

Fortalecimiento de Energihabita a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen su sostenibilidad ambiental, social y económica



Fortalecimiento de ENERGIHABITA a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen su sostenibilidad ambiental, social y económica.

ROBERT DAVID SIERRA MARTINEZ

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2025

Fortalecimiento de Energihabita a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen su sostenibilidad ambiental, social y económica

Fortalecimiento de ENERGIHABITA a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen su sostenibilidad ambiental, social, económica

ROBERT DAVID SIERRA MARTINEZ

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos
Proyecto Nodo - Negocios Rurales

Asesora

Ivonne Tatiana Muñoz Martínez
Magíster en Administración

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2025

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de figuras.....	7
Lista de anexos.....	8
Resumen.....	9
Abstract	10
Introducción	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción del problema	13
1.1.1 Contextualización del Objeto de Estudio:.....	13
1.1.2. Problemática central identificada	15
1.2 La pregunta de investigación	16
1.3 Los objetivos de investigación.....	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Justificación de la investigación	17
2. MARCO DE REFERENCIA.....	19
2.1. Marco de Antecedentes	19
2.2. Marco Teórico	23
2.2.1. Implementación de Energía Solar Fotovoltaica para el Desarrollo Sostenible y la Autonomía Energética en Zonas Rurales.....	25
2.2.2. Sostenibilidad.....	27
2.2.3. Metodologías y herramientas en la Gerencia de Proyectos	29
2.3. Marco normativo.....	31
Tabla 1. Normativas sobre Energías Renovables en Colombia.....	32
3. METODOLOGÍA.....	33
3.1. Enfoque y alcance de la investigación.....	33

3.2. Población y muestra.....	34
3.2.1. Definición de la población	34
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra.....	34
3.3. Instrumento(s).....	35
3.3.1. Modelo de Caracterización de Zonas Rurales	35
3.3.2. Análisis Documental.....	35
3.4. Descripción de procedimientos	36
3.4.1. Modelo de Caracterización de Zonas Rurales	36
3.4.2. Análisis Documental.....	37
3.5. Análisis de información.....	40
3.5.1. Modelo de caracterización de zonas rurales	40
3.5.2. Análisis documental.....	40
3.6. Consideraciones éticas.....	41
3.6.1. Análisis de consideraciones éticas	42
3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización	43
4 RESULTADOS	43
4.1 Caracterización del fortalecimiento de ENERGIHABITA.....	44
4.2. PMBOK y SCRUM como base para el planteamiento de las estrategias.....	55
4.3. Formulación de Estrategias Para Fomentar la sostenibilidad económica, social y ambiental del fortalecimiento de ENERGIHABITA.....	60
5 DISCUSIÓN	69
6 CONCLUSIONES.....	75
7 RECOMENDACIONES	78
Referencias.....	80

Lista de tablas

Tabla 1. Normativas sobre Energías Renovables en Colombia.....	32
Tabla 2. Caracterización general de fortalecimiento de ENERGIHABITA en su contexto rural	44
Tabla 3. Caracterización específica de fortalecimiento de ENERGIHABITA respecto a su sostenibilidad social, ambiental y económica.	50
Tabla 4. Cuadro comparativo de las metodologías	56
Tabla 5. Roles de SCRUM en el proyecto Energihabita	61
Tabla 6. Product Backlog (épicas, historias y criterios de aceptación)	62
Tabla 7. Sprint Backlog (plan de ciclo y capacidad)	64
Tabla 8. Eventos de SCRUM aplicados	65
Tabla 9. Roadmap de los Sprints	66
Tabla 10. Métricas clave (KPI) por dimensión	67
Tabla 11. Gestión de riesgos e impedimentos	68
Tabla 12. Matriz Bibliográfica	101

Fortalecimiento de Energihabita a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen su sostenibilidad ambiental, social y económica

Lista de figuras

Figura 1. Etapas para la caracterización de zonas rurales	37
Figura 2. Etapas del análisis documental	38
Figura 3. Gráfico Radial Caracterización general de fortalecimiento de ENERGIHABITA en su contexto rural	47
Figura 4. Gráfico Radial Caracterización específica de fortalecimiento de ENERGIHABITA en el ámbito social.....	52
Figura 5. Gráfico Radial Caracterización específica de fortalecimiento de ENERGIHABITA en el ámbito económico.	53
Figura 6. Gráfico Radial Caracterización específica de fortalecimiento de ENERGIHABITA en el ámbito ambiental	54

Lista de anexos

Anexo 1. Encuesta Realizada	60
Anexo 2. Procesamiento de la Encuesta	73
Anexo 3. Matriz Bibliográfica	84
Anexo 4. Carta de Aceptación y Autorización	97

Resumen

El estudio tuvo como propósito proponer estrategias de fortalecimiento para ENERGIHABITA mediante la aplicación de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos orientadas a garantizar su sostenibilidad ambiental, social y económica. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo-descriptivo y se aplicó a un estudio de caso conformado por 900 familias rurales de los estratos 1 y 2 del municipio de Arroyo Hondo, Bolívar. Para el análisis se emplearon instrumentos como el modelo de caracterización de zonas rurales, encuestas y un análisis documental que permitió identificar las metodologías más adecuadas para el contexto de la organización. Los resultados evidenciaron que la integración de los enfoques PMBOK y SCRUM fortaleció la planificación, la gestión técnica y la participación comunitaria, reduciendo costos energéticos y promoviendo la autonomía local. En conclusión, la implementación de estas metodologías de gerencia de proyectos consolidó la sostenibilidad económica, social y ambiental de ENERGIHABITA, posicionándola como un modelo replicable de desarrollo rural sostenible en Colombia.

Palabras clave: gerencia de proyectos, energía solar fotovoltaica, sostenibilidad ambiental, desarrollo rural.

Abstract

The study aimed to propose strengthening strategies for ENERGIHABITA through the application of project management tools and methodologies designed to ensure its environmental, social, and economic sustainability. The research followed a qualitative-descriptive approach and was conducted as a case study involving 900 rural families from socioeconomic strata 1 and 2 in the municipality of Arroyo Hondo, Bolívar. Data collection instruments included a rural area characterization model, surveys, and a documentary analysis that identified the most suitable project management methodologies for the organization's context. The findings revealed that integrating the PMBOK and SCRUM approaches enhanced planning, technical management, and community participation, reducing energy costs and promoting local autonomy. In conclusion, the implementation of these project management methodologies strengthened ENERGIHABITA's economic, social, and environmental sustainability, positioning it as a replicable model for sustainable rural development in Colombia.

Keywords: Project management, Photovoltaic solar energy, Environmental sustainability, Rural development.

Introducción

ENERGIHABITA es una asociación de juntas de acción comunal ubicado en el corregimiento de Monroy y Municipio de Arroyo Hondo del departamento de Bolívar, su topografía es regular, con dificultad en acceder a los servicios públicos vitales y problemas de conexión eléctrica, calles sin pavimentar, ni alcantarillado, pero con una alta incidencia solar, son una población de 900 familias de escasos recursos económicos, perteneciente a los estratos 1 y 2, una alta presencia de desplazados y población infantil.

Esta Asociación (ENERGIHABITA) se dedica a implantación de una granja fotovoltaica para la generación, distribución y comercialización de energía solar fotovoltaica, tiene un impacto significativo en el desarrollo rural y la sostenibilidad energética, abordando diversas actividades clave en el negocio rural. Entre ellas se destacan la producción de energía fotovoltaica mediante la instalación y operación de 1,800 paneles solares, con capacidad para generar 900 MW, destinados al almacenamiento, en cuanto a su consumo energético; la comercialización de energía limpia, con la planificación de una empresa de comercialización de energía fotovoltaica que busca proporcionar acceso a electricidad sostenible y limpia, además de bajos costos; la capacitación técnica de personal que laborara en el mantenimiento predictivo y preventivo de los sistemas solares, asegurando una operación eficiente y prolongada del sistema; el monitoreo y mantenimiento de la infraestructura, implementando inspecciones visuales, sistemas de alarmas tempranas y limpieza regular para maximizar el rendimiento y la vida útil de la granja solar, Estas actividades tienen un valor estratégico en el contexto del proyecto, ya que contribuyen a la autonomía energética y al desarrollo económico al reducir la dependencia de fuentes convencionales de energía. También generan empleo y capacitación técnica, fortaleciendo las habilidades de los trabajadores y promoviendo su participación en el mantenimiento de la infraestructura.

En términos ambientales, la implementación de energía solar disminuye el impacto ecológico, reduciendo aproximadamente 2.988.900 kg de CO₂, lo que contribuye a la mitigación

del cambio climático y a la promoción de un entorno más sostenible. Además, decreta en los costos de la electricidad, asegurando el funcionamiento eficiente de sistemas de enfriamiento, sistemas de iluminación, comunicación y herramientas de labores diarias, favoreciendo el bienestar general.

Desde el punto de vista ambiental, la gestión de residuos tecnológicos derivados de la fabricación y disposición de los paneles solares debe ser cuidadosamente planificada para minimizar el impacto ecológico a largo plazo. En el ámbito económico, la recuperación de inversión, estimada en \$8.100.000.000, requiere estrategias efectivas para garantizar la rentabilidad del proyecto en los primeros 10 años, asegurando costos operativos y de mantenimiento sostenibles.

En el aspecto económico, la inclusión y participación comunidad que labora en las instalaciones son esenciales para el éxito del proyecto, pues se debe lograr que la capacitación técnica realmente beneficie y que haya continuidad en la gestión energética a nivel local.

Debido a las características de este estudio, se adopta un enfoque cualitativo predictivo a partir del estudio de caso, cuyo objeto de estudio es ENERGIHABITA, esto debido a que se enfoca en detallar, comprender y analizar a profundidad las características particulares de una sociedad con fines de lucro con el fin de entenderla como fenómeno y buscar a partir de métodos de recolección de información cuantitativos y cualitativos las bases conceptuales que permitirán formular estrategias desde la gerencia de proyectos para dar respuesta a las problemáticas de sostenibilidad halladas.

Este proyecto de investigación busca analizar estos retos presentados con el fin de proponer estrategias que fortalezcan la sostenibilidad (ambiental, económica o social) de ENERGIHABITA a partir de modelos, metodologías y herramientas propias de la gestión de proyectos. En ese sentido, se utilizarán los métodos de investigación acorde al enfoque seleccionado que permitan comprender las causas de las problemáticas presentadas, buscando las mejores alternativas de la gerencia de proyectos para establecer soluciones a las problemáticas presentadas.

Considerando lo anterior, existen tres enfoques principales de investigación: cuantitativo, cualitativo y mixto. La investigación cuantitativa se dedica al análisis de datos numéricos y estadísticos, resultando pertinente para proyectos que requieren mediciones precisas. En contraste, la investigación cualitativa se centra en la comprensión profunda de los fenómenos a través de la experiencia y la interpretación del significado, siendo más adecuada para estudios de casos específicos. Por último, la investigación con métodos mixtos integra ambos enfoques, proporcionando una visión más completa y enriqueciendo el análisis (Hernández et al, 2014).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

1.1.1 Contextualización del Objeto de Estudio:

ENERGIHABITA una empresa dedicada a la implantación de granjas fotovoltaica para la generación, distribución y comercialización de energía solar fotovoltaica. Es una asociación de juntas de acción comunal: economía, ambiente y social ENERGIHABITA opera en Arroyo Hondo, Bolívar.

En el corregimiento de Monroy y el Municipio de Arroyo Hondo del departamento de Bolívar, ENERGIHABITA se destaca por un enfoque en la energía solar fotovoltaica. Su labor se extiende a la instalación de 1.800 paneles solares, beneficiando a 900 familias de los estratos 1 y 2 en los barrios las casitas, El Bronx, Los patios y el corregimiento de Monroy. (MinEnergía firma decreto que pone en marcha el programa Colombia Solar para generar energía limpia en estratos 1, 2 y 3, mayo, 2025). El contexto en el que opera no está exento de desafíos. El proyecto de la granja solar fotovoltaica en el municipio de Arroyo Hondo y corregimiento de Monroy, representa una iniciativa clave para la transición energética y el desarrollo sostenible en zonas rurales. Este modelo de negocio se dedica a la generación, comercialización y distribución de energía renovable con el propósito de atender a 900 familias, lo que permite reducir costos

energéticos en un 32.77% y fomentar la autonomía energética en las viviendas. El entorno económico y social en el que se desarrolla este proyecto es altamente relevante, ya que facilita la equidad energética al proporcionar electricidad asequible y sostenible a los hogares dependientes de energía convencional. Además, el proyecto impulsa la generación de empleo, considerando la contratación de al menos 1 profesional y 3 técnicos, junto con oportunidades laborales en la instalación y mantenimiento de la infraestructura. Esto, complementado con programas de capacitación técnica, fortalece el conocimiento de la comunidad, asegurando que los trabajadores puedan operar y mantener los sistemas solares de manera autónoma. (FENOGE, 2024).

En términos ambientales, la iniciativa contribuye significativamente a la mitigación del cambio climático mediante la reducción de aproximadamente 2.988.900 kg de CO₂, lo que representa un avance en el esfuerzo por disminuir el impacto ecológico en las instalaciones. La viabilidad del proyecto se refuerza con la evaluación de las condiciones climáticas, considerando niveles de radiación solar entre 4.0 y 5.5 kWh/m², lo que garantiza una eficiencia energética óptima para la generación fotovoltaica. Además, la infraestructura diseñada contempla sistemas de monitoreo continuo, inspecciones visuales y mecanismos de detección temprana, asegurando un rendimiento estable y prolongado. La iniciativa también busca fomentar el desarrollo económico local, ya que el acceso confiable a electricidad facilita el crecimiento de pequeños negocios y emprendimientos rurales, impulsando la productividad de la región. Mosquera Quintero, B. (2023).

Sin embargo, el negocio enfrenta desafíos en el marco de la sostenibilidad, que deben ser abordados estratégicamente. Desde el punto de vista económico, la inversión inicial estimada en \$8.100.000.000 requiere una planificación eficiente para garantizar la recuperación en los primeros 10 años, considerando costos operativos y de mantenimiento sostenibles. En el ámbito social, la participación comunitaria es un factor clave, ya que es fundamental lograr que la capacitación técnica brinde un impacto real en la población, permitiéndoles gestionar el sistema de manera autónoma y sostenible. En cuanto al desafío ambiental, el manejo de residuos tecnológicos derivados de la fabricación y disposición de los paneles solares debe ser cuidadosamente gestionado para evitar consecuencias negativas en el ecosistema. Mosquera Quintero, B. (2023).

En definitiva, la granja solar fotovoltaica de del municipio de Arroyo Hondo y corregimiento de Monroy representa una oportunidad transformadora para el desarrollo rural, combinando avances tecnológicos con beneficios sociales, ambientales y económicos. Al establecer un modelo replicable, este proyecto tiene el potencial de servir como referente para la transición energética en otras regiones de Colombia, promoviendo un desarrollo más equitativo y sustentable. A pesar de estos retos, ENERGIHABITA cuenta con fortalezas significativas en el negocio rural de la granja solar fotovoltaica en el municipio de Arroyo Hondo y el corregimiento. Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2022).

de Monroy se destaca por su capacidad para proporcionar autonomía energética a comunidades vulnerables, reduciendo la dependencia de fuentes no renovables y disminuyendo los costos energéticos en 32.77%. Su impacto ambiental es significativo, con una reducción proyectada de 2.988.900 kg de CO₂, lo que contribuye a la generación y distribución de energía renovable limpia y a bajo costo. (Fajardo Celis, J. S. 2016).

Por otro lado, ENERGIHABITA tiene la oportunidad de aprovechar las tendencias globales hacia el consumo de productos orgánicos y de comercio justo. La creciente demanda de café sostenible y ético en mercados internacionales puede abrir nuevas oportunidades para la finca, siempre y cuando se implementen estrategias adecuadas de gerencia de proyectos. Estas estrategias deben enfocarse en mejorar la infraestructura, acceder a tecnologías modernas y fortalecer las capacidades de gestión empresarial de los productores. Al mismo tiempo, es crucial abordar las debilidades internas, como la falta de capacitación y recursos financieros, para asegurar que la granja pueda adaptarse y prosperar en un entorno competitivo y en constante cambio. Cortés Martínez, A. V., & Moreno Parra, R. P. (2023).

1.1.2. Problemática central identificada

El problema central de esta investigación radica en la falta de acceso a energía confiable para las familias de estratos 1 y 2 de los barrios El Bronx, Las Casitas, Los Patios y del corregimiento de Monroy. Esta situación afecta la calidad de vida, el desarrollo económico y la

inclusión social, creando una brecha significativa en el ámbito de la sostenibilidad social. La dependencia de fuentes de energía no renovables o sistemas precarios con suministro intermitente genera desigualdad, afectando la capacidad de los dueños de las viviendas para mejorar sus condiciones de vida y laborales. Además, la falta de capacitación técnica en sistemas energéticos impide la participación de la comunidad en el mantenimiento y gestión de recursos eléctricos, lo que prolonga la vulnerabilidad de estas familias. La implementación de la granja solar busca cerrar estas brechas en cuanto a costos y el acceso equitativo a energía limpia, capacitando a los habitantes en mantenimiento predictivo y preventivo, y fomentando la creación de empleo local, lo que fortalecerá la autonomía de la población y su resiliencia frente a desafíos estructurales. Además, el acceso a una fuente de energía estable permitirá la expansión de pequeños negocios y emprendimientos, promoviendo una economía más inclusiva y autosostenible. En su conjunto, este proyecto ofrece una solución integral, atendiendo la problemática desde una perspectiva técnica, educativa y social, contribuyendo a la transición energética y al bienestar de la comunidad. Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2025).

La sostenibilidad de este tipo de empresas es crucial no solo para el desarrollo económico de las zonas rurales, sino también para la cohesión social y la paz en el país debido a la oportunidad de abastecimiento de energías limpias y de bajo costo.

1.2 La pregunta de investigación

¿Cuáles son las herramientas y metodologías de gerencia de proyectos más adecuadas para fortalecer ENERGIHABITA con el fin de identificar estrategias que impulsen su sostenibilidad ambiental, social, económica?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer estrategias encaminadas a fortalecer ENERGIHABITA a partir de las herramientas y metodologías de gerencia de proyectos más adecuadas con el fin de garantizar su sostenibilidad ambiental, social y económica

1.3.2 Objetivos específicos

Caracterizar ENERGIHABITA y su entorno con el fin de determinar variables clave que influyen en su sostenibilidad ambiental, social, económica

Evaluar diferentes metodologías y herramientas de gerencia de proyectos considerando las necesidades específicas de ENERGIHABITA, para determinar cuáles son las apropiadas para impulsar su sostenibilidad a largo plazo.

Diseñar estrategias basadas en herramientas y metodologías de la gerencia de proyectos que fomenten la sostenibilidad ambiental, social y económica de ENERGIHABITA

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se centra en ENERGIHABITA con el objetivo de caracterizar su entorno y determinar las variables clave que influyen en su sostenibilidad ambiental, social y económica. Este estudio es fundamental debido a la creciente necesidad de promover prácticas sostenibles en los negocios rurales, que son esenciales para el desarrollo económico y social de las comunidades rurales en Colombia. Bossa-Benavidez, J., Meza, J. D., Ramos-Franco, D., & Cohen-Padilla, H. (2023).

La investigación es crucial para la comunidad científica porque aborda un problema significativo: la falta de sostenibilidad en los negocios rurales. Al caracterizar ENERGIHABITA y su entorno, se podrán identificar las variables clave que afectan su sostenibilidad. Esto no solo contribuirá al conocimiento académico sobre la gerencia de proyectos aplicada en los negocios rurales, sino que también proporcionará datos empíricos que pueden ser utilizados para desarrollar políticas y estrategias efectivas. Gómez, J. E., & Torres, J. E. (2023).

El problema de la sostenibilidad en los negocios rurales es investigado debido a su impacto directo en la economía rural y la calidad de vida de las comunidades. Los negocios rurales enfrentan desafíos únicos, como el acceso limitado a recursos, tecnología y mercados, así como la vulnerabilidad a los cambios climáticos y económicos. Estos factores hacen que la investigación sea esencial para encontrar soluciones que puedan mejorar la resiliencia y sostenibilidad de estos tipos de organización. Villota González, L. J. (2023).

Particularmente, para ENERGIHABITA, los retos de integrar en sus actividades la economía circular que le permita auto sustentarse, incluir en su infraestructura energías renovables y el garantizar el abastecimiento continuo requieren especial atención dado que la infraestructura de los hogares o viviendas en cuanto a sus dos (2) hectáreas, los techos de las viviendas ocupan una amplia área que es aprovechable para captar la radiación solar.

El desarrollo del presente proyecto permitirá a ENERGIHABITA beneficiarse directamente de las estrategias diseñadas, que mejorarán su sostenibilidad y competitividad. Esto puede traducirse en que la granja fotovoltaica reducirá costos energéticos, mejorará la estabilidad eléctrica, permitirá la comercialización de energía, garantizará cumplimiento ambiental y optimizará la infraestructura productiva, cabe mencionar que los beneficios que puede traer el proyecto al negocio rural a la comunidad en la que opera también se beneficiará, ya que la mejora en la sostenibilidad de los hogares y negocios puede generar beneficios integrales que impactarán el desarrollo social, económico y ambiental, en términos de empleo, se generarán oportunidades directas con la contratación de profesionales y técnicos para el mantenimiento del sistema, además de fomentar la capacitación de la mano de obra local, fortaleciendo habilidades y conocimientos en tecnologías renovables. La mejora en la calidad de vida será significativa para los dueños de las

viviendas y las 900 familias que habitan las viviendas, al contar con un suministro energético confiable que potenciará el acceso a tecnología en áreas clave como sistemas de iluminación, comunicación y refrigeración, Además, el acceso estable a electricidad incentivará la actividad económica, favoreciendo la creación y expansión de pequeños negocios, lo que contribuirá al crecimiento financiero local. La capacitación técnica en mantenimiento de sistemas solares no solo empoderará a los comerciantes, sino que también garantizará la sostenibilidad y operatividad del proyecto a largo plazo. La autonomía energética reducirá la dependencia de fuentes convencionales, asegurando estabilidad para los locales, mientras que el impacto ambiental disminuirá notablemente con una reducción aproximada de 2.988.900 kg de CO₂, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Finalmente, el proyecto fomentará la inclusión social al mejorar el acceso a servicios básicos en zonas vulnerables, fortaleciendo la equidad y los lazos comunitarios mediante el desarrollo sostenible y la integración de energías limpias. (FENOGE, 2024).

