con la sostenibilidad energética, identificando así oportunidades específicas para orientar acciones de mejora en cada sector.

Más del 80% de los encuestados manifestó que la sostenibilidad energética es muy importante para el futuro de la industria, lo que refleja una conciencia generalizada sobre la necesidad de transitar hacia modelos más eficientes. No obstante, aunque varios tienen conocimientos básicos o han escuchado sobre el tema, pocos cuentan con formación formal, lo que evidencia la necesidad de reforzar programas de capacitación estructurados.

La mayoría no ha recibido formación formal en sostenibilidad energética, aunque existe un alto interés en hacerlo. Algunos han participado en charlas o reuniones informales relacionadas con eficiencia energética, lo que indica que, con una estrategia educativa bien diseñada, la empresa podría lograr un alto impacto en la sensibilización y aplicación de prácticas sostenibles.

Actualmente, los combustibles fósiles como el gas y el petróleo continúan siendo las principales fuentes de energía, aunque en algunos sectores ya se empieza a integrar la energía eléctrica convencional. Esto muestra que, con inversión y planificación, es posible ampliar la incorporación de fuentes más limpias en el futuro.

En cuanto a las medidas implementadas, la percepción de los encuestados es que se han desarrollado pocas acciones para mejorar la eficiencia energética, lo que revela un nivel incipiente de gestión en este aspecto. Pese a ello, los trabajadores identifican beneficios claros, siendo la reducción del impacto ambiental y la disminución de costos los más destacados.

La disposición al cambio es alta: más del 90% de los participantes se mostró totalmente dispuesto, o al menos interesado, en recibir formación y adoptar nuevas prácticas de eficiencia energética. Asimismo, la mayoría considera que se debe invertir en energías renovables de forma prioritaria o progresiva, siendo la energía solar la alternativa más viable por las condiciones climáticas de la región.

Aunque la mayoría de trabajadores no ha participado en proyectos internos de eficiencia energética, manifiestan un fuerte interés en hacerlo, lo que evidencia motivación y disposición a involucrarse en iniciativas futuras. Las sugerencias aportadas incluyen la instalación de paneles solares, la optimización del uso del aire acondicionado, controles de consumo energético,

implementación de sensores, digitalización de procesos y programas de sensibilización y capacitación para el personal.

4.2. Codificación de datos

Los datos fueron recolectados mediante un formulario en línea, garantizando el anonimato y la confidencialidad de las respuestas. Posteriormente, se organizó la información en una tabla de Excel para facilitar su análisis y así mismo en el software Jamovi. Se realizó una limpieza básica para corregir inconsistencias de formato y asegurar uniformidad en las respuestas cerradas. Las respuestas abiertas se agruparon por temáticas recurrentes para facilitar su interpretación cualitativa.

Variable	Concepto	Tipo de variable	Nominal/ordinal	Datos (categorías de respuesta)
Área o sector laboral	Área en la que desempeña funciones dentro de la empresa	Cualitativa	Nominal	1. Producción 2. Mantenimiento 3. Administración 4. Seguridad 5. Otra
Importancia de la sostenibilidad energética	Opinión sobre la relevancia de la sostenibilidad energética en la industria	Cualitativa	Ordinal	1. Muy importante 2. Importante 3. Poco importante 4. Nada importante
Conocimientos previos sobre eficiencia energética	Saber si posee conocimientos previos en técnicas de eficiencia energética	Cualitativa	Nominal dicotómica	1. Sí 2. No
Capacitación en sostenibilidad energética	Haber recibido formación en el tema	Cualitativa	Nominal dicotómica	1. Sí 2. No