Desde el punto de vista académico, Robert D. Sierra Martínez autor del presente trabajo afianzará conocimientos de investigación aplicada basa en metodologías de gerencia de proyectos y en la investigación de campo, enriqueciendo así la formación académica y profesional, además de contribuir con hallazgos relevantes y aplicadas que pueden ser utilizadas como referencia para futuros estudios y proyectos derivados de la Especialización en Gerencia de Proyectos de UNIMINUTO Virtual, contribuyendo así con su compromiso misional de aportar al desarrollo sostenible y la innovación en el ámbito rural.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

La sostenibilidad energética se ha convertido en un eje central en el desarrollo de comunidades rurales en América Latina, donde la electrificación aún enfrenta desafíos económicos, técnicos y sociales (Ortiz, 2012; PUCE, 2020). En este contexto, la energía solar

fotovoltaica ha emergido como una alternativa viable para reducir la dependencia de fuentes fósiles, optimizar el costo de la electricidad y mejorar la autonomía energética en regiones con acceso limitado a servicios básicos (Kerzner, 2022).

En línea con esta tendencia, ENERGIHABITA busca consolidar un modelo energético sostenible, promoviendo la generación, distribución y comercialización de electricidad a través de una granja solar fotovoltaica. Para garantizar la viabilidad del proyecto, se requieren herramientas avanzadas de gerencia de proyectos que faciliten su sostenibilidad ambiental, social y económica. Este marco de antecedentes revisa estudios relevantes en el campo de la energía renovable y su gestión, fundamentando la estructuración del modelo de ENERGIHABITA.

Energía Solar Fotovoltaica en Zonas Rurales

El aprovechamiento de la energía solar en comunidades rurales ha sido ampliamente investigado por instituciones académicas y organismos internacionales. Según la Escuela Politécnica Nacional (EPN, 2017), la generación fotovoltaica en áreas con acceso limitado a electricidad permite mejorar la calidad de vida de las poblaciones vulnerables, brindando acceso sostenible a recursos energéticos. Además, contribuye a la reducción del impacto ambiental al sustituir fuentes de energía tradicionales por alternativas limpias.

Investigaciones de la Universidad Minuto de Dios (UNIMINUTO, 2023) han resaltado el papel de la infraestructura fotovoltaica en la estabilidad financiera de pequeños comerciantes y productores rurales. La reducción de costos eléctricos, combinada con la posibilidad de generación autónoma de energía, fortalece la resiliencia económica en estos entornos. Este enfoque es clave para iniciativas como ENERGIHABITA, que busca optimizar costos operativos, beneficiando a 900 familias de los estratos 1 y 2.

Desde una perspectiva técnica, (Turner, 2016) argumenta que la implementación de proyectos energéticos en comunidades rurales debe considerar no solo la viabilidad económica, sino también la planificación estratégica y el diseño óptimo de los sistemas solares. En este sentido, estudios de la Universidad EAN (EAN, 2022) han subrayado la importancia de la integración de sistemas de almacenamiento eficientes, que garanticen un suministro estable en

períodos de baja irradiación. ENERGIHABITA puede beneficiarse de estos hallazgos mediante la adopción de tecnologías de acumulación de energía que optimicen la confiabilidad del sistema.

Otro aspecto esencial es la adaptación de los sistemas solares a las condiciones climáticas y geográficas. Investigaciones de la Universidad de los Andes (Los Andes, 2018) han examinado la influencia de factores como nubosidad, temperatura y topografía en la generación fotovoltaica, concluyendo que un análisis de factibilidad detallado es fundamental para maximizar el rendimiento de estas tecnologías. Para ENERGIHABITA, la evaluación de los niveles de irradiación solar permitirá optimizar la disposición de los paneles solares y su eficiencia operativa.

Modelos de Sostenibilidad para Negocios Rurales

El éxito de los proyectos de energías renovables en zonas rurales depende de su integración con modelos de sostenibilidad que garanticen su continuidad a largo plazo.

(Cleland e Ireland, 2006) destacan la importancia de la sostenibilidad en gerencia de proyectos, señalando que una planificación adecuada debe equilibrar aspectos ambientales, económicos y sociales. Este enfoque es esencial para ENERGIHABITA, que busca consolidarse como un modelo de negocio que no solo provea electricidad limpia, sino que también impulse el desarrollo comunitario.

Desde una perspectiva regulatoria, (Ortiz, 2012) ha analizado la transición energética en Argentina, destacando la necesidad de marcos normativos sólidos y financiamiento accesible para consolidar proyectos solares en sectores rurales. De manera similar, estudios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2019) han documentado el impacto económico y social de la inversión en energía renovable, resaltando su capacidad para mejorar la competitividad de los mercados locales.

La participación comunitaria también juega un papel clave en la sostenibilidad de proyectos fotovoltaicos. Investigaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE, 2020) han subrayado que la capacitación técnica de los habitantes de comunidades

rurales garantiza la operación eficiente de los sistemas solares, permitiendo su mantenimiento y prolongando su vida útil. ENERGIHABITA puede fortalecer su impacto mediante la implementación de programas de educación técnica para habitantes, asegurando la autogestión de la infraestructura fotovoltaica.

Además, estudios de (Arto, Martinsuo y Kujala, 2011) han abordado la administración de proyectos desde una perspectiva empresarial, concluyendo que la adopción de modelos sostenibles en negocios rurales incrementa la resiliencia financiera y la estabilidad operativa. Este principio puede aplicarse a ENERGIHABITA, promoviendo la diversificación de ingresos a través de la comercialización de energía solar y la optimización de costos operativos.

Gerencia de Proyectos Aplicada a Energías Renovables

La administración de proyectos de energías renovables requiere herramientas de planificación, análisis de riesgos y gestión financiera. (Shenhar & Dvir, 2007) introducen el enfoque Diamond, que plantea que los proyectos deben adaptarse a su contexto operativo y a las necesidades estratégicas de la organización. Para ENERGIHABITA, este modelo permitiría diseñar estrategias flexibles que optimicen la implementación de la infraestructura fotovoltaica.

Asimismo, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD, 2021) ha estudiado la aplicación de metodologías ágiles en la gestión de proyectos energéticos, concluyendo que estas técnicas permiten mejorar la eficiencia y reducir costos en la fase de ejecución. Para ENERGIHABITA, la adopción de metodologías ágiles contribuiría a agilizar la instalación y puesta en marcha de su granja solar.

Desde una perspectiva financiera, (Morris,2013) enfatiza la importancia de la identificación temprana de riesgos en la gestión de proyectos energéticos, señalando que la planificación estratégica y la diversificación de ingresos son clave para la sostenibilidad operativa. La integración de herramientas de análisis de riesgos permitiría a ENERGIHABITA fortalecer su modelo de negocio y mitigar incertidumbres económicas.

Por otro lado, (Thiry, 2015) introduce la gestión de programas como mecanismo para asegurar la alineación entre proyectos de energía renovable y estrategias organizacionales de largo plazo. Para ENERGIHABITA, la estructuración de alianzas estratégicas con instituciones gubernamentales y académicas facilitaría el acceso a financiamiento y la consolidación de su impacto ambiental y social.

2.2.Marco Teórico

La energía solar fotovoltaica ha evolucionado significativamente en los últimos años, posicionándose como una solución viable para la electrificación de comunidades rurales con acceso limitado a fuentes convencionales de energía. Según Criollo Enríquez, Guallas Domínguez y Ochoa Correa (2024), la mejora en la eficiencia de conversión energética y la reducción de costos de implementación han sido factores determinantes en la expansión de esta tecnología. Estos avances han permitido la diversificación de aplicaciones, desde instalaciones domésticas hasta proyectos de gran escala como las granjas solares.

En Colombia, la generación solar fotovoltaica ha sido objeto de análisis en diversas investigaciones recientes. Roper (2021) examina su implementación en el departamento de Norte de Santander, resaltando la necesidad de contar con políticas públicas y regulaciones adecuadas para fomentar su adopción. En este sentido, instrumentos normativos como la Ley 1715 de 2014, junto con resoluciones posteriores, han promovido el desarrollo de fuentes no convencionales de energía renovable en el país.

Desde una perspectiva tecnológica, estudios recientes han demostrado la optimización de materiales fotovoltaicos. Innovaciones como las células de perovskita y los módulos de heterounión de película delgada han incrementado la eficiencia en la conversión de energía, superando las tecnologías convencionales como el silicio monocristalino (Criollo Enríquez et al., 2024). La aplicación de estas tecnologías avanzadas en proyectos rurales podría mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del modelo energético de ENERGIHABITA.

Condiciones Climáticas y su Influencia en la Generación Solar en Colombia

La eficiencia de los sistemas fotovoltaicos depende de diversos factores ambientales, entre los que destacan la irradiación solar, temperatura y nubosidad. Según la Universidad de los Andes (Los Andes, 2018), la distribución geográfica de la radiación solar en Colombia favorece la implementación de proyectos fotovoltaicos, especialmente en regiones con alta exposición solar, como el Valle del Cauca, donde se ubica ENERGIHABITA.

Desde una perspectiva climática, la variabilidad en la intensidad de la luz solar requiere la implementación de tecnologías complementarias, como sistemas de almacenamiento energético. Criollo Enríquez et al. (2024) resaltan la importancia del almacenamiento en baterías de litio y sistemas híbridos, que garantizan un suministro estable durante períodos de baja irradiación. Para ENERGIHABITA, la integración de estas tecnologías es crucial para optimizar la confiabilidad y eficiencia de su infraestructura fotovoltaica.

Impacto Socioeconómico de la Energía Solar Fotovoltaica en Zonas Rurales

El acceso a energía solar no solo tiene implicaciones ambientales, sino también económicas y sociales. Según Cely Calixto, Palacios Alvarado y Caicedo Rolón (2023), la electrificación de comunidades rurales mediante fuentes renovables genera oportunidades de desarrollo económico, mejora la calidad de vida y fortalece la autonomía energética. Estos hallazgos son clave para ENERGIHABITA, cuyo modelo de negocio busca empoderar a comerciantes y familias, garantizando acceso equitativo a energía limpia.

Además, estudios de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (2022) han documentado la relación entre sostenibilidad energética y crecimiento económico. Se concluye que los proyectos de energía solar en sectores vulnerables pueden reducir costos operativos para pequeños negocios, fomentar la generación de empleo y dinamizar la economía local. En este sentido, ENERGIHABITA se alinea con estrategias de electrificación sostenible que integran la economía circular y la reducción de dependencia de combustibles fósiles.

La sostenibilidad energética implica la integración de eficiencia energética, fuentes renovables y estrategias de mitigación del impacto ambiental (McKinsey & Company, 2022).

Este concepto ha evolucionado a medida que la comunidad científica y los sectores productivos han reconocido la importancia de reducir la huella de carbono en la generación de energía.

Desde una perspectiva regulatoria, estudios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2019) enfatizan que la electrificación mediante fuentes renovables en comunidades rurales debe estar acompañada de mecanismos de financiamiento y modelos de negocio sostenibles. Para ENERGIHABITA, la adopción de estos principios permitiría consolidar su viabilidad a largo plazo.

Beneficios Ambientales de la Energía Solar en Comunidades Rurales

El impacto ambiental de la energía solar es significativamente menor en comparación con fuentes de energía tradicionales. Según Criollo Enríquez et al. (2024), los sistemas fotovoltaicos reducen la emisión de gases de efecto invernadero, minimizan el uso de agua en la generación de electricidad y fomentan la conservación de recursos naturales. Para ENERGIHABITA, esto representa una ventaja clave, ya que su implementación contribuiría a la reducción de emisiones de CO₂ y fortalecería la transición hacia modelos energéticos más limpios.

2.2.1. Implementación de Energía Solar Fotovoltaica para el Desarrollo Sostenible y la Autonomía Energética en Zonas Rurales

El negocio rural constituye un pilar fundamental en el desarrollo de comunidades con acceso limitado a recursos urbanos y tecnológicos. En estos entornos, las condiciones económicas, sociales y ambientales determinan el crecimiento y sostenibilidad de las iniciativas productivas. La ruralidad, entendida como el conjunto de características que definen los espacios alejados de centros urbanos, influye directamente en la manera en que los proyectos económicos se gestionan y estructuran, evidenciando la necesidad de adaptar modelos organizacionales y estrategias de desarrollo a las particularidades del territorio. Solarte Solarte, C. M. (2021).

En este contexto, la actividad a la que se dedica ENERGIHABITA representa una alternativa clave para el fortalecimiento de la autonomía energética y el desarrollo económico

local. Ubicada en el municipio de Arroyo Hondo, esta iniciativa se enfoca en la generación, distribución y comercialización de energía solar fotovoltaica, con el propósito de garantizar el acceso a electricidad limpia y sostenible para 900 familias de estratos 1 y 2. La implementación de una granja solar fotovoltaica en un lote de 2 hectáreas y en los techos de las viviendas nos permite aprovechar la alta irradiación solar de la región, optimizando costos operativos y reduciendo la dependencia de fuentes convencionales de energía. Vega-Araújo, J., Muñoz Cabré, M., & Gil, M. P. (2025).

El impacto de ENERGIHABITA en la ruralidad se manifiesta no solo en la provisión de energía, sino también en la capacitación técnica y la generación de empleo. La formación de trabajadores locales en mantenimiento preventivo y predictivo de los sistemas solares contribuye a la consolidación de un modelo autogestionado, en el que la comunidad participa activamente en la operación y optimización de la infraestructura. Este enfoque refuerza el desarrollo sostenible al integrar aspectos económicos, sociales y ambientales dentro de la estrategia de gestión del negocio rural. EL-IMPACTO-DE-LAS-RENOVABLES-DEF-web.pdf (2025).

Desde una perspectiva ambiental, el proyecto representa una solución efectiva para la reducción de la huella de carbono, evitando la emisión de aproximadamente 2.988.900 kilogramos de CO₂. Esto responde a la necesidad de implementar prácticas de mitigación del cambio climático en zonas rurales, alineadas con políticas globales de transición energética. La sustentabilidad económica también es un elemento esencial, considerando la recuperación de la inversión estimada en diez años y la reducción del costo energético en un 32.77%, lo que permite a las familias mejorar su rentabilidad y optimizar sus operaciones. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. (2020, 17 noviembre)

El desarrollo de ENERGIHABITA como negocio rural exige la integración de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que garanticen su viabilidad a largo plazo. La planificación estratégica, la gestión de riesgos y la estructuración de modelos financieros sólidos son aspectos esenciales para consolidar su impacto en la comunidad. Además, el acceso a financiamiento y la conformación de alianzas estratégicas con entidades gubernamentales y

académicas contribuirán a su éxito y replicabilidad en otros sectores rurales. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. (2020, 17 noviembre).

Este modelo innovador no solo busca transformar la dinámica energética, sino también servir como referente para la electrificación sostenible en otras regiones de Colombia. Al abordar los desafíos de la ruralidad desde una perspectiva integral, ENERGIHABITA puede posicionarse como un agente de cambio en la promoción de negocios sostenibles, fortaleciendo la resiliencia comunitaria y proporcionando soluciones tecnológicas adaptadas a las necesidades del entorno. Su consolidación marcará un avance significativo en la autonomía energética, demostrando que la integración de fuentes renovables en el tejido productivo rural es clave para la construcción de un futuro más sostenible. - Sustainable Energy – Without the Hot Air – David J.C. MacKay. (2025).

2.2.2. Sostenibilidad

La sostenibilidad del proyecto ENERGIHABITA radica en su capacidad para integrar aspectos económicos, sociales y ambientales en un modelo de negocio rural que garantice su viabilidad a largo plazo. La implementación de una granja solar fotovoltaica en el municipio de Arroyo Hondo no solo busca optimizar el acceso a energía renovable, sino también fortalecer la autonomía energética de los habitantes y contribuir al desarrollo sostenible de la comunidad. Energía solar fotovoltaica para la agricultura y desarrollo rural sostenibles. B. van Campen, D. Guidi y G. Best FAO (2020).

Desde el punto de vista económico, el proyecto representa una estrategia clave para reducir costos operativos y mejorar la economía de los 900 hogares. La generación de electricidad a partir de energía solar disminuirá la dependencia de fuentes convencionales de energía, reduciendo los costos de electricidad en aproximadamente un 32.77%. Además, la comercialización de energía solar permitirá la diversificación de ingresos, generando estabilidad financiera para ENERGIHABITA y sus beneficiarios. La inversión inicial, estimada en \$8.100.000.000, requiere una planificación estratégica para garantizar su recuperación en los primeros diez años, asegurando

que los costos operativos y de mantenimiento sean sostenibles a largo plazo. Este modelo económico no solo facilita el acceso a energía asequible, sino que también impulsa la creación de empleos en la instalación, monitoreo y mantenimiento del sistema fotovoltaico, fortaleciendo la estructura productiva local. Betancur Muñoz, J. E. (2021).

El impacto social del proyecto es igual de significativo. La electrificación de las viviendas beneficia directamente a 900 hogares, que dependen de un suministro eléctrico confiable para sus actividades diarias y laborales. La inclusión social y la equidad energética se reflejan en la capacitación técnica que recibirán los trabajadores, asegurando que puedan gestionar y mantener los sistemas solares de manera autónoma. Este componente educativo es clave para el empoderamiento de la comunidad, permitiendo que el conocimiento en tecnologías renovables se convierta en una herramienta de desarrollo social. Además, el acceso estable a electricidad incentivará el crecimiento de pequeños negocios y emprendimientos, fortaleciendo la economía local y proporcionando oportunidades de crecimiento para los comerciantes. La iniciativa también se posiciona como un modelo replicable, capaz de inspirar la adopción de soluciones energéticas sostenibles en otras regiones de Colombia. Modelo para medir el impacto socioeconómico y ambiental en proyectos de sistemas solares fotovoltaicos para viviendas aisladas en Colombia, escrito por Edwin Blasnilo Rúa Ramírez, Gonzalo Guillermo Moreno Contreras y Rafael Bolívar León (2022).

En términos ambientales, la implementación de ENERGIHABITA representa un avance en la lucha contra el cambio climático y la reducción de emisiones contaminantes. Se estima que la granja solar fotovoltaica evitará la emisión de aproximadamente 2.988.900 kilogramos de CO₂, contribuyendo significativamente a la mitigación del impacto ecológico en el sector. La disminución de la huella de carbono se complementa con la eficiencia energética de los sistemas solares, que maximizan el aprovechamiento de la irradiación solar y reducen la necesidad de combustibles fósiles. Además, el proyecto fomenta la gestión responsable de residuos tecnológicos, asegurando que los componentes fotovoltaicos sean reutilizados o reciclados adecuadamente para minimizar el impacto ambiental. La integración de un modelo de economía circular refuerza la sostenibilidad del proyecto, promoviendo el uso eficiente de recursos y el

mantenimiento prolongado de los sistemas solares. Cely Calixto, N. J., Palacios Alvarado, W., & Caicedo Rolón, A. J. (2023).

En conjunto, ENERGIHABITA se presenta como un modelo de sostenibilidad integral que equilibra aspectos económicos, sociales y ambientales, asegurando que la electrificación mediante energía solar no solo beneficie a sus usuarios inmediatos, sino que también genere un impacto positivo en la comunidad y el entorno natural. La iniciativa demuestra que la transición energética en zonas rurales es posible cuando se combinan estrategias de gerencia de proyectos, participación comunitaria y modelos de negocio innovadores, consolidando una visión de desarrollo sustentable que puede ser replicada en otras regiones del país. Cortés Mura, H. G., & Peña Reyes, J. I. (2015).

2.2.3. Metodologías y herramientas en la Gerencia de Proyectos

En el contexto del negocio rural, la implementación de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos es fundamental para garantizar la sostenibilidad y eficiencia de la iniciativa ENERGIHABITA. Este proyecto, desarrollado en el municipio de Arroyo Hondo, busca consolidar un modelo energético basado en la generación, distribución y comercialización de energía solar fotovoltaica. Su propósito es garantizar el acceso equitativo a electricidad limpia, optimizando costos operativos y fortaleciendo el desarrollo económico y social de la comunidad en la que opera (PNUD, 2019).

La ruralidad, entendida como el conjunto de condiciones socioeconómicas y geográficas que definen los territorios alejados de centros urbanos, influye directamente en la manera en que los negocios rurales se estructuran y gestionan. Para ENERGIHABITA, la integración de metodologías de gerencia de proyectos es esencial para mitigar los desafíos derivados de la falta de infraestructura energética convencional. En este sentido, la aplicación de enfoques estratégicos permite adaptar la planificación y ejecución del proyecto a las necesidades específicas de la comunidad, asegurando su viabilidad a largo plazo (Ministerio de Agricultura, 2020).

Entre las metodologías utilizadas, se destacan las metodologías ágiles, especialmente Scrum, que facilita la gestión de tareas mediante iteraciones cortas, permitiendo ajustes continuos y una respuesta rápida a cambios en las condiciones operativas. Esta metodología es clave para la implementación de la granja solar fotovoltaica, ya que permite evaluar constantemente el desempeño del sistema, optimizando su mantenimiento y asegurando su operatividad. Además, la integración de Lean Project Management contribuye a la eficiencia del proyecto al eliminar procesos innecesarios y maximizar la utilización de recursos, garantizando que cada etapa de la planificación agregue valor a la iniciativa.

Entre las metodologías utilizadas, se destacan las metodologías ágiles, especialmente Scrum, que facilita la gestión de tareas mediante iteraciones cortas, permitiendo ajustes continuos y una respuesta rápida a cambios en las condiciones operativas. Esta metodología es clave para la implementación de la granja solar fotovoltaica, ya que permite evaluar constantemente el desempeño del sistema, optimizando su mantenimiento y asegurando su operatividad. Además, la integración de Lean Project Management contribuye a la eficiencia del proyecto al eliminar procesos innecesarios y maximizar la utilización de recursos (Huerfano Cruz & Sánchez Londoño, 2021).

Otra metodología esencial en la gestión de ENERGIHABITA es la gestión basada en el enfoque del PMBOK (Project Management Body of Knowledge), que proporciona un marco estructurado para la planificación, ejecución y monitoreo del proyecto. En este modelo, se establecen áreas de conocimiento clave, como la gestión del tiempo, costos, riesgos y calidad, asegurando un control riguroso del avance del proyecto. La implementación de este enfoque permite reducir incertidumbres y mejorar la coordinación entre los actores involucrados en el desarrollo de la infraestructura fotovoltaica (Project Management Institute, 2017).

El impacto de ENERGIHABITA en la comunidad de Monroy y el municipio de Arroyo Hondo no solo se traduce en beneficios económicos y energéticos, sino también en el fortalecimiento del capital humano. La capacitación técnica de los trabajadores en el mantenimiento predictivo y preventivo de los sistemas solares es una estrategia clave para asegurar la sostenibilidad del modelo a largo plazo. La integración de herramientas de gestión

del conocimiento, como bases de datos de mantenimiento y protocolos de operación, permite estructurar un sistema eficiente de aprendizaje y mejora continua (Nonaka & Takeuchi, 1995).

Desde una perspectiva financiera, la implementación de métodos de análisis de costos y retorno de inversión es esencial para garantizar la viabilidad del proyecto. La aplicación de herramientas como el análisis de valor ganado (EVM) permite evaluar la eficiencia del proyecto en términos de costos y plazos, asegurando que los recursos sean utilizados de manera óptima (Fleming & Koppelman, 2016).

Finalmente, el éxito de ENERGIHABITA como negocio rural depende de su capacidad para adaptarse a las condiciones de su entorno, integrar metodologías efectivas de gerencia de proyectos y utilizar herramientas tecnológicas que garanticen su operatividad y expansión. La electrificación mediante energía solar no solo representa una alternativa sostenible, sino que también impulsa el crecimiento económico y social en la comunidad, fortaleciendo la autonomía energética y promoviendo el desarrollo rural (PNUD, 2019).

2.3. Marco normativo

En el contexto actual, donde la transición hacia energías más limpias y sostenibles se vuelve un imperativo global, el marco normativo relacionado con las energías renovables en Colombia juega un papel fundamental. Este conjunto de regulaciones y directrices no solo establece las bases para el desarrollo de proyectos de energía limpia, sino que también impulsa la inversión y promueve la integración de fuentes no convencionales en el sistema energético nacional. A continuación, se presenta un análisis de las normativas más relevantes que respaldan iniciativas como ENERGIHABITA, destacando su importancia en la promoción de la energía renovable y la sostenibilidad ambiental en el país.

Tabla 1. Normativas sobre Energías Renovables en Colombia

Norma	Descripción	Análisis
Ley 1715 de 2014	Establece el marco normativo para la integración de energías renovables en el Sistema Energético Nacional. Regula incentivos fiscales y financieros para el desarrollo de proyectos de energía limpia.	Es clave para ENERGIHABITA , ya que brinda incentivos tributarios como la deducción del impuesto de renta y la exclusión del IVA en equipos solares. Facilita el acceso a financiación y promueve la inversión en infraestructura fotovoltaica.
Resolución CREG 030 de 2018	Define los lineamientos para la autogeneración de energía renovable y el intercambio de excedentes con la red.	Permite que ENERGIHABITA venda el excedente de energía generado por su granja solar, favoreciendo la sostenibilidad económica del proyecto mediante la comercialización de electricidad limpia.
Decreto 1073 de 2015	Regula el acceso a fuentes no convencionales de energía y establece lineamientos para su promoción y uso eficiente.	Apoya la implementación de energías renovables en zonas rurales, lo que es fundamental para garantizar la viabilidad técnica y operativa de ENERGIHABITA .
Ley 693 de 2001	Promueve el uso de tecnologías limpias y combustibles alternativos para reducir el impacto ambiental de la generación energética.	Respalda el propósito ambiental de ENERGIHABITA , asegurando que la producción de energía solar contribuya a la mitigación de emisiones de CO ₂ .
Resolución 1283 de 2020 (UPME)	Establece lineamientos para el acceso a incentivos fiscales para proyectos de energía solar y otras fuentes renovables.	Facilita la implementación de ENERGIHABITA , reduciendo costos tributarios y mejorando el acceso a financiamiento en su etapa inicial.
Norma Técnica Colombiana (NTC) 6003	Define estándares de calidad y eficiencia en la instalación de sistemas solares fotovoltaicos.	Asegura que la infraestructura de ENERGIHABITA cumpla con los requisitos técnicos y operativos para garantizar su eficiencia y seguridad.

Acuerdo de París (2015)	Compromiso internacional de Colombia para reducir emisiones de gases de efecto invernadero y promover fuentes renovables.	Refuerza la relevancia de ENERGIHABITA como un modelo alineado con los compromisos ambientales globales, posicionándolo como una alternativa sostenible para la transición energética.
--------------------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia.

El marco normativo colombiano en materia de energías renovables establece condiciones favorables para la implementación de proyectos como ENERGIHABITA, proporcionando incentivos fiscales, acceso a financiamiento y regulaciones técnicas que garantizan su sostenibilidad. La combinación de estas normativas permite la estructuración de un modelo de negocio energético viable, facilitando la comercialización de energía solar fotovoltaica, optimizando su eficiencia operativa y promoviendo la reducción de emisiones de CO₂. Además, la inclusión de estándares técnicos asegura la calidad y seguridad de la infraestructura, lo que fortalece la confianza en la inversión y operatividad del proyecto. En este sentido, el cumplimiento de estas regulaciones y la alineación con los compromisos internacionales posicionan ENERGIHABITA como una alternativa estratégica para la electrificación sostenible en zonas rurales de Colombia, contribuyendo a la autonomía energética, la generación de empleo y el desarrollo social.

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

La investigación se basará en un enfoque cualitativo descriptivo, con el fin de comprender de manera profunda el contexto y las características detalladas de ENERGIHABITA. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2020), los estudios cualitativos son especialmente adecuados para captar experiencias subjetivas y significados, lo cual es crucial para identificar

las necesidades de ENERGIHABITA por esta razón se abordará a través de un estudio de caso, que permitirá un análisis detallado y los desafíos específicos que enfrenta ENERGIHABITA. Como sugieren Hernández-Sampieri et al. (2014), los estudios de caso son ideales para investigaciones que buscan una comprensión holística de fenómenos complejos. Al centrarse en casos particulares, se podrá explorar en profundidad las dinámicas propias y los obstáculos que limitan su sostenibilidad económica, social y ambiental.

El alcance de este trabajo se desarrollará seleccionando y diseñando estrategias a partir de modelos, herramientas y metodologías en gerencia de proyectos, abordando la sostenibilidad económica de ENERGIHABITA ubicado en el Municipio de Arroyo Hondo del departamento de Bolívar Colombia y esta investigación tendrá una duración de diez (10) meses desde marzo a diciembre.

3.2.Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

La población objeto de este estudio de investigación está compuesta por 900 familias u hogares. Esta población se caracteriza por ser de escasos recursos económicos de los estratos 1 y 2 con un alto índice de niños en edades escolares y desplazados. Esta descripción global permite entender las características esenciales de la población que será analizada en el estudio.

3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

Para este estudio se empleará un muestreo probabilístico, específicamente un muestreo aleatorio estratificado, con el objetivo de garantizar representatividad dentro de la población estudiada. La selección de la muestra se realizará considerando diferentes estratos dentro del negocio rural de ENERGIHABITA, asegurando que todas las unidades tengan una probabilidad

conocida y no nula de ser incluidas en el estudio. La muestra estará conformada por 150 encuestas, distribuidas proporcionalmente entre la población identificada, lo que permitirá obtener información robusta y precisa sobre las características del negocio. Este enfoque metodológico facilitará el diseño de estrategias de fortalecimiento basadas en datos confiables, contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto.

3.3. Instrumento(s)

Para el presente proyecto, se aplicarán tres instrumentos de recolección de información: el primero corresponde a un modelo de caracterización de zonas rurales propuesto por Rojas et al (2018) el segundo hace referencia a un análisis documental sobre conceptos y herramientas en gerencia de proyectos y tercero la encuesta, los cuales son explicados a continuación.

3.3.1. Modelo de Caracterización de Zonas Rurales

El objetivo del modelo es realizar una caracterización del contexto en el cual se encuentra el ENERGIHABITA con el fin de identificar aquellos aspectos prioritarios que deben ser fortalecidos para garantizar su sostenibilidad social, ambiental y económica de ENERGIHABITA. Este modelo permite diseñar la particularidad requerida en la caracterización, indicando cuál es la información más relevante a la luz de los propósitos del presente trabajo.

3.3.2. Análisis Documental

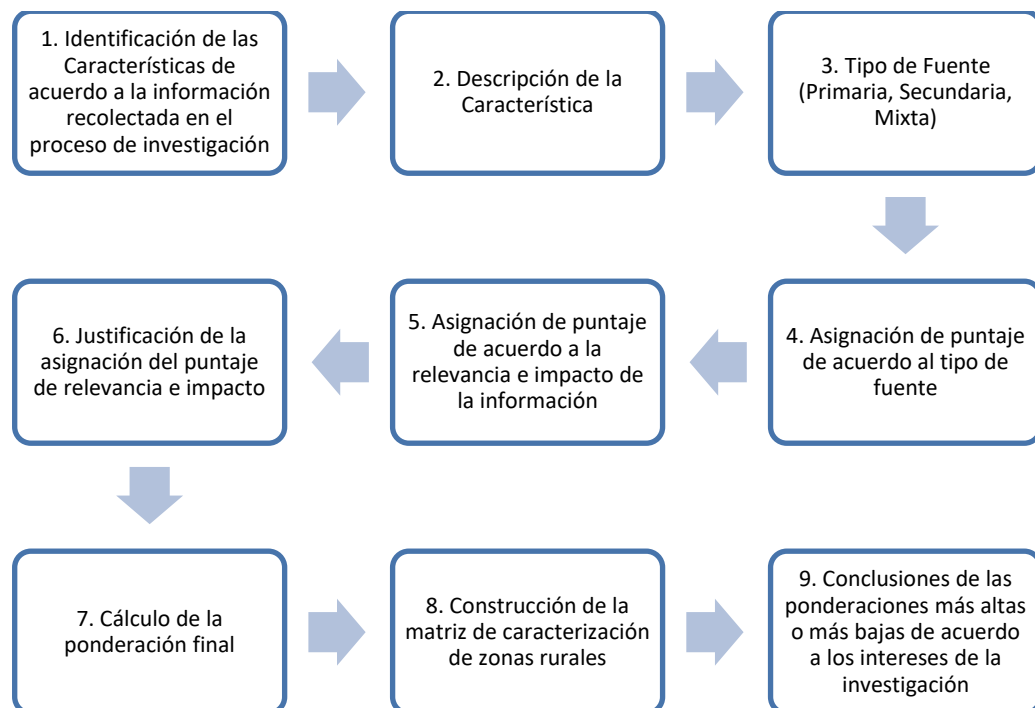
El análisis documental busca, a través de la revisión bibliográfica de conceptos, herramientas y metodologías en gerencia de proyectos, cuál o cuáles son los más idóneos para el negocio rural analizado, con el fin de identificar y adaptar para llevar a cabo la propuesta que permita garantizar la sostenibilidad ambiental, social o económica de ENERGIHABITA.

3.4. Descripción de procedimientos

3.4.1. Modelo de Caracterización de Zonas Rurales

Para la caracterización de la zona rural en el contexto del proyecto ENERGIHABITA, se propone un método basado en un enfoque multidimensional que contemple aspectos sociales, económicos, ambientales y técnicos. Este proceso iniciará con una recopilación de datos demográficos y socioeconómicos que permitan entender las necesidades y los perfiles de los habitantes de la región. Asimismo, se evaluará la infraestructura existente, incluyendo el acceso a servicios básicos como electricidad y agua potable, así como las prácticas agrícolas y productivas locales. Se realizarán diagnósticos ambientales para identificar recursos renovables disponibles, como la radiación solar y potencia eólica, que son cruciales para la implementación de soluciones de energía sostenible. A través de talleres participativos, se involucrará a la comunidad, promoviendo su voz en la definición de prioridades y soluciones energéticas que se alineen con su contexto cultural y económico. Este enfoque integral no solo asegurará la viabilidad del proyecto, sino que también fomentará un desarrollo sostenible y equitativo, alineado con los intereses de la población local y basado en el siguiente paso a paso.

Figura 1. Etapas para la caracterización de zonas rurales



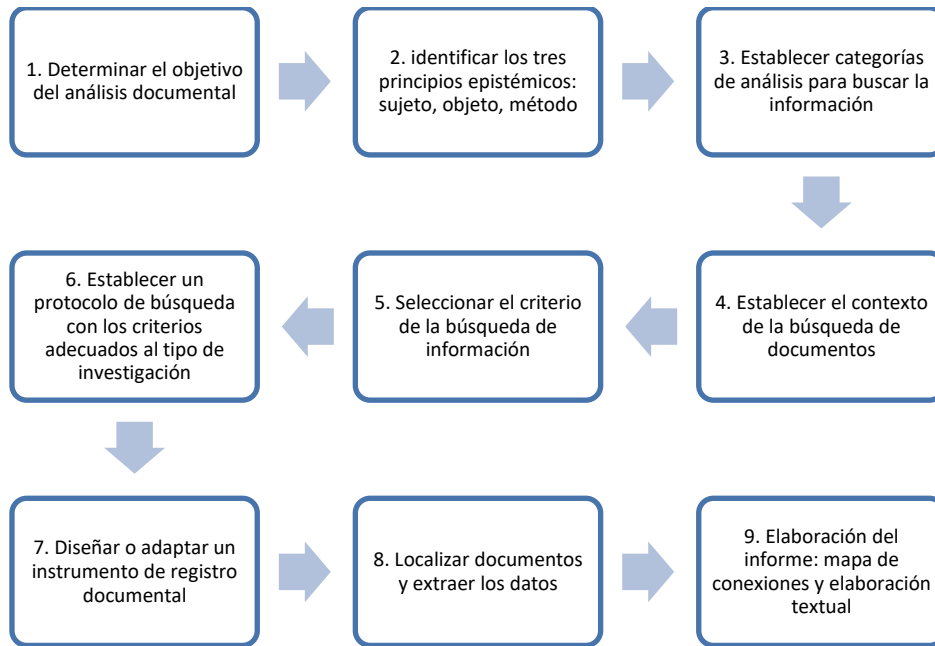
Fuente: Rojas et al (2018)

3.4.2. Análisis Documental.

El análisis documental es un proceso sistemático que comienza con la definición clara del objetivo de investigación, lo cual orienta todas las decisiones posteriores. A partir de allí, se identifican los tres principios epistémicos fundamentales: el sujeto que investiga, el objeto de estudio y el método que guiará la indagación. Con estos elementos definidos, se procede a establecer categorías de análisis que permitan organizar y focalizar la búsqueda de información relevante. Es esencial contextualizar dicha búsqueda, considerando el entorno social, histórico y temático en el que se inscriben los documentos. Luego, se seleccionan criterios específicos que delimiten el tipo de información deseada, lo que da paso a la elaboración de un protocolo de búsqueda ajustado al enfoque metodológico del estudio. Este protocolo facilita la localización de documentos pertinentes y la extracción de datos significativos. Para registrar esta información de manera rigurosa, se diseña o adapta un instrumento de registro documental que garantice la

trazabilidad y coherencia del análisis. Finalmente, se elabora un informe que no solo presenta los hallazgos, sino que construye un mapa de conexiones entre los datos, permitiendo una interpretación profunda y articulada del corpus documental.

Figura 2. Etapas del análisis documental



Fuente: Corona et al (2023)

El análisis documental del proyecto ENERGIHABITA, ubicado en el municipio de Arroyo Hondo, Bolívar, se orienta a comparar y seleccionar herramientas y metodologías de gerencia de proyectos como PMBOK, Lean, Scrum y EVM con el fin de fortalecer la sostenibilidad ambiental, social y económica de la iniciativa, y definir criterios para una propuesta piloto a diez meses. Para ello, se parte de los principios epistémicos: el sujeto son las metodologías y herramientas de gestión aplicables a contextos rurales, el objeto es su pertinencia y adaptabilidad a la granja solar de 1.800 paneles con una inversión de 8.100 millones y beneficios para 900 familias, y el método combina la revisión documental sistemática con un estudio de caso apoyado en encuestas y talleres.

Las categorías de análisis establecidas giran en torno a la sostenibilidad ambiental, social y económica, así como a la viabilidad técnica, la adaptabilidad y escalabilidad del modelo, la normatividad y el mercado, y la gobernanza comunitaria. En ese marco, la búsqueda de documentos se focaliza en bases como Google Académico y el catálogo UNIMINUTO, complementadas con informes del Ministerio de Minas y Energía, UPME y CREG, además de normas técnicas nacionales e internacionales, priorizando fuentes entre 2010 y 2025, especialmente las de 2014 en adelante.

Los criterios de selección incluyen artículos revisados por pares, informes oficiales, normas y estudios de caso, descartando fuentes sin rigor metodológico. Se emplearán palabras clave relacionadas con granjas solares rurales, gestión de proyectos en energía renovable, Lean Project Management, manejo de residuos fotovoltaicos y capacitación en mantenimiento. El protocolo contempla búsquedas booleanas, cribado de títulos y resúmenes, selección de documentos, lectura completa y extracción de información bajo un formato estandarizado, registrando fuentes, fecha de búsqueda y resultados, con un control de calidad.

Posteriormente, se localizarán y analizarán documentos priorizando ejemplos de modelos financieros, esquemas de capacitación comunitaria, soluciones de almacenamiento y mantenimiento predictivo, así como la normativa vigente.

Finalmente, el informe integrará un cuadro comparativo de metodologías con sus ventajas, desventajas y condiciones de aplicación; un mapa de conexiones entre hallazgos y variables del proyecto; se abarcará una metodología híbrida que combine PMBOK y Scrum, para el desarrollo del proyecto teniendo en cuenta el control de los tiempos, la planeación, las normativas (PMBOK) y por otro lado la participación, capacitaciones técnicas y ajustes según el caso (SCRUM).

3.5. Análisis de información

3.5.1. Modelo de caracterización de zonas rurales

El análisis de la información en el modelo de caracterización de negocios rurales, desarrollado en Microsoft Excel, se realizará mediante la organización y procesamiento de datos recolectados en diferentes hojas de cálculo. Cada característica de ENERGIHABITA será ingresada y clasificada según su tipo de fuente y relevancia. Se asignarán puntajes a cada característica basándose en criterios predefinidos, y se calcularán ponderaciones finales utilizando fórmulas y funciones de Excel. La matriz de caracterización se construirá visualizando los datos en gráficos y tablas, lo que permitirá identificar patrones y tendencias. Finalmente, se analizarán las características con las ponderaciones más altas y más bajas para extraer conclusiones relevantes a la luz de la priorización de aspectos por fortalecer en su sostenibilidad social, ambiental y económica.

3.5.2. Análisis documental

El proyecto enfrenta desafíos como la recuperación de una inversión de \$8.100 millones en diez años, la gestión de residuos tecnológicos y la necesidad de capacitación técnica comunitaria para garantizar su sostenibilidad. El análisis metodológico combina caracterización rural, revisión documental y técnicas estadísticas, revelando que la participación activa de la comunidad mejora significativamente la percepción y apropiación del modelo energético.

Los hallazgos de información se realizaron utilizando motores de búsqueda en línea para recolectar datos relevantes sobre las metodologías y conceptos en gerencia de proyectos que contribuyan a fortalecer ENERGIHABITA en su aspecto de sostenibilidad ambiental, social o económico. Una vez recopilados en su totalidad, los datos serán procesados y organizados en una herramienta de análisis estadístico por medio de software **Just Another Statistical Program**

(JASP), donde se clasificarán según su tipo de fuente y caracterización. Este enfoque sistemático facilitará el análisis comparativo y la identificación de patrones y tendencias clave, proporcionando una base sólida para realizar la propuesta, objetivo de la presente investigación.

3.6. Consideraciones éticas

La aplicación de las consideraciones éticas en el proyecto de investigación es fundamental para garantizar la integridad del proceso investigativo y la protección de los participantes. Tanto UNIMINUTO como la comunidad científica en general establecen principios éticos que deben ser adoptados en todas las etapas del proyecto. A continuación, se describen algunos de estos principios y cómo se aplicarán en el contexto del proyecto:

Respeto a la dignidad y autonomía de los participantes: Se asegurará que todos los participantes, ya sean individuos o miembros de organizaciones, comprendan el propósito del estudio, los procedimientos involucrados y su derecho a participar de forma voluntaria. Se obtendrá un consentimiento informado claro y comprensible, permitiendo que los participantes tomen decisiones libres sobre su participación.

Confidencialidad y privacidad: Se implementarán medidas estrictas para proteger la información personal de los participantes. Los datos serán anonimizados y almacenados de manera segura, garantizando que la identidad de los participantes no sea revelada en los informes o publicaciones resultantes de la investigación.

Beneficencia y no maleficencia: Este principio se aplicará asegurando que la investigación genere beneficios para la población objeto y que se minimicen los posibles daños. Se realizará una evaluación de riesgos para identificar cualquier efecto negativo potencial, y se planificarán estrategias para mitigarlos.

Justicia y equidad: Se buscará que la selección de los participantes y las organizaciones sea justa y equitativa, evitando cualquier tipo de discriminación. Además, se considerará

asegurar que los resultados de la investigación beneficien a la comunidad de estudio y no solo a los investigadores o sus instituciones.

Transparencia y rendición de cuentas: El proyecto se llevará a cabo con transparencia, y se rendirán cuentas a las partes interesadas sobre cómo se está llevando a cabo la investigación y sus impactos. Esto incluye compartir resultados de manera accesible y comprensible, así como estar abiertos a la crítica y el debate sobre los hallazgos.

Cumplimiento de normativas y regulaciones: El proyecto seguirá todas las normativas y regulaciones establecidas por UNIMINUTO y por la comunidad científica respecto a la investigación, asegurando todas las licencias y aprobaciones necesarias antes de iniciar la recolección de datos.

Al aplicar estas consideraciones éticas, el proyecto no solo busca contribuir a la generación de conocimiento, sino también a crear un ambiente de confianza y respeto hacia los participantes y las organizaciones involucradas, fomentando una investigación responsable y sostenible.

3.6.1. Análisis de consideraciones éticas

La importancia de integrar principios éticos en todas las fases de un proyecto de investigación, subrayando que la ética no es un complemento opcional, sino un eje estructural que garantiza tanto la validez del conocimiento generado como la protección de quienes participan en el estudio. UNIMINUTO y a la comunidad científica como marcos normativos refuerzan la legitimidad del enfoque, mostrando que la ética investigativa no solo responde a valores universales, sino también a compromisos institucionales concretos.

Cada principio mencionado respecto a la autonomía, confidencialidad, beneficencia, justicia, transparencia y cumplimiento normativo se articula como una práctica operativa, no solo como una declaración de intenciones. Esto revela una comprensión madura de la ética como praxis, donde el consentimiento informado, la amonificación de datos, la evaluación de riesgos y

la rendición de cuentas no son meros requisitos burocráticos, sino expresiones de respeto profundo por la dignidad humana y la equidad social. La aplicación de consideraciones éticas en el proyecto de investigación constituye un pilar esencial para garantizar la integridad del proceso investigativo y la protección de los participantes. Tanto UNIMINUTO como la comunidad científica internacional establecen principios que deben ser respetados rigurosamente en todas las fases del estudio, desde la formulación del problema hasta la divulgación de resultados. En este contexto, se adoptará un enfoque ético que promueva la dignidad, la equidad y la responsabilidad social.

3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización

Como parte fundamental del proceso ético en investigaciones sociales y aplicadas, los instrumentos de aceptación y autorización garantizan que los participantes comprendan plenamente el propósito, alcance y condiciones de su involucramiento. En el marco del proyecto “Fortalecimiento de ENERGIHABITA a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen su sostenibilidad ambiental, social y económica”, se presenta el siguiente consentimiento informado (Ver anexo 4), el cual formaliza la participación voluntaria en una encuesta de carácter investigativo. Este documento asegura la transparencia del estudio, protege la confidencialidad de los datos recolectados y reafirma el compromiso del investigador con los principios éticos, legales y científicos que rigen la investigación responsable.