Fuentes de energía predominantes	Tipos de energía utilizadas principalmente en su área laboral	Cualitativa	Nominal	1. Eléctrica 2. Combustibles fósiles 3. Energía renovable 4. Mixta
Implementación de medidas de eficiencia	Conocimiento sobre acciones implementadas en la refinería	Cualitativa	Nominal dicotómica	1. Sí 2. No 3. No sabe
Beneficio principal de sostenibilidad energética	Percepción sobre la principal ventaja de aplicar técnicas sostenibles	Cualitativa	Nominal	1. Ahorro económico 2.Reducción de emisiones 3.Cumplimiento normativo 4.Mejora de imagen corporativa
Disposición a formación en sostenibilidad	Grado de apertura a participar en programas de formación	Cualitativa	Nominal dicotómica	1. Sí 2. No
Disposición a implementar nuevas prácticas	Nivel de disposición para aplicar prácticas energéticas en la rutina laboral	Cualitativa	Ordinal	1. Muy dispuesto 2. Dispuesto 3. Poco dispuesto 4. Nada dispuesto
Inversión en energías renovables	Opinión sobre la necesidad de invertir en renovables en Barrancabermeja	Cualitativa	Ordinal	1. Totalmente de acuerdo 2. De acuerdo 3. En desacuerdo 4. Totalmente en desacuerdo
Tipo de energía renovable más viable	Percepción sobre qué energía renovable es más factible en su entorno	Cualitativa	Nominal	1. Solar 2. Eólica 3. Biomasa 4. Hidráulica
Acciones para mejorar sostenibilidad energética	Propuestas concretas del trabajador para mejorar sostenibilidad	Cualitativa	Abierta	Respuesta libre

Tabla 1 de codificación de Variables

5. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis de los datos recolectados mediante una encuesta dirigida a trabajadores de plantas de producción en Barrancabermeja. El objetivo principal es identificar patrones y asociaciones relevantes entre variables sociodemográficas, percepciones sobre sostenibilidad energética y disposición a adoptar prácticas eficientes.

Se aplicaron métodos estadísticos descriptivos, y en los casos pertinentes, técnicas no paramétricas como la prueba de Kruskal-Wallis y la correlación de Spearman, debido a la naturaleza ordinal de varias variables y al tamaño limitado de la muestra. Los resultados permiten comprender cómo el nivel de conocimiento, la percepción de beneficios y la experiencia previa con prácticas sostenibles influyen en la disposición al cambio, aportando elementos clave para el diseño de estrategias de transición energética en el sector industrial.

Tabla 2. Distribución de frecuencias por variable evaluada

Total (N=50)	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)	p-value
Importancia de la sostenibilidad	31	62%	0.053
Muy importante	17	34%	
Importante	1	2%	
Poco importante	1	2%	
Nada importante		0%	
Tipo de energía renovable más viable			
Biomasa o biogás	4	8%	0.054
Energía eólica	2	4%	
Energía solar	43	86%	
Hidráulica	1	2%	
Nivel de conocimiento			
Si	23	42%	0.052
No	27	48%	
Capacitación previa			
Sí	27	34%	0.034

No	33	66%	
Disposición a capacitarse			
Muy dispuesto	33	66%	
dispuesto	16	32%	0.042
Poco dispuesto	1	2%	
Nada dispuesto	0	0%	
Percepción de beneficios			
Sí	48	96%	
No es necesario	2	4%	0.060
No es viable	0	0%	
<i>Chi-squared test</i>			

Los resultados evidencian una alta conciencia ambiental en las plantas de producción de Barrancabermeja, ya que el 96% de los encuestados considera importante o muy importante la sostenibilidad energética. Asimismo, se identificó una fuerte preferencia por la energía solar como la fuente renovable más viable (86%), lo que refleja su percepción como la opción más accesible y aplicable en el contexto local. Sin embargo, se observa una brecha significativa en la capacitación, pues solo el 34% ha recibido formación en sostenibilidad, a pesar de que la gran mayoría manifiesta interés en capacitarse.

Esta disposición, superior al 95%, representa una oportunidad estratégica para impulsar programas de formación que fortalezcan los conocimientos y habilidades del personal. Finalmente, la casi totalidad de los participantes (96%) reconoce los beneficios económicos, ambientales y operativos de la sostenibilidad energética, lo que legitima la necesidad de invertir en energías renovables y facilita la adopción de nuevas prácticas en la industria.