4 RESULTADOS

Los resultados de la investigación se presentan en los tres apartados descritos a continuación: el primero detalla la caracterización del fortalecimiento de ENERGIHABITA en la cual se identifican los aspectos en el ámbito social, ambiental y económico sobre los cuales se hace necesario realizar las propuestas de mejora, el segundo apartado presenta la comparación de las distintas metodologías y conceptos en gerencia de proyectos, en la cual se selecciona la más

adecuada para aplicar en el fortalecimiento de ENERGIHABITA. Por último, se proponen estrategias basadas en la metodología de gerencia de proyectos seleccionada en el numeral anterior, orientado a fortalecer las características identificadas que contribuyan a la sostenibilidad social, ambiental y económica del fortalecimiento de ENERGIHABITA.

4.1 Caracterización del fortalecimiento de ENERGIHABITA

El diagnóstico para el fortalecimiento de ENERGIHABITA se llevó a cabo mediante el modelo de caracterización de negocios rurales, abordado desde dos perspectivas: por un lado, se analizaron las características generales relacionadas con el territorio rural y la influencia de su contexto; y por otro, se estudiaron aspectos específicos en los ámbitos social, ambiental y económico, con el propósito de identificar los factores que requieren intervención para asegurar su sostenibilidad.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en la caracterización general del contexto rural asociado al fortalecimiento de ENERGIHABITA.

Tabla 2. Caracterización general de fortalecimiento de ENERGIHABITA en su contexto rural

Nombre Característica General	Descripción de la característica general	Puntuación de la característica
Ubicación y acceso al municipio (cercanía a la cabecera municipal)	El proyecto se desarrolla en el departamento de Bolívar, municipio de Arroyo Hondo, corregimiento de Monroy, El corregimiento de Monroy presenta serias limitaciones en materia de conectividad vial. Las vías de acceso son predominantemente terciarias, con tramos sin pavimentar que se deterioran significativamente durante la temporada de lluvias, dificultando el tránsito de personas, bienes y servicios. Esta precariedad en la infraestructura vial restringe el acceso a los centros de acopio, mercados regionales y servicios básicos, lo que incide negativamente en la competitividad de las actividades agropecuarias locales.	2

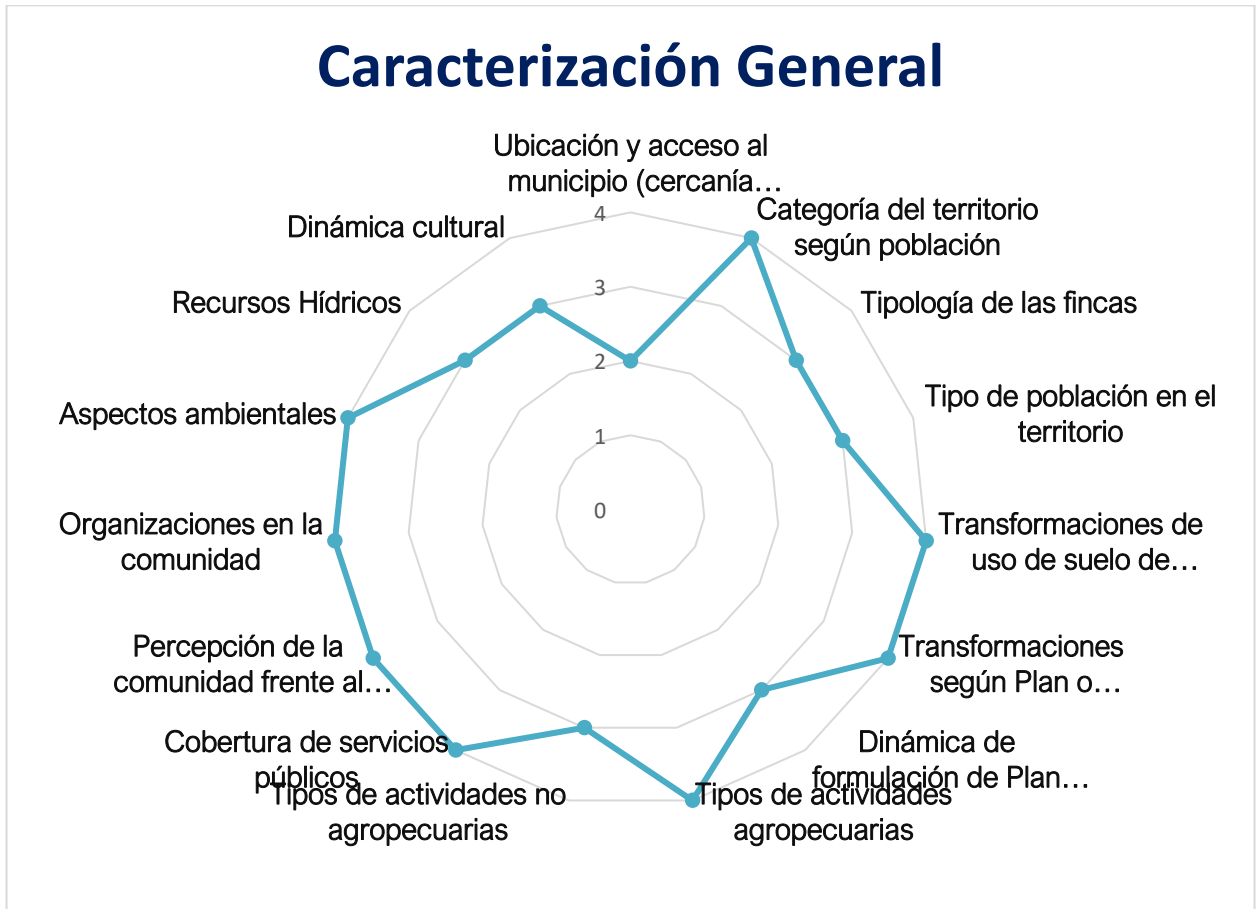
Categoría del territorio según población	De acuerdo con la clasificación del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2020), se trata de una zona rural dispersa caracterizada por baja densidad poblacional, dependencia de la agricultura tradicional y escasa integración con dinámicas urbanas. Se enmarca en la categoría de territorios rurales en transición, con rezagos en infraestructura y servicios básicos.	4
Tipología de las fincas	Predominan fincas de pequeña escala dedicadas principalmente a la producción de arroz, sorgo, fríjol y hortalizas (tomate, cebolla, pimentón), complementadas con la cría de aves de corral, bovinos y caprinos en menor escala. La economía mantiene un carácter campesino de subsistencia, orientada al autoconsumo y a la comercialización de excedentes en los mercados locales y regionales, especialmente en Arroyo Hondo y municipios vecinos.	3
Tipo de población en el territorio	La población del corregimiento de Monroy y el municipio de Arroyo Hondo está compuesta por familias rurales de bajos ingresos, muchas en condición de vulnerabilidad y desplazamiento, con necesidades básicas insatisfechas. El territorio presenta limitaciones en infraestructura y servicios públicos, pero cuenta con alta irradiación solar y espacios disponibles para instalar sistemas fotovoltaicos.	3
Transformaciones de uso de suelo de acuerdo a las prácticas de las comunidades	En las últimas décadas, el territorio ha experimentado un proceso de deforestación progresiva del bosque seco tropical, reemplazado por actividades de cultivo de pancoger y pastoreo extensivo. Este cambio ha generado fragmentación de ecosistemas, reducción de biodiversidad, presión sobre fuentes hídricas y pérdida de cobertura arbórea, lo que afecta directamente la sostenibilidad ambiental de la región y la capacidad de los suelos para sostener actividades agrícolas a largo plazo.	4
Transformaciones según Plan o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT - POT)	El territorio donde se desarrolla ENERGIHABITA cuenta con instrumentos de planificación como el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), que orientan el uso del suelo y promueven el desarrollo sostenible. Estos planes, formulados con participación comunitaria, consideran las condiciones sociales, ambientales y económicas de zonas como Monroy y Arroyo Hondo, permitiendo que proyectos como ENERGIHABITA se integren a la planificación territorial al aprovechar la radiación solar y fortalecer la autonomía energética de la comunidad.	3
Dinámica de formulación de Plan o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT - POT)	El territorio rural del municipio de Arroyo Hondo (Bolívar) se caracteriza por un EOT básico que regula el uso del suelo y las actividades agropecuarias de pequeña escala, centradas en cultivos de pancoger y ganadería de subsistencia. Presenta limitaciones en servicios públicos y riesgos de degradación ambiental por la presión sobre el suelo. Sin embargo, su ubicación cercana a cabeceras municipales favorece la conectividad y abre oportunidades para	

	proyectos sostenibles como la granja solar de ENERGIHABITA.	
Tipos de actividades agropecuarias	Se destacan cultivos de pancoger como yuca, maíz y plátano, que responden a las condiciones climáticas de la región y a la necesidad de seguridad alimentaria. También se identifican pequeñas unidades de producción ganadera y avícola, orientadas al autoconsumo y a la venta en mercados locales. Estas actividades, aunque limitadas por la falta de infraestructura y acceso a tecnología, tienen potencial de fortalecimiento mediante el acceso a energía solar, que permite refrigeración, iluminación y mecanización básica.	4
Tipos de actividades agropecuarias no	La comunidad complementa sus ingresos a través de actividades como la elaboración de artesanías, el comercio local e informal y el turismo rural, que se apoya en los paisajes y la cultura propia de la región. Estas prácticas, junto con proyectos de innovación como ENERGIHABITA, dinamizan la economía local al generar empleo, atraer visitantes y diversificar las fuentes de sustento de las familias. Además, contribuyen a fortalecer la identidad cultural y social de la comunidad, posicionando al territorio no solo como un espacio agrícola, sino también como un lugar con potencial productivo, turístico y sostenible que impulsa el desarrollo integral de sus habitantes.	3
Cobertura de servicios públicos	La cobertura de energía eléctrica es deficiente e inestable, con sectores que dependen de plantas comunitarias a diésel o conexiones irregulares, lo que limita el uso de tecnologías para la producción agrícola. El acceso a agua potable es precario, ya que la mayoría de familias se abastece de pozos, jagüeyes o ríos sin tratamiento, aumentando el riesgo de enfermedades hídricas. En cuanto al saneamiento básico, predominan letrinas rudimentarias y pozos sépticos artesanales, generando contaminación del suelo y de las fuentes de agua. Esta situación evidencia una brecha estructural en servicios básicos frente a los estándares nacionales, afectando la calidad de vida y la productividad rural.	4
Percepción de la comunidad frente al desempeño gubernamental	La falta de infraestructura básica como alcantarillado, pavimentación y servicios públicos confiables refuerza la idea de que el gobierno ha sido más activo en el plano normativo que en el acompañamiento técnico y financiero local. Sin embargo, la articulación con entidades como FENOGE y algunas cajas de compensación ha generado una percepción más positiva en cuanto a la posibilidad de alianzas público-comunitarias. La comunidad valora los avances legislativos, pero demanda mayor compromiso operativo, seguimiento y apoyo sostenido para que los beneficios de la transición energéticas.	4
Organizaciones en la comunidad	La asociación está conformada por juntas de acción comunal que no solo representan a los habitantes de barrios como Las Casitas, El Bronx, Los Patios y el corregimiento de Monroy, sino que también actúan como agentes de	

	gestión, coordinación y capacitación técnica. Estas organizaciones promueven la participación ciudadana en la operación y mantenimiento de la granja solar, fortaleciendo la autogestión y el empoderamiento local. Además, facilitan alianzas con entidades gubernamentales y académicas, lo que permite el acceso a financiamiento, formación especializada y acompañamiento técnico.	4
Aspectos ambientales	La reducción de aproximadamente 2.988.900 kg de CO ₂ evidencia un compromiso activo con la mitigación del cambio climático, mientras que el aprovechamiento de techos y terrenos para instalar paneles solares refleja una gestión eficiente del territorio. Además, la implementación de sistemas de monitoreo, alarmas tempranas y mantenimiento preventivo garantiza la prolongación de la vida útil de la infraestructura, minimizando impactos negativos	4
Recursos Hídricos	La escasez hídrica y la falta de sistemas de alcantarillado han impulsado una cultura de resiliencia, donde el aprovechamiento de lluvias, el uso racional del agua y la búsqueda de soluciones comunitarias se integran en la cotidianidad. Estas dinámicas fortalecen el tejido social, promueven la innovación local y posicionan el recurso hídrico como eje transversal en la sostenibilidad del negocio rural. Aunque con disponibilidad de ríos no muy cercanos	3
Dinámica cultural	La alta incidencia de población desplazada y de estratos bajos genera una cultura resiliente, orientada al trabajo colectivo, la capacitación técnica y la autogestión. Estas dinámicas se entrelazan con prácticas tradicionales y valores de sostenibilidad, promoviendo una transformación cultural hacia la autonomía energética y el desarrollo comunitario	3

Fuente: elaboración propia a partir de Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2020), Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Arroyo Hondo (EOT, 2022), Plan de Ordenamiento Territorial (POT, 2010), Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE)

Figura 3. Gráfico Radial Caracterización general de fortalecimiento de ENERGIHABITA en su contexto rural



Fuente: elaboración propia a partir de Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2020), Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Arroyo Hondo (EOT, 2022), Plan de Ordenamiento Territorial (POT, 2010), Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE)

La puntuación de cada característica corresponde a su nivel de impacto sobre la sostenibilidad del fortalecimiento de ENERGIHABITA basado en el contexto rural donde se encuentra inmerso. La escala de nivel de impacto (basado en la escala de Likert) se detalla a continuación:

- Impacto muy negativo (1): La característica presenta muy malas condiciones que influyen de manera negativa en el negocio rural analizado

- Impacto negativo (2): La característica presenta malas condiciones que influyen de manera negativa en el negocio rural analizado
- Impacto neutro (3): La característica no influye ni positiva y negativamente en el negocio rural analizado
- Impacto Positivo (4): La característica presenta buenas condiciones que influyen de manera positiva en el negocio rural analizado
- Impacto muy positivo (5): La característica presenta muy buenas condiciones que influyen de manera positiva en el negocio rural analizado

Dado lo anterior, La caracterización general del corregimiento de Monroy, en el municipio de Arroyo Hondo (Bolívar), evidencia una realidad marcada por contrastes. Entre los aspectos de mayor puntaje se destacan la existencia de instrumentos de planificación territorial (EOT) que integran iniciativas comunitarias como ENERGIHABITA, la diversidad de actividades no agropecuarias como artesanías, turismo rural y comercio local y el fortalecimiento de organizaciones sociales que impulsan la autogestión y la articulación con entidades externas. Asimismo, se resalta el compromiso ambiental, reflejado en la mitigación de emisiones de CO₂ y en el aprovechamiento de recursos solares para promover autonomía energética, lo que proyecta al territorio como un espacio con potencial productivo y sostenible.

En contraste, los aspectos de menor puntaje están relacionados con la precariedad de las vías de acceso, que se ven gravemente afectadas en temporada de lluvias, limitando la movilidad de bienes, servicios y personas, así como la competitividad local. A esto se suma la tipología de fincas pequeñas de subsistencia, con baja tecnificación, y una población vulnerable en condiciones de bajos ingresos y desplazamiento, lo cual restringe las posibilidades de desarrollo económico. La limitada cobertura de servicios públicos especialmente agua potable y saneamiento también constituye un obstáculo estructural que impacta la calidad de vida y la productividad de la comunidad.

Por otra parte, en la caracterización específica, dado que el enfoque de la presente investigación corresponde a la sostenibilidad social, ambiental y económica, se evaluaron los aspectos detallados en la tabla a continuación.

Tabla 3. Caracterización específica de fortalecimiento de ENERGIHABITA respecto a su sostenibilidad social, ambiental y económica.

Nombre característica específica en el ámbito	Descripción de la característica específica	Puntuación de la característica específica
Baja cobertura de servicios públicos	Calles sin pavimentar, pozos artesanales, aguas servidas al aire libre y una deficiente infraestructura digital definen el entorno de Monroy y Arroyo Hondo. Esta ruralidad rezagada obliga a que cualquier proyecto energético se piense como parte de una estrategia integral de servicios básicos.	2
Déficit energético en los hogares	Arroyo Hondo y Monroy son zonas donde los cortes eléctricos son la norma. Las familias dependen de velas, generadores o conexiones ilegales. Esta precariedad energética se traduce en inseguridad en las noches, baja productividad escolar y altos costos económicos por alternativas informales.	2
Alta disposición a la participación comunitaria	En la zona las juntas de acción comunal tienen experiencia en la organización de faenas colectivas. En territorios como estos donde la acción estatal es débil, el capital social y la solidaridad son los motores principales de transformación	5
Desigualdad de género en la participación	En la ruralidad de Bolívar persisten patrones patriarcales. Las mujeres asumen roles de cuidado y trabajo doméstico, mientras que los hombres participan más en actividades de gestión comunitaria. Cerrar esta brecha es un reto estructural, pero también una oportunidad para que ENERGIHABITA se convierta en un modelo con enfoque de género.	3
Alta vulnerabilidad socioeconómica	Las familias dependen de la agricultura de subsistencia (yuca, maíz, frutales), el trabajo informal y algunas remesas. La precariedad económica está directamente ligada a la falta de servicios básicos que podrían potenciar su productividad.	3
Elevada inversión inicial del proyecto	En un municipio con poca presencia bancaria y con altos índices de informalidad laboral, el acceso a créditos formales es casi inexistente. La inversión externa (ONG, Estado, cooperación internacional) es la única vía para materializar un proyecto de esta magnitud. Punto positivo ya que la inversión estatal en estos proyectos está priorizando en Colombia.	5
Reducción en costos de energía	En una comunidad donde el ingreso promedio es bajo, los costos de energía informal representan una carga excesiva. La disminución de gastos energéticos se traduce en un alivio financiero inmediato y en un aumento del bienestar general.	5
Generación de empleo y capacitación técnica	En una región con escasas oportunidades laborales, especialmente para jóvenes, la capacitación en energías renovables representa una alternativa de vida que evita la migración forzada a las ciudades. Además, fomenta la creación de un capital humano local especializado en energías limpias.	4

Alta radiación solar disponible	Arroyo Hondo y Monroy son territorios rurales de topografía plana y clima cálido, con cielos despejados la mayor parte del año. Las viviendas cuentan con techos amplios de zinc o fibrocemento y existen terrenos comunales sin pavimentar que permiten ubicar infraestructura energética. Este potencial natural compensa la ausencia de redes eléctricas formales.	4
Reducción de emisiones de CO₂	En los hogares de Monroy y Arroyo Hondo, donde hoy se usan plantas eléctricas, velas o conexiones ilegales, la calidad del aire es deficiente por la quema de combustibles. La disminución de emisiones en este contexto significa menos exposición a humo tóxico y mayor protección de los recursos naturales locales (suelo, agua y aire).	5
Riesgo en la gestión de residuos tecnológicos	El corregimiento carece de alcantarillado y de infraestructura para el manejo de residuos sólidos. La disposición de basura se hace en lotes baldíos o en ríos cercanos, lo cual incrementa el riesgo ambiental. Esto obliga a que el manejo de residuos tecnológicos se piense desde fuera del territorio, integrando actores regionales y nacionales.	5
Conciencia ambiental comunitaria	La relación directa con el medio ambiente (agricultura, uso de agua de pozos, dependencia de la tierra) genera en los habitantes una conciencia clara sobre el impacto de la contaminación. Su disposición abre la posibilidad de implementar programas de educación ambiental y reciclaje comunitario, adaptados a su realidad rural.	5

Fuente: Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2020), Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Arroyo Hondo (EOT, 2022), Plan de Ordenamiento Territorial (POT, 2010), (Ministerio de Minas y Energía, 2021), Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014).

Figura 4. Gráfico Radial Caracterización específica de fortalecimiento de ENERGIHABITA en el ámbito social.

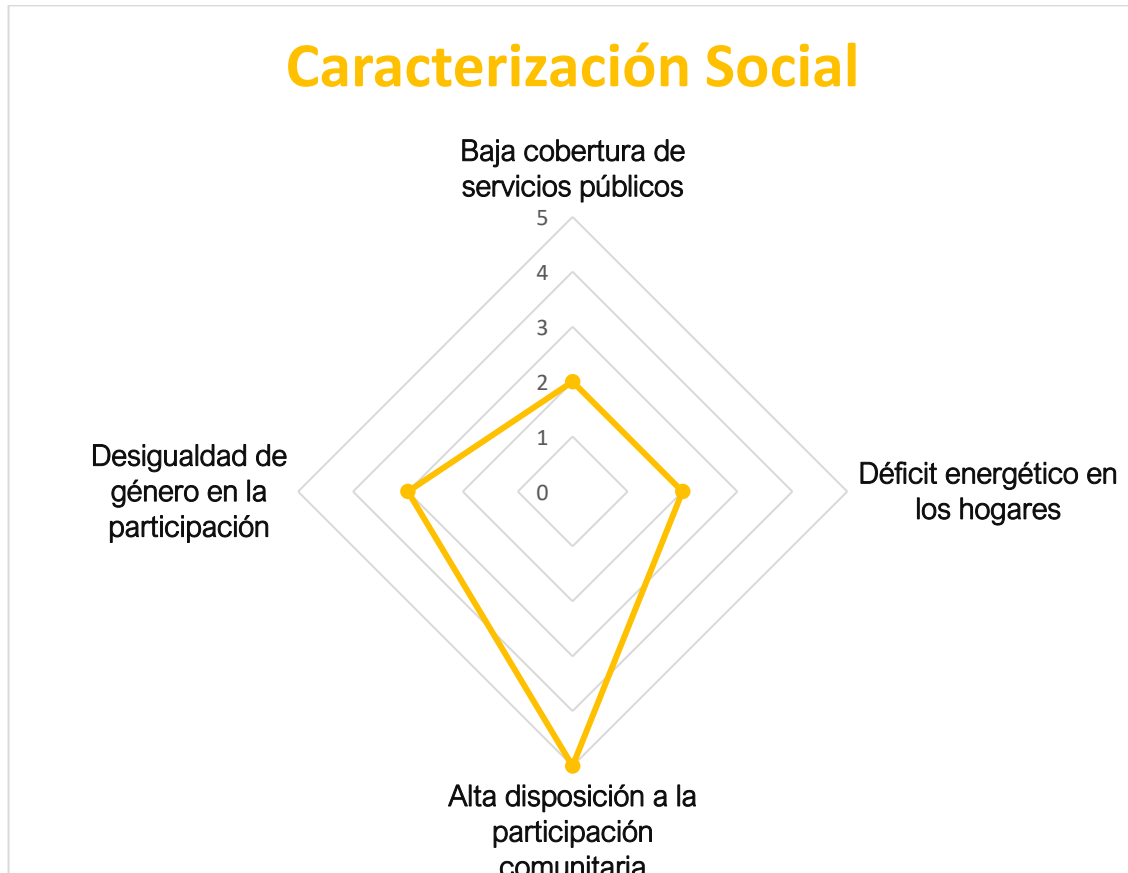


Figura 5. Gráfico Radial Caracterización específica de fortalecimiento de ENERGIHABITA en el ámbito económico.