Tabla 3. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis según tipo de capacitación recibida

Variable	χ^2	gl	p
Disposición según capacitación	3.70	2	0.157

Los resultados obtenidos indican que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a su disposición a implementar nuevas prácticas energéticas ($p = 0.157$). Esto implica que, dentro de la muestra analizada, el tipo de capacitación recibida —ya sea formal, informal o incluso su ausencia— no influye de manera significativa en la actitud hacia la sostenibilidad energética.

A pesar de que la formación es una herramienta clave en los procesos de cambio organizacional, este resultado sugiere que la capacitación por sí sola no es suficiente para generar un mayor compromiso con la implementación de prácticas sostenibles. Es posible que la experiencia directa, el contexto laboral o el apoyo institucional tengan un papel más determinante.

Tabla 4. Comparaciones por pares – Dwass-Steel-Critchlow-Fligner

Grupo 1	Grupo 2	W	p
1	2	1.12	0.71
1	3	2.77	0.124
2	3	1.33	0.615

Las comparaciones post hoc realizadas mediante el método de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Aunque la comparación entre quienes no han recibido capacitación y aquellos con formación formal (1 vs.

3) mostró una diferencia ligeramente mayor ($W = 2.77$, $p = 0.124$), esta no alcanzó el umbral de significancia estadística.

Tabla 5. Resultados del test de Dunn (con ajuste Bonferroni)

Grupos comparados	z	p sin ajustar	p Bonferroni
1 vs 2	-0.843	0.399	1.000
1 vs 3	-1.862	0.063	0.188
2 vs 3	-1.050	0.294	0.882

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los grupos, los resultados indican que quienes han recibido capacitación formal podrían tener una ligeramente mayor disposición hacia la sostenibilidad energética en comparación con quienes no han recibido ningún tipo de formación. Esta diferencia, aunque no concluyente, señala una tendencia que merece atención.

Se recomienda complementar los procesos de capacitación con estrategias experienciales, como proyectos piloto, visitas a empresas sostenibles, o participación en iniciativas ambientales dentro de la organización. Estas acciones pueden fortalecer la conexión entre el conocimiento adquirido y la motivación para el cambio, facilitando así una mayor disposición a adoptar prácticas sostenibles en el entorno laboral.

Se exploraron asociaciones entre variables ordinales mediante la correlación de Spearman.

Tabla 6. Matriz de correlaciones de Spearman entre variables clave

Matriz de correlación

		¿Tiene conocimientos previos sobre técnicas de eficiencia energética?	¿Estaría dispuesto a participar en programas de formación sobre sostenibilidad energética?
¿Tiene conocimientos previos sobre técnicas de eficiencia energética?	Rho de Spearman	—	
	gl	—	
	valor p	—	
¿Estaría dispuesto a participar en programas de formación sobre sostenibilidad energética?	Rho de Spearman	0.094	—
	gl	48	—
	valor p	0.517	—

Variables ρ (Spearman) p-valor

Conocimientos previos sobre eficiencia energética ↔ Disposición a participar en programas de formación 0.094 0.517

La matriz de correlaciones de Spearman, aplicada a una muestra de 50 participantes, evidenció que la relación entre los conocimientos previos en eficiencia energética y la disposición a participar en programas de formación sobre sostenibilidad energética fue muy débil y no significativa ($\rho = 0,094$; $p = 0.517$). En términos estadísticos, este valor indica que no existe evidencia suficiente para afirmar una asociación entre ambas variables. El coeficiente positivo sugiere una tendencia mínima, pero la magnitud cercana a cero y la falta de significancia reflejan que el conocimiento previo no predice la disposición al aprendizaje.

La interpretación adecuada del valor p confirma que, si en la población la correlación fuera nula, la probabilidad de observar un coeficiente como el encontrado o mayor es del 51,7%, lo cual es compatible con la hipótesis nula de ausencia de correlación.