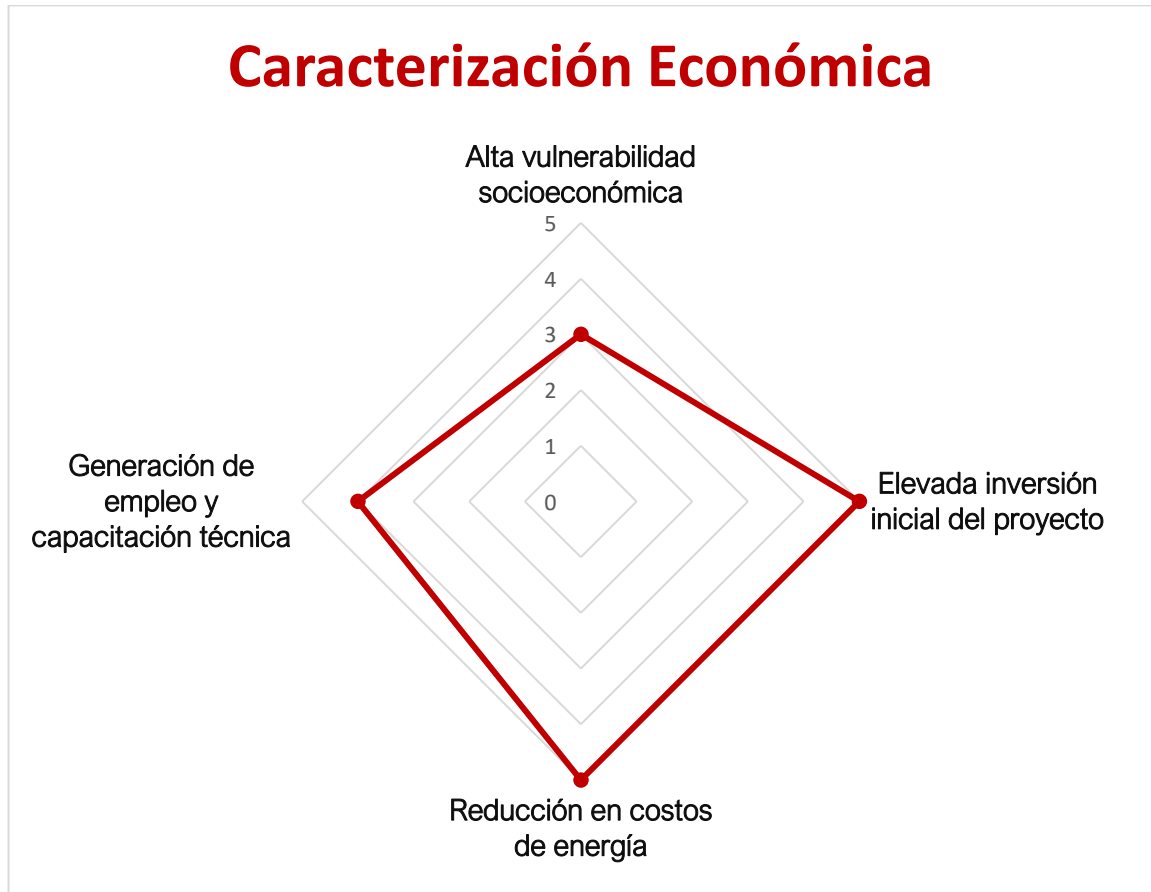
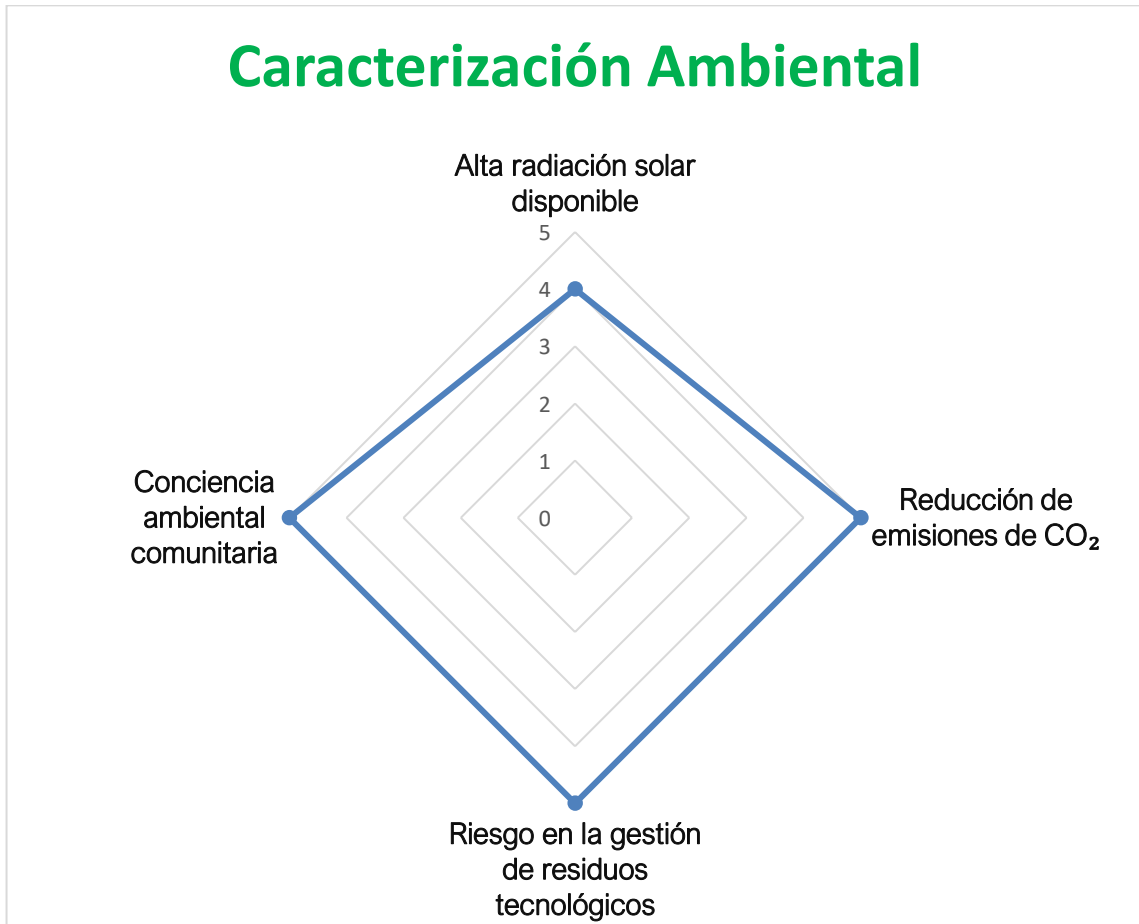


Figura 6. Gráfico Radial Caracterización específica de fortalecimiento de ENERGIHABITA en el ámbito ambiental.



Fuente: Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2020), Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Arroyo Hondo (EOT, 2022), Plan de Ordenamiento Territorial (POT, 2010), (Ministerio de Minas y Energía, 2021), Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014).

Dado lo anterior, se observa que los puntajes más bajos evidencian problemáticas estructurales que impactan de manera directa en la calidad de vida de la comunidad. La baja cobertura de servicios públicos y el déficit energético en los hogares (ambos con puntaje de 2) reflejan un rezago significativo en el acceso a infraestructura básica, que se traduce en calles sin pavimentar, ausencia de alcantarillado y suministro eléctrico precario e intermitente. Estas condiciones obligan a las familias a recurrir a alternativas costosas e informales como generadores, velas o conexiones ilegales que, además de implicar riesgos de seguridad, encarecen el acceso a la energía y perpetúan la vulnerabilidad socioeconómica. Tales aspectos constituyen los principales

factores a fortalecer, pues de su resolución depende el logro del primer objetivo específico del estudio: caracterizar el entorno de ENERGIHABITA para identificar variables críticas de sostenibilidad ambiental, social y económica.

En este sentido, la mejora en la cobertura de servicios básicos y el fortalecimiento del acceso energético confiable no solo contribuirían a la reducción de la desigualdad y al bienestar de la comunidad, sino que también potenciarían la productividad local y el aprovechamiento de las oportunidades derivadas de la implementación de energías renovables.

En contraste, los puntajes más altos reflejan fortalezas y oportunidades sobre las que ENERGIHABITA puede consolidar su modelo de sostenibilidad. Aspectos como la alta disposición a la participación comunitaria, la reducción de costos de energía, la conciencia ambiental, la reducción de emisiones de CO₂ y la elevada inversión inicial respaldada por el Estado (todos con puntaje de 5), destacan como activos estratégicos del territorio. La experiencia organizativa de las juntas de acción comunal garantiza cohesión social para la implementación de proyectos colectivos, mientras que la conciencia ambiental y la alta radiación solar disponible proporcionan condiciones favorables para el éxito de iniciativas fotovoltaicas. No obstante, el reto está en traducir estas fortalezas en resultados sostenibles a largo plazo, lo cual exige capacitar a la comunidad en la gestión técnica del sistema, incorporar un enfoque de género que reduzca las brechas de participación y asegurar el manejo adecuado de los residuos tecnológicos. De este modo, fortalecer estas áreas permitirá que ENERGIHABITA trascienda la simple instalación de infraestructura energética y se consolide como un modelo integral de desarrollo rural sostenible, en línea con los propósitos de sostenibilidad social, económica y ambiental planteados en el proyecto.

4.2. PMBOK y SCRUM como base para el planteamiento de las estrategias

Para la selección de las metodologías de gerencia de proyectos aplicables al fortalecimiento del proyecto ENERGIHABITA, se desarrolló un análisis documental sistemático. El proceso inició con la identificación de palabras clave relacionadas con la

temática, entre las cuales se destacaron “gerencia de proyectos”, “metodologías”, “PMBOK”, “Lean Project Management”, “Scrum” y “EVM”. Estas expresiones se emplearon en motores de búsqueda académicos como Google Scholar, ResearchGate, Scielo, y en repositorios institucionales como el de Uniagraria y el PMI, permitiendo recuperar un total de 18 documentos pertinentes a la gestión de proyectos en contextos rurales y energéticos. Posteriormente, se aplicaron criterios de inclusión orientados a la actualidad, relevancia metodológica y aplicabilidad en entornos sostenibles, seleccionándose finalmente ocho documentos para el análisis detallado. Una vez revisados los documentos se realizó una revisión exhaustiva de los seleccionados los cuales se muestran más adelante, (Ver anexo No. 3).

Una vez realizado el análisis bibliográfico se construyó el siguiente cuadro comparativo en el cual se hace un análisis de cada metodología seleccionada.

Tabla 4. Cuadro comparativo de las metodologías

Metodologia	Ventajas	Desventajas	Aplicabilidad al Proyecto ENERGIHABITA
PMBOK (Project Management Institute, 2017)	Estandariza procesos y áreas de conocimiento; ofrece una guía integral de buenas prácticas; facilita la gestión de tiempos, costos y calidad; y mejora la comunicación entre equipos.	Puede resultar rígido y demandante en contextos comunitarios donde los procesos son más flexibles o participativos; requiere personal capacitado en la metodología.	Permite estructurar la planificación, ejecución y control del proyecto solar, asegurando la trazabilidad técnica y financiera, y una gestión de riesgos alineada con los objetivos del proyecto.
Kerzner (2022) – Project Management: A Systems Approach	Promueve un enfoque sistémico e integral de la gestión de proyectos; facilita la integración entre los componentes técnicos, sociales y ambientales; fomenta la	Exige un nivel alto de coordinación multidisciplinaria y una estructura organizacional sólida para su aplicación efectiva.	Aplica a ENERGIHABITA al tratar el proyecto como un sistema socio-técnico, permitiendo integrar la gestión técnica del sistema solar con los factores sociales y

	eficiencia organizacional.		económicos de la comunidad.
EVM (Earned Value Management) – Fleming & Koppelman (2016)	Proporciona una visión cuantitativa del desempeño del proyecto en términos de tiempo y costo; permite identificar desviaciones y aplicar acciones correctivas de manera temprana.	Requiere datos precisos y una medición constante del progreso; puede ser complejo en entornos con recursos limitados o sin infraestructura digital.	Ideal para monitorear el avance físico y financiero del proyecto ENERGIHABITA, controlando los costos y asegurando la eficiencia del cronograma de instalación de los sistemas fotovoltaicos.
Program Management – Thiry (2015)	Permite coordinar varios proyectos bajo un mismo programa; asegura la alineación estratégica y la gestión de beneficios a largo plazo; fortalece la gobernanza institucional.	Necesita estructuras organizacionales maduras y liderazgo coordinado; su implementación puede ser costosa y lenta en pequeñas organizaciones.	Facilita la integración de ENERGIHABITA dentro de otros programas de desarrollo rural y sostenibilidad energética, garantizando coherencia entre proyectos regionales.
Gestión del Conocimiento – Nonaka & Takeuchi (1995)	Promueve la innovación, el aprendizaje organizacional y la transferencia de saberes; fomenta la mejora continua y la adaptación a cambios del entorno.	Depende de la cultura organizacional y del compromiso de los participantes para compartir conocimiento; requiere herramientas de documentación y comunicación adecuadas.	Apoya la formación comunitaria y la transmisión de conocimientos técnicos en mantenimiento, garantizando la sostenibilidad operativa y social del proyecto ENERGIHABITA.
Scrum (Huerfano Cruz & Sánchez Londoño, 2021)	Fomenta la flexibilidad, la mejora continua y el trabajo colaborativo;	Puede generar confusión si no se establecen claramente los roles y	Es aplicable para gestionar las fases iterativas de capacitación y ajustes en el

	permite responder rápidamente a cambios; favorece la comunicación entre los actores del proyecto.	responsabilidades; requiere disciplina y compromiso constante del equipo.	sistema solar, promoviendo la participación activa de la comunidad y la adaptación continua a las necesidades locales.
Lean Project Management – Koskela & Howell (2018)	Reduce desperdicios, optimiza los recursos y busca la generación de valor; impulsa la eficiencia operativa y la mejora continua; promueve una gestión basada en resultados.	Puede enfocarse excesivamente en la productividad, descuidando factores humanos o sociales; requiere un cambio cultural dentro del equipo de trabajo.	Resulta útil para optimizar procesos constructivos y logísticos en la implementación de ENERGIHABITA, reduciendo tiempos y costos sin afectar la calidad del proyecto.
PRINCE2 (Office of Government Commerce, 2009)	Ofrece una estructura clara basada en procesos y fases; define roles y responsabilidades; facilita el control y la gestión de calidad; adaptable a distintos tipos de proyectos.	Puede ser percibida como burocrática por su formalidad documental; requiere formación previa de los equipos en el método.	Aporta una estructura de control eficaz para ENERGIHABITA, garantizando que cada fase (planificación, implementación, seguimiento) se gestione con claridad, asegurando la calidad, la justificación del negocio y la entrega de resultados medibles.

Fuente: Elaboración propia.

La metodología más adecuada para aplicar en el proyecto ENERGIHABITA es Scrum, perteneciente al enfoque de las metodologías ágiles. Esta metodología se considera la más pertinente debido a su flexibilidad, orientación colaborativa y capacidad de adaptación,

cualidades esenciales para proyectos que se desarrollan en contextos rurales y comunitarios, donde las condiciones sociales, climáticas y logísticas pueden variar constantemente. A diferencia de enfoques tradicionales como PMBOK o PRINCE2, que exigen una planificación rígida y procesos secuenciales, Scrum promueve un modelo iterativo e incremental basado en ciclos cortos de trabajo denominados sprints. En cada sprint se planifican actividades, se ejecutan tareas concretas y se revisan los avances, lo que permite introducir mejoras y ajustes continuos según las necesidades del entorno o los resultados obtenidos.

Uno de los mayores aportes de Scrum al proyecto ENERGIHABITA es su énfasis en la participación activa de todos los actores involucrados: técnicos, docentes, estudiantes y miembros de la comunidad. Este enfoque fomenta la creación y la autogestión, permitiendo que las decisiones se tomen de manera colectiva y que el conocimiento se comparta entre los distintos participantes. Los roles establecidos en Scrum como el Scrum Master y el Product Owner pueden adaptarse al contexto del proyecto, representando a los líderes del proceso y a los beneficiarios, lo cual fortalece el sentido de pertenencia y la sostenibilidad social de la iniciativa.

Asimismo, Scrum impulsa la mejora continua y el aprendizaje colaborativo, factores clave para garantizar el éxito y la permanencia del proyecto en el tiempo. Cada ciclo de trabajo permite evaluar los resultados, corregir errores y optimizar los recursos disponibles, favoreciendo la eficiencia y la transparencia en la ejecución. En el caso de ENERGIHABITA, esta metodología facilita la organización del trabajo técnico y la capacitación de la comunidad para el manejo y mantenimiento de los sistemas solares, promoviendo la autonomía energética y la apropiación tecnológica.

Concluyendo, Scrum se destaca como la metodología más idónea para el proyecto ENERGIHABITA porque integra la planificación con la acción participativa, combina la innovación con la gestión social y promueve un proceso dinámico, inclusivo y adaptable. Su aplicación no solo garantiza resultados técnicos eficientes, sino que también fortalece el componente humano y comunitario, alineándose plenamente con el propósito de sostenibilidad, empoderamiento y desarrollo local que caracteriza la esencia del proyecto.

4.3. Formulación de Estrategias Para Fomentar la sostenibilidad económica, social y ambiental del fortalecimiento de ENERGIHABITA

A continuación se presenta un diseño detallado de la implementación de la metodología SCRUM a partir de lo abordado en el ejercicio del modelo de caracterización, se priorizan los hallazgos con puntajes más bajos en tres dimensiones: como son sostenibilidad social, participación, apropiación del conocimiento y gobernanza comunitaria, sostenibilidad ambiental, gestión de residuos, mantenimiento preventivo y control de impactos, y sostenibilidad económica modelo de costos/ingresos, SCRUM se emplea como marco iterativo e incremental para cerrar estas brechas mediante ciclos cortos (Sprints), entregables verificables (Incrementos) y espacios de inspección y adaptación con la comunidad.

- **Brechas priorizadas**

Con base en la caracterización del proyecto, se priorizan los siguientes frentes:

- **Social:** baja participación sostenida, limitada apropiación técnica y ausencia de acuerdos claros de operación comunitaria.

- **Ambiental:** ausencia de protocolo de disposición de baterías/paneles, mantenimiento preventivo esporádico y falta de indicadores ambientales.

- **Económico:** dependencia de aportes externos y falta de un esquema de sostenibilidad financiera.

Estas brechas determinan el orden de trabajo del Product Backlog y la definición de metas por Sprint. La regla será: primero se reduce el riesgo social (apropiación), luego el ambiental (cumplimiento y mantenimiento) y, en paralelo, se estructura la sostenibilidad económica (continuidad y reposición). En la siguiente tabla se refinan los roles de la metodología adoptada:

Tabla 5. Roles de SCRUM en el proyecto Energihabita.

Rol	Titular (sugerido)	Decisiones y responsabilidades clave	Entregables por ciclo
Product Owner (PO)	Coordinación general ENERGIHABITA / Líder institucional	Prioriza el Product Backlog centrado en los puntajes bajos de 4.1; valida incrementos con comunidad; aprueba criterios de aceptación; gestiona relaciones con aliados (ambientales/financieros).	Backlog priorizado; actas de validación comunitaria; carta de ruta de sostenibilidad.
Scrum Master (SM)	Docente asesor / gestor metodológico	Facilita eventos; habilita la comunicación; remueve impedimentos (p.ej., retrasos en insumos, coordinación con recicladores); garantiza disciplina ágil y mejora continua.	Plan de ceremonias; registro de impedimentos; retrospectivas con acciones concretas.
Development Team (DT)	Técnicos instaladores, estudiantes, operarios comunitarios, especialista ambiental y apoyo administrativo	Ejecución técnica (instalación, mantenimiento, monitoreo), formación comunitaria, diseño de protocolos ambientales, modelación económica básica y documentación.	Módulos de capacitación, protocolos ambientales, tableros de monitoreo, manuales de operación y

			reportes de eficiencia.
--	--	--	-------------------------

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla siguiente se desglosa la función del Product Backlog que recoge necesidades ordenadas por impacto del modelo de caracterización e información recolectada. A continuación, se muestran criterios de aceptación y métricas objetivo.

Tabla 6. Product Backlog (épicas, historias y criterios de aceptación)

Épica	Historia de usuario	Prioridad	Criterios de aceptación (CA)	Definición de Hecho	KPI/Meta
Formación comunitaria	Como operario comunitario, quiero capacitaciones prácticas mensuales para realizar mantenimiento básico y registrar fallas.	Alta	CA1: 80% de asistentes completan módulo; CA2: checklist semanal aplicado 4/4 semanas.	Manual impreso o digital; lista de asistencia; 4 registros semanales en bitácora.	Participación \geq 30% hogares; Uptime sistema \geq 98%

AMB-01 Gestión de residuos FV	Como equipo, queremos un protocolo para almacenamiento temporal y disposición final de baterías/paneles.	Alta	CA1: Protocolo firmado por PO; CA2: convenio con gestor autorizado; CA3: zona de acopio señalizada.	Protocolo versionado; fotos de señalización; copia del convenio activo.	0 incidentes por manejo inadecuado; 100% residuos trazados
Sostenibilidad financiera	Como coordinador, quiero un plan de reposición de baterías y repuestos con flujo de caja a 24 meses.	Alta	CA1: flujo de caja con OPEX/CAPEX; CA2: 2 alternativas de financiación; CA3: política de reinversión aprobada.	Plan financiero firmado; cronograma de compras; matriz de proveedores.	Fondo de reserva \geq 6 meses; 2 aliados financieros
Monitoreo y eficiencia	Como técnico, quiero un tablero mensual con generación, consumo y alertas para detectar pérdidas.	Media	CA1: tablero actualizado mensualmente; CA2: alarmas configuradas para caída $>10\%$ generación.	Dashboard operativo; reporte mensual entregado al Product Owner.	Mejora de rendimiento $\geq 8\%$

Fuente: Elaboración propia.

Para cada Sprint (3 a 4 semanas) se selecciona un subconjunto del Product Backlog. El Sprint Backlog detalla tareas, responsables, esfuerzo estimado y dependencias. Se asignará una capacidad fija por equipo y ahorrará un 15% para imprevistos/impedimentos.

Tabla 7. Sprint Backlog (plan de ciclo y capacidad).