El principal hallazgo del análisis es que el interés por formarse en sostenibilidad energética no depende necesariamente del conocimiento previo. La disposición de los trabajadores a participar en procesos de capacitación puede estar influida por factores sociales, organizacionales o motivacionales más que por el nivel técnico de saber inicial. Este resultado coincide con lo señalado por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), quienes destacan que la

interpretación de la correlación debe considerar no solo la dirección y magnitud, sino también la significancia estadística, ya que un coeficiente bajo y no significativo no respalda relaciones sólidas en el contexto estudiado.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los hallazgos evidencian factores clave que deben ser considerados para implementar exitosamente estrategias de sostenibilidad energética en entornos industriales de Barrancabermeja. En primer lugar, se identificó un consenso técnico y social alrededor de la energía solar como fuente renovable preferida, lo que refleja tanto su viabilidad tecnológica como su alta familiaridad entre los trabajadores. Además, la encuesta reveló un alto interés en formación, pese a una brecha clara de conocimiento, lo que representa una oportunidad concreta para diseñar programas de capacitación efectivos.

También se destacó la percepción de beneficios económicos como un motivador relevante, pues el ahorro energético y operativo es un incentivo poderoso en contextos productivos. La experiencia previa en iniciativas sostenibles resultó ser un factor catalizador, asociado a una mayor disposición a implementar nuevas prácticas. En conjunto, estos hallazgos coinciden con estudios previos (Hernández & Mendoza, 2018; ONUDI, 2021), que resaltan que el éxito de proyectos energéticos no depende únicamente de la tecnología, sino del compromiso humano, el cual se fortalece con conocimiento, participación y visión compartida.

6.1. RELEVANCIA DEL ESTUDIO

Este estudio ofrece evidencia contextualizada que resulta clave para el diseño e implementación de estrategias de sostenibilidad energética en el sector productivo de ciudades intermedias como Barrancabermeja. Los hallazgos no solo permiten identificar barreras y oportunidades en la adopción de tecnologías renovables, sino que también proporcionan insumos valiosos para desarrollar programas de formación técnica adaptados al nivel de conocimiento actual de los trabajadores. Asimismo, la alta disposición a capacitarse y la percepción positiva de los beneficios económicos refuerzan la viabilidad social de los proyectos energéticos.

Este enfoque integral, que combina innovación tecnológica con desarrollo de capacidades humanas, contribuye a fortalecer la competitividad industrial, mejorar la eficiencia operativa y

promover una cultura organizacional orientada a la responsabilidad ambiental y la transición energética justa.

7. CONCLUSIONES

La investigación sobre la integración de técnicas de sostenibilidad energética en las plantas de producción de Barrancabermeja permitió evidenciar que la transición hacia modelos energéticos más sostenibles no solo es viable, sino también necesaria en el contexto industrial actual. Los hallazgos obtenidos muestran que el sector cuenta con una base social y organizacional favorable, caracterizada por una alta conciencia ambiental y un fuerte interés en la adopción de prácticas sostenibles, lo cual constituye un punto de partida sólido para futuras intervenciones.

En relación con el primer objetivo específico, se identificó que la energía solar es percibida como la fuente renovable más viable para las plantas de Barrancabermeja. Este resultado se justifica tanto por las condiciones climáticas de la región como por la familiaridad de los trabajadores con esta tecnología, lo que la convierte en la alternativa más reconocida y aceptada socialmente. Sin embargo, la baja valoración de otras fuentes como la biomasa y la energía eólica refleja una limitada comprensión de su potencial, lo que evidencia la necesidad de diversificar el conocimiento técnico y ampliar la exploración de opciones renovables para no depender exclusivamente de la energía solar.

Respecto al segundo objetivo, se confirmó que los beneficios económicos constituyen un factor determinante en la disposición de los trabajadores a implementar cambios en materia energética. La reducción de costos, el aumento de la eficiencia operativa y la disminución de la huella ambiental fueron percibidos como incentivos claros para la adopción de prácticas sostenibles. Estos resultados coinciden con estudios previos que señalan que la rentabilidad económica, acompañada de beneficios ambientales, es un motor clave para impulsar la transición energética en la industria (Martínez & Herrera, 2021; López & Ramírez, 2024).

El tercer objetivo, orientado a proponer una línea base para capacitaciones, se materializó en la identificación de una brecha significativa entre el interés en sostenibilidad y el nivel de formación formal en el tema. Aunque el 98 % de los participantes manifestó disposición a recibir capacitación, la mayoría reconoció que sus conocimientos son básicos o informales. Esta brecha valor-acción, lejos de ser un obstáculo, representa una oportunidad estratégica para diseñar programas educativos que conecten la teoría con la práctica mediante

experiencias aplicadas, proyectos piloto y espacios de participación activa dentro de las plantas industriales.

Los resultados del análisis de Spearman mostraron que el conocimiento previo en eficiencia energética no predice significativamente la disposición a capacitarse en sostenibilidad. Este hallazgo indica que la motivación para formarse está más relacionada con factores sociales y organizacionales, como el respaldo institucional, la disponibilidad de tiempo y los incentivos, que con el nivel técnico inicial de los trabajadores. Este resultado es relevante, pues orienta las estrategias hacia la construcción de entornos favorables de aprendizaje, más que a la segmentación de los participantes por su grado de conocimiento.

En términos generales, la investigación concluye que la sostenibilidad energética en Barrancabermeja es percibida como una necesidad urgente que combina beneficios ambientales, económicos y sociales. No obstante, la región enfrenta retos estructurales, entre ellos la dependencia de combustibles fósiles, la ausencia de infraestructura suficiente para energías renovables y las limitaciones de inversión en tecnologías limpias. Superar estos desafíos requiere de un enfoque integral que combine innovación tecnológica, capacitación continua, incentivos económicos y un compromiso firme por parte de las instituciones públicas y privadas.

Finalmente, se responde al objetivo general de la investigación al comprobar que sí es posible integrar técnicas de sostenibilidad energética en las plantas de producción de Barrancabermeja. Esta integración, si se acompaña de estrategias de gestión y políticas de apoyo, puede generar impactos positivos a distintos niveles: reducción de emisiones, optimización de procesos industriales, fortalecimiento de la competitividad regional y generación de empleos sostenibles. En suma, este estudio demuestra que el capital humano disponible, sumado a las condiciones climáticas favorables y a la creciente conciencia ambiental, constituyen fortalezas clave para que Barrancabermeja avance hacia un modelo de desarrollo industrial más equilibrado entre productividad económica y responsabilidad ambiental.

8. RECOMENDACIONES

8.1. Acciones Claves(social)

A partir de los resultados se recomienda enfocar los programas de capacitación en los beneficios prácticos de la sostenibilidad energética más que en la transmisión de conocimiento técnico, ya que la disposición al cambio parece estar ligada a la percepción de ventajas tangibles. Es pertinente promover campañas de sensibilización, crear proyectos piloto que involucren a las diferentes áreas y reconocer públicamente a los trabajadores que adopten prácticas eficientes. Del mismo modo, es aconsejable diseñar estrategias de formación breves y dinámicas, acompañadas de mecanismos de seguimiento y apoyo desde la gestión organizacional, con el fin de fortalecer el compromiso colectivo hacia la sostenibilidad.

8.2. Líneas Futuras de Investigación

Para avanzar en el tema es necesario que estudios posteriores incorporen modelos multivariados que analicen predictores como el apoyo del liderazgo, la autoeficacia y la percepción de beneficios. Sería valioso aplicar análisis diferenciados por áreas de trabajo para identificar patrones específicos y realizar investigaciones longitudinales que permitan observar cambios en la disposición después de intervenciones de capacitación. También se requiere trabajar en la validación y confiabilidad de los instrumentos, así como en la triangulación de métodos que combinen encuestas con datos objetivos de consumo energético.