Tarea	Responsable	Estimación (horas)	Dependencias	Salida esperada
Diseñar módulo 1 de capacitación	formador comunitario	12	Agenda comunitaria	Guía impresa y PPT
Señalizar zona de acopio	especialista ambiental	8	Materiales y permisos	Zona demarcada y checklist
Armar flujo de caja	admin/finanzas	10	Datos de costos/vida útil	Flujo 24 meses y plan de compras
Configurar dashboard de monitoreo	Técnico	14	Medidores/IoT disponibles	Dashboard operativo

Fuente: Elaboración propia.

Cada Sprint produce uno o varios incrementos (resultados verificables) con valor para la comunidad/institución (p.ej., un módulo de capacitación impartido y documentado; un protocolo ambiental firmado y aplicado; un tablero de monitoreo funcionando; un plan financiero aprobado). Todo incremento debe cumplir la Definición de Hecho y ser demostrado en la Sprint Review. A continuación, en la tabla líneas abajo se muestran eventos de la metodología seleccionada aplicados al contexto comunitario:

Tabla 8. Eventos de SCRUM aplicados.

Evento	Gestión tiempo	Agenda mínima	Entradas	Salidas
Sprint	3 a 4 semanas	Objetivo del ciclo, tareas, entregables y validación	Product Backlog	Incrementos terminados
Sprint Planning	2 h por Sprint	Definir objetivo, seleccionar historias, estimar capacidad	Backlog priorizado	Sprint Backlog
Daily Scrum	15 min diarios	Ayer/hoy/impedimentos; actualización Kanban	Sprint Backlog	Ajustes micro y lista de impedimentos
Sprint Review	1 a 2 h por Sprint	Demostración de incrementos, retroalimentación, nuevas necesidades	Incrementos	Backlog ajustado y validación
Sprint Retrospective	1 h por Sprint	Qué funcionó/qué mejorar/acciones concretas	Hechos del Sprint	Plan de mejora del proceso

Fuente: Elaboración propia.

Detallando un poco más se muestra a continuación, la tabla describe la planificación y el progreso de los sprints en el tiempo.

Tabla 9. Roadmap de los Sprints.

Sprint	Objetivo de ciclo	Criterio de salida	Incrementos previstos
T1 – Arranque y gobernanza	Conformar equipo, acuerdos y capacitación inicial	Backlog priorizado y acuerdos firmados	Módulo 1+backlog validado
T2 – Capacitación y apropiación	Aumentar participación y práctica técnica	≥ 2 talleres impartidos y 80% aprobación	Manual y bitácoras de mantenimiento
T3 – Gestión ambiental aplicada	Implementar protocolo y trazabilidad de residuos	Zona de acopio señalizada y convenio activo	Protocolo firmado y operativo
T4 – Sostenibilidad económica	Definir flujo de caja y plan de reposición	Plan financiero aprobado por PO	Flujo 24m y política de reinversión
T5 – Monitoreo y mejora	Optimizar rendimiento y documentar réplica	Dashboard operativo y metas de rendimiento	Informe de impacto y guía de réplica

Fuente: Elaboración propia.

También se muestra a continuación la identificación y seguimiento de métricas específicas que miden el desempeño de la organización en los diferentes procesos:

Tabla 10. Métricas clave (KPI) por dimensión.

Dimensión	KPI	Línea base (t0)	Meta por Sprint (T3 / T5)	Fuente de verificación
Social	Participación promedio por taller (%)	a definir	T3: $\geq 25\%$ / T5: $\geq 35\%$	Listas de asistencia y encuestas
Social	Competencia técnica (aprobación módulos)	a definir	T3: $\geq 70\%$ / T5: $\geq 85\%$	Pruebas y rúbricas
Ambiental	Residuos trazados y dispuestos correctamente (%)	a definir	T3: $\geq 80\%$ / T5: 100%	Protocolos y actas con gestor
Ambiental	Cumplimiento mantenimiento preventivo (%)	a definir	T3: $\geq 85\%$ / T5: $\geq 95\%$	Bitácoras y checklists
Económica	Fondo de reserva (meses OPEX cubiertos)	a definir	T3: ≥ 3 / T5: ≥ 6	Flujo de caja y actas
Técnica	Uptime del sistema fotovoltaico (%)	a definir	T3: $\geq 97\%$ / T5: $\geq 98,5\%$	Dashboard y reportes

Fuente: Elaboración propia.

Los riesgos se monitorean de forma continua a través del Daily Scrum y un tablero de impedimentos. Se propone mantener un registro con responsables y respuesta definida. A continuación, un esquema inicial.

Tabla 11. Gestión de riesgos e impedimentos

Riesgo/Impedimento	Prob.	Impacto	Respuesta/Estrategia	Responsable	Estado
Retraso en suministros (baterías/repuestos)	Media	Alta	Plan de compras y proveedores alternos	Admin/finanzas	Abierto
Baja asistencia a talleres	Alta	Media	Ajuste horario y refuerzos casa a casa	Líderes comunitarios	Mitigando
Manejo inadecuado de residuos	Media	Alta	Señalización y convenio con gestor autorizado	Ambiental	En curso
Caída de rendimiento energético	Media	Media	Mantenimiento preventivo y alarmas en dashboard	Dep. Técnico	En curso

Fuente: Elaboración propia.

- **Acuerdos de trabajo**

Los acuerdos de trabajo y acuerdos de equipo establecen normas claras de convivencia y productividad, fomentando la transparencia, la responsabilidad y la comunicación efectiva. La Definición de Listo (DoR) garantiza que cada tarea esté completamente preparada antes de iniciar su desarrollo, mientras que la Definición de Hecho (DoD) asegura que los entregables cumplan con criterios de calidad, utilidad y validación comunitaria. En conjunto, estos acuerdos fortalecen la cohesión del equipo y la efectividad del proyecto.

- **Acuerdos de equipo:** puntualidad, lenguaje sencillo, evidencias mínimas por tarea, decisiones documentadas en actas breves.

- **Definición de Listo:** historia priorizada por Product Owner, criterios de aceptación claros, capacidad disponible, dependencias resueltas.

- **Definición de Hecho:** entregable usable por la comunidad/institución, evidencias adjuntas, responsables formados y validados en Sprint Review.

El diseño metodológico para abordar de forma priorizada las brechas de lo mostrado en el modelo de caracterización, asegurando avances medibles por Sprint en participación comunitaria, gestión ambiental y sostenibilidad económica. La combinación de roles claros, artefactos con criterios verificables y eventos orientados a la inspección y adaptación garantiza que los resultados sean apropiados por la comunidad y sostenibles en el tiempo, dan muestra por que la metodología escogida fortalece el proyecto desarrollado agrupando todos los factores de interés en la zona rural donde se desarrolla.

5 DISCUSIÓN

El estudio desarrollado sobre ENERGIHABITA se centró en identificar estrategias que fortalezcan su sostenibilidad ambiental, social y económica, a partir de la aplicación de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos. Desde el marco teórico, autores como Kerzner (2022) y Cleland e Ireland (2006) resaltan que la sostenibilidad empresarial requiere de una planificación equilibrada entre factores económicos, sociales y ecológicos, lo cual se comprobó de manera práctica en los resultados obtenidos. La caracterización del proyecto mostró que ENERGIHABITA integra estos tres pilares mediante la producción de energía solar limpia, la capacitación técnica de la comunidad y la generación de ingresos derivados de la comercialización energética.

El contraste más evidente entre la teoría y los resultados está en la forma como se articula la participación comunitaria con la planificación técnica del proyecto. Según la Pontificia

Universidad Católica del Ecuador (2020), la sostenibilidad de los proyectos fotovoltaicos en zonas rurales depende directamente del grado de apropiación social. Esta afirmación se confirma en los hallazgos del estudio, donde la encuesta y la caracterización revelaron que los habitantes del corregimiento de Monroy y el municipio de Arroyo Hondo muestran un alto nivel de compromiso con el mantenimiento y operación del sistema solar, gracias a los procesos de capacitación implementados. De esta manera, la teoría sobre participación social y sostenibilidad se materializa en una práctica comunitaria que asegura la continuidad del proyecto a largo plazo.

Desde la perspectiva económica, los resultados también corroboran las teorías expuestas por autores como Morris (2013) y Thiry (2015), quienes señalan que la sostenibilidad de los proyectos de energía renovable está condicionada por su capacidad de generar flujos financieros estables y diversificados. ENERGIHABITA, pese a la inversión inicial de \$8.100 millones, proyecta la recuperación en diez años mediante la reducción del 32.77% en los costos energéticos y la venta de excedentes a la red, en concordancia con la Resolución CREG 030 de 2018. Este modelo evidencia cómo la planificación estratégica y el uso de incentivos normativos fortalecen la viabilidad financiera de proyectos comunitarios, tal como lo sugiere la teoría de la gerencia de proyectos aplicada al desarrollo sostenible.

En cuanto a la dimensión ambiental, los resultados de la investigación ratifican lo expuesto por Criollo Enríquez et al. (2024) sobre la capacidad de las tecnologías fotovoltaicas para reducir la huella de carbono. La disminución de casi tres millones de kilogramos de CO₂, lograda a partir del funcionamiento de la granja solar, constituye un resultado tangible que valida el aporte de la energía solar a la mitigación del cambio climático. Sin embargo, el estudio también identifica un reto que amplía la discusión teórica: la gestión de residuos tecnológicos. Si bien los marcos de sostenibilidad se enfocan en la eficiencia energética, la práctica demuestra que la sostenibilidad completa requiere de estrategias de reciclaje y economía circular, aspecto poco desarrollado en los modelos teóricos tradicionales.

La comparación de los resultados con el marco de antecedentes permite advertir una evolución del concepto de sostenibilidad en contextos rurales. Mientras las investigaciones previas, como las del BID (2019) o la FAO (2020), enfatizaban la necesidad de acceso a energía

en comunidades rurales, ENERGIHABITA amplía el enfoque hacia un modelo de autogestión energética que no solo satisface necesidades básicas, sino que impulsa la autonomía local y la generación de empleo. Este avance empírico sugiere una transformación del paradigma de la electrificación rural, pasando de un modelo asistencialista a uno de empoderamiento comunitario, alineado con los principios del desarrollo territorial sostenible.

En el campo metodológico, los hallazgos también confirman la aplicabilidad de enfoques híbridos de gerencia de proyectos. Tal como lo indica el Project Management Institute (2017), la combinación de metodologías tradicionales (PMBOK) con metodologías ágiles (Scrum) mejora la eficiencia y adaptabilidad de los proyectos. En el caso de ENERGIHABITA, la adopción de Scrum permitió planificar y ejecutar sprints de trabajo enfocados en la instalación, mantenimiento y seguimiento de los sistemas solares, con revisiones constantes y participación activa de los beneficiarios. Esta práctica demuestra que la teoría de la flexibilidad metodológica se traduce en mejores resultados operativos, especialmente en entornos rurales donde los factores externos son cambiantes y los recursos limitados.

Asimismo, el contraste entre teoría y resultados revela una coherencia con los postulados de Nonaka y Takeuchi (1995) sobre la gestión del conocimiento. La creación de bases de datos de mantenimiento y la sistematización de aprendizajes comunitarios evidencian que el conocimiento tácito se transforma en conocimiento explícito, permitiendo la mejora continua y la replicabilidad del modelo en otras comunidades. Este proceso de aprendizaje organizacional es un aporte valioso para el campo de la gerencia de proyectos en contextos rurales, donde el conocimiento local y técnico deben integrarse de manera sinérgica.

El impacto de los resultados obtenidos tras la investigación sobre ENERGIHABITA se proyecta en múltiples dimensiones del campo de estudio. En primer lugar, redefine la comprensión de la gerencia de proyectos en escenarios rurales, al demostrar que las metodologías empresariales pueden adaptarse exitosamente a contextos comunitarios. El enfoque ágil implementado evidencia que la planificación flexible, el trabajo colaborativo y la revisión constante son factores determinantes para la sostenibilidad de los proyectos sociales y ambientales.

Desde el punto de vista académico, los resultados amplían el cuerpo de conocimiento sobre la gestión de proyectos de energía renovable en territorios rurales. Hasta ahora, la literatura se centraba en modelos urbanos o empresariales; sin embargo, ENERGIHABITA introduce una visión de la gestión energética basada en la cooperación local, la educación técnica y la gobernanza comunitaria. Este aporte impulsa una nueva línea de pensamiento dentro de la gerencia de proyectos, que reconoce la ruralidad no como una limitación, sino como un espacio de innovación social y tecnológica.

En el ámbito ambiental, los resultados de ENERGIHABITA confirman el papel estratégico de las energías renovables en la mitigación del cambio climático, pero además incorporan una dimensión ética y educativa. La capacitación en mantenimiento preventivo y el aprendizaje comunitario en torno al uso responsable de la energía fortalecen la cultura ambiental local. Este impacto educativo trasciende la infraestructura técnica, convirtiéndose en una herramienta de transformación cultural que promueve la sostenibilidad como un valor compartido. En este sentido, la investigación aporta evidencia empírica de que la transición energética no solo requiere de tecnología, sino también de procesos pedagógicos que garanticen su apropiación social.

En el campo económico, el proyecto genera un precedente sobre la autosostenibilidad financiera de las iniciativas rurales de energía limpia. Los indicadores de reducción de costos y recuperación de inversión demuestran que las granjas solares pueden ser rentables si se gestionan bajo principios de eficiencia, control de riesgos y participación comunitaria. Este hallazgo impacta las políticas públicas y los programas de desarrollo rural, pues evidencia que la energía renovable no debe ser vista como un gasto, sino como una inversión que dinamiza las economías locales. Además, promueve la inclusión de las comunidades rurales en los mercados energéticos, un aspecto poco explorado en la literatura nacional.

En el ámbito social, el impacto es igualmente profundo. La electrificación estable de 900 familias no solo mejora la calidad de vida, sino que fomenta la equidad y la cohesión social. La disponibilidad de energía posibilita el desarrollo de microempresas, la educación virtual, la

refrigeración de alimentos y medicamentos, y la conectividad digital. Todo ello fortalece el tejido social y contribuye a la reducción de la pobreza energética. La investigación demuestra, así, que la sostenibilidad energética es también una estrategia de justicia social y bienestar colectivo.

A nivel metodológico, el impacto radica en la validación del modelo híbrido de gestión (PMBOK + Scrum). Este enfoque se presenta como una alternativa innovadora para la planificación de proyectos rurales, al combinar la rigurosidad estructural de PMBOK con la adaptabilidad de Scrum. El resultado es un modelo replicable que puede aplicarse en proyectos de diversa naturaleza, desde la energía renovable hasta el desarrollo agroindustrial. Con ello, la investigación contribuye al campo de la gerencia de proyectos al proponer una adaptación metodológica que responde a las condiciones reales del territorio.

Desde una perspectiva institucional, los resultados de ENERGIHABITA fortalecen el vínculo entre la academia y las comunidades. La participación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios y la aplicación de metodologías científicas en un contexto real demuestran el potencial transformador de la educación superior cuando se orienta al servicio social.

A partir de los hallazgos del proceso investigativo, emergen diversos temas de investigación que pueden ampliar el conocimiento sobre sostenibilidad y gerencia de proyectos en contextos rurales. Uno de los más relevantes es el estudio de la economía circular aplicada a sistemas fotovoltaicos, enfocándose en la gestión de residuos de paneles solares, baterías y componentes electrónicos. Este aspecto, identificado como un reto en los resultados, constituye una oportunidad para investigar nuevos modelos de reciclaje y reutilización de materiales, minimizando el impacto ambiental del crecimiento tecnológico.

Otro tema emergente es el de la educación energética comunitaria. Si bien el proyecto incorporó procesos de capacitación técnica, es necesario profundizar en cómo la formación permanente puede consolidar una cultura de sostenibilidad. Estudios futuros podrían explorar estrategias pedagógicas innovadoras, como el aprendizaje basado en proyectos o la educación intergeneracional, para fortalecer el conocimiento sobre energías renovables en comunidades rurales.

Asimismo, se propone investigar el impacto socioeconómico a largo plazo de los proyectos de electrificación rural, evaluando variables como el crecimiento de microemprendimientos, la mejora en la salud pública y el acceso a la educación digital. Estos estudios longitudinales permitirían medir con mayor precisión el alcance real de iniciativas como ENERGIHABITA, aportando evidencia útil para la formulación de políticas públicas.

Otra línea de investigación de gran pertinencia es la adaptación de metodologías ágiles a contextos sociales. Aunque Scrum ha demostrado su eficacia, aún se requiere comprender cómo estas metodologías pueden ajustarse a estructuras comunitarias, respetando su cultura organizativa y sus dinámicas de cooperación. Este enfoque contribuiría al desarrollo de modelos ágiles inclusivos, adecuados para el trabajo con comunidades rurales o indígenas.

Finalmente, se sugiere explorar la viabilidad de replicar el modelo ENERGIHABITA en otras regiones del país, considerando diferencias en irradiación solar, condiciones geográficas y tejido social. Esta investigación comparativa permitiría diseñar una guía nacional de implementación de granjas solares rurales, basada en la experiencia adquirida en Bolívar.

El análisis comparativo entre la teoría y los resultados del proyecto ENERGIHABITA confirma que la sostenibilidad no es solo un concepto académico, sino una práctica que cobra vida cuando se integra la técnica con la participación social. La investigación demuestra que la energía solar puede ser motor de transformación económica, social y ambiental en los territorios rurales, siempre que se gestione bajo metodologías adecuadas y una visión integral del desarrollo. Además, el impacto del proyecto trasciende su territorio, ofreciendo un modelo replicable que puede inspirar nuevas políticas y estudios en torno a la transición energética justa en Colombia. En suma, ENERGIHABITA no solo ilumina los hogares de Arroyo Hondo, sino también el camino hacia un futuro más sostenible y equitativo para el país.

6 CONCLUSIONES

Para consolidar el fortalecimiento de ENERGIHABITA, se han propuesto estrategias basadas en herramientas y metodologías de gerencia de proyectos adecuadas, con el fin de garantizar su sostenibilidad en el ámbito ambiental, social y económica. Estas estrategias buscan integrar prácticas sostenibles que no solo mejoren la eficiencia operativa del negocio, sino que también aseguren su permanencia a largo plazo, minimizando impactos negativos y maximizando beneficios para la comunidad y el entorno en el cual se encuentra inmerso.

Sintetizando los resultados alcanzados, el análisis realizado permitió caracterizar de manera integral a ENERGIHABITA y su entorno rural, identificando variables clave que condicionan su sostenibilidad ambiental, social y económica. Se evidenció que la comunidad de Monroy y el municipio de Arroyo Hondo presentan limitaciones significativas en infraestructura vial, acceso a servicios básicos y estabilidad eléctrica; sin embargo, cuentan con un alto potencial de irradiación solar y una población dispuesta a participar activamente en procesos de capacitación técnica. Estos hallazgos demostraron que la sostenibilidad social depende directamente de la apropiación comunitaria del proyecto y de su capacidad para gestionar el sistema fotovoltaico de forma autónoma. En el ámbito económico, la reducción del costo energético en un 32,77% y la generación de empleo técnico constituyen factores fundamentales para fortalecer el desarrollo local. En el aspecto ambiental, la mitigación de casi tres millones de kilogramos de CO₂ y la implementación de prácticas de economía circular confirman que ENERGIHABITA puede consolidarse como un modelo de energía limpia con beneficios tangibles para la comunidad y el entorno natural.

A partir de este diagnóstico integral, se procedió a evaluar metodologías y herramientas de gerencia de proyectos que pudieran responder eficazmente a las necesidades detectadas. El estudio comparativo entre PMBOK, Lean Project Management y Scrum permitió identificar una metodología híbrida como la más idónea para el fortalecimiento de ENERGIHABITA. PMBOK aportó estructura, control y planificación estratégica en áreas como tiempo, costo, calidad y riesgos, mientras que Scrum introdujo flexibilidad, trabajo colaborativo y adaptación constante frente a los desafíos operativos. La combinación de ambas metodologías garantiza una gestión

integral y ágil, adecuada al contexto rural y a las características comunitarias del proyecto. Asimismo, la incorporación de herramientas como el análisis de valor ganado y la gestión de riesgos fortaleció la toma de decisiones basada en datos y la previsión de contingencias. Este enfoque metodológico no solo optimizó la ejecución del proyecto, sino que también promovió la participación continua de los actores locales, potenciando la corresponsabilidad y el aprendizaje colectivo dentro de ENERGIHABITA.

Sobre esta base metodológica, se diseñaron estrategias específicas orientadas a consolidar la sostenibilidad del proyecto en sus tres dimensiones. Las acciones formuladas se fundamentaron en la metodología híbrida seleccionada, permitiendo una planificación dinámica y participativa. Entre las principales estrategias destacan la creación de un Product Backlog con prioridades orientadas al fortalecimiento técnico y financiero, la planificación de Sprints que permitieron la ejecución gradual de metas de corto y mediano plazo, y la implementación de un sistema de indicadores (KPI) para medir avances en sostenibilidad social, ambiental y económica. El diseño de programas de capacitación técnica para los habitantes, el establecimiento de un sistema de mantenimiento predictivo y la gestión de residuos tecnológicos bajo principios de economía circular fortalecen la dimensión ambiental. En lo social, se promovieron espacios de gobernanza comunitaria y redes de colaboración con entidades públicas y académicas. En el aspecto económico, se propusieron mecanismos de reinversión y comercialización de excedentes energéticos para asegurar la viabilidad financiera. Estas estrategias en conjunto garantizan la permanencia, autonomía y replicabilidad del modelo ENERGIHABITA en otros territorios rurales del país.

Finalmente, al contrastar los resultados obtenidos con el objetivo general y la pregunta de investigación, se concluye que el estudio logró proponer y validar estrategias de fortalecimiento de ENERGIHABITA a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que efectivamente impulsan su sostenibilidad ambiental, social y económica. El cumplimiento satisfactorio del objetivo general se evidencia en la articulación entre diagnóstico, metodología y propuesta, demostrando que la gestión de proyectos es un instrumento decisivo para consolidar modelos de energía renovable en contextos rurales. En consecuencia, se confirma que ENERGIHABITA puede convertirse en un referente nacional de transición energética, desarrollo rural y autonomía comunitaria, siempre que mantenga una gestión basada en la innovación, la

participación y la sostenibilidad integral. Con ello, se da respuesta a la pregunta de investigación, evidenciando que las metodologías de gerencia de proyectos particularmente la combinación de PMBOK y Scrum son las más adecuadas para garantizar el fortalecimiento sostenible y replicable de ENERGIHABITA en el tiempo.

7 RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones se destacan la necesidad de consolidar una gestión integral que fortalezca simultáneamente los ámbitos social, económico y ambiental del proyecto ENERGIHABITA. Desde la perspectiva social, se sugiere continuar promoviendo la participación activa de la comunidad a través de procesos formativos y de gobernanza compartida, garantizando que los beneficiarios no solo reciban el servicio energético, sino que sean también gestores del mismo. En el aspecto económico, se recomienda fortalecer los mecanismos de reinversión local y ampliar la vinculación con programas institucionales y cooperativas que apoyen la autogestión financiera del sistema, permitiendo que los excedentes generados sean destinados a nuevas iniciativas productivas sostenibles. En el plano ambiental, se plantea mantener un monitoreo permanente del impacto ecológico del sistema fotovoltaico, optimizando la gestión de residuos tecnológicos y fomentando la educación ambiental como eje transversal del proyecto. De este modo, las tres dimensiones se integran en un ciclo de sostenibilidad que impulsa la autosuficiencia energética y la calidad de vida comunitaria.