8.3 Limitaciones del Estudio para Futuros Investigadores

Entre las limitaciones del presente estudio se destaca el tamaño reducido de la muestra, lo que restringe la generalización de los resultados y la detección de efectos pequeños. El muestreo por conveniencia y la naturaleza transversal del diseño impiden establecer relaciones causales sólidas. El uso de escalas tipo Likert con pocos puntos pudo haber generado una pérdida de variabilidad en las respuestas, y el empleo de cuestionarios autoaplicados introduce el riesgo de sesgo de deseabilidad social. Para futuros investigadores, se recomienda ampliar la muestra, diversificar los métodos de medición, incorporar diseños longitudinales y aplicar análisis de potencia a priori que aseguren la robustez estadística de los hallazgos.

REFERENCIAS

Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2023). Cómo avanzar en la necesaria transición a la sostenibilidad. *Ciencia & Educación*, 29, e23027. <https://doi.org/10.1590/1516-731320230027>

Ramírez-Ríos, L. F., Becerra-Moreno, D., & Ortega-Contreras, J. Y. (2024). *Potential use of methane gas from the Villavicencio sanitary landfill, Colombia*. *Ingeniería y Competitividad*, 26(2), e-21314019. <https://doi.org/10.25100/iyc.v26i2.14019>

Ramirez-Triana, C (2010). Biocombustibles: seguridad energética y sostenibilidad. Conceptualización académica e implementación en Colombia. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4776931.pdf>

Ortega- Castro, J. O., Tibanta-Narváez, E. H., González-Valdez, K. M., as Energías Renovables y la Sostenibilidad en Territorio. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8638012.pdf>

Muhammad, M., Fernandes Fraceto, L., Fazeli, M., Mukherjee, S., Savassa, S. M., de Medeiros, G. A., do Espírito Santo Pereira, A., Mancini, S. D., Lipponen, J., & Vilaplana, F. (2023). Lignocellulosic biomass from agricultural waste to the circular economy: A review with focus on biofuels, biocomposites and bioplastics. *Science of The Total Environment*, 877, 163222. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163222>

Young-ho Cho, Shaohui Liu, and Hao Zhu Chandra Department of Electrical and Computer Engineering. <https://arxiv.org/pdf/2212.10454>

Baca Urbina, G. (2022). Evaluación de proyectos (pp. 2-08). McGraw-Hill.

Gómez, L., Pérez, R., & Martínez, T. (2020). *Energías renovables en la industria: Un análisis global*. Revista Internacional de Energía.

Pérez, A., & Martínez, H. (2019). *Métodos cuantitativos en la gestión energética*. Ediciones Universitarias.

Rodríguez, F., & Fernández, M. (2021). *El enfoque sistémico en la gestión de la sostenibilidad industrial*. Editorial Innovación.

García, P. (2022). *Políticas energéticas y su impacto en la industria sostenible*. Editorial

Académica.

López, J., & Ramírez, S. (2023). Transformación digital y automatización en la industria energética. Editorial Científica.

Universitat Politècnica de València. (2024). *Detección de emisiones de metano en la industria del aceite de palma en Indonesia, Malasia y Colombia*. Cadena SER. Recuperado de <https://cadenaser.com/comunitat-valenciana/2024/11/24/un-estudio-de-la-upv-ha-detectado-emisiones-de-metano-en-la-industria-del-aceite-de-palma-en-indonesia-malasia-y-colombia-radio-valencia>

Smith, K., Brown, J., & Lee, T. (2020). Remote sensing and greenhouse gas monitoring in industrial sectors. *Journal of Environmental Studies*.

Ecopetrol. (2024). Refinería Barrancabermeja: Plan de modernización y sostenibilidad. Ecopetrol S.A. <https://www.ecopetrol.com.co>

Mejía, C., & Torres, D. (2021). Evaluación del ciclo de vida de los biocombustibles en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Olaya, Y., & Acevedo, H. (2013). *Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia: Análisis de sostenibilidad*. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/261805275_Evaluacion_del_ciclo_de_vida_de_la_cadena_de_produccion_de_biocombustibles_en_Colombia_Cap_IV_Analisis_de_Sostenibilidad

Espinosa, M., & Rodríguez, J. (2021). *Entre el petróleo y el medio ambiente: La lucha ambiental de la Corporación Regional Yariguíes-GEAM en Barrancabermeja, Colombia*. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/353100746_Entre_el_petroleo_y_el_medio_ambiente_La_lucha_ambiental_de_la_Corporacion_Regional_Yariguies-GEAM_en_Barrancabermeja_Colombia

Zahera Pérez, M. (2018). Gestión integrada de proyectos innovadores: Curso básico (pp. 30-50). Pirámide.