En cuanto al objeto de estudio, se recomienda que ENERGIHABITA, como negocio rural, consolide su modelo de gestión basado en la metodología híbrida de gerencia de proyectos, aprovechando las ventajas del enfoque estructurado del PMBOK y la flexibilidad adaptativa de Scrum. Es fundamental que el equipo gestor mantenga una planificación continua mediante revisiones periódicas de los indicadores de desempeño (KPI), asegurando la coherencia entre los objetivos propuestos y los resultados alcanzados. Asimismo, se aconseja fortalecer la relación con entidades académicas, gubernamentales y del sector privado para ampliar la cobertura del proyecto y garantizar su sostenibilidad económica. Se propone además la implementación de estrategias de innovación tecnológica que permitan integrar nuevas soluciones de almacenamiento y eficiencia energética, consolidando la competitividad del negocio rural frente a otros modelos de energía comunitaria.

Con relación a futuras investigaciones, se sugiere profundizar en estudios que aborden la evaluación de impacto a largo plazo del proyecto ENERGIHABITA, considerando las transformaciones sociales, culturales y ambientales derivadas de su implementación. Sería relevante explorar nuevas líneas investigativas centradas en la integración de tecnologías

emergentes, como el internet de las cosas o la inteligencia artificial aplicada al monitoreo energético, así como en la identificación de modelos financieros alternativos que potencien la autonomía económica comunitaria. Además, investigaciones comparativas con otros proyectos rurales de energías renovables permitirían enriquecer la base de conocimiento y validar la replicabilidad del modelo en diferentes contextos geográficos del país.

Sintetizando, todas estas recomendaciones se articulan en torno al propósito de garantizar la sostenibilidad integral de ENERGIHABITA, consolidando un modelo que trascienda la generación eléctrica para convertirse en un motor de desarrollo local. La continuidad del proyecto dependerá de la capacidad de adaptación, innovación y compromiso comunitario, así como de la apropiación de las metodologías de gerencia que aseguren su funcionamiento eficiente y duradero. En este sentido, las acciones futuras deben orientarse a fortalecer la cooperación interinstitucional, la transferencia tecnológica y la educación ambiental, de manera que ENERGIHABITA se consolide como un referente de gestión energética sostenible y transformación social en los territorios rurales.

Asimismo, se sugiere implementar estrategias de innovación tecnológica y sostenibilidad ambiental que impulsen el aprovechamiento eficiente de los recursos, la digitalización de procesos y la capacitación de los participantes en competencias técnicas y de liderazgo. Desde la perspectiva social, el fortalecimiento del capital humano y la equidad territorial deben constituir ejes transversales, garantizando que el proyecto NODO se consolide como un modelo de desarrollo colaborativo, inclusivo y sostenible en los territorios donde actúa o implemente.

Referencias

Alcaldía Municipal de Arroyohondo, Bolívar Esquema. (2010). de Ordenamiento Territorial Arroyohondo Bolívar 2010.

<https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/20.500.14471/22474>

Alcaldía Municipal de Arroyohondo, Bolívar. (2010). Esquema de Ordenamiento Territorial Arroyohondo Bolívar 2010.

<https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/20.500.14471/22474>

Artto, K., Martinsuo, M., & Kujala, J. (2011). Project business. Routledge.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2019). Energía renovable y desarrollo rural en América Latina. BID Editorial.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). Energía renovable y desarrollo rural en América Latina. BID Editorial.

Betancur Muñoz, J. E. (2021). Evaluación económica de tecnologías de generación solar fotovoltaica para el sector residencial y comercial. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas.

Bossa-Benavidez, J., Meza, J. D., Ramos-Franco, D., & Cohen-Padilla, H. (2023). La sostenibilidad en Colombia frente al desarrollo sostenible en el mundo: Una revisión bibliométrica para el análisis del entorno. *Revista Universidad & Empresa*, 25(44).

Cely Calixto, N. J., Palacios Alvarado, W., & Caicedo Rolón, Á. J. (2023). Energías renovables: El camino hacia la sostenibilidad energética. Editorial Creser.

Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. (2020, 17 noviembre). Jóvenes rurales y territorios. <https://webnueva.rimisp.org/nuestro-trabajo/territorios-e-inclusion/jovenesrurales-y-territorios/>

Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. (2020, noviembre 17). Jóvenes rurales y territorios. <https://webnueva.rimisp.org/nuestro-trabajo/territorios-e-inclusion/jovenesrurales-y-territorios/>

Cleland, D. I., & Ireland, L. R. (2006). Project management: Strategic design and implementation (5^a ed.). McGraw-Hill.

Corona, J. I. M., Almón, G. E. P., & Garza, D. B. O. (2023). Guía para la revisión y el análisis documental: Propuesta desde el enfoque investigativo. *Revista Ra Ximhai*, 19(1), 67–83.

Cortés Martínez, A. V., & Moreno Parra, R. P. (2023). Comercio justo en Colombia: Sector Cafetero, retos y oportunidades en el marco de los Objetivos del Desarrollo Sostenible. *Universitaria Agustiniiana*.
<https://backend.uniagustiniana.edu.co/server/api/core/bitstreams/3c22a810-f663-4303-a076-a00c69b716d6/content>

Cortés Mura, H. G., & Peña Reyes, J. I. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (78).

Criollo Enríquez, R. F., Guaiñas Domínguez, D. P., & Ochoa Correa, D. (2024). Evolución tecnológica de la generación solar fotovoltaica: Una revisión de la literatura en la última década. *Revista Tecnológica - ESPOL*.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2014). Definición de categorías de ruralidad. Bogotá, Colombia: DNP.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/estudios%20econmicos/2015ago6%20documento%20de%20ruralidad%20-%20ddrs-mtc.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2020). Clasificación y tipologías de los territorios rurales en Colombia. DNP.

Escuela Politécnica Nacional (EPN). (2017). Estudios sobre energía solar en comunidades rurales ecuatorianas. Editorial EPN.

Fajardo Celis, J. S. (2016). Potencial de la implementación de la energía solar a gran escala en Colombia. Fundación Universidad de América.

Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2016). *Earned Value Project Management* (4th ed.). Project Management Institute.

Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE). (2024). Energía solar para población vulnerable. Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía. (2024). Energía solar para población vulnerable. Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía. (s. f.). Programas y proyectos de transición energética en zonas rurales. FENOGE. <https://fenoge.gov.co>

Gómez, J. E., & Torres, J. E. (2023). Retos y evidencias de sostenibilidad de procesos de energización para un nuevo país rural. *Revista de Desarrollo e Innovación*.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.

Huerfano Cruz, Y. P., & Sánchez Londoño, J. (2021). *Manual para la gestión de proyectos en ruralidad de Uniagraria al Campo*. Uniagraria.

Kerzner, H. (2018). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12th ed.). Wiley.

Kerzner, H. (2022). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (13th ed.). Wiley.

Los Andes, Universidad de. (2018). *Impacto de factores climáticos en la eficiencia de sistemas fotovoltaicos*. Editorial Universidad de los Andes.

McKinsey & Company. (2022). *Trazando el panorama energético mundial hasta 2050: Los combustibles sostenibles*. McKinsey Global Institute.

Ministerio de Agricultura. (2020). *Guías metodológicas para la formulación y estructuración de proyectos de inversión*. <https://www.minagricultura.gov.co>

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2022). *La transición energética no se detiene: Colombia completa 25 granjas solares*. <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/la-transici%C3%B3n-energ%C3%A9tica-no-se-detiene-con-bosques-de-los-llanos-4-y-5-colombia-complet%C3%B3-25-granjas-solares/>

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2025). *Gobierno y caja de compensación promueven acceso a energía solar en hogares de bajos ingresos*. <https://www.infobae.com/colombia/2025/05/14/gobierno-y-caja-de-compensacion-promueven-acceso-a-energia-solar-en-hogares-de-bajos-ingresos/>

Ministerio de Minas y Energía. (2021). Política de transición energética en Colombia. Bogotá, Colombia: MinEnergía. <https://www.minenergia.gov.co>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2014). Guía metodológica para la formulación y revisión de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). <https://www.minvivienda.gov.co>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (s. f.). Lineamientos para la formulación de Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

Morris, P. W. G. (2013). *Reconstructing project management*. Wiley-Blackwell.

Mosquera Quintero, B. (2023). El auge de las granjas solares en Colombia. *Energía Solar Surya*. <https://www.energiasolarsurya.com/plantas-de-energia-solar/el-auge-de-las-granjas-solares-en-colombia/>

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.

Ortiz, J. (2012). *Transición energética en Argentina: desafíos y oportunidades*. ResearchGate.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). (2020). *Sostenibilidad energética en comunidades rurales: un enfoque participativo*. PUCE Publicaciones Académicas.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). *Documento metodológico: Implementación de proyectos de desarrollo económico rural*.

<https://www.undp.org/es/colombia/publicaciones/documento-metodologico-implementacion-de-proyectos-de-desarrollo-economico-rural>.

Project Management Institute (PMI). (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7^a ed.)*. PMI.

Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (6th ed.)*. Project Management Institute.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7th ed.)*. Project Management Institute.

repository.ucatolica.edu.co. (2025). <https://upta.es/wp-content/uploads/2025/02/EL-IMPACTO-DE-LAS-RENOVABLES-DEF-web.pdf>

Rojas Rojas, S. E., Muñoz Martínez, I. T., & Albarracín Bohórquez, N. (2018). Ruralidad en Colombia. Universidad Central.

Ropero, J. (2021). Revisión de la generación y aplicación de la energía solar fotovoltaica. Caso Norte de Santander. Universidad de Pamplona.

Sanjuán Núñez, L. (2019). La observación participante. Universitat Oberta de Catalunya.

Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2022). Guía de la sostenibilidad energética completa. Alcaldía de Bogotá.

Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2007). Reinventing project management: The diamond approach to successful growth and innovation. Harvard Business Press.

Universidad Católica. (2025).

5 libros imprescindibles sobre energías renovables y baterías. (2025). HDI Battery. https://www.hdibattery.com/blog/dia-del-libro-5-libros-imprescindibles-sobre-energias-renovables-y-baterias_n753.

Anexos


1. Encuesta Realizada



Proyecto ENERGIHABITA

Este formulario tiene fines únicamente académicos y de investigación.

carmero1987@gmail.com [Cambiar de cuenta](#) 

 No compartido

*** Indica que la pregunta es obligatoria**

Antes de iniciar esta encuesta, le informamos que su participación es completamente voluntaria y confidencial. La información recolectada será utilizada únicamente con fines académicos/investigativos y en ningún caso se divulgarán datos personales. Al aceptar y continuar, usted manifiesta su conformidad para participar en este estudio y autoriza el uso de sus respuestas de manera anónima y responsable. *

SI

No

EDAD

- Entre los 18 y 26 años
 - Entre los 27 y 32 Años
 - Entre los 33 y 45 Años
 - Entre los 50 y 65 Años
-

GENERO

- Masculino
 - Femenino
-

Estrato Socioeconómico

- 1
- 2

¿Actualmente cuenta con servicio de energía eléctrica en su hogar?

- Sí, de manera continua
- Sí, pero con interrupciones frecuentes
- No cuenta con energía eléctrica

¿De qué manera obtiene actualmente la energía para su hogar?

- Conexión eléctrica formal
- Conexión ilegal o provisional
- Plantas o generadores
- No dispone de ninguna fuente

¿Cuáles de los siguientes servicios públicos faltan en su comunidad?

- Agua potable
- Alcantarillado
- Internet

¿Con qué frecuencia presenta cortes o fallas de energía en su comunidad?

- Todos los días
- Varias veces a la semana
- Algunas veces al mes
- Casi nunca

¿Cuál considera que es la mayor necesidad de su comunidad actualmente?

- Energía eléctrica estable
- Agua potable
- Salud

¿Estaría dispuesto a participar en proyectos comunitarios de energía solar para mejorar la calidad de vida de su familia?

- Si
- Tal vez

¿Qué beneficios espera de un proyecto de energía solar comunitaria?

- Mayor acceso a servicios (internet, educación, refrigeración)
- Oportunidades de empleo

¿Cuál cree que es el principal desafío para la sostenibilidad del proyecto ENERGIHABITA?

- Recuperación de la inversión económica
- Participación y compromiso de la comunidad

¿En qué medida cree que el proyecto de energía solar ha contribuido al desarrollo económico de su comunidad?

- Mucho
- Regular
- Poco

¿Qué tan importante considera la gestión adecuada de los residuos tecnológicos (paneles y baterías al final de su vida útil) para el éxito del proyecto?

- Muy importante
- Importante
- Nada importante

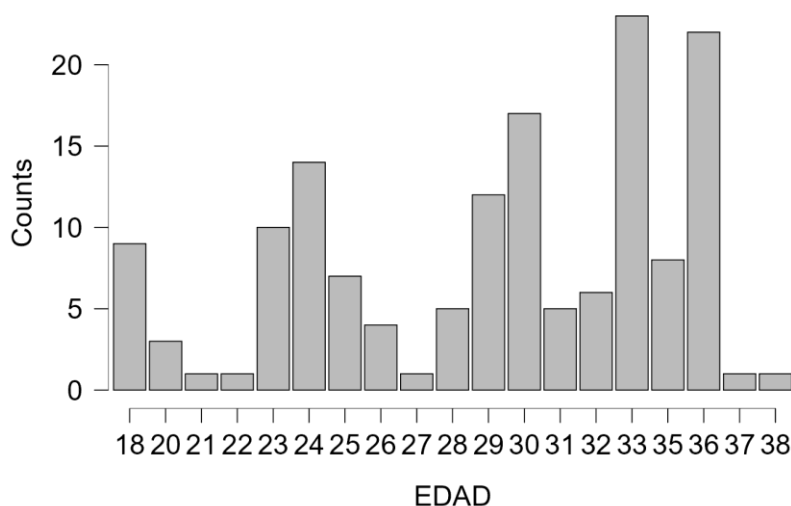
Enviar

Borrar formulario

2. Procesamiento de la Encuesta

Pregunta 1.

EDAD

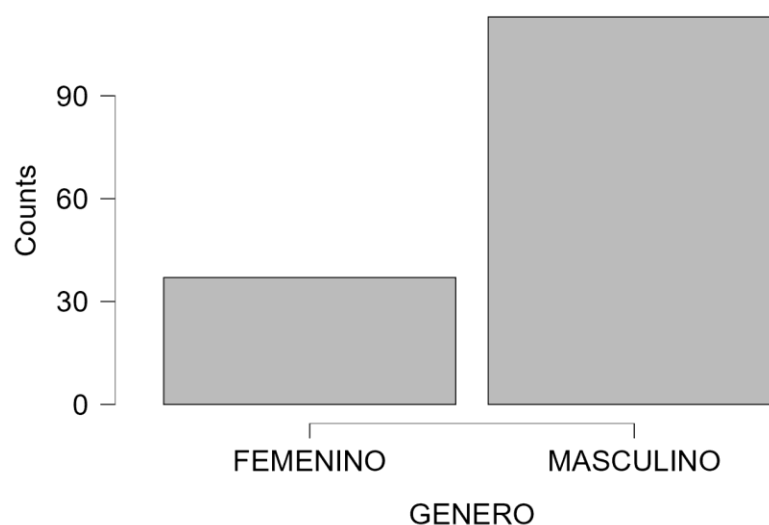


Los rangos de edad con mayor frecuencia de participación corresponden a los 36, 33 y 30 años, lo que sugiere una predominancia de adultos jóvenes en el proceso de consulta. Esta concentración etaria puede reflejar un grupo poblacional particularmente activo, con interés en involucrarse en iniciativas comunitarias y en la transformación de su entorno. En contraste, los grupos de edad con menor representación fueron los de 21, 22, 27, 37 y 38 años, lo que indica una participación más limitada por parte de personas tanto más jóvenes como ligeramente mayores.

Esta distribución etaria ofrece pistas valiosas para el diseño de estrategias de comunicación, formación y vinculación comunitaria, permitiendo adaptar los contenidos y canales a los perfiles predominantes, sin dejar de lado acciones específicas que fomenten la inclusión de los grupos menos representados.

Pregunta 2.

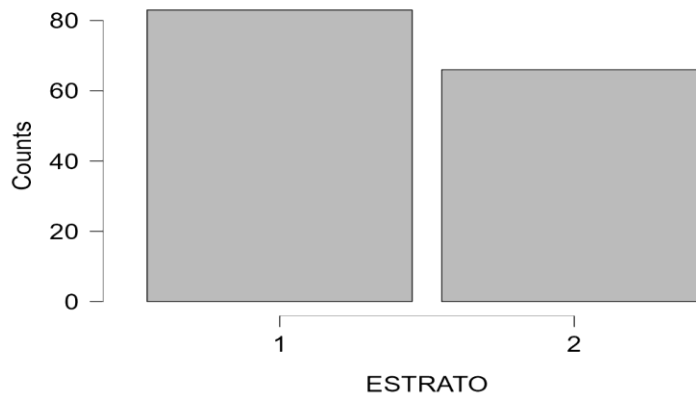
GENERO



Se muestra una predominancia masculina en la participación, con un 70% de los encuestados equivalentes a 105 personas identificándose como hombres, mientras que el 30%, representado por 45 personas, corresponde a mujeres. Esta diferencia en la representación sugiere que los hombres han tenido una presencia más activa en el proceso de consulta, lo cual puede estar relacionado con dinámicas sociales, culturales o de acceso a la información dentro de la comunidad. Si bien esta participación mayoritaria masculina aporta validez al diagnóstico, también invita a reflexionar sobre la importancia de fomentar una mayor inclusión de las mujeres en los espacios de decisión y planificación comunitaria, especialmente en proyectos que impactan directamente en la vida cotidiana y el bienestar colectivo.

Promover la equidad de género en estos procesos no solo fortalece la representatividad, sino que también enriquece las soluciones con perspectivas diversas y más integrales.

Pregunta 3. ESTRATO

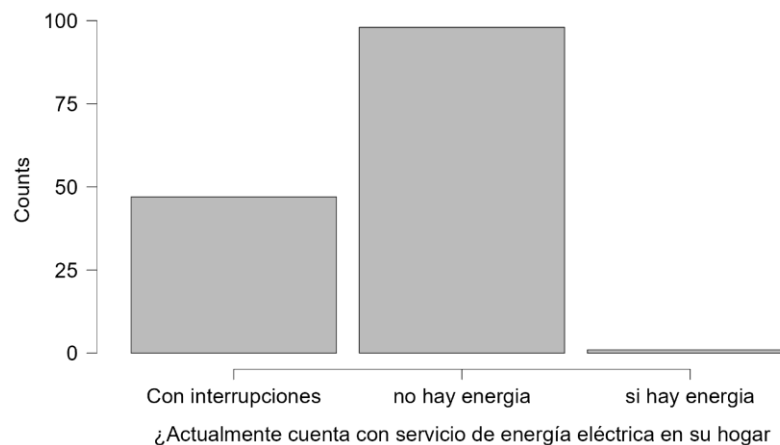


La mayoría de los participantes pertenecen al estrato socioeconómico 1, con un total de 98 personas que representan el 65% de la muestra. El restante 35%, equivalente a 52 personas, corresponde al estrato 2. Esta distribución evidencia que los beneficiarios del proyecto se encuentran en condiciones de alta vulnerabilidad económica, lo que plantea desafíos importantes en términos de acceso equitativo a servicios básicos.

Se vuelve fundamental que las soluciones energéticas propuestas sean asequibles y adaptadas a las capacidades reales de la comunidad. Además, se hace necesario implementar mecanismos como subsidios cruzados y modelos de gobernanza inclusivos que prioricen la equidad, permitiendo que los beneficios del proyecto lleguen de manera justa y efectiva a quienes más lo necesitan. Esta orientación no solo fortalece el impacto social del proyecto, sino que también garantiza su sostenibilidad y legitimidad dentro del territorio.

Pregunta 4.

¿Actualmente cuenta con servicio de energía eléctrica en su hogar?



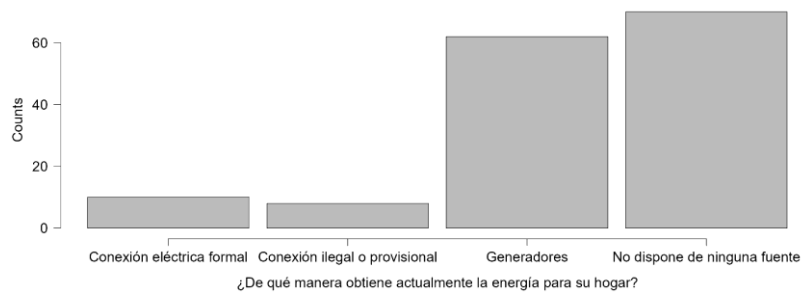
Se evidencia una profunda brecha en el acceso a energía eléctrica dentro de los hogares de la comunidad. El 60% de los encuestados, es decir, 90 personas, manifestó no contar con ningún tipo de servicio eléctrico, mientras que un 35%, equivalente a 53 personas, indicó que dispone de energía, pero con interrupciones frecuentes que afectan su confiabilidad. Solo una minoría de 7 personas, el 5% de la muestra, afirmó tener acceso a un servicio de energía estable.

Esta situación revela una problemática estructural que impacta directamente en la calidad de vida de los habitantes, limitando su acceso a educación, salud, conectividad y oportunidades económicas. La precariedad energética no solo restringe el desarrollo individual y colectivo, sino que también perpetúa condiciones de vulnerabilidad.

La necesidad de una intervención urgente y transformadora se vuelve evidente, orientada no solo a garantizar el suministro eléctrico, sino a hacerlo de manera continua, segura y equitativa, como base para un desarrollo sostenible e inclusivo.

Pregunta 5.

¿De qué manera obtiene actualmente la energía para su hogar?

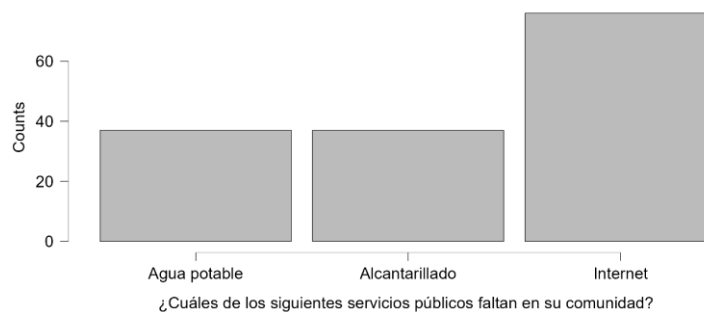


La mitad de los encuestados, es decir, 75 personas, manifestó no contar con ninguna fuente de energía, lo que evidencia una exclusión energética profunda y persistente. Además, 45 personas (30%) indicaron que dependen de generadores eléctricos, una solución informal que suele ser costosa, contaminante y poco confiable. A esto se suma que 14 personas (9%) señalaron tener conexiones ilegales, lo cual representa un riesgo tanto técnico como legal para los usuarios y el entorno. Solo una minoría de 16 personas, equivalente al 11%, afirmó disponer de un servicio formal de energía, lo que pone en evidencia la limitada cobertura del sistema convencional.

Lo expuesto plantea retos significativos en términos de infraestructura, regulación y equidad, pero también abre una ventana de oportunidad para impulsar transiciones justas hacia energías limpias. La implementación de soluciones sostenibles, accesibles y adaptadas al contexto local puede no solo cerrar brechas energéticas, sino también fortalecer la autonomía comunitaria y promover un modelo de desarrollo más inclusivo y resiliente.

Pregunta 6.

¿Cuáles de los siguientes servicios públicos faltan en su comunidad?

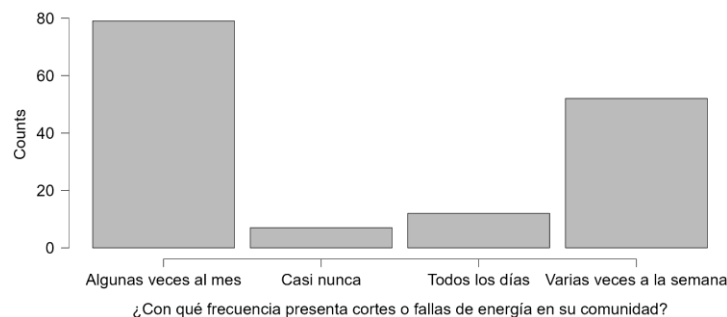


Los resultados de la encuesta aplicada a participantes revelan importantes carencias en la infraestructura básica de la comunidad. El 50% de los encuestados, es decir, 75 personas, señaló que el principal servicio público ausente es el acceso a internet, lo que representa una barrera crítica para la educación, la información y las oportunidades laborales. Además, 38 personas (25%) identificaron la falta de agua potable como una necesidad urgente, mientras que 37 personas (también un 25%) destacaron la ausencia de alcantarillado.

Estas cifras evidencian que, más allá de la electrificación, la comunidad enfrenta desafíos estructurales que afectan directamente su calidad de vida. Por ello, cualquier intervención debe contemplar un enfoque integral que articule el acceso a energía con la provisión de servicios esenciales como conectividad digital, agua segura y saneamiento, garantizando así un desarrollo más equitativo, sostenible y transformador.

Pregunta 7.

¿Con qué frecuencia presenta cortes o fallas de energía en su comunidad?

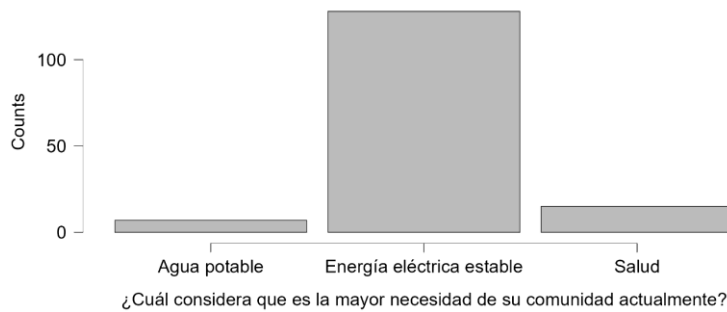


Se encuentra una situación preocupante en cuanto a la frecuencia de cortes o fallas en el servicio de energía dentro de la comunidad. La mitad de los encuestados, es decir, 75 personas, indicó que estas interrupciones ocurren algunas veces al mes, mientras que 45 personas (30%) señalaron que se presentan varias veces a la semana. Además, 16 personas (11%) afirmaron que los cortes se producen a diario, lo que evidencia una afectación constante en su vida cotidiana. Solo una minoría de 14 personas, equivalente al 9%, reportó que casi nunca experimenta interrupciones.

En conjunto, el 91% de la muestra vive con cortes frecuentes, lo que pone en entredicho la confiabilidad del servicio eléctrico actual y afecta negativamente la percepción comunitaria. Esta realidad puede generar desconfianza frente a nuevas propuestas energéticas si no se garantiza desde el inicio una mejora tangible en la estabilidad del suministro. Por ello, cualquier iniciativa debe priorizar la calidad del servicio, asegurando continuidad, mantenimiento adecuado y respuestas rápidas ante fallas, para fortalecer la credibilidad y el compromiso de la comunidad con soluciones sostenibles.

Pregunta 8.

¿Cuál considera que es la mayor necesidad de su comunidad actualmente?



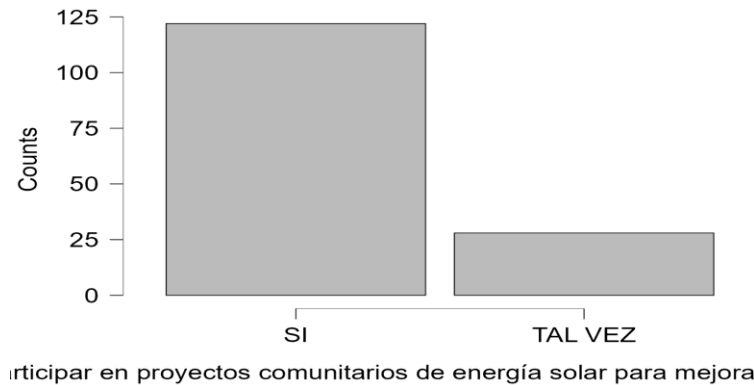
Los datos revelan que la principal necesidad identificada por la comunidad es contar con un servicio de energía eléctrica estable, señalada por 105 personas, lo que representa el 70% de los encuestados. Esta prioridad evidencia una demanda urgente por mejorar la infraestructura energética local, y valida el enfoque del proyecto ENERGIHABITA como una respuesta pertinente a las condiciones del territorio. Sin embargo, también se destacaron otras necesidades relevantes: 30 personas (20%) indicaron que el acceso a servicios de salud es su principal preocupación, mientras que 15 personas (10%) señalaron la disponibilidad de agua potable como una necesidad crítica.

Esta diversidad en las respuestas sugiere que, aunque la energía es el eje central, el proyecto debe articularse con otros servicios esenciales para lograr un impacto más amplio y sostenible. Integrar acciones complementarias en salud y agua permitiría fortalecer el tejido

comunitario, mejorar la calidad de vida y asegurar que los beneficios del proyecto se extiendan de manera equitativa a todos los ámbitos del desarrollo local.

Pregunta 9.

¿Estaría dispuesto a participar en proyectos comunitarios de energía solar para mejorar la calidad de vida de su familia?

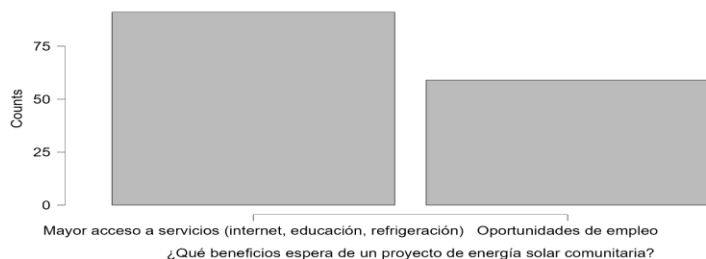


Con lo aplicado se muestra una notable disposición de la comunidad para involucrarse en proyectos comunitarios de energía solar. Un total de 135 personas, que representan el 90% de los encuestados, expresaron su voluntad de participar activamente en este tipo de iniciativas, mientras que los 15 restantes, equivalentes al 10%, indicaron que tal vez lo harían. Esta alta receptividad refleja no solo un interés genuino por las soluciones energéticas sostenibles, sino también una apertura hacia el trabajo colaborativo y el compromiso colectivo.

El entusiasmo manifestado por la mayoría debe ser aprovechado como una oportunidad para fortalecer el proyecto mediante procesos participativos que promuevan el co-diseño de soluciones, la formación técnica de los habitantes y el desarrollo de capacidades locales. De este modo, se garantiza que el proyecto no solo responda a las necesidades energéticas, sino que también se convierta en una plataforma de empoderamiento comunitario y transformación social.

Pregunta 10.

¿Qué beneficios espera de un proyecto de energía solar comunitaria?

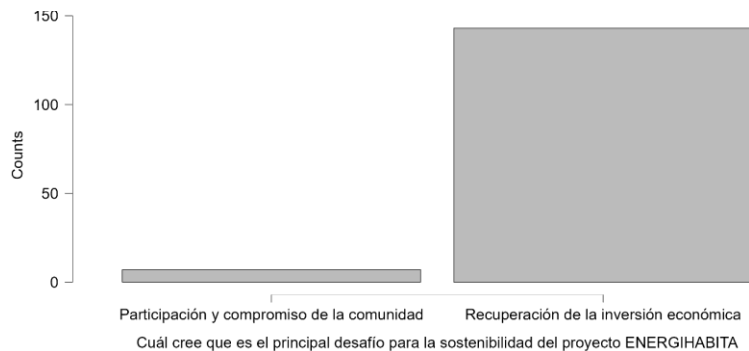


Los datos revelan que la comunidad percibe el proyecto de energía solidaria como una oportunidad para avanzar no solo en términos energéticos, sino también en aspectos clave del desarrollo económico y social. El 60% de los encuestados, es decir, 90 personas, identificó como principal necesidad el acceso a servicios fundamentales como internet, educación y refrigeración, lo que refleja una demanda urgente por mejorar la calidad de vida y las condiciones básicas de bienestar. Por otro lado, el 40%, equivalente a 60 personas, destacó que el beneficio más relevante del proyecto radica en la generación de oportunidades de empleo dentro de la comunidad.

Esta doble expectativa mejor acceso a servicios y creación de empleo evidencia que la energía no es vista como un fin en sí mismo, sino como un medio para impulsar procesos de inclusión, autonomía y progreso local. En este sentido, el proyecto debe contemplar componentes que fortalezcan la formación técnica, el emprendimiento comunitario y la conectividad digital, asegurando que su impacto sea integral y sostenible.

Pregunta 11.

¿Cuál cree que es el principal desafío para la sostenibilidad del proyecto ENERGIHABITA?

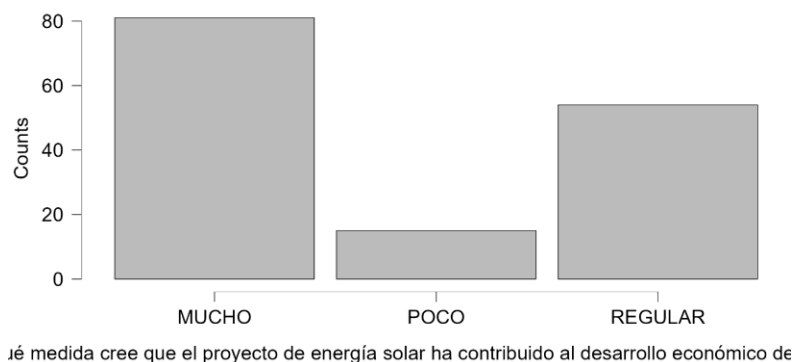


Se muestra según los datos recolectados que una abrumadora mayoría de la comunidad 135 personas, equivalentes al 90% considera que la implementación del proyecto de energía solar permitiría recuperar la inversión económica realizada. Este dato revela que, para la mayoría, el principal desafío está relacionado con la sostenibilidad financiera del proyecto, incluyendo aspectos como los costos iniciales, el mantenimiento a largo plazo y la viabilidad económica. Por otro lado, solo 15 personas, el 10% restante, señalaron que el factor clave para el éxito del proyecto radica en la participación y el compromiso de la comunidad.

Aunque esta última percepción es menos común, su presencia es significativa, ya que pone en evidencia que el involucramiento activo de los habitantes no debe ser subestimado. Si bien es alentador que la participación comunitaria no sea vista como un obstáculo, su fortalecimiento sigue siendo esencial para garantizar que el proyecto no solo sea financieramente viable, sino también socialmente sostenible y apropiado para el contexto local.

Pregunta 12.

¿En qué medida cree que el proyecto de energía solar ha contribuido al desarrollo económico de su comunidad?

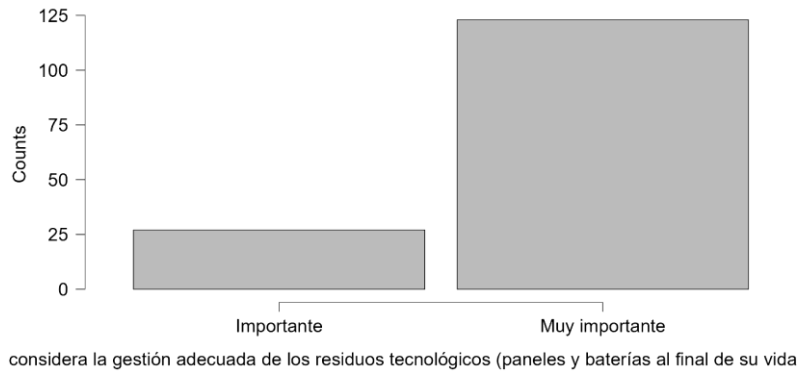


Los resultados obtenidos a partir de las 150 encuestas aplicadas revelan una percepción mayoritariamente positiva sobre el impacto del proyecto de energía solar en el desarrollo económico de la comunidad. La mitad de los encuestados, es decir, 75 personas, afirmó que el proyecto ha contribuido mucho, mientras que 60 personas, que representan el 40%, consideraron que su aporte ha sido regular.

Solo una minoría de 15 personas, equivalente al 10%, opinó que la contribución ha sido escasa. Esta valoración conjunta, donde el 90% reconoce una influencia significativa o moderada, valida el impacto del proyecto en términos económicos y demuestra que ha generado beneficios tangibles para la comunidad. Sin embargo, esta apreciación también plantea la necesidad de fortalecer los mecanismos de medición, seguimiento y escalabilidad, con el fin de consolidar los logros alcanzados, identificar áreas de mejora y asegurar que el proyecto continúe evolucionando de manera sostenible y equitativa.

Pregunta 13.

¿Qué tan importante considera la gestión adecuada de los residuos tecnológicos (paneles y baterías al final de su vida útil) para el éxito del proyecto?



Se evidenció un respaldo contundente por parte de la comunidad hacia la implementación de un proyecto de energía solar. De los encuestados, 135 personas equivalente al 90% calificaron el proyecto como “muy importante”, mientras que los 15 restantes, que representan el 10%, lo consideraron “importante”. Esta unanimidad en la valoración positiva del proyecto revela no solo su aceptación generalizada, sino también una profunda conciencia ambiental entre los habitantes.

El hecho de que la gran mayoría lo perciba como esencial indica que la comunidad no solo reconoce los beneficios energéticos, sino también el impacto positivo que puede tener en su entorno y calidad de vida. Esta actitud abre nuevas posibilidades para enriquecer el proyecto con componentes de economía circular, prácticas de reciclaje y programas de educación ambiental, fortaleciendo así su sostenibilidad y su capacidad de generar transformaciones duraderas en el territorio.

3. Tabla 12. Matriz Bibliográfica

Nombre del artículo	Año	Autor o autores	Link del artículo	Características y conceptualización de las metodologías en gerencia de proyectos	Metodología mencionada en el artículo
A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Sixth Edition	2017	Project Management Institute (PMI)	https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/fundamental/pmbo	Marco de buenas prácticas para la dirección de proyectos que organiza la gestión en áreas de conocimiento (alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados), con procesos de planificación, ejecución, monitoreo y control.	El enfoque PMBOK proporciona un marco estructurado para la planificación, ejecución y monitoreo del proyecto, reduciendo incertidumbres y mejorando la coordinación entre los actores involucrados.

Fortalecimiento de Energihabita a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen su sostenibilidad ambiental, social y económica 102

<p>Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling</p>	<p>2022</p>	<p>Harold Kerzner</p>	<p>https://www.wiley.com/en-us/Project+Management%3A+A+Systems+Approach+to+Planning%2C+Scheduling%2C+and+Controlling%2C+12th+Edition 9781119474138</p>	<p>Enfoque sistémico de gerencia de proyectos que integra planeación, programación y control, apoyando la toma de decisiones y la sostenibilidad del proyecto mediante prácticas estandarizadas.</p>	<p>Se requieren herramientas avanzadas de gerencia de proyectos que faciliten su sostenibilidad ambiental, social y económica, optimizando la planificación y ejecución.</p>
<p>Earned Value Project Management</p>	<p>2016</p>	<p>Quentin W. Fleming; Joel M. Koppelman</p>	<p>https://campusvirtual.iep.edu.es/recursos/recursos_pr_emium/prograhabilidades/pdf/microsoft_project/contenido6/clase6_pdf2.pdf</p>	<p>Método de Valor Ganado (EVM) para evaluar desempeño de costo y cronograma, comparando valor planificado, valor ganado y costo real para tomar acciones correctivas.</p>	<p>La aplicación del método de Valor Ganado (EVM) permite evaluar la eficiencia del proyecto en términos de costos y plazos, asegurando el uso óptimo de los recursos.</p>
<p>Program Management</p>	<p>2015</p>	<p>Michel Thiry</p>	<p>https://books.google.hn/books?id=a-c1CwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_book_other_versions_r&cad=1#v=onepage&q&f=false</p>	<p>Gestión de programas para alinear múltiples proyectos con objetivos estratégicos de largo plazo, asegurando beneficios y gobernanza a nivel organizacional.</p>	<p>La gestión de programas permite asegurar la alineación entre los proyectos individuales y las estrategias organizacionales de largo plazo.</p>
<p>The Knowledge-Creating Company</p>	<p>1995</p>	<p>Ikujiro Nonaka; Hirotaka Takeuchi</p>	<p>http://196.189.37.17/QUEENSLMiS/repositorio/71.PDF .pdf</p>	<p>Gestión del conocimiento para apoyar aprendizaje organizacional, estandarización de prácticas y mejora continua mediante captura y difusión sistemática de saberes.</p>	<p>El uso de bases de datos de mantenimiento y protocolos de operación estructura un sistema eficiente de aprendizaje y mejora continua.</p>
<p>Aplicación de metodologías ágiles en la gestión de proyectos energéticos</p>	<p>2021</p>	<p>Huerfano Cruz; Sánchez Londoño</p>	<p>https://www.accesengineeringlelibrary.com/binary/mheae/works/de017d44330f7ee9/30651dadebfff9b39051aa77bded20fd1cdd7567c367133a2a7bc70c2d766c3ed/book-summary.pdf</p>	<p>Manual institucional orientado a la gestión de proyectos rurales mediante la aplicación de metodologías ágiles, especialmente Scrum y Lean Project Management, promoviendo la adaptación flexible, la planificación iterativa y la participación comunitaria.</p>	<p>Entre las metodologías utilizadas se destacan las metodologías ágiles, especialmente Scrum, que facilita la gestión de tareas mediante iteraciones cortas y ajustes continuos.</p>
			<p>https://global.oup.com/academy</p>	<p>Metodología que busca</p>	<p>La gestión Lean enfatiza</p>

Lean Project Management	2018	Koskel a, L.; Howel l, G.	mic/product/the-knowledge-creating-company-9780195092691	eliminar desperdicios, optimizar recursos y generar valor para el cliente mediante la mejora continua y la eficiencia en la ejecución de proyectos.	la eficiencia, la reducción de tiempos y costos, y la mejora continua como pilares de la gestión de proyectos.
Managing Successful Projects with PRINCE2 (5th Edition)	2009	Office of Governme nt Commerc e (OGC)	https://nucleoapolo.ufpr.br/download/wp-content/uploads/2019/02/P-RINCE2-2009-remarks.pdf	Metodología estructurada basada en procesos, que define roles, responsabilidades y etapas claras para asegurar el control y la calidad de los proyectos. Se centra en la justificación del negocio y la gestión por fases.	PRINCE2 establece un marco flexible de gestión basado en principios y procesos, asegurando la entrega controlada de resultados conforme a objetivos estratégicos.

Fuente: Elaboración propia.

4. Carta de Aceptación y Autorización.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

PARA PARTICIPACIÓN EN ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN

Proyecto: “Fortalecimiento de ENERGIHABITA a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen su sostenibilidad ambiental, social y económica”

Investigador: ROBERT DAVID SIERRA MARTINEZ

Contacto: energihabita@autlook.com.co Cel: +57 3218058777

Objetivo del estudio:

El presente estudio tiene como propósito El estudio busca fortalecer ENERGIHABITA, una organización dedicada a impulsar el desarrollo rural mediante energía solar fotovoltaica en Bolívar. Para garantizar su sostenibilidad ambiental, social y económica, se propone aplicar metodologías de gerencia de proyectos como PMBOK, Lean Project Management y Scrum, optimizando la planificación y ejecución del sistema.

También se analiza el impacto de normativas como la Ley 1715 de 2014, que ofrece incentivos tributarios y financiamiento.

Se debe tener en cuenta que la información recabada en esta investigación se analiza para extraer conclusiones relevantes, garantizando la confidencialidad y el respeto por los participantes. Se protege mediante protocolos éticos y, si es pertinente, se publica en artículos científicos, informes o proyectos aplicados, siempre cumpliendo con normativas de consentimiento. Además, los hallazgos pueden contribuir al desarrollo de políticas, estrategias o mejoras en comunidades, asegurando que el conocimiento generado tenga impacto y utilidad práctica.

Procedimiento:

Se solicita su colaboración para responder una encuesta que tendrá una duración aproximada de 15 minutos. Las respuestas serán recopiladas de manera anónima y utilizadas exclusivamente con fines de investigación.

Riesgos y beneficios:

No existen riesgos asociados a la participación en esta encuesta. Los resultados obtenidos permitirán el estudio de ENERGIHABITA busca transformar la vida de comunidades rurales en Bolívar, garantizando acceso a energía limpia y sostenible. Enfrentando el desafío de recuperar una inversión significativa y gestionar residuos tecnológicos, el proyecto propone la aplicación de metodologías avanzadas de gerencia de proyectos para optimizar su funcionamiento. No solo se impulsa la transición hacia energías renovables en Colombia, sino que se sientan las bases para nuevas políticas y prácticas que fomenten el desarrollo rural sustentable.

Voluntariedad:

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse en cualquier momento sin que esto afecte su relación con los investigadores ni genere consecuencias negativas.

Confidencialidad:

La información proporcionada será tratada con absoluta confidencialidad y utilizada exclusivamente con propósitos investigativos.

Consentimiento:

Declaro que he leído y comprendido la información anterior. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Al firmar este documento, otorgo mi consentimiento para participar en la encuesta de investigación.

Firma: _____

Nombre del participante: _____

Fecha: _____