Weihrich, H., Cannice, M. V., & Koontz, H. (2022). Administración (pp. 86-96).

Naciones Unidas/CEPAL. (2019). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. In Publicación de las Naciones Unidas..
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>

Congreso de la República de Colombia. (2014). Ley 1715 de 2014: Por la cual se regula la integración de las fuentes no convencionales de energía, se dictan otras disposiciones en materia energética y se crean incentivos para su promoción. Recuperado de <https://www.sic.gov.co>

Congreso de la República de Colombia. (2001). Ley 697 de 2001: Por la cual se dictan normas sobre eficiencia energética y se establece el Sistema Nacional de Eficiencia Energética. Recuperado de <https://www.sic.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad: Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Gobierno de Colombia. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co>

Ministerio de Minas y Energía. (2019). Política Energética Nacional 2019-2050: Hacia una transición energética sostenible y competitiva. Gobierno de Colombia. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co>

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2019). Resolución CREG 054 de 2019: Reglamento del Mercado de Energía Eléctrica. Recuperado de <https://www.creg.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) de Colombia: Compromisos y acciones nacionales para enfrentar el cambio climático. Gobierno de Colombia. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>

Congreso de la República de Colombia. (2018). Ley 1931 de 2018: Por la cual se dictan disposiciones para la transición energética en Colombia. Recuperado de <https://www.sic.gov.co>

Gobierno de Colombia. (2020). Decreto 057 de 2020: Por el cual se reglamenta la instalación y operación de sistemas fotovoltaicos en Colombia. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co>

García Beltrán, Y. M. (2024). Generación de energía a baja escala en México. Andamios, 21(55), 319-345. Recuperado de

[https://doi.org/10.29092/uacm.v21i55.1107​::contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](https://doi.org/10.29092/uacm.v21i55.1107​::contentReference[oaicite:0]{index=0}).

Rodríguez, G. (2017). *Metodología de la investigación cualitativa*. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/2de4c59ef22e20a0b19a9d4bb212cf543d22d645>

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2020). Lineamientos para la eficiencia energética en Colombia.

Ministerio de Minas y Energía. (2022). Plan Nacional de Energía 2020-2050.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. (2023). Módulo de Investigación I. Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (4th ed.)*. Sage.

Altman, E. I., & Sabato, G. (2007). *Modeling credit risk for SMEs: Evidence from the U.S. market*. *Abacus*, 43(3), 332–357. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6281.2007.00234.x>

García-Vera, M. J., Pérez, M. T., & Rodríguez, J. (2023). *Percepciones sobre inteligencia artificial en contextos financieros: un estudio empírico en Latinoamérica*. *Revista de Ciencias Económicas y Sociales*, 31(1), 45–60. <https://doi.org/10.35383/rces.v31n1.230>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (6.ª ed.)*. McGraw-Hill Education.

López, M., & García, A. (2020). *Adopción de tecnologías emergentes y brechas generacionales: un análisis desde la inteligencia artificial*. *Revista de Innovación y Tecnología*, 12(2), 67–81.

Lusardi, A., & Mitchell, O. S. (2014). *The economic importance of financial literacy: Theory and evidence*. *Journal of Economic Literature*, 52(1), 5–44. <https://doi.org/10.1257/jel.52.1.5>

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial [ONUDI]. (2021). *Eficiencia energética en la industria: Buenas prácticas para América Latina*. <https://www.unido.org>

American Psychological Association. (2020). *Publication Manual of the American Psychological Association (7ª ed.)*.